



Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA



PROSIDING

Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) VII 2020

Makassar, 9 November 2020

**"PERTUMBUHAN INDUSTRI
MANUFAKTUR DI MASA
PANDEMI COVID 19"**



PROSIDING

Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) VII

**"Pertumbuhan Industri Manufaktur
Di Masa Pandemi Covid-19"**

Makassar, 09 November 2020



Penerbit :

**Politeknik ATI Makassar
Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Industri
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia**

PROSIDING

Seminar Nasional Teknologi Industri
(SNTI) VII

**"Pertumbuhan Industri Manufaktur
Di Masa Pandemi Covid-19"**

Struktur Kepanitian

Penanggung Jawab	: Taufik Muchtar, ST., MT.
Ketua	: Merla Madjid, SS., M.Hum.
Sekretaris	: A. Velahyati Baharuddin, ST., MT.
IT dan Website	: Muhammad Fadli Azis, ST., M.Sc. Syamsuddin, S. Pd.I.
Publikasi	: Massriyady Massaguni, ST., MT.
Sekretariat	: Andi Nurwahidah, ST., MT. Della Ginza Ramadhan, ST., MT. Syardah Ugra Al Adawiyah, ST., M.Sc. Andi Syarwani, S.ST.

Steering Commitee :

Ir. Muhammad Basri, MM.

Herlina Rahim, ST., M.Si.

Dr. Arminas, ST ., MM.

Reviewer :

Marwan, ST., M.EngSc. Ph.D.

Rusdi Nur, S.ST., MT., Ph.D.

Dr. Nurjannah, ST., MT.

Kifayah Amar, ST., M.Sc., Ph.D.

Editor dan Layout:

Merla Madjid, SS., M.Hum.

A. Velahyati Baharuddin, ST., MT.

Desain Sampul :

Syamsuddin, S.Pd.I.

Penerbit :

Politeknik ATI Makassar

Jln. Sunu No 220, Makassar

Telp: (0411) 449609/ Fax : (0411) 449867

Email : Panitia.snti@gmail.com

Website : <https://snti.atim.ac.id>

Cetakan Pertama, Desember 2020

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan Rahmat dan KaruniaNya sehingga Seminar Nasional Teknik Industri (SNTI) VII 2020 yang merupakan agenda tahunan Politeknik ATI Makassar terselenggara dengan lancar dan sukses. Seminar yang dilaksanakan pada tanggal 09 November 2020 ini mengangkat tema "Pertumbuhan Industri Manufaktur di Masa Pandemi Covid-19".

Kegiatan SNTI VII merupakan wujud konkrit dalam mewadahi publikasi hasil penelitian dan *sharing* gagasan ilmiah yang dapat dikemas dalam prosiding sebagai bukti otentik. Prosiding yang ada diharapkan mampu memperkuat jejaring komunikasi di kalangan akademisi dan peneliti yang terlibat, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam acara seminar tersebut.

Pada tahun ini, kegiatan seminar terselenggara secara *virtual* termasuk saat agenda diseminasi penelitian berlangsung. Meski demikian, antusiasme peserta dalam mengikuti kegiatan tetap terlihat. Maka dari itu, kami menyampaikan terima kasih kepada seluruh peserta kegiatan maupun para peneliti yang telah memberikan sumbangsih bagi ilmu pengetahuan khususnya di bidang industri.

Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada jajaran Pimpinan Politeknik ATI Makassar, seluruh panitia dan seluruh peserta seminar yang telah memberikan dukungan demi suksesnya kegiatan ini. Kami mohon maaf bila terdapat kekeliruan dan kekurangan selama persiapan dan pelaksanaan kegiatan ini.

Akhir kata, semoga kegiatan SNTI VII dan prosiding ini bermanfaat sebagai media untuk pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Industri yang kompetitif dan berdaya saing baik dalam skala nasional maupun internasional.

Makassar, Desember 2020

Tim Editor

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
BALIK HALAMAN JUDUL	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v

TOPIK : TEKNIK ELEKTRO, LISTRIK, DAN OTOMASI

ALAT BANTU TONGKAT NAVIGASI UNTUK TUNANETRA BERBASIS ARDUINO DAN <i>GLOBAL POSITIONING SYSTEM</i> (GPS) PADA ANDROID	1
(Berlyana Audrey N I Abbas, Sitti Wetenriajeng Sidehabi, Yulianus Lembang)	
KONTROL MOTOR 3 FASA DENGAN VARIABLE <i>SPEED DRIVE</i> MENGGUNAKAN PLC CP1L.....	10
(Taufik Muchtar)	
SIMULASI PERBANDINGAN RESPON SISTEM KENDALI KECEPATAN MOTOR BLDC MENGGUNAKAN PENGENDALI P, PI, DAN PID PADA PROTOTIPE KENDARAAN OTONOM (PKO).....	17
(Fachrur Razy Rahman, Mohammad Wirandi, Yusdianto)	
RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING SUHU RUANGAN PADA MINIATUR RUANG PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH BERBASIS MIKROKONTROLER.....	24
(Harland Yunus, Fachrur Razy Rahman, Yusdianto)	
RANCANG BANGUN <i>WATER LEVEL CONTROL</i> (WLC) OTOMATIS DENGAN <i>PROPORTIONAL VALVE</i> BERBASIS MIKROKONTROLLER DAN KONTROL PID	29
(Akbar Alamsyah Amir, Taufik Muchtar, Mutmainnah)	
RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI <i>LEVEL SLAG</i> PADA TEMPAT PENAMPUNGAN.....	36
(Christoffher Marajang, Fachrur Razy Rahman, Yusdianto)	
RANCANG BANGUN <i>AUTO DOSING COFFEE MAKER</i> BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN <i>SMARTPHONE</i>	41
(Muhammad Fadhil Abdillah, Taufik Muchtar, Lutfi)	

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGGERAK PINTU PENAMPUNGAN KOKAS MENGGUNAKAN SILINDER PNEUMATIK	46
(Muhammad Asmin, Fachrur Razy Rahman, Yusdianto)	
RANCANG BANGUN ALAT PEMANGGANG DAGING DENGAN KENDALI <i>SMARTPHONE</i> BERBASIS MIKROKONTROLER.....	51
(Akmal Asaf, Wahidah, Mutmainnah)	
RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN KETEBALAN BRIKET BATU BARA SETELAH DICETAK	56
(Megawati, Fachrur Razy Rahman, Yusdianto)	
DESAIN SISTEM KONTROL KRAN AIR DAN SABUN CUCI TANGAN UNTUK PENCEGAHAN COVID-19	60
(Muslimin, Nurul Rahma Sarita)	
IMPLEMENTASI ALAT MONITORING DAN KONTROL <i>CHARGING BATTERY</i> SISTEM.....	65
(Randis, Subur Mulyanto, Alif Mukti alfan)	
SISTEM PENYIMPANAN DATA <i>SMART HOME BYTE DATA</i> SEDERHANA <i>BASED LOCAL WEBSERVER ON ESP32</i>	72
(Abdul Azis Rahmansyah, Koko Pratama Saragih)	
RANCANG BANGUN PEMBELAJARAN PIRANTI ELEKTRONIKA UNTUK MEMAHAMI KARAKTERISTIK TRANSISTOR BIPOLAR MENGGUNAKAN <i>CURVE TRACER</i> ARDUINO	82
(Ismindari, Muh.Rafsanjani Husain, Iffa Auliya Kadriati, Andi Fitriati, Nanang Roni Wibowo)	
RANCANG BANGUN APLIKASI DATA PEMERIKSAAN MOTOR LISTRIK BERBASIS ANDROID	91
(Abdul Razak, Fachrur Razy Rahman, Yusdianto)	
HANDSANITIZER OTOMATIS DENGAN NOTIFIKASI MELALUI SMS	96
(Rahman Ramli, Taufik Muchtar, Sitti Wetenriajeng Sidehabi)	
RANCANG BANGUN ALAT PELEPAS <i>BEARING</i>	100
(Muh. Asdar Adnan, Muh. Risal Fikri, Angga Tegar Setiawan)	
RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING SINKRONISASI KENDALI KECEPATAN MOTOR DC PADA PURWARUPA <i>MOBILE CRANE</i>	104
(Muhammad Munawir Sulaeman, Fachrur Razy Rahman, Yusdianto)	

RANCANG BANGUN VIBRATOR GIPSUM UNTUK PEMBUATAN MODEL KERJA GIGI	109
(Eka Juniastri, Taufik Muchtar, Atikah Tri Budi Utami)	
RANCANG BANGUN PROTOTYPE MONITORING SUHU PADA BRUSH EKSITASI GENERATOR.....	113
(Winda Sari, Fachrur Razy Rahman, Tambi)	
RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG II UNTUK MEMAHAMI FUNGSI DAN KARAKTERISTIK MULTIVIBRATOR MONOSTABIL, BISTABIL DAN ASTABIL MENGGUNAKAN OP-AMP 741	119
(Ismindari, Vira Andriani Bahri, Fahmi Bagenda, Yoan Elviralita, Nanang Roni Wibowo)	
RANCANG BANGUN ALAT PEMILAH SAMPAH ANORGANIK LOGAM DAN NON LOGAM.....	126
(Komang Raka Tri Darma, Aldo, Angga Tegar Setiawan)	
RANCANG BANGUN ALAT PARUT KELAPA OTOMATIS BERBASIS <i>SMARTPHONE</i>	132
(Ratna, Masjono Muchtar, Taufik Muchtar)	
RANCANG BANGUN <i>AUTOMATED FEEDER</i> PAKAN UDANG.....	136
(Astuty, Mahlina Ekawati)	
RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM MONITORING PENGECEKAN KETEBALAN LIMBAH KOKAS.....	142
(Moch Tri Rahmat Saputra Maliha, Fachrur Razy Rahman, Yusdianto)	
SISTEM ABSENSI MAHASISWA MENGGUNAKAN <i>RADIO FREQUENCY</i> <i>IDENTIFICATION</i> DAN <i>SMS GATEWAY</i>	148
(St. Nurhayati Jabir, Julianti Habibuddin, M. Taqbir Asyar)	
RANCANG BANGUN MONITORING PEMAKAIAN ARUS MOTOR LISTRIK 3 FASA SECARA <i>WIRELESS</i> MENGGUNAKAN KENDALI NODEMCU ESP8266.....	153
(Muzafar Amrun Razi, Justidi)	
RANCANG BANGUN MESIN LAS PORTABEL KAPASITAS 1 KW MENGGUNAKAN <i>INVERTER FULL BRIDGE</i> 1 FASA	160
(Benny Harahap, Justidi, Fahrul)	
RANCANG BANGUN <i>LIFE JACKET</i> MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GPS SEBAGAI PELACAK LOKASI KORBAN.....	165
(Hizkia Adityo, Sitti Wetenriajeng Sidehabi, Mutmainnah)	

RANCANG BANGUN KARTU SISWA PINTAR BERBASIS TEKNOLOGI RFID DAN APLIKASI WEB DI PESANTREN IMMIM PUTRA MAKASSAR	171
(Muhammad Fadli Azis, Julianti Habibuddin, Nur Ahmad Syahid)	

TOPIK : TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

PENGENDALIAN KERUSAKAN KEMASAN DENGAN METODE SIX SIGMA PADA PRODUK CLEO 250 ML PT. SARIGUNA PRIMATIRTA KAB. GOWA.	176
(Ahmad Sawal, Nur Linda Sari)	
ANALISIS PERBAIKAN POSTUR KERJA OPERATOR PEMASANGAN LABEL SECARA MANUAL UNTUK MENGHINDARI RISIKO <i>MUSCULOSKELETAL</i> (STUDI KASUS PT. SARIGUNA PRIMATIRTA KABUPATEN GOWA)	183
<i>*Tidak Dipresentasikan</i>	
(Muhammad Basri, Tazlymah Aisyah Putri)	
PENGUKURAN POSTUR TUBUH PEKERJA DENGAN METODE REBA PADA PROSES <i>COOKING NATA DE COCO</i> (STUDY KASUS PADA PT. TRITEGUH MANUNGGAL SEJATI DI KABUPATEN GOWA).	191
(Arminas, Abd. Samad, Hamidah)	
PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU BIJI PLASTIK DENGAN METODE <i>LEAST UNIT COST</i> PADA PT. XYZ.....	198
(Puadi Haming, Fitri Angreyni)	
PERBAIKAN METODE KERJA DENGAN <i>MOTION STUDY</i> PADA PEKERJAAN PERAKITAN KUMIKO.	205
(Reski, A. Velahyati Baharuddin, Arminas, Rachmatiah, Nur Khaerani Busri, Muhammad Basri)	
<i>STATISTICAL PROCESS CONTROL</i> DAN <i>ROOT CAUSE ANALYSIS</i> UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS <i>COCOA POWDER</i>	210
(Nurmafira, Widya Hastuti Afris, A. Velahyati Baharuddin, Merla Madjid)	
ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK ROTI ABON DENGAN METODE <i>STATISTICAL QUALITY CONTROL</i> (SQC) DI PAO-PAO BAKERY MAKASSAR	216
(Della Ginza Ramadhan, Ahmad Sawal, Muh. Fadel Z.A)	
PENENTUAN ALTERNATIF PENGOLAHAN LIMBAH MENGGUNAKAN AHP (STUDI KASUS PT. X).....	225
(Andi Nurwahidah, Fitri Ramadhani, Mulyadi, Mulyadi Ilyas)	
PENERAPAN METODE DELPHI DAN FMEA DALAM MEMINIMALISIR PENYEBAB KECATATAN PRODUK PADA PT TRITEGUH MANUNGGAL SEJATI.....	233
(Nur Khaerani Busri, Muhammad Basri, Atika Sari)	
INTERVENSI SENAM LANSIA UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT KEBUGARAN BERDASARKAN DENYUT NADI LANSIA	240
<i>*Tidak Dipresentasikan</i>	
(Muhammad Surya Jaya, Hari Purnomo)	

KAJIAN AWAL PENGARUH DISIPLIN DAN MOTIVASI KERJA TERHADAP KINERJA KARYAWAN DI PT. EBAKO NUSANTARA	245
(Deni Saputra, Silva Ainaya, Siti Nur Afifah)	
MINIMASI POTENSI PROBLEM KANBAN SOBEK PADA AREA BOXING DI <i>LINE ASSEMBLY</i> UNIVERSITAS NEGERI JENDERAL SOEDIRMAN	252
(Afi Aulia Ramadhan, Tigar Putri Adhiana)	
ANALISIS PERBANDINGAN TINGKAT STRESS LANSIA PENSIUNAN DAN TUNA KARYA	258
(Rezki Amelia Aminuddin A.P., Hari Purnomo)	
PENGUNAAN <i>SOCIAL MEDIA ADVERTISING</i> MELALUI INSTAGRAM UNTUK MENINGKATKAN MINAT BELI KONSUMEN PADA PRODUK FURNITUR DI ERA NEW NORMAL	266
(Agnes Efrata Saragih, Yogi Akbar Sunardiansyah)	
KAJIAN AWAL STRATEGI PEMASARAN PT. SUKSES SEMPURNA FURNINDO	271
(Nur Hidayatul Ahwaliyah, Peni Shoffiyati, dan Lirensa Artifa)	
STUDI PENDAHULUAN PERHITUNGAN WAKTU BAKU PADA DEPARTEMEN ROUGH MILL PADA KOMPONEN BAR STOOL DI PT. EBAKO NUSANTARA	276
(Panji Ibnu Sina, Meydita Putri Pramesti, Deni Saputra)	
ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN LINE H MENGGUNAKAN METODE <i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i> (OEE) PADA PRESS-WELDING DIVISION PT. X	282
(Ayu Anggraeni Sibarani, Nurul Inayah)	
ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PROSES PERCETAKAN KORAN SERAMBI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC) DI PT. ACEH MEDIA GRAFIKA CABANG ACEH BARAT DAYA.....	290
(Sofyanurriyanti Rita Hartati, M. Matridi, Agus Ardiyansyah)	

TOPIK : TEKNIK MESIN, MATERIAL, DAN ENERGI

ANALISA KERUSAKAN PADA FINAL DRIVE <i>BACKHOE LOADER</i> 580 SN CASE.....	300
(Muh. Taufik Syam, Faisal)	
PENGEMBANGAN KINCIR ANGIN SUMBU VERTIKAL KELENGKUNGAN 90° DENGAN PENAMBAHAN SUDU PENGARAH	307
(Peri Pitriadi, Muh. Iqbal Mukhsen)	
PENGARUH PARAMETER ARUS PENGELASAN LAS TITIK TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN SAMBUNGAN AISI 304 <i>STAINLESS STEEL</i>	312
<i>*Tidak Dipresentasikan</i>	
(Ariyanto, Abd. Nasser Arifin, Muh. Aqdar, Arman)	
PERANCANGAN DAN KONSTRUKSI MESIN EKSTRUSI SAMPAH PLASTIK JENIS <i>POLYPROPYLENE</i> DAN <i>POLYETHYLENE TEREPTHTHALATE</i> BERBASIS OTOMASI	316
(Muhammad Luthfi Sonjaya, Mutmainnah, Muh. Farid Hidayat)	

TOPIK : TEKNIK DAN ANALISIS KIMIA MINERAL

PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN KOH DALAM PEMBUATAN TAWAS DARI LIMBAH SERBUK ALUMINIUM DARI INDUSTRI PEMOTONGAN LOGAM.....	325
(Flaviana Yohanala Prista Tyassena, Muhammad Habib Ikramullah, Sariwahyuni)	
PENGARUH SUHU TERHADAP TERBENTUKNYA BETA KAROTEN DARI LIMBAH SERAT MESOKARP BUAH KELAPA SAWIT (<i>ELAEIS GUINEENSIS</i>) DENGAN MENGGUNAKAN PROSES EKSTRAKSI SOLVOLITIK MISELISASI.....	330
(Idi Amin, Mahyati, Ichwan Dzulkaidah)	
STUDI KONSENTRASI OPTIMUM <i>POLY ALUMINIUM CHLORIDE</i> TERHADAP PENURUNAN TOTAL SUSPENDED SOLID AIR BAKU <i>WATER TREATMENT PLANT</i> PLTU JENEPONTO BOSOWA ENERGI.....	336
(Mega Fia Lestari)	
PEMANFAATAN LAJU PERTUMBUHAN MIKROALGA <i>SPIRULINA PLATENSIS</i> SEBAGAI PAKAN PENGANTI UNTUK IKAN.	343
(Monita Pasaribu)	
PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT PISANG KEPOK SEBAGAI BIOADSORBEN LOGAM BESI (Fe) DAN TIMBAL (Pb) PADA LIMBAH RUMAH SAKIT	347
(La Ifa, Nurjannah, Isra Ariska Widyastuti, Tryana Purwati R)	
EKSTRAKSI NIKEL DARI BIJIH LIMONIT DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR GELEMBUNG PANCARAN.....	352
(Regna Tri Jayanti, Ika Fitriani Juli Palupi, Muhammad Ikbal Rianto, Vincentius Sulistyoaji)	
REKAYASA DAN OPTIMASI PROSES KOAGULASI-FLOKULASI <i>WATER TREATMENT PLANT</i> (WTP) POLITEKNIK INDUSTRI LOGAM MOROWALI.	359
(Fachrur Razy Rahman, Isran Asnawi, Rahmayanti)	
PENGUNAAN BIJI KELOR (<i>MORINGA OLEIFERA</i>) SEBAGAI KOAGULAN TERHADAP KUALITAS LIMBAH CAIR INDUSTRI MINUMAN RINGAN	367
(Asriani A, Neny Rasnyanti M Aras)	
PENGARUH <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> BIAKAN INDUSTRI DAN BIAKAN TRADISIONAL TERHADAP KADAR BIOETANOL KULIT BUAH KAKAO (<i>THEOBROMA CACAO.L</i>)	371
(Nur Islamiah MR, Sari Wahyuni, Ratri Retno Utami)	

STUDI PENENTUAN PEROLEHAN DAN KEHILANGAN MINYAK DARI LUMPUR BUANGAN PROSES PADA UNIT DECANTER DI PABRIK KELAPA SAWIT PT. SPTG.	375
(Dimas Frananta Simatupang, Gimelliya Saragih, Desma M. Christian Simbolon)	
PENGARUH WAKTU SENTRIFUGASI KRIM SANTAN TERHADAP PRODUK VCO DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK BUAH SIRSAK BERBANTUKAN GELOMBANG ULTRASONIK	381
(Mustafa, Alwathan, Muh. Irwan)	
OPTIMASI LAJU ALIR TEG (<i>TRIETHYLENE GLYCOL</i>) DALAM MENYERAP KADAR AIR PADA <i>GLYCOL CONTACTOR</i> (V-5400) DENGAN SIMULASI ASPEN HYSYS DI PT. PERTAMINA HULU SANGA-SANGA, KALIMANTAN TIMUR.....	387
(Muhammad Ihsan, Herlina Rahim, Ibrahim)	
PENGARUH TEMPERATUR DAN MASSA ADSORBEN BENTONIT TERHADAP PENURUNAN BILANGAN PEROKSIDA PADA MINYAK JELANTAH.....	393
(Wulifatul Musyarofah, Herlina Rahim, Sariwahyuni)	
PENGARUH VARIASI KONSENTRASI DAN SUHU ZEOLIT TERHADAP PENURUNAN KADAR <i>FREE FATTY ACID</i> (FFA) PADA MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN METODE ADSORPSI	399
(Nur Wahidah Usman, Rachma, Katrina Tumanan)	
PEMANFAATAN ADSORBEN SEKAM PADI TERAKTIVASI UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN CEMARAN LIMBAH CAIR INDUSTRI MINUMAN.	404
(Agus Salim, Neny Rasnyanti M Aras, Boy Chandra Sitanggang)	
PENGARUH VARIASI KONSENTRASI ASAM SULFAT (H_2SO_4) PADA PROSES HIDROLISIS TERHADAP KADAR BIOETANOL (C_2H_5OH) DARI KULIT KAKAO (<i>THEOBROMA CACAO L.</i>).....	408
(Dian Sapira, Sariwahyuni, Sri Diana, Ratri Retno Utami)	
EFEKTIVITAS ADSORPSI MAGNESIUM SILIKAT DAN ZEOLIT DALAM PEMURNIAN BIODIESEL.....	414
(Rosmini, Herlina Rahim, Ibrahim, Syardah Ugra Al Adawiyah)	
PENGARUH WAKTU KONTAK ADSORBEN DAUN NANAS (<i>ANANAS COMOSUS</i>) TERHADAP ADSORPSI LOGAM PB PADA OLI BEKAS.....	421
(Nur Syamsi Mustafa Koddeng, Hartini, Sri Diana)	
PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK <i>POLYPROPYLENE</i> DALAM PEMBUATAN BAHAN BAKAR MINYAK	426
(Syardah Ugra Al Adawiyah)	

ALAT BANTU TONGKAT NAVIGASI UNTUK TUNANETRA BERBASIS ARDUINO DAN GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) PADA ANDROID

Berlyana Audrey N I Abbas¹, Sitti Wetenriajeng Sidehabi²,
Yulianus Lembang³
^{1,2,3} Politeknik ATI Makassar
berlyanaaudreyni12@gmail.com¹, tenri@atim.ac.id²

ABSTRAK

Tunanetra adalah istilah umum yang banyak digunakan untuk kondisi fisik seseorang yang artinya tidak memiliki kemampuan penglihatan. Sampai saat ini, dapat kita lihat kebanyakan dari penyandang tunanetra hanya menggunakan alat bantu jalan berupa tongkat polos atau ada juga sebagian yang mengandalkan bantuan dari hewan peliharaan. Tujuan penelitian ini untuk membuat sebuah tongkat navigasi untuk mempermudah jalan tunanetra dengan teknologi sensor yang dapat membantu kewaspadaan dan aktivitas Tunanetra. Dalam perancangan sistem, menggunakan *Arduino UNO R3* sebagai kontroler, 2 buah sensor ultrasonik untuk mengetahui jarak dan posisi dari pengguna ke halangan dan gundukan, sensor api mendeteksi adanya api, sensor air mendeteksi genangan air, sensor tepuk sebagai alternatif saat pengguna lupa letak tongkat. Selain itu, modul *MP3 (speaker)* akan berbunyi saat mendeteksi halangan dan vibrator bergetar, tombol *emergency, Global Positioning System (GPS)* sebagai output dan dibuat anti air. Nilai akurasi dari tongkat ini mencapai 93.86% untuk mendeteksi halangan atas 95.11% untuk halangan bawah dengan *Global Positioning System (GPS)* merespon baik.

Kata kunci: Tunanetra, *arduino uno r3*, *global positioning system (GPS)*, *speaker*, modul *mp3*.

ABSTRACT

Blindness is a general term that is widely used for a person's physical condition, which means they have no vision. Until now, we can see that most of the blind people only use walking aids in the form of plain canes or some rely on assistance from pets. The purpose of this research is to make a navigation stick to facilitate the way for the visually impaired with sensor technology that can help visually impaired alertness and activity. In designing the system, using the *Arduino UNO R3* as a controller, 2 ultrasonic sensors to determine the distance and position from the user to obstacles and bumps, the fire sensor detects a fire, the water sensor detects puddles, as an alternative when the user forgets the location of the stick. In addition, the *MP3 module (speaker)* will sound when it detects obstacles and the vibrator vibrates, the emergency button, the *Global Positioning System (GPS)* as output and is made waterproof. The accuracy value of this stick reaches 93.86% for detecting upper obstructions, 95.11% for lower obstacles with the *Global Positioning System (GPS)* responding well.

Keywords: Blind, *arduino uno R3*, *global positioning system (GPS)*, *speaker*, *MP3 module*.

PENDAHULUAN

Tunanetra adalah istilah umum yang banyak digunakan untuk kondisi fisik seseorang yang artinya tidak memiliki kemampuan penglihatan. Berdasarkan tingkat gangguannya tunanetra di kategorikan menjadi dua yaitu buta total (*total blind*) dan yang masih mempunyai sisa penglihatan (*low vision*).

Sampai saat ini, dapat kita lihat kebanyakan dari penyandang tunanetra hanya menggunakan alat bantu jalan berupa tongkat polos atau ada juga sebagian yang mengandalkan bantuan dari hewan peliharaannya untuk membantu mereka dalam berjalan. Namun, tongkat masih memiliki kekurangan yaitu hanya dapat digunakan

untuk meraba benda atau halangan dengan jangkauan yang terbatas.

Hal ini membuat penyandang tunanetra dituntut untuk selalu waspada serta merasa khawatir jika berjalan sendirian (Tunas Bintang Pamungkas, 2013).

Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Gatra Wikan Arminda et al., (2011) mengembangkan sebuah alat bantu jalan untuk tunanetra berwujud sepatu. Alat bantu tunanetra ini menggunakan mikrokontroler yang terpasang pada sepatu untuk menghitung jarak langkah pengguna dengan bantuan sensor ultrasonik. Selain itu, juga dilakukan penelitian oleh Daus (2019), pada penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik sebagai pengendali jarak dan motor getar sebagai output. Selanjutnya oleh Adri Achmad Farhan et al., (2015) merancang alat bantu tunanetra dengan menggunakan sensor ultrasonik dan GPS. Selanjutnya oleh Indriani Latifah et al., (2014) merancang alat bantu tunanetra dengan media sepatu yang juga menggunakan sensor ultrasonik dan GPS. Selanjutnya oleh, Akik Hidayat dan Dede Supriadi (2019), membuat alat bantu dengan menggunakan arduino dan buzzer. Selanjutnya oleh, Y Oktarina et al., (2017) merancang alat bantu dengan media sabuk pinggang menggunakan sensor PING dan SR05. Selanjutnya oleh, J Kuswanto et al., (2019) merancang alat bantu dengan membuat desain kacamata kayu yang diberikan sensor Max. Selanjutnya oleh Wrastawa Ridwan (2013) membuat alat bantu bagi tunanetra menggunakan teknologi sensor ultrasonik. Selanjutnya dilakukan penelitian oleh, Vicky Alfian Fergiyawan et al., (2018) membuat alat pemandu jalan untuk tunanetra menggunakan sensor ultrasonik berbasis arduino. Selanjutnya oleh Eko Setyo P et al., (2015) menggunakan metode hand-mounted device untuk membantu tunanetra berbasis ultrasonik dan arduino. Selanjutnya oleh, Mujtahid Aktanto (2016) membuat alat bantu multi ultrasonic travel aids (MUETA) sebagai alat bantu penunjuk jalan tunanetra. Selanjutnya oleh Muhammad Nur Meizani et al., (2015) membuat alat bantu dengan sistem prototipe kacamata elektronik untuk tunanetra berbasis mikrokontroler menggunakan sensor ultrasonik. Selanjutnya oleh, Asep Kurniawan (2019) membuat alat bantu sensorik untuk tunanetra dengan menggunakan sensor gerak kiri kanan. Selanjutnya oleh Nur Milati et al., (2019) membuat alat bantu intelegent stick for blind (INTISBLIND) inovasi alat bantu mobilitas pencegahan kebisingan hujan untuk meningkatkan kemandirian penyandang tunanetra yang menggunakan rain sound dampening. Selanjutnya oleh Charles Setiawan (2017) membuat prototype alat bantu tuna netra berupa tongkat menggunakan arduino dan sensor ultrasonik.

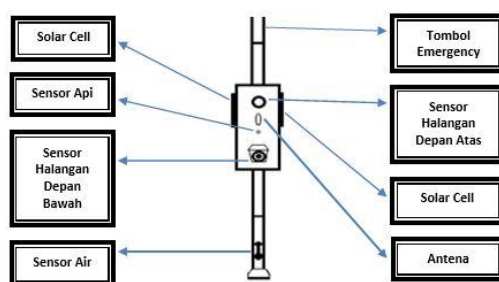
Berdasarkan permasalahan diatas dan penelitian sebelumnya maka dirancanglah sebuah alat yang dapat membantu dan memudahkan penyandang tunanetra untuk beraktivitas yaitu “Alat Bantu Tongkat Navigasi Untuk Tunanetra Berbasis Arduino dan *Global Positioning System (GPS)* pada Android”. Alat ini terdiri dari sensor ultrasonik sebagai pendeteksi halangan dan gundukan, sensor api mendeteksi adanya api, sensor air mendeteksi adanya genangan air, sensor tepuk untuk mengetahui posisi tongkat, tombol emergency, modul mp3 sebagai keluaran yang selanjutnya *speaker* atau *headset* akan berbunyi dan vibrator akan bergetar. Alat ini juga bersifat anti air. Keunggulan penggunaan sistem secara otomatis ini adalah mempunyai tingkat keamanan yang tinggi dibanding dengan tongkat biasa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan dengan memulai dua tahapan yaitu, tahap rancang bangun alat dan tahap pengujian alat.

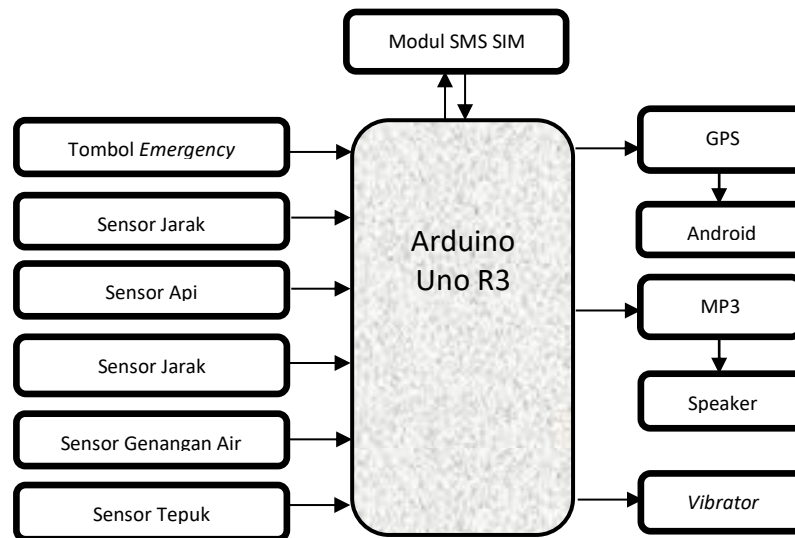
Perancangan Mekanik

Desain Mekanik tongkat merupakan bahan yang terbuat dari aluminium dengan konsep untuk mempermudah bagi tunanetra untuk menggunakannya karena sudah terbentuk secara elastis dan simple, Konfigurasi sistem dan desain tongkat dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain mekanik keseluruhan

Konfigurasi Sistem



Gambar 2. Diagram block sistem

Berikut adalah penjelasan diagram blok :

1. Sistem kontrol merupakan bagian pengolah data yang dibaca oleh sensor. Kontroler pada perancangan ini menggunakan *board minimum system Arduino UNO* .
2. Tombol Emergency berfungsi sebagai jalan pintas untuk pengguna tongkat, ketika pengguna sudah tidak tahu jalan/posisi mereka, pengguna bisa menekan tombol emergency, lalu akan dikirim SMS sesuai dengan koordinat maps dari pengguna.
3. Sensor tepuk berfungsi untuk memanggil atau mengetahui posisi tongkat apabila pengguna lupa letak tongkatnya
4. Sensor jarak terdapat dua buah yang dipasang dibagian atas dan bagian bawah tongkat. Sensor bagian atas berfungsi untuk mendeteksi halangan yang tinggi sedangkan sensor bagian bawah berfungsi untuk mendeteksi adanya halangan yang lebih rendah Sehingga sensor bagian atas dipasang lurus kedepan sedangkan sensor bagian bawah di pasang miring kebawah sekitar 45° jadi pada saat sensor mendeteksi jarak < 50 cm artinya ada halangan, jika sensor mendeteksi jarak antara 50cm – 70cm artinya jalan didepan rata.
5. Sensor api Berfungsi untuk mendeteksi adanya api yang berada didepan tongkat.
6. Sensor air berfungsi untuk mendeteksi adanya air, dimana pengguna tidak akan kesulitan untuk membedakan antara tangga atau got.
7. Modul GPS berfungsi untuk mendeteksi keberadaan tunanetra yang kemudian dikirim ke android (via SMS)
8. Modul SMS (SIM800L V2.0) berfungsi untuk mengirim hasil lacakan modul GPS ke android apabila diminta atau pada saat tombol emergency ditekan.
9. MP3 berfungsi sebagai pemutar suara yang disimpan didalam kartu memori, kemudian di kirim ke speaker. Suara yang dihasilkan tergantung hasil pembacaan sensor untuk memberikan informasi kepada pengguna tongkat terhadap kondisi yang ada didepannya.
10. Vibrator berfungsi sebagai media getar, dalam hal ini berfungsi sebagai alat bantu untuk para tunanetra yang juga menderita gangguan pada alat pendengarannya

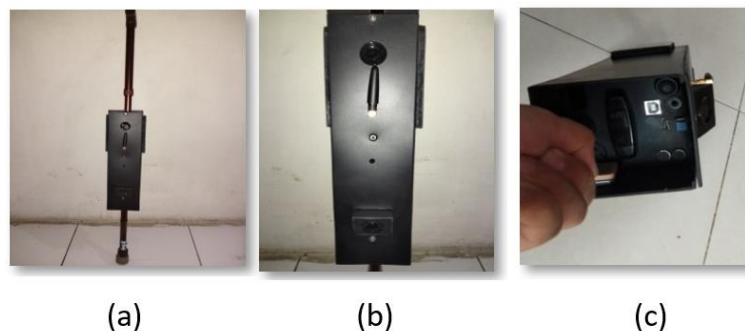
Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dari tongkat dirancang berdasarkan diagram blok sistem dan *flowchart* yang telah disusun oleh penulis. Berikut gambar *flowchart* yang telah disusun oleh penulis, dapat dilihat pada **Gambar 3** :



Gambar 3.Flowchart tongkat

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 4.Flowchart tongkat

Pembahasan

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan cara membandingkan jarak ukur meteran dengan data yang terukur oleh sensor.

Tabel 1. Pengujian sensor ultrasonic

No	Jarak acuan (cm)	Pengukuran sensor terhadap tembok (cm)	Error rate (%)	Pengukuran sensor terhadap mobil (cm)	Error rate (%)
1.	20cm	23cm	15%	22cm	10%
2.	40cm	42cm	5%	41cm	2.5%
3.	60cm	62cm	3.33%	62cm	3.33%

4.	80cm	81cm	1.25%	83cm	3.75%
$\bar{x}$ Error			Terhadap tembok 6.15%		Terhadap mobil 4.89%

Berdasarkan Tabel 1 diambil kesimpulan bahwa sensor berfungsi dengan baik untuk mendeteksi halangan. Artinya, tidak beda jauh antara jarak acuan (pengukuran dengan meteran) dan pengukuran yang terbaca oleh sensor. Adapun rata-rata nilai error untuk tembok adalah 6.15% sedangkan akurasi adalah 93.86%. Untuk mobil error rata-ratanya adalah 4.89% sedangkan akurasi adalah 95.11%.

Rumus mencari nilai error : (mengambil satu contoh dari data pada tabel 4

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{\text{jarak acuan} - \text{jarak sebenarnya}}{\text{jarak acuan}} \times 100\% \\ &= \frac{20\text{cm} - 23\text{cm}}{20\text{cm}} \times 100\% = 15\% \end{aligned}$$

Rumus mencari nilai error rata-rata :

$$\begin{aligned} \text{Error rata-rata} &= \frac{\text{error1} + \text{error2} + \text{error3} + \text{error4}}{\text{banyak data error}} \\ \text{Error rata-rata} &= \frac{15\% + 5\% + 3.33\% + 1.25\%}{4} \\ &= 6.15\% \end{aligned}$$

Rumus mencari nilai akurasi:

$$\begin{aligned} \text{Nilai Akurasi} &= 100\% - \text{nilai error} \\ &= 100\% - 6.15\% \\ &= 93.85\% \end{aligned}$$

Pengukuran Sensor Ultrasonik (Bawah)

Pengujian sensor ultrasonik (bawah) dilakukan dengan cara membandingkan jarak ukur meteran dengan data yang terukur oleh sensor ultrasonik bawah. Untuk sensor ini mampu mendeteksi halangan dibagian depan bawah tongkat.

Tabel 2. Pengujian modul sensor ultrasonik (Bawah)

No	Jarak acuan (cm)	Pengukuran sensor terhadap benda (cm)	Error rate (%)	Respon speaker	Respon vibrator
1.	20cm	21cm	5%	Awas ada halangan dibawah	Bergetar
2.	30cm	32cm	6.66%	Awas ada halangan dibawah	Bergetar
3.	40cm	42cm	4.76%	Awas ada halangan dibawah	Bergetar
4.	45cm	47cm	4.44%	Awas ada halangan dibawah	Bergetar
$\bar{x}$ Error			5.22%		

Berdasarkan Tabel 2 diambil kesimpulan bahwa sensor berfungsi dengan baik untuk mendeteksi halangan, dimana tidak beda jauh antara jarak acuan (pengukuran dengan meteran) dan pengukuran yang terbaca dengan sensor. Adapun rata-rata nilai errornya berkisar 5.22% dan akurasi 94.79 % dengan jarak acuan ≤ 50 cm.

Rumus mencari nilai error : (mengambil satu contoh dari data pada Tabel 2)

$$\text{Error} = \frac{\text{Jarak acuan} - \text{jarak sebenarnya}}{\text{jarak acuan}} \times 100\%$$

$$= \frac{20 \text{ cm} - 21 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} \times 100\%$$

$$= 5\%$$

Rumus mencari nilai error rata-rata :

$$\text{Error rata - rata} = \frac{\text{error1} + \text{error2} + \text{error3} + \text{error4}}{\text{banyak data error}}$$

$$\text{Error rata - rata} = \frac{5\% + 6.66\% + 4.76\% + 4.44\%}{4}$$

$$= 5.22\%$$

Rumus mencari nilai nilai akurasi:

$$\text{Nilai Akurasi} = 100\% - \text{nilai error}$$

$$= 100\% - 5.22 \%$$

$$= 94.79 \%$$

Diatas adalah contoh mencari nilai error dan akurasi dari sensor ultrasonik bawah dengan jarak acuan <=50 cm.

Pengujian Sensor Level Air

Pengujian sensor air dilakukan untuk menguji keakuratan sensor dalam mendeteksi adanya genangan air.

Tabel 3. Pengujian sensor air

No.	Jarak acuan	Keadaan sensor	Respon tongkat
1.	10cm	Sensor merespon	Awas ada genangan air
2.	20cm	Sensor merespon	Awas ada genangan air
3.	25cm	Sensor merespon	Awas ada genangan air
4.	30cm	Sensor merespon	Awas ada genangan air

Berdasarkan Tabel 3 diambil kesimpulan bahwa pada jarak 10 cm dari ujung bawah tongkat sampai ujung bawah sensor (minimum), sensor sudah dapat mendeteksi adanya genangan air sampai box tongkat tenggelam (maximum).

Pengujian Sensor Api

Pengujian sensor api dilakukan untuk menguji keakuratan sensor dalam mendeteksi adanya api disekitar pengguna tongkat. Keakuratan sensor untuk mendeteksi tergantung dari besarnya kobaran api atau besarnya cahaya dari api.

Tabel 4. Pengujian sensor api

No.	Jarak acuan (yang diukur)	Keadaan sensor	Respon tongkat
1.	15cm	Sensor merespon	Awas, awas ada api
2.	30cm	Sensor merespon	Awas, awas ada api
3.	45cm	Sensor merespon	Awas, awas ada api
4.	60cm	Sensor merespon	Awas, awas ada api
5.	100cm	Sensor merespon	Awas, awas ada api
6.	200cm	Sensor merespon	Awas, awas ada api

Berdasarkan Tabel 4 diambil kesimpulan bahwa sensor masih akurat mendeteksi adanya api sampai jarak 2 meter dari tongkat, sesuai besarnya kobaran api. Dan, sebenarnya jarak 1cm didepan sensor saja sudah dapat mendeteksi adanya api.

Pengujian Modul GPS dan SMS

Pengujian modul *Global Positioning System* (GPS) dan *Short Message Service* (SMS) dilakukan untuk mengetahui keakuratan dari modul tersebut saat diterapkan pada tongkat tunanetra ini.

Tabel 5. Pengujian modul gps

No.	Percobaan	Longitude (Google Earth)	Longitude (Modul)	Latitude (Google Earth)	Latitude (Modul)	Error (%)	
						Longitude	Latitude
1.	Jl. Sunu No.186	119.43378	119.430360	-5.12325	-5.120989	0.00001714	0.000441
2.	Toko Elektronik Service	119.43045	119.430430	-5.12084	-5.120891	0.00000010	0.000009
3.	Masjid Haqqul Yaqien	199.43029	119.430350	-5.11888	-5.121211	0.00000030	0.000455
4.	Jl. Sunu No.	119.43098	119.430450	-5.12117	-5.120924	0.00000443	0.000048
5.	Jl. Sunu 2 No. 19	119. 43123	119.430400	-5.12108	-5.120892	0.00000416	0.000036
Rata-rata nilai error (%)						0.000005%	0.000197%

Berdasarkan Tabel 5 diambil kesimpulan bahwa modul GPS bekerja dengan baik dalam menyampaikan titik koordinat dari pengguna tongkat. Namun, untuk respon dari modul GPS ini kadang lama yaitu sekitar 15 menit karena harus terhubung langsung dengan satelit.

Tabel 6. Pengujian sms

No.	Percobaan Ke-	Tombol <i>emergency</i>	SMS	Delay
1.	1	Ditekan	Terkirim	15s
2.	2	Ditekan	Terkirim	10s
3.	3	Ditekan	Terkirim	8s
4.	4	Ditekan	Terkirim	10s
5.	5	Ditekan	Terkirim	7s

Berdasarkan Tabel 6 diambil kesimpulan bahwa modul SMS bekerja dengan baik dalam menyampaikan SMS ke nomor yang telah terdaftar pada program. Namun, cepat atau lambatnya respon dari modul SMS ini tergantung dari sinyal.

Pengujian Modul Mini MP3 Player

Pengujian Modul MP3 layer digunakan untuk mengetahui kelayakan dari MP3 Player untuk menyimpan rekaman suara.

Tabel 7. Hasil pengujian modul *mini mp3 player*

Perintah Yang Diberikan	Nama Rekaman Yang Diputar	Rekaman Suara Yang Terputar	Durasi Waktu
Mp3_play(1)	0001	Opening	15 s
Mp3_play(2)	0002	Awat ada halangan	2 s
Mp3_play(3)	0003	Awat ada halangan dibawah	2s

Mp3_play(5)	0005	Awat ada genangan air	1s
Mp3_play(6)	0006	Saya disini, kamu dimana?	2s
Mp3_play(7)	0007	Awat ada api	2s
Mp3_play(8)	0008	Sms terkirim	1s
Mp3_play(9)	0009	Anda akan segera dijemput harap jangan meninggalkan tempat	3s
Mp3_play(10)	00010	Ada sms masuk	1s

Pengujian Sensor Tepuk

Pengujian sensor tepuk dilakukan untuk menguji seberapa responsif tongkat saat diberikan instruksi, dalam hal ini respon tongkat saat mendengar suara tepukan.

Tabel 8. Pengujian sensor tepuk

No.	Jarak Acuan	Dalam Ruangan	Vibrator	Lingkungan Ramai	Vibrator
1.	30cm	Merespon (Saya disini, kamu dimana)	Bergetar	Merespon (Saya disini, kamu dimana)	Bergetar
2.	60cm	Merespon (Saya disini, kamu dimana)	Bergetar	Merespon (Saya disini, kamu dimana)	Bergetar
3.	120cm	Merespon (Saya disini, kamu dimana)	Bergetar	Merespon (Saya disini, kamu dimana)	Bergetar
4.	150cm	Merespon (Saya disini, kamu dimana)	Bergetar	Merespon (Saya disini, kamu dimana)	Bergetar
5.	200cm	Merespon (Saya disini, kamu dimana)	Bergetar	Kurang Merespon	-
6.	300cm	Merespon (Saya disini, kamu dimana)	Bergetar	Kurang Merespon	-

Berdasarkan Tabel 8 diambil kesimpulan bahwa sensor berfungsi dengan baik jika berada dalam ruangan, disebabkan keadaan tidak terlalu ramai. Sedangkan jika berada di lingkungan yang ramai, sensor kurang bisa mendeteksi dikarenakan banyaknya suara bising, kita harus mengulang tepukan berkali-kali agar sensor dapat mendeteksi suara tepukan. Adapun jarak akurat untuk mendeteksi suara tepuk 2 sampai 3 meter dalam ruangan, untuk diluar ruangan tepukan harus diulang sampai sensor merespon. Pengambilan data percobaan untuk sensor tepuk dilakukan sebanyak 6 kali percobaan dan 2 diantaranya kurang merespon serta vibrator tidak bergetar saat berada di lingkungan ramai dengan jarak masing-masing 200 cm dan 300 m.

KESIMPULAN

Alat Bantu Tongkat Navigasi Untuk Tunanetra Berbasis Arduino dan *Global Positioning System* (GPS) pada Android ini dibuat melalui tiga bagian utama yaitu sistem input yang terdiri dari dua buah sensor jarak, sensor tepuk, sensor api, sensor genangan air, tombol emergency, dan modul sim 800l. Sistem kontrol yang berupa board minimum system Arduino UNO R3. Dan sistem output yang berupa modul MP3 (ke speaker), GPS (ke android), dan vibrator. Nilai akurasi dari tongkat ini mencapai 93.86% untuk mendeteksi tembok (halangan atas), untuk mendeteksi mobil nilai akurasi mencapai 95.11%, adapun untuk tembok/ halangan dibawah tongkat nilai akurasi mencapai 94.79%. Untuk GPS menunggu waktu paling lama 15 menit untuk terkoneksi. Adapun delay sms relatif di angka 10 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aktanto, M. (2016). Multi Ultrasonic Electronic Travel Aids (Mu-Eta) Sebagai Alat Bantu Penunjuk Jalan Bagi Tuna Netra. Teknologi Informasi .
- [2] Amien, K. A., Firman, B., & Kristiyana, S. (2018). Implementasi Sensor Accelerometer Mma7361 Sebagai Pendeteksi Kecelakaan Mobil Berbasis sistem Informasi Kecelakaan. Teknik Elektro .

- [3] Arminda, G. W., Hendriawan, A., Akbar, R., & Sulistijono, L. (2011). Desain Sensor Jarak Dengan Output Suara Sebagai Alat Bantu Jalan Bagi Penyandang Tunanetra. Teknik Elektronika .
- [4] Farhan, A. A., St.Mt., U. S., & Spd.Mt., D. N. (2015). Perancangan Dan Implementasi Alat Bantu Tunanetra Dengan Sensor Ultrasonik Dan Global Positioning System (Gps). Telekomunikasi , 1 No. 2.
- [5] Hidayat, A., & Supriadi, D. (2019). Tongkat Tunanetra Pintar Menggunakan Arduino. Teknologi Informasi 7 No. 1.
- [6] Jalil, A. (2017). Sistem Kontrol Deteksi Level Air Pada Media Tanam Hidroponikberbasis Arduino Uno. Sistem Komputer.
- [7] Kuswanto, J. (2019). Implementasi (Gablind) Alat Bantu Navigasi Tunanetra Menggunakan Sensor Max Sonar Berbasis Arduino. Intecho Journal , 1 No. 4.
- [8] Latifah, I., Sholahuddin, A., Firdhaus, S. A., Maulana, R., Ismail, F. T., & Rahma, P. N. (2014). Sultan (Sepatu Sensor Untuk Langkah Tunanetra. Teknologi Informasi .
- [9] Mulyati, S., & Sumardi. (2018). Internet Of Things (Iot) Pada Prototipe Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis Mq-2 Dan Sim800l. Teknik , 7 No. 2.
- [10] Nugroho, A. B. (2011). Perancangan Tongkat Tuna Netra Menggunakan Teknologi Sensor Ultrasonik Untuk Membantu Kewaspadaan Dan Mobilitas Tunanetra. Teknologi .
- [11] Oktarina, Y., & Kalsum, U. (2017). Alat Bantu Mobilitas Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik Yang Diaplikasikan Pada Sabuk Pinggang. Teknik Elektronika .
- [12] Purwanto, H. (2019). Komparasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Dan Jsn-Sr04t Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air. Teknik Elektro , 10 No. 2.
- [13] Rumopa, F. W. (2015). Kontrol Penerangan Ruangan Menggunakan Sensor Suara (Speech Recognition) Berbasis Arduino. Teknik Elektro .
- [14] Siddiqui, K. (2005). Reduced Size Eight-Pin Audio Jack Electrical Connector. Technology .
- [15] Suryadi, D. (2018). Analisis Karakteristik Vibrasi Pada Paper Dryermachine Untuk Deteksi Dini Kerusakan Spherical Roller Bearing. Teknik Mesin , 20 No. 2.
- [16] Susanto, H., Pramana, R., & Mujahidin, M. (2013). Perancangan Sistem Telemetry Wireless Untuk Mengukur Suhu Dan Kelembapan Berbasis Arduino Uno R3 Atmega328p Dan Xbee Pro. Teknik Elektro , 4 No. 1.

KONTROL MOTOR 3 FASA DENGAN *VARIABLE SPEED DRIVE* MENGUNAKAN PLC CP1L

Taufik Muchtar¹

¹Politeknik ATI Makassar

Taufik@atim.ac.id¹

ABSTRAK

Penggunaan motor di industri sangat memegang peranan penting. dalam proses produksi. Motor induksi 3 fasa sangat banyak digunakan. Hal ini karena harganya relatif murah, konstruksi sederhana, dan mudah perawatan. Salah satu cara pengontrolan motor 3 fasa dengan variable speed drive adalah mengatur frekuensi tegangan input motor. Frekuensi pada variable speed drive dapat dilakukan dengan mengatur tegangan input 0 – 10 Volt DC. Tujuan dari penelitian ini adalah mengontrol motor 3 fasa dengan variable speed drive dengan PLC Omron tipe CP1L yang ditambahkan dengan modul PLC CP1W-MDA11. Hasil menunjukkan bahwa pada saat memori D0 dari PLC bernilai 0, terminal output PLC 0 V, motor diam, dan frekuensi VSD 0 Hz, dan bergerak secara linier saat D0 bertambah atau berkurang. Saat D0 bernilai 1200, terminal output PLC 1,84 Volt, motor berputar, dan frekuensi VSD 11,8 Hz. Terjadi linieritas antara input menaikkan atau menurunkan nilai A/D D0 dengan tegangan output analog PLC CP1W-MAD11, frekuensi VSD, dan kecepatan motor 3 fasa. Jika nilai D0 berubah maka Vo dan frekuensi berubah secara linier. Rata-rata perbedaan nilai korelasi hasil pengamatan dengan teori adalah 0,0667 %. Perbandingan hasil pengamatan dengan teori adalah 1,5 % untuk Vo output tegangan analog PLC dan 5,46 % untuk frekuensi VSD.

Kata kunci: Motor, *variable speed drive*, PLC, CP1W-MAD11, frekuensi.

ABSTRACT

The use of motors in industry plays an important role. in the production process. 3 phase induction motors are very widely used. This is because the price is relatively cheap, simple construction, and easy maintenance. One way to control a 3-phase motor with a variable speed drive is the frequency of the motor input voltage. The frequency of the variable speed drive can be done by assisting the input voltage from 0 - 10 Volt DC. The purpose of this research is to control a 3-phase motor with variable speed drive with PLC Omron type CP1L added with PLC CP1W-MDA11 module. The results show that when the memory D0 of the PLC is 0, the PLC output terminal is 0 V, the motor is idle, and the VSD frequency is 0 Hz, and moves linearly when D0 increases or decreases. When D0 is 1200, the PLC terminal output is 1.84 Volt, the motor rotates, and the VSD frequency is 11.8 Hz. There is linearity between the input increasing or decreasing the A / D D0 value with the PLC CP1W-MAD11 analog output voltage, VSD frequency, and 3-phase motor speed. If the value changes then Vo and frequency change linearly. The mean difference in value displaying the results of observations with theory is 0.0667%. The comparison of observations with theory is 1.5% for the PLC analog voltage Vo output and 5.46% for the VSD frequency.

Keywords: Motor, *variable speed drive*, PLC, CP1W-MAD11, frequency.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri merupakan sasaran untuk mewujudkan kesejahteraan suatu bangsa. Baik industri besar sampai kecil, pasti ingin produknya berkualitas. Sehingga mesin dan pengontrolan yang dibutuhkan juga harus berkualitas dan dapat di kontrol dengan mudah seperti Programmable Logic Controller yang biasanya lebih dikenal dengan sebutan PLC. PLC sudah banyak digunakan salah satunya, menjadi materi pelatihan di beberapa lembaga pendidikan termasuk di Politeknik ATI Makassar. Ada beberapa modul PLC dengan merek-merek terkenal yang digunakan di Politeknik ATI Makassar seperti Siemens, Scheider, Omron dan PLC Beckhoff (1). Saat ini Politeknik ATI Makassar juga sudah memiliki PLC mer Mitsubishi

yang digunakan pada pengontrolan pneumatik pada modul MPS. Penggunaan motor di industri sangat memegang peranan penting. Motor ini diperlukan sebagai sarana penggerak. Motor induksi 3 fasa sangat banyak digunakan. Hal ini karena harganya relatif murah, konstruksi sederhana, dan mudah perawatan. Untuk mengontrol kecepatan motor induksi 3 fasa ada beberapa hal yang bisa dilakukan. Salah satu diantaranya dengan menggunakan variable speed drive. Pengontrolan Motor 3 fasa dengan variable speed drive, salah satu cara yang dapat dilakukan dengan mengatur frekuensi tegangan input motor. Frekuensi pada variable speed drive dilakukan dengan mengatur tegangan input 0 – 10 Volt DC yang mempengaruhi frekuensi variable speed drive. Tegangan input 0 – 10 Volt DC akan diperoleh dari terminal output analog dari CP1W-MAD11 yang merupakan modul PLC analog tambahan dari CP1L yang diekspansi. Olehnya penulis ingin melakukan penelitian pengontrolan motor 3 fasa dengan variable speed drive menggunakan PLC Omron tipe CP1L yang diekspansi dengan modul CP1W-MDA11.

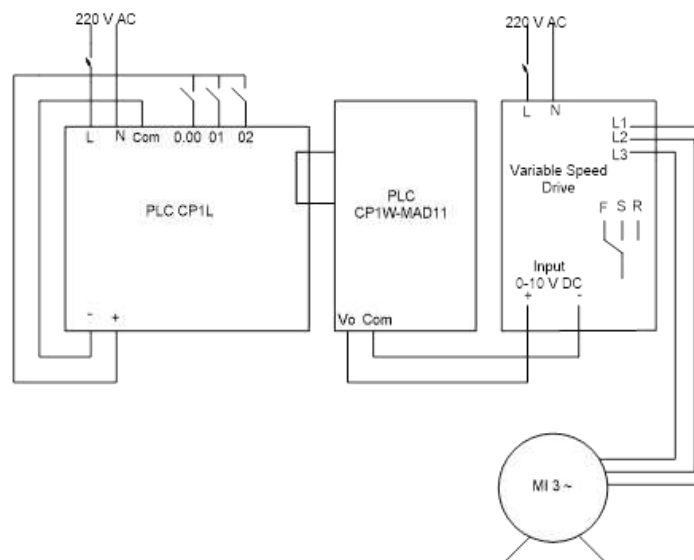
Motor induksi memiliki beberapa keuntungan diantaranya konstruksi yang sederhana, harga yang relatif lebih murah, dan perawatan yang sedikit, sehingga jenis motor ini paling banyak digunakan di industry dibandingkan dengan motor lain. Motor induksi biasanya dioperasikan dengan kecepatan yang konstan, namun ketika beban bertambah, maka kecepatan motor akan menurun. Oleh karena motor induksi memiliki karakteristik yang tidak linear, maka diperlukan teknologi yang dapat digunakan untuk melakukan pengaturan kecepatan. Salah satu teknologi yang saat ini berkembang adalah penggunaan VSD (variable speed drive). Dengan VSD variasi kecepatan motor induksi dapat dilakukan (2). Sebuah PLC (kepanjangan dari Programmable Logic Controller) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan relai yang dijumpai pada sistem control proses konvensional (3). Programmable Logic Controller (PLC) adalah sebuah rangkaian elektronik yang dapat mengerjakan berbagai fungsi-fungsi kontrol pada level-level yang kompleks. PLC dapat diprogram, dikontrol, dan dioperasikan oleh operator yang tidak berpengalaman dalam mengoperasikan komputer (4). Otomasi di Industri banyak menggunakan programmable Logic controller. PLC banyak diaplikasikan, misalnya control lift, elevator, konveyor, dan lain-lain. Olehnya itu beberapa kajian tentang PLC ini sangat menarik. Beberapa diantaranya adalah : Control of a four-level elevator system using a programmable logic controller (5), penelitian ini menggunakan PLC Omron Sysmac C20K sebagai perangkat kontrolnya dengan 4 lantai pelayanan dan menggunakan 12 input dan 8 output untuk sistem kendalanya. Prototype of Front Side Elevator. Penelitian ini menggunakan PLC CPM1A 30 I/O dengan 3 lantai pelayanan (6). Terdapat dua jenis mekanik yang umum untuk sistem-sistem PLC, tipe kotak tunggal, dan tipe modular dan rak. Tipe kotak tunggal umumnya digunakan untuk mengontrol berukuran kecil yang dapat diprogram dan dipasarkan dalam bentuk kemasan terpadu, lengkap dengan catu daya, prosesor, memori, dan unit-unit input/output. Biasanya jenis PLC semacam ini dapat memiliki 40 titik input/output dan sebuah unit memori yang dapat menyimpan sekitar 300 hingga 1000 instruksi. Tipe modular terdiri dari modul-modul yang terpisah, masing-masingnya untuk catu daya, prosesor, dan sebagainya yang seringkali dipancangkan pada jalur-jalur rel di dalam sebuah lemari logam. Tipe rak dapat dipergunakan untuk semua ukuran pengontrol terprogramkan dan memiliki beraneka ragam unit fungsional yang dikemas sebagai modul-modul yang berdiri yang dapat ditancapkan ke dalam soket-soket pada sebuah landasan berbentuk rak (3).

METODE PENELITIAN

Tempat penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kontrol dan Otomasi yang ada di Politeknik ATI Makassar. Waktu Penelitian adalah bulan April sampai dengan Oktober 2020. Dalam penelitian ini, menggunakan beberapa perangkat, alat dan bahan yang terdiri atas Komputer PC dengan Windows 7 Ultimate 64 bit Service Pack 1 atau Windows 10, Software CX One, PLC CP1L, PLC CP1W-MAD11, Variable Speed Drive, Motor 3 fasa, DC Power Supply, AVometer / Multimeter, Obeng, Kabel/jumper. Jenis Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deduktif yang bersifat eksperimen melalui pemodelan simulasi dan uji coba langsung yang merujuk pada teori dan hipotesis terkait parameter perangkat yang telah digunakan. Data penelitian dapat dibagi menjadi data primer berupa data tegangan listrik dan frekuensi VSD serta data sekunder berupa kajian pustaka pendukung. Penelitian dilaksanakan melalui Studi pustaka terkait pengontrolan motor 3 Fasa dengan variable speed drive menggunakan PLC, merancang, membuat program dan mensimulasi program PLC CP1L, melakukan instalasi, pengabelan sistem, download, dan pengambilan data. Program yang dibuat dianalisis dengan uji coba dan simulasi program yang tersedia di CX-Programmer

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan rancangan pengawatan pengontrolan motor 3 fasa dengan variable speed drive menggunakan PLC.



Gambar 1. Rancangan pengawatan

Output analog dari PLC bisa didapatkan dengan menambahkan modul input dan output PLC CP1L yang bertipe CP1W-MAD11. CP1W-MAD adalah modul I/O PLC ormrn yang terdiri dari 2 input analog dan 1 output analog. PLC CP1L dari omron hanya berupa input dan output digital. Output analog PLC CP1W-MAD11 dihubungkan dengan pengontrolan frekuensi VSD dengan pengaturan tegangan input 0-10 V DC.

Frekuensi dikontrol dengan berbagai macam cara yaitu : melalui keypad (local), dengan external potensiometer, Input 0 - 10 VDC , 4 - 20 mA atau dengan preset memori. Semua itu bisa dilakukan dengan mengisi parameter program yang sesuai. Penelitian ini memilih melalui input 0 – 10 VDC, yang diperoleh dari output analog PLC. Pengaturan output analog PLC tersebut dengan simulasi rekayasa perubahan nilai memori pada PLC yang di move ke memori terminal output analog PLC. I/O analog terminal dari CP1W-MAD11. CP1W-MAD 11 terdiri dari 2 input analog dan 1 output analog, yaitu :

- Vin0, lin0 dan com
- Vin1, lin1 dan com
- Vout, lout dan com

Tabel 1. Keterangan analog I/O terminal CP1W-MAD11

Nomor	Terminal	Fungsi
1	V out	Output Tegangan
2	I pout	Output Arus
3	Com	Output Common
4	V in0	Input 0, Input Tegangan
5	I in0	Input 0, Input Arus
6	Com0	Input 0, Common
7	V in1	Input 0, Input Tegangan
8	I in1	Input 0, Input Arus
9	Com1	Input 0, Common

Desain Program

Membuat program pada PLC ada beberapa tahapan :

1. Membuat file.
2. Konfigurasi hardware di software (cx programmer). Hal ini diperlukan untuk menyesuaikan antara tipe PLC yang akan digunakan dengan setting di program PLC.

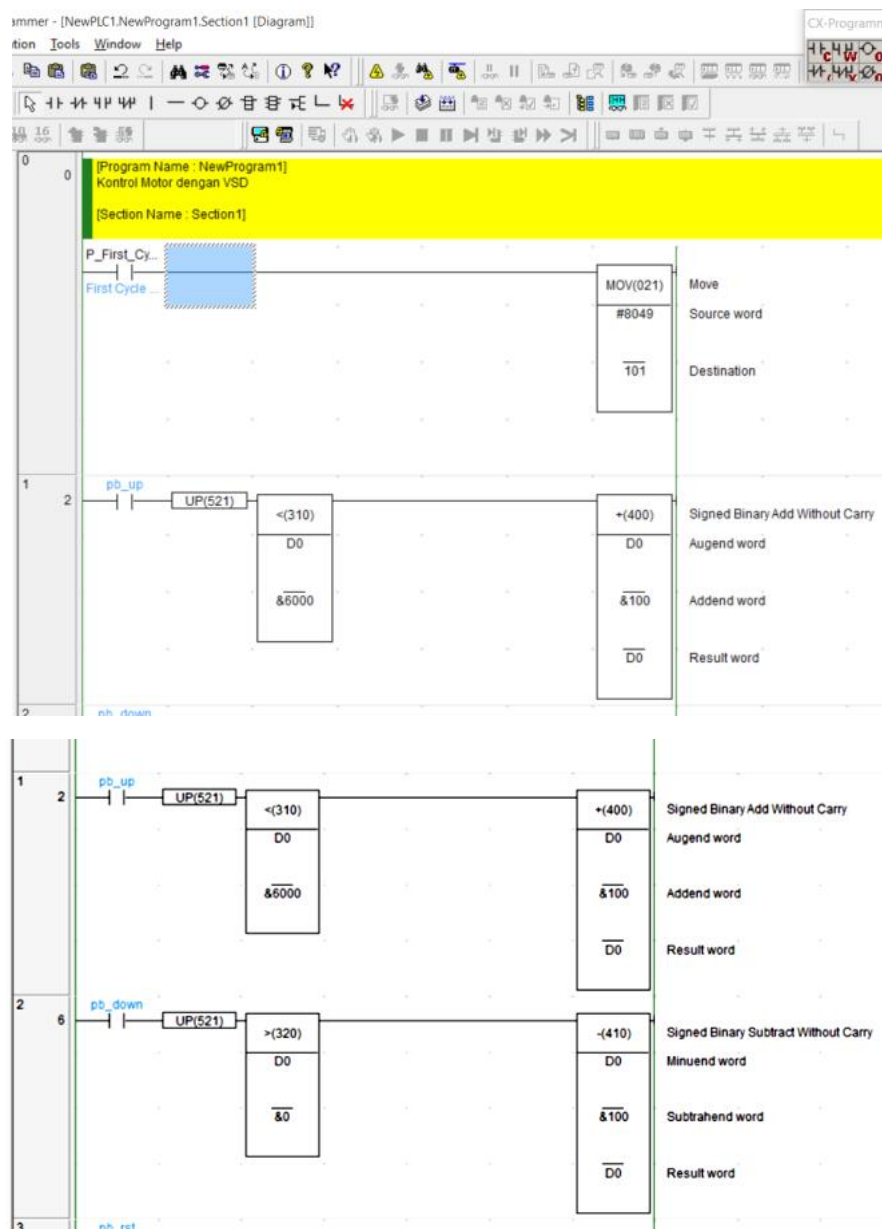
3. Inisialisasi input dan oupt PLC
4. Pembuatan program.
5. Simulasi.
6. Perbaikan jika ada kesalahan.
7. Download dan uji coba.

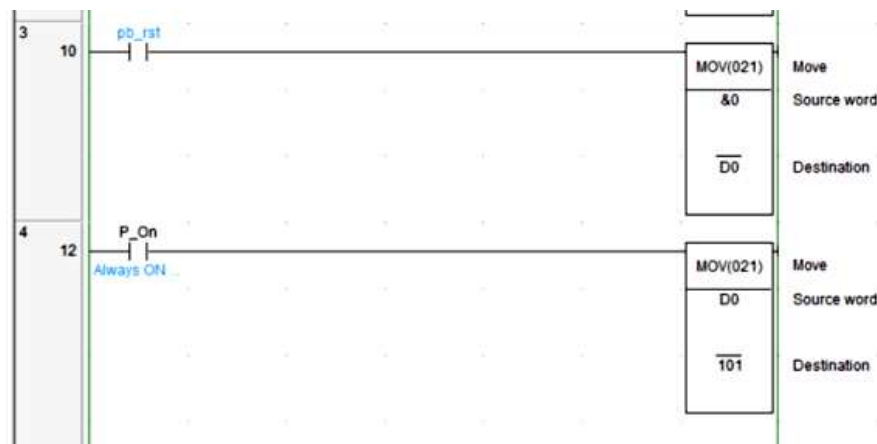
Sebelum program dibuat, maka input dan output PLC diinisialisasi terlebih dahulu. Hal ini diperlukan agar memudahkan dalam mengidentifikasi input dan output yang digunakan, serta memudahkan dalam membaca program.

Name	Data Type	Address / Value	Rack Locati...	Usage	C
AO_speed	INT	101		Work	
P_ON	BOOL	N/A [Auto]			
pb_down	BOOL	0.01		In	
pb_rst	BOOL	0.02		In	
pb_up	BOOL	0.00		In	

Gambar 2. Inisialisasi input dan output PLC

Data inisialisasi menunjukkan bahwa, input PLC ada tiga dan output PLC ada 1. Output PLC yang terdiri dari hanya 1 analog.





Gambar 3. Desain CX programmer

Pembahasan

Tahapan untuk mendapat hasil pengamatan secara langsung dilakukan uji coba sistem. Uji coba sistem ini dilakukan beberapa langkah, diantaranya adalah :

1. Menyiapkan perangkat/komponen yang dibutuhkan.
2. Menyiapkan alat dan bahan.
3. Menyiapkan rancangan pengawatan.
4. Menyiapkan rancangan program.
5. Melakukan Pengabelan.
6. Mendownload program ke PLC.
7. Mengambil data.

Mengikuti langkah-langkah tersebut, berikut hasil pengamatan uji coba langsung dengan sistem yang ada pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Nilai D0, Vo, dan Frekuensi

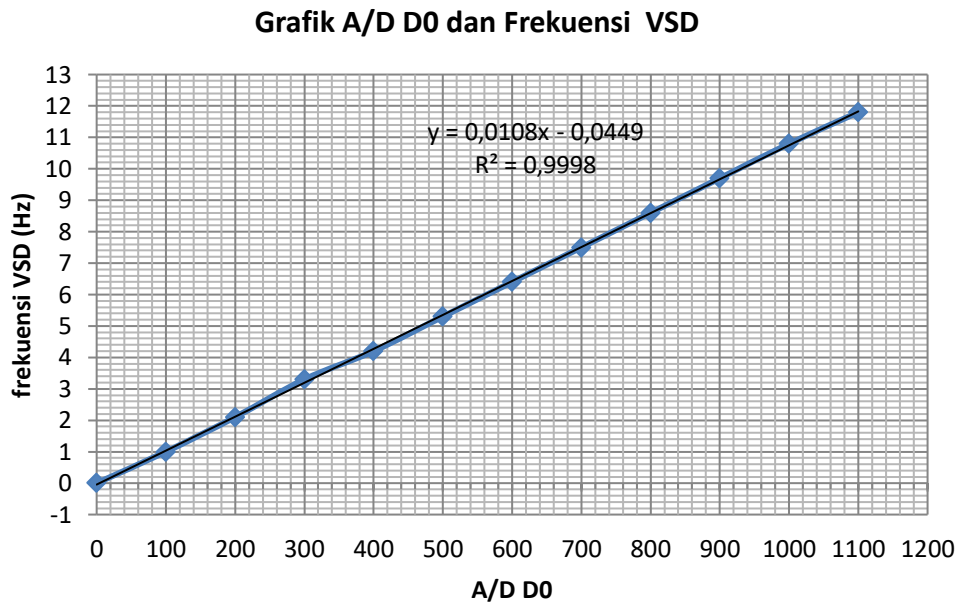
No	Aksi	Nilai A/D D0 PLC	V out PLC (Volt)	Frekuensi Tegangan Output VSD (Hz)
1	-	0	0	0
2	Tekan pb_up 1 kali	100	0,16	1
3	Tekan pb_up 1 kali	200	0,33	2,1
4	Tekan pb_up 1 kali	300	0,5	3,3
5	Tekan pb_up 1 kali	400	0,6	4,2
6	Tekan pb_up 1 kali	500	0,83	5,3
7	Tekan pb_up 1 kali	600	1	6,4
8	Tekan pb_up 1 kali	700	1,17	7,5
9	Tekan pb_up 1 kali	800	1,33	8,6
10	Tekan pb_up 1 kali	900	1,5	9,7
11	Tekan pb_up 1 kali	1000	1,66	10,8
12	Tekan pb_up 1 kali	1100	1,84	11,8
13	Tekan pb_up 4 kali	1500	2,5	16,3
14	Tekan pb_up 5 kali	2000	3,34	21,6
15	Tekan pb_up 5 kali	2500	4,17	27,1
16	Tekan pb_up 5 kali	3000	5	32,5

Pengamatan 1 sampai 16, dilakukan dengan uji coba langsung dengan sistem. Pengamatan 17 sampai 22 dilakukan dengan simulasi pada cx programmer. Hal ini dilakukan karena hasil pengamatan 1 sampai 16 sudah mencukupi adanya

linieritas antara A/D memori D0 dengan Vo PLC dan frekuensi VSD.

Hasil pengamatan terlihat saat A/D D0 naik, maka tegangan output analog (Vo) PLC juga naik, frekuensi VSD juga naik, putaran motor meningkat. Terlihat sebaliknya, jika A/D D0 turun, maka tegangan output analog (Vo) PLC juga turun, frekuensi VSD juga turun, dan putaran motor turun. Terdapat hubungan matematis secara linier antara A/D D0, Vo, dan frekuensi VSD.

Hubungan antara D0 dan frekuensi VSD adalah



Gambar 4. Grafik 1 Grafik A/D D0 dan Frekuensi VSD

$$y = 0.0108x - 0.0449$$

$$R^2 = 0,9998$$

dimana

y = Frekuensi tegangan output VSD

x = Nilai A/D dari memori Do di dalam PLC

Hasil pengambilan data menunjukkan nilai korelasi 99,98 %.

Jika dihitung secara teori harusnya adalah :

$$60 = 6000m + c$$

$$30 = 3000m + c$$

Sehingga

$$y = (1/100)x = 0,01x$$

Perbedaan nilai korelasi hasil pengamatan dan teori adalah $(1 - 99,98) \times 100 \% = 0,02 \%$

Mengetahui grafik A/D CPU PLC, hubungan antara nilai A/D dan Vo output analog PLC CP1W-MAD11, serta batas bawah dan atas dari frekuensi VSD, maka bisa didapatkan persamaan untuk ketiga variabel tersebut. Sehingga, bisa dihitung atau ditentukan nilai D0 untuk mendapatkan frekuensi tertentu, demikian juga sebaliknya.

Tabel 3. Perbandingan hasil pengamatan dan perhitungan teori D0 A/D PLC, Vo PLC, dan Frekuensi VSD

Hasil Pengamatan			Perhitungan Teori		Selisih	
D0 (A/D)	Vo PLC (Volt)	Frekuensi VSD (Hz)	Vo PLC (Volt)	Frekuensi VSD (Hz)	Vo PLC (%)	Frekuensi VSD (%)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100	0,16	1,00	0,17	1,00	4,17	0,00
200	0,33	2,10	0,33	2,00	1,01	4,76
300	0,50	3,30	0,50	3,00	0,00	9,09
400	0,60	4,20	0,67	4,00	11,11	4,76
500	0,83	5,30	0,83	5,00	0,40	5,66
600	1,00	6,40	1,00	6,00	0,00	6,25
700	1,17	7,50	1,17	7,00	0,28	6,67
800	1,33	8,60	1,33	8,00	0,25	6,98
900	1,50	9,70	1,50	9,00	0,00	7,22
1000	1,66	10,80	1,67	10,00	0,40	7,41
1100	1,84	11,80	1,83	11,00	0,36	6,78
Rata-rata					1,50	5,46

Hasil pengamatan, perhitungan teori, dan perbandingannya, dapat disimpulkan bahwa rancangan pengawatan dan desain program yang dibuat dapat mengontrol kecepatan motor 3 fasa dengan mengatur frekuensi melalui tegangan input 0-10 V DC melalui output analog PLC CP1L CP1W-MAD11 sesuai standar. Rata-rata perbedaan perbandingan hasil pengamatan dengan teori adalah 1,5 % untuk Vo output tegangan analog PLC dan 5,46 % untuk frekuensi VSD.

KESIMPULAN

Pada penelitian diperoleh rancangan pengawatan dan desain program yang dapat mengontrol kecepatan motor 3 fasa dengan mengatur frekuensi melalui tegangan input 0-10 V DC melalui output analog PLC CP1L CP1W-MAD11 sesuai standar. Terjadi linieritas antara input menaikkan atau menurunkan nilai A/D D0 dengan tegangan output analog PLC CP1W-MAD11, frekuensi VSD, dan kecepatan motor 3 fasa. Saat nilai D0 bernilai 1500, Vo bernilai 2,5 Volt, dan frekuensi VSD 16,3 Hz. Jika nilai D0 berubah maka Vo dan frekuensi berubah secara linier. Rata-rata perbedaan nilai korelasi hasil pengamatan dengan teori adalah 0,0667 %. Perbandingan hasil pengamatan dengan teori adalah 1,5 % untuk Vo output tegangan analog PLC dan 5,46 % untuk frekuensi VSD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih banyak kami sampaikan kepada Ir. Muhammad Basri, MM sebagai Direktur Politeknik ATI Makassar, Ibu Merla Madjid, S.S., M. Hum selaku Ketua UPPM Politeknik ATI Makassar dan tim, yang telah memfasilitasi penelitian ini. Terima kasih sedalam-dalamnya kami sampaikan kepada Bapak Lutfi, S.T., MT., yang telah membantu penelitian ini, dan Ibu Atikah, S.T., M. Eng. Sc. selaku Ketua Jurusan Otomasi Sistem Permesinan dan kepala laboratorium yang memfasilitasi penggunaan laboratorium. Terima kasih banyak juga kepada seluruh panitia SNTI VII Politeknik ATI Makassar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yendhi. *Sistem Kendali Proses menggunakan PLC Beckhoff*. Makassar : Politeknik ATI Makassar, 2016.
- [2] *Pengontrolan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Via Wireless Berbasis Scada Vijoe Citec*. Hamdani, Idris, Ahmad Rosyid dan Rahmat, Nur. Makassar : Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2018. Prosiding Seminar hasil Penelitian (SNP2M). hal. 165-170.
- [3] Bolton, William. *Programmable Logic Controller (PLC) Sebuah Pengantar*. Jakarta : Erlangga, 2004.
- [4] Eko, Agfianto Putra. *PLC Konsep, Pemrograman dan Aplikasi*. Yogyakarta : Grava Media, 2004.
- [5] Martinez, Ramon. *Smart Control System For LEDs Traffic Lights Based on PLC*. Madrid Spain : Universidad Politecnica de Madrid ETSI de Telecomunicacion, 2006.
- [6] Instruments, Feedback. *Elevator Trainer*. s.l. : Feedback Instruments Limited, 2008.
- [7] Omron. *CX-programmer User Manual*. s.l. : Omron.

Bidang: Otomasi Sistem Permesinan

Topik: Robotika dan Otomasi

SIMULASI PERBANDINGAN RESPON SISTEM KENDALI KECEPATAN MOTOR BLDC MENGGUNAKAN PENGENDALI P, PI, DAN PID PADA PROTOTIPE KENDARAAN OTONOM (PKO)

Fachrur Razy Rahman¹, Mohammad Wirandi², Yusdianto³
^{1,3} Politeknik Industri Logam Morowali, ²Politeknik STMI Jakarta
fauzyrahmantlipilm@gmail.com¹, wirandi13@kemenperin.go.id²,
ymalumbot@gmail.com³

ABSTRAK

Hingga saat ini penelitian tentang Prototipe Kendaraan Otonom yang digunakan untuk keperluan pengangkutan barang pada area tertentu masih terus diupayakan pengembangannya. Ada 3 hal yang perlu diperhatikan dalam mendesain Prototipe Kendaraan Otonom yaitu *sensing system*, navigasi, dan *steering* yang berfungsi baik. Salah satu yang harus berfungsi baik adalah sistem *steering*, karena untuk mengendalikan posisi Prototip Kendaraan Otonom yang berhubungan langsung pada fungsi navigasi dan kecepatan Prototipe Kendaraan Otonom yang dipengaruhi oleh kecepatan 4 motor penggerak. Sistem *steering* memiliki sejumlah opsi misalnya 4 *Wheel Drive (4WD)*, *skid steering*, dan lain – lain. Apapun pilihan dari sistem *steering* yang akan digunakan, maka yang penting untuk diperhatikan adalah setiap motor penggerak PKO harus memiliki respon yang cepat dan *error steady state* (ess) yang menuju ke 0 (nol). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sistem kecepatan motor BLDC dan mengecek respon sistem saat dilakukan simulasi dengan menggunakan 3 jenis pengendali. Pengendali yang disimulasikan yaitu pengendali PD, PI, dan PID. Sebelum melakukan simulasi, maka terlebih dulu dilakukan perhitungan nilai Kp, Ki, dan Kd secara matematis. Simulasi ketiga pengendali tersebut dilakukan pada software SIMULINK/MATLAB. Berdasarkan hasil simulasi maka diperoleh hasil simulasi terbaik adalah pengendali PI. Hal ini dapat terlihat dari respon sistem yang menjadi lebih baik dalam melakukan penjejakan terhadap *setpoint* yang diberikan.

Kata kunci: Prototipe, otonom, *sensing*, navigasi, *steering*.

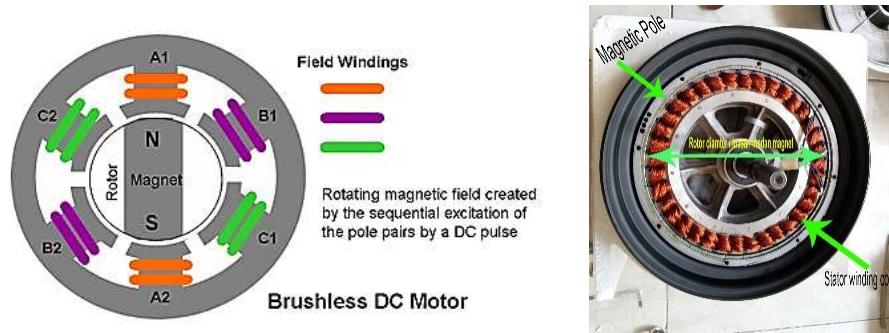
ABSTRACT

Until now, research on Autonomous Vehicle Prototypes used for the transportation of goods in certain areas is still being pursued. There are 3 things to consider in designing an Autonomous Vehicle Prototype, namely *sensing system*, navigation, and functioning *steering*. One that must function properly is the *steering* system, because to control the position of the Autonomous Vehicle Prototype which is directly related to the navigation function and the speed of the Autonomous Vehicle Prototype which is influenced by the speed of the 4 driving motors. The *steering* system has a number of options such as 4 *Wheel Drive (4WD)*, *skid steering*, and others. Whatever the choice of the *steering* system to be used, it is important to note that each autonomous vehicle prototype drive motor must have a fast response and a steady state error (ess) leading to 0 (zero). This study aims to determine the characteristics of the BLDC motor speed system and check the system response when a simulation is carried out using 3 types of controllers. The simulated controllers are PD, PI, and PID controllers. Before doing the simulation, first the calculation of the values of Kp, Ki, and Kd mathematically. The simulation of the three controllers was carried out in SIMULINK/MATLAB software. Based on the simulation results, the best simulation result is the PI controller. This can be seen from the system response which is better in tracking the given setpoints.

Keywords: Prototype, autonomous, sensing, navigation, steering.

PENDAHULUAN

Motor BLDC 3 fasa memiliki banyak keunggulan yang tidak dimiliki oleh motor jenis lain seperti motor lebih kecil dibandingkan dengan motor DC dan motor induksi AC, efisiensi lebih tinggi akibat digunakannya magnet permanen sehingga tidak ada *loss* atau kerugian pada inti rotor, respons lebih cepat karena inersia rotor lebih rendah, dan perawatan yang sedikit karena tak adanya sikat. Konstruksi motor ini terdiri dari stator yang berada di bagian tengah motor. Pada motor BLDC tiga fasa terdapat tiga fasa lilitan pada stator [5]. Konstruksi dari motor BLDC dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



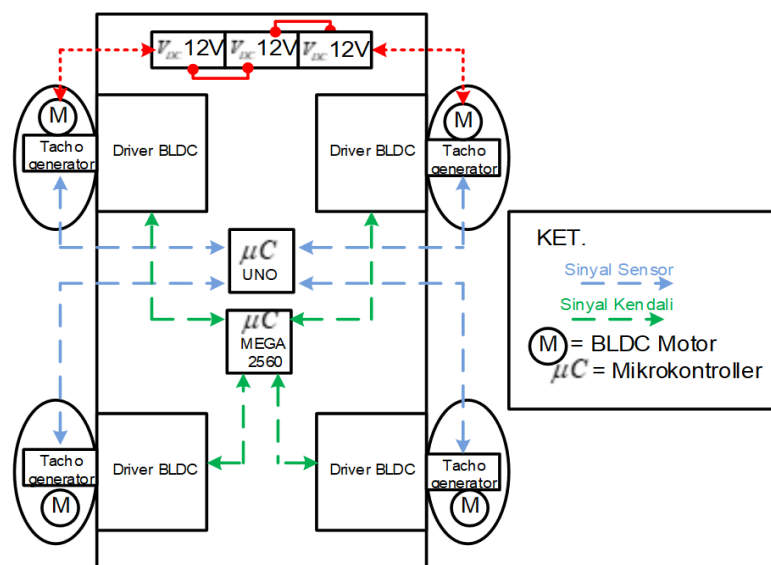
Gambar 1. Konstruksi motor BLDC

Sistem kendali Proportional Integral Derivative (PID) merupakan sebuah pengendali untuk menentukan tingkat kepresisian suatu sistem dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut [4]. Pengendali PID merupakan jenis pengendali yang banyak digunakan untuk mengendalikan motor BLDC [2]. Pemodelan dan simulasi kecepatan dan torsi motor BLDC dianalisa untuk beragam nilai *Pulse Width Modulation (PWM)* menggunakan pengendali PID [3].

METODE PENELITIAN

Beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

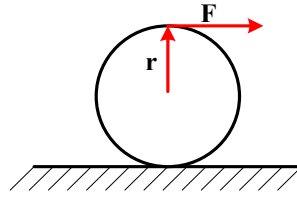
1. Melakukan pemodelan sistem.
2. Menerapkan konsep penentuan nilai K_p , K_i , dan K_d dengan melakukan perhitungan secara teori.
3. Membuat simulasi pengendali PI, PD, dan PID menggunakan simulink MATLAB.



Gambar 2. Arsitektur sistem prototip kendaraan otonom (pko)

- Bobot pko adalah 69 kg.
- Bobot baterai kapasitas 12v/26ah adalah 14 kg.
- Bobot Komputer, mikrokontroler, rangkaian *driver*, dan kotak adalah 70 kg.

- Bobot total = $(69 + 70 + 14)kg = 153 kg$
- $P_m = 500 W$; $r = 0,21m$; $V_m = 48 volt$



Gambar 3. Hubungan antara gaya dan jari – jari roda

$$T = F \times r = m \cdot g \cdot r \quad (1)$$

$$T_{total} = (153)(10)(0,21) = 321,3 Nm$$

$$n = \frac{5250 HP}{T} \quad (2)$$

Keterangan ;

n = kecepatan putar motor (RPM)

T = Torsi motor ($lb ft$)

HP = daya kuda motor (1 HP = 746 Watt)

5250 = konstanta

$$n = \frac{5250 \left(\frac{500}{746} HP \right)}{(59,4405 lb ft)} = \frac{5250 (0,67 HP)}{(59,4405 lb ft)} = 59,18 RPM \text{ (nilai untuk tiap motor)}$$

Jika 4 motor yang digunakan untuk menggerakkan PKO, maka nilai kecepatan putar totalnya adalah:

$$n_{total} = (59,18 RPM)(4) = 236,72 RPM$$

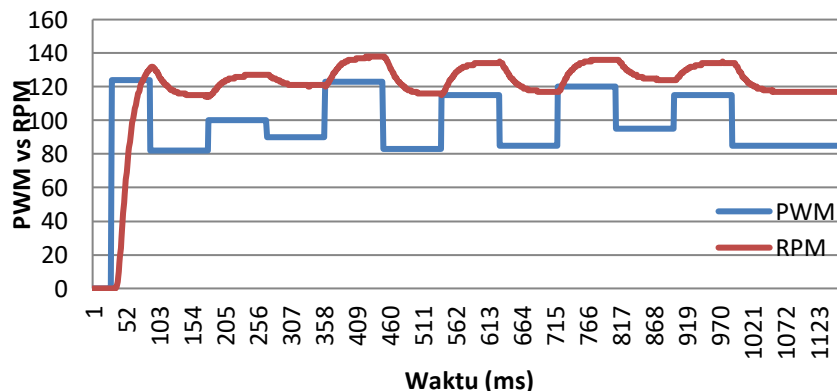
Oleh karena itu, diperoleh nilai kecepatan linear dari PKO adalah sebagai berikut:

$$V_{PKO} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n \left(\frac{60}{1000} \right) = 2(3,14)(0,21)(236,72) \left(\frac{60}{1000} \right) = 18,73 \frac{km}{jam}$$

$V_{PKO} = 18,73 km/jam$ adalah kecepatan maksimum wahana saat dioperasikan pada tegangan 48 volt. Akan tetapi, karena alasan keamanan saat pengujian di lapangan dan eksperimen yang masih berskala laboratorium, maka dipilih kecepatan wahana adalah 10 km/jam atau 53,4 % dari kecepatan maksimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Motor BLDC



Gambar 4. Plot data perubahan PWM terhadap kecepatan motor BLDC pada kondisi *open loop*

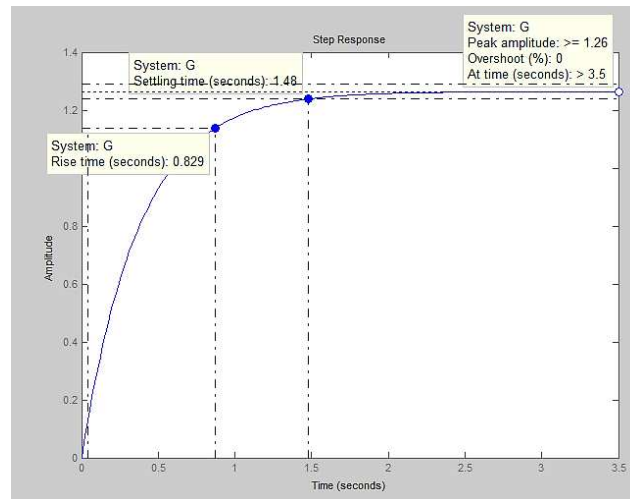
Setelah data diperoleh, maka selanjutnya data tersebut diolah menggunakan *Sys/d* MATLAB dengan data masukan dan keluaran secara berurutan adalah PWM dan RPM. Dari hasil pengolahan data tersebut diperoleh fungsi alih *open loop* data sebagai berikut:

$$\text{Fungsi Alih } open \text{ loop}_{BLDC} = \frac{3,347}{s + 2,649}$$

$$\tau = \frac{1}{2,649} = 0,38 \text{ s}$$

$$\text{Settling time, } t_s(\pm 2\%) \approx 4\tau \approx 4\left(\frac{1}{2,649}\right) \approx 1,5 \text{ s}$$

$$\text{Overshoot} = 0 \%$$



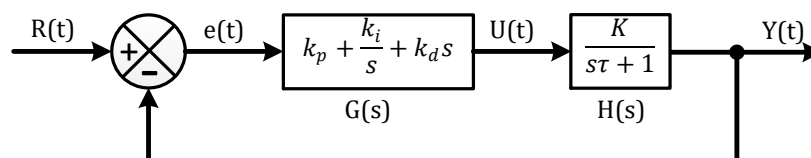
Gambar 5. Respon transien sistem *open loop* BLDC

Terlihat bahwa sistem memiliki respon yang sangat lambat dalam hal ini *settling time* yang dimiliki adalah 1,5 detik dengan *error steady state* sebesar 26 %. Permasalahan inilah yang akan diperbaiki dengan dilakukan desain spesifikasi pada kondisi closed loop berikut

Desain Spesifikasi closed loop control system (sistem kendali lingkaran tertutup)

Spesifikasi desain *closed loop* yang ingin dicapai yaitu sebagai berikut :

Settling time yang diinginkan, $t_s(\pm 2\%) = 0.1 \text{ s}$. Overshoot $\leq 2\%$ dan error steady state = 0%. Selanjutnya dengan cara analitik, dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai k_p , k_i , dan k_d .



Gambar 6. Struktur Pengendali PID

$$\text{Open Loop}_{PID} = \left(k_p + \frac{k_i}{s} + k_d s\right) \left(\frac{K}{s\tau + 1}\right) \quad (4)$$

$$CL_{PID} = \frac{\left(\frac{k_p s + k_i + k_d s^2}{s\tau + 1}\right) s}{(K.k_d + \tau)s^2 + (1 + K.k_p)s + K.k_i} \quad (5)$$

$$\text{Closed Loop}_{PID} = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)} \quad (6)$$

$$\text{Closed Loop}_{2nd \text{ Order}} = \frac{K.\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2} \quad (7)$$

Diketahui :

$$t_s = 0,1 \text{ s} \rightarrow t_s = \frac{4}{\xi \omega_n} \text{ (kriteria } \%M_p = 2\%)$$

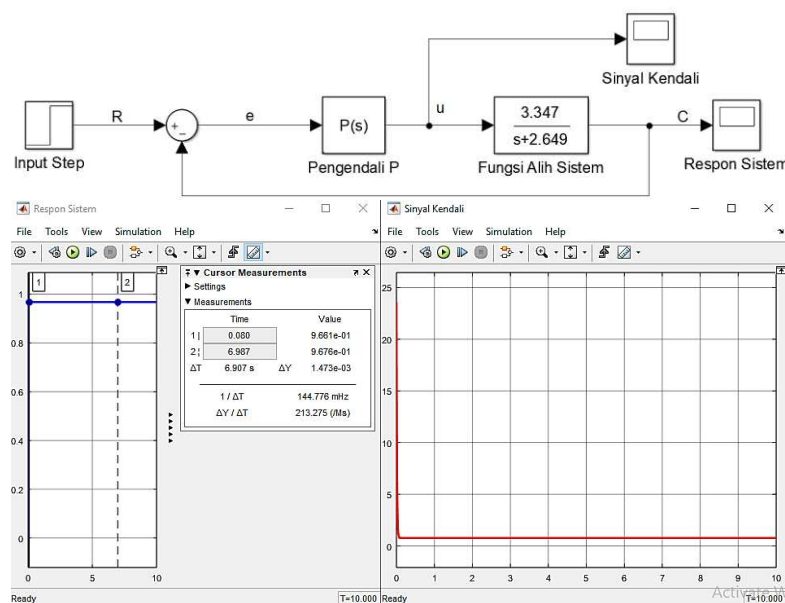
$$\%M_p = 2\% \rightarrow \%M_p = e^{-\left(\frac{\pi \xi}{\sqrt{1-\xi^2}}\right)} \rightarrow \xi = 0,78$$

$$t_s = \frac{4}{\xi \omega_n} \rightarrow \omega_n = 51,28$$

$$K = 3,347 ; \xi = 0,78 ; \tau = 0,38 ; \omega_n = 51,28$$

$$K \cdot k_d + \tau = 1 \rightarrow k_d = 0,19 \quad 1 + K \cdot k_p = 2\xi\omega_n \rightarrow k_p = 23,6 \quad K \cdot k_i = \omega_n^2 \rightarrow k_i = 785,67$$

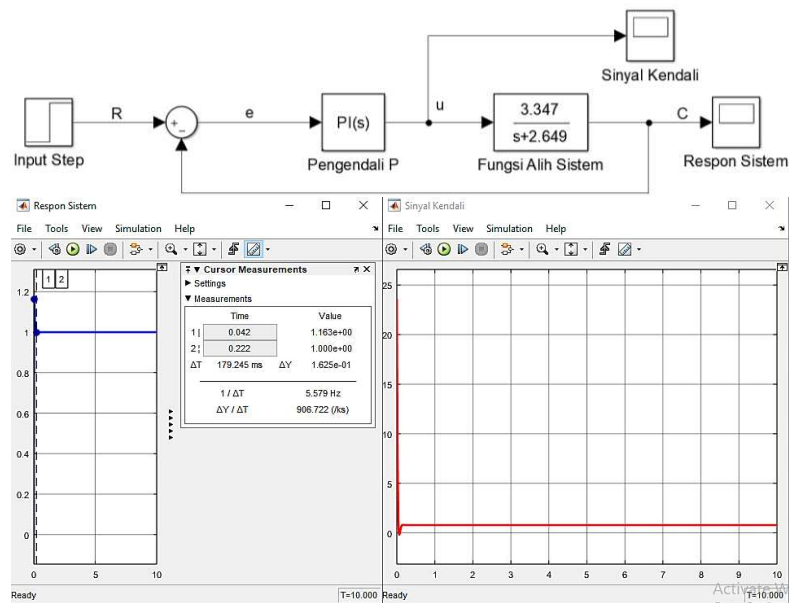
Simulasi ketiga jenis pengendali pada software SIMULINK/ MATLAB



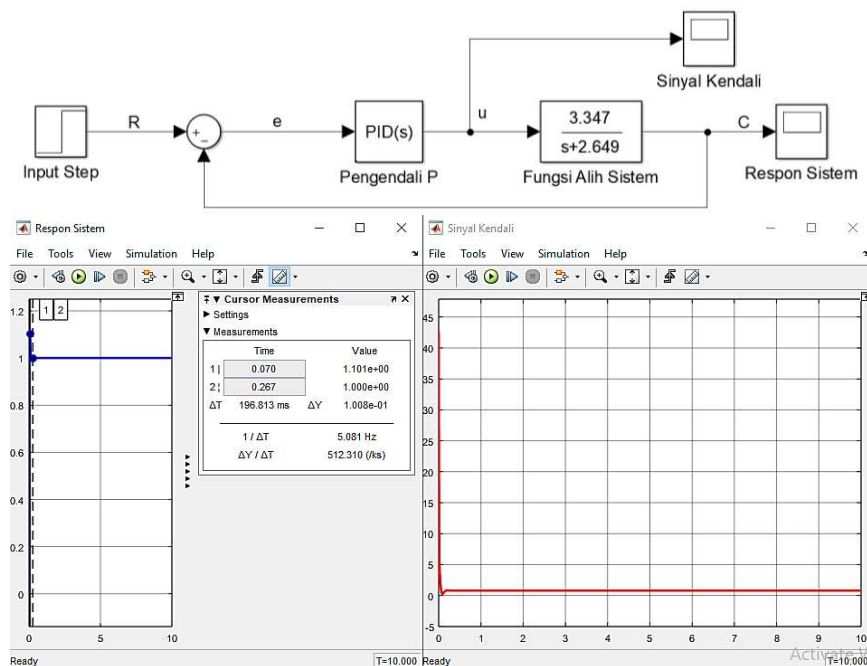
Gambar 7. Simulasi pengendali proporsional (P)

Overshoot maksimum ($\%M_p$) = 0.9661 pada waktu 0,08 detik. Selain itu terlihat pada hasil simulasi bahwa kondisi stabil (*final value* = 1) tidak dapat dicapai dan pengendali proporsional hanya mampu membawa pada kondisi *final value* = 0.9676. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *error steady state* belum mencapai 0%. Selanjutnya akan dilakukan simulasi pengendali proporsional integral (PI).

Overshoot maksimum ($\%M_p$) = 1,163 pada waktu 0,042 detik. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi stabil (*final value* = 1) adalah pada waktu 0,222 detik. Hal ini menunjukkan bahwa *error steady state* yang ingin dicapai dapat dipenuhi dengan menambahkan komponen integrator.



Gambar 8. Simulasi pengendali proporsional integral (PI)



Gambar 9. Simulasi pengendali proporsional integral differensial (PID)

Overshoot maksimum ($\%M_p$) = 1,101 pada waktu 0,07 detik. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi stabil (*final value* = 1) adalah pada waktu 0,267 detik. Hal ini menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk mencapai nilai *error steady state* = 0, diperlukan waktu 0,045 detik dan lebih lambat jika dibandingkan dengan respon sistem saat menggunakan pengendali PI.

KESIMPULAN

Pemodelan sistem fisik motor BLDC hingga penentuan k_p, k_i , dan k_d secara analitik serta pengoperasian simulasi pengujian sistem kendali kecepatan motor BLDC menggunakan simulink Matlab, maka diperoleh kesimpulan bahwa pengendali yang memberikan respon terbaik adalah pengendali proporsional integral (PI). Hal ini dapat terlihat dari durasi waktu yang diperlukan untuk mencapai *zero error steady state* sebesar 0,222 detik dan lebih cepat dibandingkan dengan pengendali proporsional (P) atau pengendali PID

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.K.Pandey, Vinod KR Singh Patel, “ Modelling and performance analysis of pid controller performance analysis of pid controlled bldc motor and different schemes of pwm”, *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 3, Issued 4 April 2013, 1 ISSN 2250-3153.
- [2] C.Balaji, R.G.Rajesh, “Speed control of brushless Dc motor using PID controller”, *International Journals of Advanced research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, Vol.3, Issue 4, April 2014.
- [3] Irsyadi, Fakhri, “Perancangan pengendali dan analisis pengaruh variasi masukan tangga dan pembebanan terhadap profil arus pada mekanisme soft starting motor arus searah tanpa sikat”, Tesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung, 2016.
- [4] Ogata, Katsuhiko, “Modern Control Engineering”, *Prentice-Hall*, New York, 2010.
- [5] Prasetyo, Hanif Fauzan, Arief Syaichu Rohman, F. I. Hariadi, dan Hilwadi Hendersah. "Controls of BLDC Motors in Electric Vehicle Testing Simulator", *6th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)*, Bandung: IEEE, 2016.

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING SUHU RUANGAN PADA MINIATUR RUANG PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH BERBASIS MIKROKONTROLER

Harland Yunus¹, Fachrur Razy Rahman², Yusdianto³

^{1,2,3}Politeknik Industri Logam Morowali

harlandyunus02@gmail.com¹, fauzyrahmantlipilm@gmail.com²,

ymalumbot@gmail.com³

ABSTRAK

Permasalahan yang kerap terjadi pada ruangan distribusi tegangan rendah adalah adanya peningkatan dan penurunan suhu yang melebihi batas normal suhu ruangan distribusi, dimana batas normal suhu ruangan berada pada *range* 24^oc - 30^oc. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan penelitian untuk memantau kondisi suhu ruangan distribusi yang dapat dilakukan setiap saat. Penelitian ini menggunakan Modul ESP8266 sebagai mikrokontroler dan juga sebagai media komunikasi untuk mengirim data dari sensor ke tampilan *interface*. Dalam perancangannya, program ESP8266 dibuat dalam aplikasi Arduino IDE dengan menambahkan modul *board* NODEMCU (ESP8266) ke dalam aplikasi tersebut. Setelah programnya dibuat, pengambilan data dan kalibrasi sensor dilakukan dengan menggunakan Termometer *Dry & Wet* sebagai standar pengukuran suhu udara. Dari pengambilan data dan kalibrasi sensor yang dilakukan didapat perbedaan nilai sebesar 1.63% dan 4.17%. *Interface* yang digunakan dalam sistem ini merupakan salah satu platform IOT dimana platform tersebut dapat menyimpan dan menampilkan hasil *monitoring* suhu dalam bentuk grafik, *gauge* dan *numeric display*.

Kata kunci: sistem monitoring, sistem akuisisi, sensor DHT11, NODEMCU ESP8266, Thingspeak

ABSTRACT

The problem that often occurs in a low voltage distribution room is an increase and decrease of temperature that exceeds the normal limit of the distribution room temperature, where the normal limit of room temperature is in the range 24^oc - 30^oc. To overcome this, research was carried out to monitor the distribution room temperature conditions that can be done at any time. This study uses the ESP8266 Module as a microcontroller and also as a communication medium to send data from the sensor to the interface. In its design, the ESP8266 program was created in the Arduino IDE application by adding the NODEMCU board module (ESP8266) into the application. After built the program, data collection and sensor calibration are carried out using a Dry & Wet Thermometer as a standard for measuring air temperature. From the data collection and sensor calibration carried out, the difference in values was 1.63% and 4.17%. The interface used in this system is one of the IOT platforms where the platform can store and display temperature monitoring results in the form of graphs, gauges and numeric displays.

Keywords: monitoring system, acquisition system, DHT11 sensor, NODEMCU ESP8266, thingspeak.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi maka dibutuhkan kemudahan dalam segala hal, termasuk penerapan pada sistem monitoring Sistem *monitoring* secara konvensional terdapat kelemahan, yaitu *monitoring* yang tidak praktis dan data yang tidak akurat. Pada departemen ferronickel PT Sulawesi Mining Investment terdapat suatu masalah dalam hal mengontrol suhu pada ruangan panel distribusi tegangan rendah. Berkenaan dengan pentingnya sistem untuk menjaga suhu agar tetap pada batas normal, maka perlu dilakukan perancangan sistem

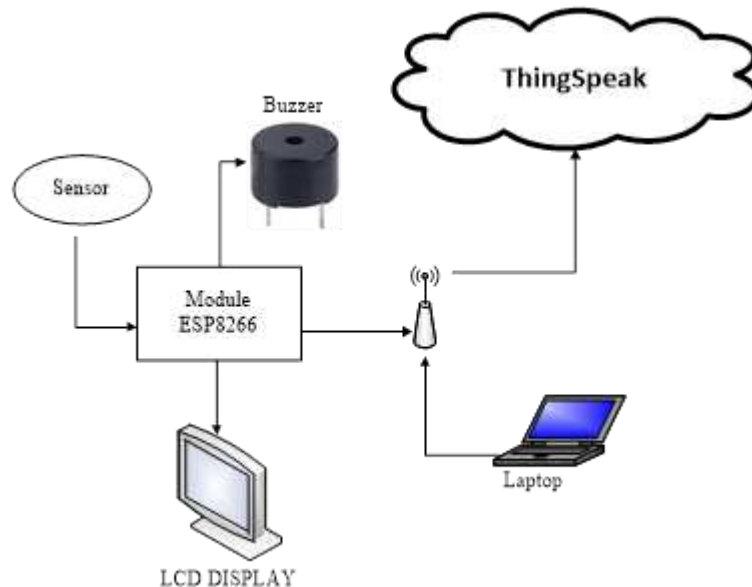
akuisisi data suhu yang mampu melakukan kegiatan *monitoring* secara *real time*. Sistem akuisisi data dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Sistem ini menggunakan platform Thingspeak yang digunakan sebagai web server untuk menyimpan, memproses dan menampilkan nilai dari hasil akuisisi.

METODE PENELITIAN

Beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini:

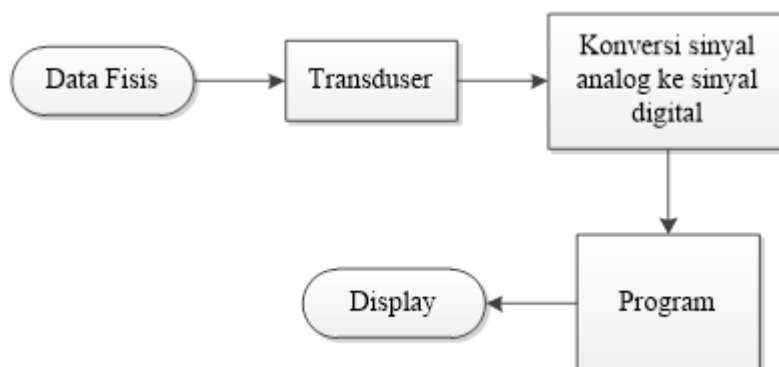
Perencanaan proses monitoring

Dalam perencanaan sistem ini meliputi perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak yang dapat dilihat pada gambar diagram blok berikut.



Gambar 1. Diagram blok sistem monitoring suhu dan interface Thingspeak

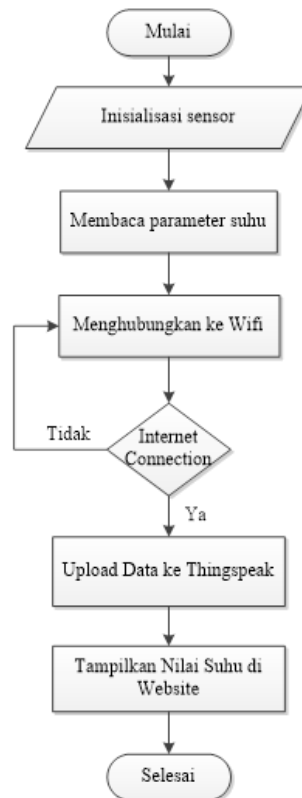
Pada Gambar 1 terlihat bahwa sistem yang digunakan merupakan sistem IoT dimana proses akuisisi data dari sensor akan diolah pada modul ESP8266 sehingga dapat ditampilkan pada layar LCD dan memberikan peringatan dalam bentuk alarm pada saat suhu melebihi batas yang telah ditentukan. Sistem ini juga menggunakan platform *Thingspeak* yang digunakan sebagai web server untuk menyimpan dan memproses hasil dari *monitoring* dan akan ditampilkan pada PC/laptop yang telah dihubungkan dengan akun yang telah dibuat pada server *Thingspeak*. Akuisisi data dalam sistem ini menggunakan sensor DHT11 yang akan mengubah besaran fisis suhu menjadi sinyal digital yang akan diolah oleh program di dalam modul ESP8266 yang nantinya akan ditampilkan dalam bentuk grafik maupun angka. Adapun proses akuisisi dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Diagram proses akuisisi data suhu

Perancangan sistem komunikasi data ke platform Thingspeak

Thingspeak telah terintegrasi dengan ESP8266 sehingga data yang dikirim dari ESP8266 dapat dibaca dan ditampilkan pada web *Thingspeak*. *Thingspeak* dapat diakses melalui web *browser* atau dengan aplikasi *Thingview*. Untuk dapat mengakses *Thingspeak* maka langkah awal yang dilakukan yaitu dengan mendaftar pada web server *Thingspeak* dengan menggunakan e-mail kemudian memasukkan nama serta *user ID* dan *password* yang akan digunakan. Untuk menghubungkan ESP8266 dengan akun *Thingspeak* maka kode API Key dan *Channel ID* pada akun *Thingspeak* yang dibuat perlu dimasukkan ke dalam konfigurasi program yang akan di-upload ke ESP8266.



Gambar 3. Flowchart sistem pengiriman data suhu ke server Thingspeak

Kalibrasi sensor

Kalibrasi ini bertujuan untuk membandingkan nilai pembacaan dari sensor yang ditampilkan pada server *Thingspeak* dengan alat ukur standar yang digunakan sehingga dapat diketahui kepresisian dari pembacaan sensor. Berikut merupakan tabel perbandingan dari pembacaan sensor dan alat ukur standar :

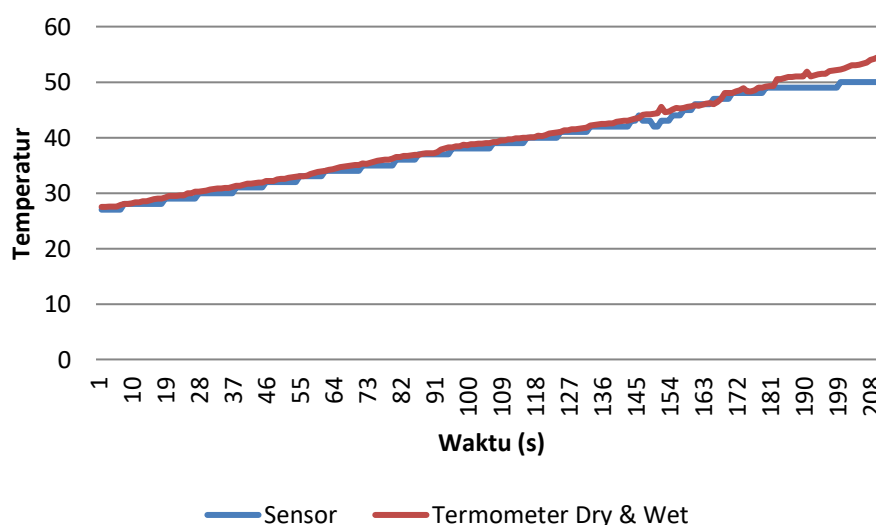
Tabel 1. Kalibrasi sensor dengan termometer Dry and Wet

Sensor Suhu (°C)	Termometer <i>Dry and Wet</i> (°C)	Sensor Suhu (°C)	Termometer <i>Dry and Wet</i> (°C)
27	27	29	29.6
27	27	29	29.6
28	27.6	29	30
28	28	29	30
28	28.2	30	30.2
28	28	30	30.2
28	28.4	30	30.6
28	29	31	31
29	29	32	31
29	29	32	32.5
29	29.2	33	33.3
29	29.5	34	34
29	29.5	35	35
29	29.5		

Pada Tabel 1 dapat dilihat beberapa perbandingan pembacaan nilai suhu dari sensor DHT11 dan termometer *Dry and Wet*, dari hasil data tersebut terdapat perbedaan nilai antara pembacaan sensor dan termometer sebesar rata – rata 0.59 °C. Data pembacaan sensor kemudian ditampilkan pada monitor LCD dan monitor pada web server *Thingspeak*. Dalam implementasi web server *Thingspeak*, dilakukan dengan cara menyimpan dan menampilkan hasil akuisisi data suhu ruangan pada miniatur ruang panel hingga dapat ditampilkan dalam bentuk grafik, *gauge* atau *numeric display*. Jika data tidak dapat terkirim pada server *Thingspeak* maka akan dilakukan pengaturan ulang terhadap web server *Thingspeak*.

Pengujian sistem monitoring suhu

Pada bagian ini akan membahas tentang pengujian sistem *monitoring* suhu ruangan pada miniatur ruang panel distribusi tegangan rendah berbasis mikrokontroler. Secara keseluruhan sistem ini dibuat agar mampu membaca setiap perubahan suhu yang terjadi dalam ruangan panel distribusi tegangan rendah secara *real time*, dan memberikan informasi serta menampilkan web server *Thingspeak*. Pada pengujian yang dilakukan, sensor DHT11 dapat membaca perubahan suhu dalam ruangan seperti yang terlihat pada grafik berikut:



Gambar 4. Grafik respon sistem terhadap perubahan suhu dan pengukuran menggunakan termometer Dry and Wet

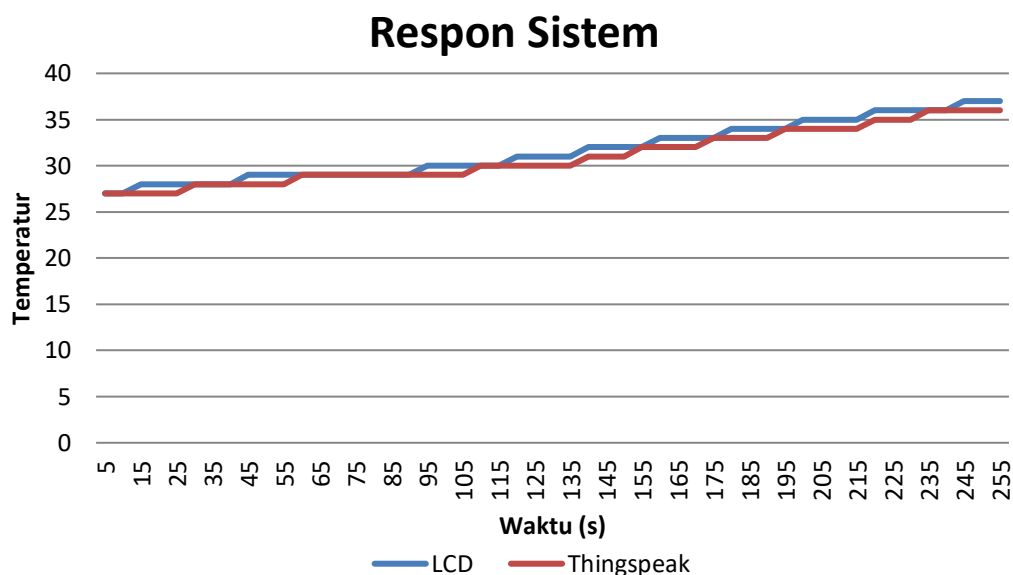
Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa pembacaan sensor DHT11 memiliki tingkat ketelitian yang hampir sama dengan pembacaan suhu pada alat ukur termometer Dry and Wet. Pada suhu 27°C hingga 47°C, akurasi pembacaan sensor DHT11

memiliki persentase error sebesar 1.63%. Sedangkan pada suhu 48°C hingga 50°C persentase error dari pembacaan sensor mencapai 4.17%, hal ini dikarenakan sensor DHT11 hanya membaca perubahan suhu pada range 00C - 50°C $\pm$ 2°C, sehingga tingkat saturasi sensor berada pada kisaran 50°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui respon dari sistem yang telah dibuat maka diperlukan analisa dari data yang telah didapatkan pada saat pengujian sistem. Hasil dari pengujian sistem dapat dilihat pada grafik di Gambar 5.

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa komunikasi data antara mikrokontroler dengan *Thingspeak* memiliki respon waktu rata – rata 16.5 detik, yang berarti setiap perubahan suhu yang terbaca pada mikrokontroler akan dikirim dan ditampilkan pada web server *Thingspeak* setelah 16.5 detik.



Gambar 5. Grafik respon sistem komunikasi data antara mikrokontroler dan interface Thingspeak

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa data, akuisisi data suhu dan pengukuran langsung menggunakan termometer Dry and Wet memiliki sedikit perbedaan. Selisih data tersebut berada pada rata – rata 0.59°C. Disamping itu akuisisi data suhu dapat dilakukan secara otomatis dan berlangsung secara terus – menerus dengan menggunakan atau tanpa koneksi internet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Artanto, Herjuna. (2018). Trainer IOT Berbasis ESP8266 Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Komunikasi Data dan Interface di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika UNY, Tesis Sarjana. Yogyakarta: Fakultas Teknik UNY.
- [2] Dewi, Nurul Hidayati Lusita, dkk. (2018). Prototype Smart Home Dengan Modul NODEMCU ESP8266 Berbasis Internet Of Things (IOT), Mojokerto: Teknik Informatika Universitas Islam Majapahit.
- [3] Sipahutar, Fauziah Hafni. (2018). Sistem Pengamatan Suhu dan Kelembaban Pada Jamur Menggunakan Sensor DHT11 Berbasis ATMEGA328P Dengan Tampilan Menggunakan LCD. Medan: Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara.

Bidang: Teknik Elektro

Topik: Robotika dan Otomasi

RANCANG BANGUN *WATER LEVEL CONTROL (WLC)* OTOMATIS DENGAN *PROPORTIONAL VALVE* BERBASIS MIKROKONTROLLER DAN KONTROL PID

**Akbar Alamsyah Amir¹, Taufik Muchtar², Mutmainnah³
^{1,2,3} Politeknik ATI Makassar
akbaralamsyah646@gmail.com¹,taufik@atim.ac.id²**

ABSTRAK

Kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan mendorong manusia untuk membuat peralatan tepat guna yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan, misalnya kemudahan dalam pengendalian ketinggian permukaan cairan pada penampungan. Salah satu contohnya adalah pengendalian level air secara otomatis. Hal tersebut tentunya membutuhkan sistem kendali. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat alat yang dapat mengatur level air secara otomatis menggunakan control PID. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif deduktif yang bersifat eksperimen melalui pemodelan simulasi dan pembuatan prototype yang merujuk pada teori dan hipotesis terkait parameter komponen yang telah digunakan. Penelitian ini menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano sebagai pengendali utama, motor servo sebagai pengendali valve, dan potensio sebagai sensor level yang mendeteksi ketinggian air. Hasil penelitian menunjukkan sistem dapat dibuat sesuai yang diharapkan. Hasil pengujian diperoleh, berdasarkan nilai level acuan, diperoleh nilai rata-rata error sebesar 17.53%, nilai rata-rata akurasi sebesar $75.98\% \pm 0.49\%$, dengan korelasi sebesar 96.8%.

Kata kunci: Water level controller, mikrokontroler, PID, motor servo, LCD.

ABSTRACT

Advances in technology and science encourage humans to make appropriate equipment that can be used in various aspects of life, for example the ease of controlling the level of the liquid surface in the reservoir. One example is automatic water level control. This of course requires a control system. The purpose of this research is to design and make a device that can adjust the water level automatically using PID control. This research is a deductive quantitative research that is experimental in nature through simulation modeling and prototyping which refers to the theory and hypothesis related to the component parameters that have been used. This research uses Arduino Nano microcontroller as the main controller, servo motor as valve controller, and potentiometer as a level sensor that detects water level. The results of the research show that the system can be made as expected. The test results obtained, based on the reference level value, obtained an average error value of 17.53%, an average accuracy value of $75.98\% \pm 0.49\%$, with a correlation of 96.8%.

Keywords: Water level controller, mikrokontroler, PID, motor servo, LCD.

PENDAHULUAN

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan yang mendorong manusia untuk membuat peralatan tepat guna yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan, misalnya kemudahan dalam pengendalian ketinggian permukaan air pada bak penampungan air. Sistem yang dapat mematikan aliran air bila kondisi air pada bak penampungan sudah terisi penuh dan menghidupkan kembali aliran air bila air dalam bak penampungan dalam keadaan kosong secara otomatis menarik untuk dipelajari. Telah diketahui bahwa, sistem kendali sangat dibutuhkan dan mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Hal ini dapat dilihat pada beberapa perkembangan yang terjadi pada suatu bangsa dengan peradaban yang telah maju, diantaranya adalah penggunaan sistem kendali otomasi pada pesawat terbang dan pengendali level air pada tangki penampungan. Pengendalian air secara otomatis tentunya dibutuhkan

sistem kendali. Water Level Control adalah alat yang mengidentifikasi ketinggian air pada bak penampungan dapat dilihat pada Gambar 1 yang mana alat ini berfungsi untuk mengontrol kerja motor pompa air untuk mengisi bak penampungan air. Alat ini bekerja dengan menggunakan tiga sensor, yaitu sensor 3 yang berguna sebagai pemicu tegangan yang nantinya disalurkan ke sensor 2 dan sensor 1, sedangkan sensor 2 berfungsi untuk menghantarkan tegangan sebagai pengendali Transistor 2 (Q2) dan Sensor 3 berfungsi untuk menghantarkan tegangan sebagai pengendali SCR yang nantinya berguna untuk mengatur kerja dari rangkaian water level control (WLC).

Beberapa penelitian tentang system kendali telah dilakukan sebelumnya dilakukan oleh Ria Ersi Wardana Isma (2019) dengan judul "Implementasi pengendali dua posisi berbasis op-amp pada wlc menggunakan sensor bandul posisi". Pada penelitian tersebut menggunakan pengendali dua posisi untuk mengendalikan sistem. Selanjutnya oleh Sumardi Sadi et al., (2018) "Membuat rancang bangun monitoring ketinggian air dan sistem kontrol pada pintu air berbasis arduino dan sms gateway". Selanjutnya oleh Nurhaimi et al., (2020) yaitu melakukan "Analisis pengaturan level air pada degasifier tank unit 5 dan 6 paiton menggunakan metode proportional integratif derivatif (PID)". Selanjutnya oleh Pristiwanto Dwi Putra (2017) membuat " Prototipe sistem monitoring dan pengontrolan air cooling tower berbasis arduino mega 2560". Selanjutnya, penelitian oleh Stephan Ardiansyah Hulupati et al., (2018) membuat " Rancang bangun alat wudhu otomatis berbasis arduino uno di masjid al-ichsan Gorontalo". Selanjutnya oleh, Dinda Arif Insantama et al., (2017) membuat "Rancang bangun kendali level air otomatis pada tangki dengan servo level berbasis fuzzy logic controller menggunakan arduino". Seanjutnya, oleh Muhammad Nur Fattah Muizz (2019) membuat " Rancang bangun pengendalian level air otomatis pada tangki dengan servo valve berbasis PID controller". Selanjutnya oleh, Rizky Oktorio Setyawan (2016) membuat "Rancang bangun purwarupa sistem pengendalian level water pada miniplant horizontal saparator 3 fasa dalam skala labolatorium workshop instrumentasi". Selanjutnya oleh, Satria Bagaskara Sudaryoto (2019) membuat "Rancang bangun sistem kontrol ketinggian air bendungan berbasis fuzzy logic controller". Selanjutnya oleh Ilham Nur Pratomo (2019) membuat " Rancang bangun sistem kontrol mesin pompa air otomatis berbasis arduino dengan menggunakan sensor ultrasonik". Selanjutnya oleh, Rausan Fikri (2015) membuat "Rancang bangun sistem monitoring ketinggian permukaan air menggunakan mikrokontroller ATMEGA328P berbasis Web Service". Selanjutnya dilakukan oleh Redi Permata Hati (2018) membuat "Rancang bangun sistem pengontrol batch mixer pada industri minuman dengan metode PID berbasis arduino uno R3". Selanjutnya oleh, Yoanintatia Anjarsari Suryaningtyas (2013) membuat " Rancang bangun WLC berbasis Mikrokontroller atmega 8535". Selanjutnya oleh Mahdi Wahab Bintoro et al., (2014), membuat " Sistem otomasi pengisian dan penghitungan jumlah galon pada depot air isi ulang berbasis mikrokontroller atmega8535". Selanjutnya oleh, Sando Andre Simanullang et al., (2017) membuat " Sistem PID pengendali level ketinggian air berbasis Modbus/TCP-LCU dan IFCN-RTU. Berdasarkan hal tersebut diatas dan penelitian sebelumnya, maka penulis memutuskan untuk membuat penelitian dengan judul "Rancang Bangun Water Level Control (WLC) Otomatis dengan Proportional Valve Berbasis Mikrokontroller dan Kontrol PID ".

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental atau membuat alat.

Perancangan Hardware

1. Elektrikal (Modul Sistem Kendali)

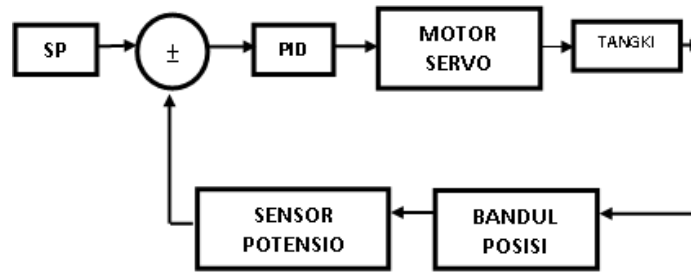
Dalam melakukan perancangan ini yang dilakukan yaitu : Membuat desain alat melalui aplikasi Eagle dan Proteus; Cetak dipapan PCB; Melarutkan; Pengeboran; Solder rangkaian elektronik; Pemotongan akrilik; dan Perakitan alat.

2. Mekanikal

Dalam melakukan perancangan ini yang dilakukan yaitu : Desain gambar sistem; Pengukuran dan pemotongan akrilik; Perakitan alat.

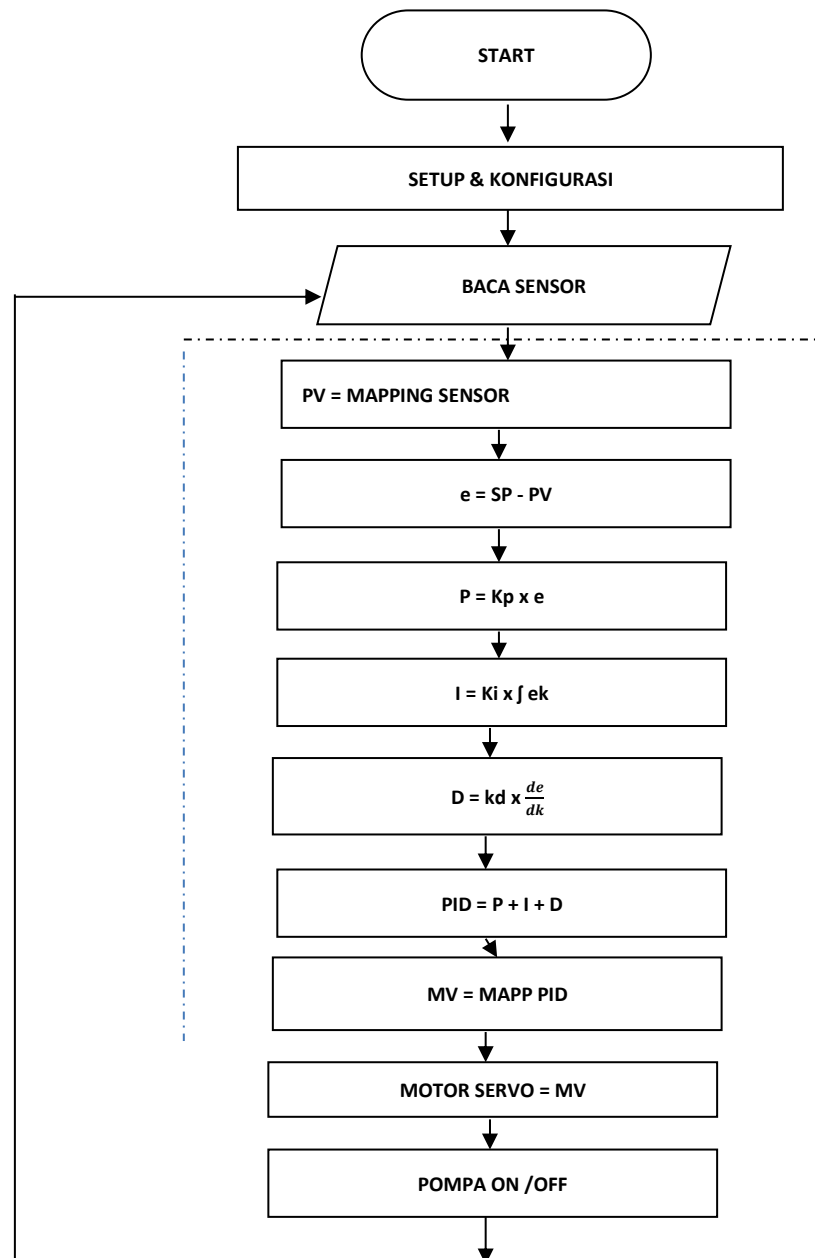
Konfigurasi Sistem

Perancangan sisitem di lakukan dalam dua tahap yaitu tahap perancangan water level controller dan tahapan perancangan modul sistem kendali. Pada perancangan water level controller terdapat komponen input sensor menggunakan potensiometer sebagai set point dan komponen output berupa pompa air untuk mengisi bak penampungan ketika air habis. Pada perancangan modul sistem kendali terdapat beberapa komponen terintegrasi diantaranya potensiometer sebagai pengatur batas atas dan batas bawah pada level air, relay sebagai saklar untuk mengaktifkan pompa air. Diagram blok dari rangkaian alat ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Block Sistem

Blok diagram sistem di atas adalah tipe close loop, dimana terdapat Set point (SP) untuk mengatur ketinggian set point yg ditentukan kemudian di proses dengan mikrokontroller dan akan meggerakkan motor servo sesuai set point dan sensor potensio pada tangki, dan proses akan terus mengulang/*looping*.



Gambar 2. Flowchart Sistem

Flowchart

Penjelasan pada flowchart Gambar 2 yaitu dengan start untuk memulai, dan setup & konfigurasi untuk mengsetting Set point yang di inginkan atau mengatur level airnya, kemudian di baca oleh sensor potensio, sensor dimapping menjadi PV, di proses di mikrokontroller dengan rumus PID, PID dimapping jadi MV, motor Servo bergerak Sesuai MV, akan mengaktifkan dan mematikan pompa sesuai posisi motor servo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui proses perancangan dan pembuatan system pengendalian level tangki air berbasis PID maka selanjutnya dilakukan proses pengujian sistem. Adapun hasil pembuatan dan pengujian system adalah sebagai berikut.

Tampilan Water Level Controller

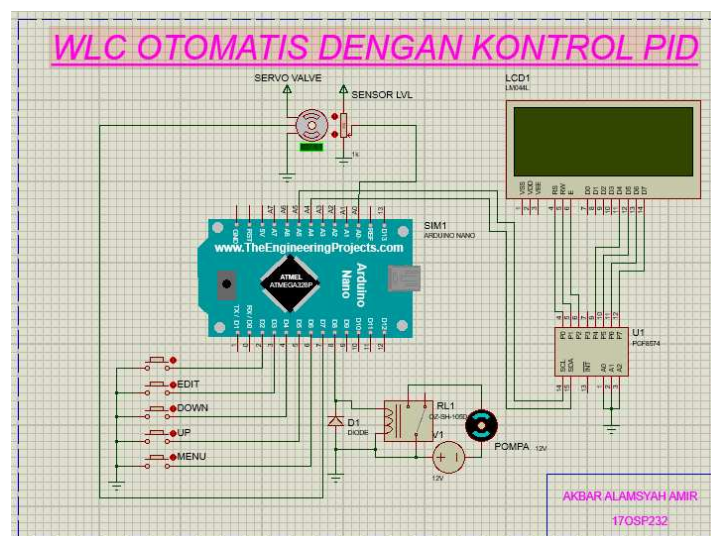
proses pembuatan system melalui beberapa tahap yakni pembuatan perangkat keras mekanik sistem, pembuatan perangkat keras elektronik sistem dan perangkat lunak pada Arduino IDE.



Gambar 3. Water Level Controller

Pada gambar 3, merupakan gambar alat yang telah selesai. WLC ini dibuat otomatis dan dapat mengontrol valve untuk mengatur level air. Wlc ini terdiri dari beberapa komponen yaitu arduino sebagai pusat pengontrolan, pontensio sebgai sensor level yang dicouple dengan bandul pelampung, valve/kran yang dicouple dengan servo sebagai pengatur nilai air yang keluar ke tangki, pompa dan beberapa pipa sebagai penyambung.

Hasil Pembuatan Perangkat Keras Elektronik Sistem

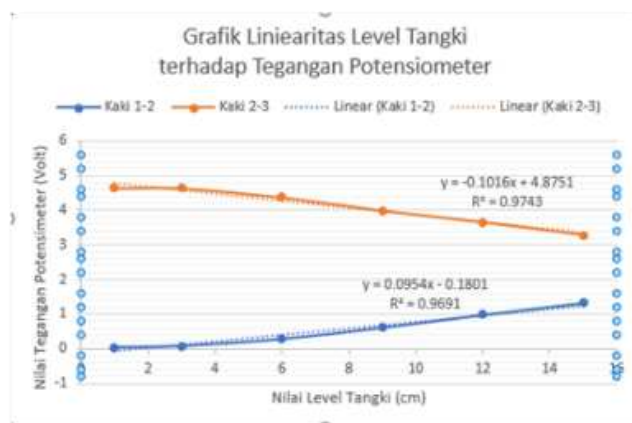


Gambar 4. Sistem wiring

Gambar 4. merupakan wiring dari *water level control* (WLC), wiring ini digunakan sebagai acuan untuk pembuatan perangkat keras alat.

Pembahasan**Tabel 1.** Nilai tegangan potensiometer pada sensor

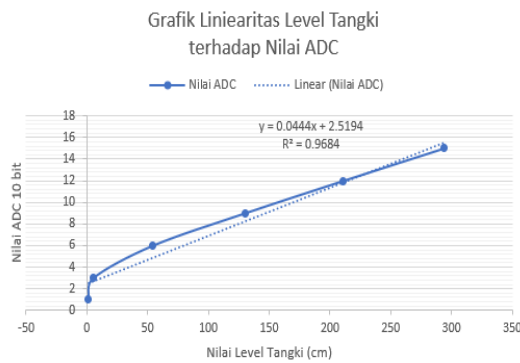
No.	Level Tangki (cm)	Nilai Tegangan Potensiometer (V)							
		Kaki 1-2				Kaki 2-3			
		1	2	3	Mean	1	2	3	Mean
1	1	0.08	0.04	0.009	0.043	4.62	4.66	4.63	4.64
2	3	0.04	0.04	0.15	0.077	4.62	4.67	4.62	4.64
3	6	0.24	0.37	0.22	0.277	4.37	4.38	4.36	4.37
4	9	0.58	0.7	0.54	0.607	4.02	4	3.95	3.99
5	12	0.95	1.05	0.94	0.98	3.66	3.64	3.67	3.66
6	15	1.33	1.33	1.32	1.327	3.28	3.31	3.27	3.29

**Gambar 5.** Grafik linearitas level tangki terhadap tegangan potensio

Pada gambar di atas adalah tahap pengujian tegangan pada kaki sensor terhadap perubahan dari ketinggian yang di tentukan pada tangki, dan di lakukan sebanyak 3 kali percobaan sehingga di dapatkan nilai rata rata seperti Gambar 5.

Tabel 2. Nilai ADC dari sensor level

Level Air (cm)	Nilai ADC				Nilai Level Acuan	Error (%)	Standar Deviasi (cm)	Akurasi (%)	Presisi (%)	Korelasi (%)
	1	2	3	Mean						
1	1	1	1	1	2.56	60.99	0	39.01	0	96.84
3	5	5	5	5	2.74	9.43	0	90.58	0	
6	53	54	55	54	4.92	21.98	1	78.03	1.85	
9	129	130	130	130	8.29	8.48	0.58	91.52	0.45	
12	210	212	211	211	11.89	0.87	1	99.13	0.47	
15	293	294	293	294	15.58	3.74	0.58	96.25	0.19	
Nilai Rata-rata						17.53	0.523	75.98	0.49	96.84



Gambar 6. Grafik linearitas level tangki terhadap nilai ADC

Pada gambar di atas dijelaskan dengan pengujian Ketinggian Level Air padan Tangki (cm) terhadap Nilai ADC yang terbaca oleh sensor, sehingga didapatkan nilai seperti yang tertera pada grafik Gambar 6.

Tabel 3. Pengujian Motor Servo

Nilai Setting pada Arduino	Nilai Aktual pada Motor dalam bentuk derajat($^{\circ}$ C)
0	0 $^{\circ}$
10	9 $^{\circ}$
20	20 $^{\circ}$
30	29 $^{\circ}$
40	39 $^{\circ}$
50	49 $^{\circ}$
60	60 $^{\circ}$
70	72 $^{\circ}$
80	81 $^{\circ}$
90	90 $^{\circ}$

Tabel di atas adalah hasil pengujian motor servo, posisi servo 0 (terbuka), sedangkan 90(Tertutup) kemudian di ukur menggunakan busur derajat secara manual sehingga di dapatkan nilai seperti pada table.

Tabel 4. Kondisi Pompa Air

Nilai Setting Arduino Untuk Motor	Kondisi pompa			
	ON		OFF	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)
0	11.72	1.30	0	0
10	11.73	1.30	0	0
20	11.72	1.30	0	0
30	11.74	1.29	0	0
40	11.72	1.28	0	0
50	11.76	1.25	0	0
60	11.80	1.13	0	0
70	11.86	1.00	0	0
80	11.90	0.90	0	0
90	11.91	0.90	0	0

Gambar di atas menjelaskan bahwa pompa air dapat bekerja dengan baik dengan di ujinya tegangan dan arus pada setiap kondisi keran/ valve.

KESIMPULAN

Alat ini dirancang dengan melalui beberapa tahapan yaitu pembuatan perangkat keras mekanik sistem, pembuatan perangkat keras elektronik sistem, dan pembuatan perangkat lunak sistem. Adapun untuk pembuatan sistem pada penelitian ini dibagi dalam tiga tahapan yaitu sistem input yang terdiri dari button, potensiometer (sensor level), untuk prosesnya menggunakan arduino dan outputnya menggunakan relay ke pompa, lcd, dan motor servo (valve). Adapun, berdasarkan nilai level acuan, dimana kita dapat mendapatkan nilai rata-rata error sebesar 17.53%, nilai rata-rata akurasi sebesar 75.98% $\pm 0.49\%$, dengan korelasi sebesar 96.8%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ali. Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol PID. Teknologi, 1 No. 1. 2004.
- [2] Y. Feri, Jepri. Perancangan Pengendali Pid Pada Proportional. Teknologi. 2014.
- [3] A.Hilal, S. Manan. Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak CCTV. 2013
- [4] M. Husnibes, A.Hidayat. Implementasi Wavecom Dalam Monitoring Beban Listrik. Teknologi, 9 No 1. 2019.
- [5] A.Ilfan. Automatic Water Level Control Berbasis. Teknologi Komunikasi. 2015.
- [6] R. W. Isma. Implementasi Pengendali Dua Posisi Berbasis Op-Amp Pada Water Level Controller Menggunakan Sensor Bandul Posisi. Teknologi.2019.
- [7] Khairuddin, M., Purwatiningsih, N., Panji, E., dan Prayoga, R. Water level control system using silicon controlled rectifier. Teknologi. 2019.
- [8] S. Sadi dan I. S. Putra, "Rancang Bangun Monitoring Ketinggian Air Dan Sistem Kontrol Pada Pintu Air Berbasis Arduino Dan Sms Gateway," Jurnal Teknik: Universitas Muhammadiyah Tangerang, Pp. 77-91, 2018.
- [9] P. D. Putra, "Prototype Sistem Monitoring Dan Pengontrolan Air Cooling Tower Berbasis Arduino Mega 2560," Digital Repository Universitas Jember, Pp. 1-59, 2017.
- [10] S. A. Hulukati dan I. A. Salihi, "Rancang Bangun Alat Wudhu Otomatis Berbasis Arduino Uno Di Mesjid Al – Ichsan Gorontalo," Dielektrika, Pp. 116-123, 2018.
- [11] Nurhaimi, A. Herlina dan M. Bachrudin, "Analisis Pengaturan Level Air Pada Degasifier Tank Unit 5 Dan 6 Paiton Menggunakan Metode Proportional Integratif Derivatif (Pid)," Tesla, Pp. 163-174, 2020.
- [12] S. B. Sudaryoto dan M. S. Zuhrie, S.Pd., M.T, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Ketinggian Air Bendungan Berbasis Fuzzy Logic Controller," Jurusan Teknik Elektro, Pp. 401-409, 2013.
- [13] N. Pratomo, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Pompa Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik," Pp. 1-17, 2020.
- [14] M. N. F. Muizz dan B. Suprianto, "Rancang Bangun Pengendalian Level Air Otomatis Pada Tangki Dengan Servo Valve Berbasis Pid Controller," Jurnal Teknik Elektro, Pp. 155-162, 2019.
- [15] S. A. Simanullang, P. S. Rudati dan . F. , "Sistem Pid Pengendali Level Ketinggian Air Berbasis ModbusTcp-Lcu Dan Industrial Field Control Node-Rtu," Teknik Elektro, Pp. 653-661, 2017.

Bidang: Teknik Elektro

Topik: Robotika dan Otomasi

RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI LEVEL SLAG PADA TEMPAT PENAMPUNGAN

Christoffher Marajang¹, Fachrur Razy Rahman², Yusdianto³

^{1,2,3} Politeknik Industri Logam Morowali

fauzyrahmantlipilm@gmail.com², ymalumbot@gmail.com³

ABSTRAK

Di perusahaan PT. Sulawesi Mining Investment (PT. SMI) terdapat beberapa area kerja seperti area *skimming*, area *furnace*, area *tapping*, dan lain-lain. Pada area *skimming* terdapat *bin slag*, *bin slag* ini merupakan tempat penampungan *slag* yang akan dibuang. Pada saat pengisian pada *bin slag*, pekerja tidak mengetahui *level slag* yang ada didalam *bin slag* tersebut, sehingga sering terjadi *miss* komunikasi antara operator yang mengarahkan *dump truck* dengan pekerja. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem informasi *level slag* pada tempat penampungan yang akan dapat mengetahui *level slag* yang berada didalam *bin slag* tersebut. Hasil akhir dari penelitian ini berupa lampu indikator yang akan memberitahukan informasi *level slag* kepada pekerja.

Kata kunci: *Slag, furnace, skimming, tapping, sensor ultrasonic.*

ABSTRACT

In the company PT. Sulawesi Mining Investment (PT. SMI) has several work areas such as the *skimming* area, *furnace* area, *tapping* area, and others. In the *skimming* area there is a *slag bin*, this *slag bin* is a place to collect *slag* that will be disposed of. When filling in the *slag bin*, workers do not know the level of *slag* in the *slag bin*, so there is often a *miss* of communication between the operator who directs the *dump truck* and the worker. This study aims to create a *slag level* information system in the shelter that will be able to determine the level of *slag* inside the *slag bin*. The final result of this research is in the form of an indicator light which will inform workers about the *slag level*.

Keywords: *Slag, furnace, skimming, tapping, ultrasonic sensor.*

PENDAHULUAN

Pengelolaan air pada tandon atau penampungan air sudah dikembangkan sebelumnya dengan sistem pelampung dan sistem *level switch*. Sistem pelampung biasanya berbentuk bola pelampung, bola pelampung yang akan mengatur buka-tutup air sesuai dengan *level* air dalam tandon. Sistem pelampung ini murni mekanis, saat *level* air dalam toren turun mencapai *level* terendah dari bola pelampung, maka alat ini secara mekanis akan membuka aliran air untuk pengisian. Bila *level* air sudah mencapai *level* ketinggian dari bola pelampung, maka aliran air akan ditutup secara mekanis juga [1].

Pada PT. Sulawesi Mining Investment (PT. SMI) Proses pemberitahuan *level slag* masih dilakukan dengan cara manual. Informasi *level slag* masih harus menunggu *bin slag* tersebut penuh lalu disampaikan ke operator *dump truck*. Metode yang dilakukan berdampak pada pengarahan operator *dump truck* ke *bin slag* yang sudah terisi penuh.

METODE PENELITIAN

Ada beberapa tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

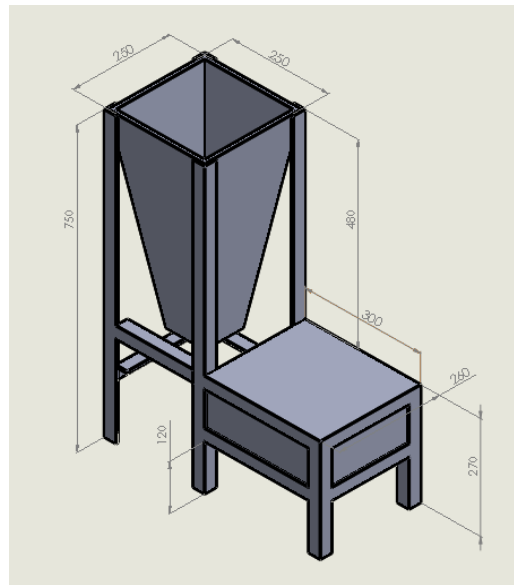
Perancangan Sistem Informasi *Level Slag*

Pada perancangan sistem informasi *level slag* terlebih dahulu menentukan sensor yang akan digunakan untuk

pembacaan *level* pada *bin slag*. Kemudian membuat program informasi *level slag* yang memiliki 3 kondisi yaitu *low*, *medium* dan *high*.

Perancangan miniatur dan pemasangan alat

Pada tahap ini dilakukan pembuatan desain miniatur *bin slag* yang akan dibuat kemudian melakukan pemasangan kerangka dan alat pada miniature sesuai desain.



Gambar 1. Desain miniatur

Kalibrasi Dan Pengujian Sistem Informasi Level Slag

Dalam hal ini, kalibrasi bertujuan untuk menentukan kebenaran dan keakuratan pembacaan sensor. Metoda dalam kalibrasi yang biasa digunakan antara lain : Perbandingan dengan menggunakan alat ukur standar dan simulasi sistem.

Untuk kalibrasi pembacaan sensor ultrasonic menggunakan metoda Perbandingan dengan menggunakan alat ukur standar. Alat ukur standar yang digunakan dalam membandingkan jarak yaitu meteran atau mistar. Adapun hasil kalibrasi dari sensor ultrasonik sebagai berikut :

Tabel 1. Data kalibrasi sensor

Pengukuran Mistar (cm)	Pengukuran Sensor (cm)	Pengukuran Mistar (cm)	Pengukuran Sensor (cm)
1	0	26	23
2	0	27	24
3	1	28	25
4	2	29	26
5	3	30	27
6	4	31	28
7	5	32	29
8	6	33	30
9	7	34	31
10	8	35	32
11	9	36	33
12	10	37	34
13	11	38	35

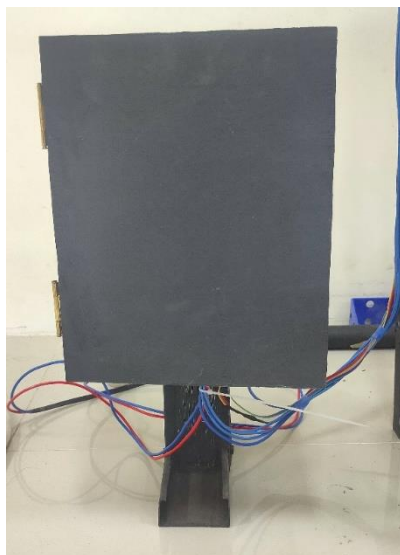
Pengukuran Mistar (cm)	Pengukuran Sensor (cm)	Pengukuran Mistar (cm)	Pengukuran Sensor (cm)
14	12	39	36
15	13	40	37
16	14	41	38
17	15	42	39
18	16	43	40
19	17	44	41
20	18	45	42
21	19	46	43
22	20	47	44
23	21	48	45
24	21	49	46
25	22	50	47

Pada tabel 1 dapat dilihat hasil kalibrasi antara mistar dengan sensor berbeda 2-3cm ini diakibatkan pembacaan sensor yang kurang spesifik sehingga pembacaan sensor berbeda dengan mistar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa data

Dari hasil perancangan dan penelitian yang berjudul rancang bangun sistem informasi *level slag* pada tempat penampungan maka dapat disajikan dalam bentuk fisik berupa alat dan miniatur.



(a)



(b)

Gambar 2. Bentuk fisik sistem : (a) panel kontrol (b) miniatur *bin slag*.

Gambar 2. merupakan bentuk fisik dari alat yang dibuat. Pada miniatur *bin slag* terdapat sensor ultrasonik sebagai sensor informasi *level slag* yang berada di dalam *bin slag* dan lampu indikator sebagai lampu informasi *level slag* yang berada didalam *bin slag* tersebut. Selain itu juga terdapat arduino uno sebagai mikrokontroller dan adaptor 12V sebagai *power supply* ke arduino.

Berikut tabel data pengukuran pada *bin slag*

Tabel 2. Kondisi *HIGH*

TINGGI	VOLUME		KONDISI
	Pengukuran	Perhitungan	
49	13.521,49	13.502	<i>HIGH</i>
48	13.073,71	13.016,37	<i>HIGH</i>
47	12.614,12	12.539,15	<i>HIGH</i>
46	12.180,58	12.070,34	<i>HIGH</i>
45	11.753,99	11.609,96	<i>HIGH</i>
44	11.316,73	11.158,01	<i>HIGH</i>
43	10.904,43	10.714,52	<i>HIGH</i>
42	10.482,23	10.279,49	<i>HIGH</i>
41	10.084,27	9.852,94	<i>HIGH</i>
40	9.693,30	9.434,88	<i>HIGH</i>
39	9.293,59	9.025,33	<i>HIGH</i>
38	8.917,03	8.624,30	<i>HIGH</i>
37	8.532,50	8.231,80	<i>HIGH</i>
36	8.170,39	7.847,86	<i>HIGH</i>
35	7.815,35	7.472,49	<i>HIGH</i>
34	7.453,50	7.105,70	<i>HIGH</i>
33	7.112,99	6.747,52	<i>HIGH</i>
32	6.797,34	6.397,96	<i>HIGH</i>
31	6.440,55	6.057,05	<i>HIGH</i>
30	6.121,76	5.724,80	<i>HIGH</i>
29	5.806,11	5.401,24	<i>HIGH</i>

Tabel 3. Kondisi *MEDIUM*

TINGGI	VOLUME		KONDISI
	Pengukuran	Perhitungan	
28	5.494,07	5086,39	<i>MEDIUM</i>
27	5.185,96	4780,28	<i>MEDIUM</i>
26	4.896,64	4482,93	<i>MEDIUM</i>
25	4.614,54	4194,36	<i>MEDIUM</i>
24	4.329,64	3914,61	<i>MEDIUM</i>
23	4.062,44	3643,71	<i>MEDIUM</i>
22	3.793,25	3381,69	<i>MEDIUM</i>
21	3.541,04	3128,58	<i>MEDIUM</i>
20	3.296,16	2884,43	<i>MEDIUM</i>
19	3.050,55	2649,27	<i>MEDIUM</i>
18	2.820,83	2423,14	<i>MEDIUM</i>
17	2.591,23	2206,09	<i>MEDIUM</i>
16	2.376,78	1998,18	<i>MEDIUM</i>
15	2.147,18	1799,45	<i>MEDIUM</i>

Tabel 4. Kondisi *LOW*

TINGGI	VOLUME		KONDISI
	Pengukuran	Perhitungan	
14	1.964,31	1609,97	<i>LOW</i>
13	1.772,86	1429,81	<i>LOW</i>
12	1.583,74	1259,04	<i>LOW</i>
11	1.407,98	1097,75	<i>LOW</i>
10	1.239,94	946,02	<i>LOW</i>
9	1.075,63	803,98	<i>LOW</i>
8	923,61	671,74	<i>LOW</i>
7	776,31	549,46	<i>LOW</i>
6	640,61	437,32	<i>LOW</i>
5	512,99	335,55	<i>LOW</i>
4	404,34	244,43	<i>LOW</i>
3	276,74	164,38	<i>LOW</i>
2	161,23	95,96	<i>LOW</i>
1	84,46	40,22	<i>LOW</i>
0	0	0	<i>LOW</i>

Dari hasil pengukuran dan perhitungan diatas dapat dilihat perbedaan nilai antara nilai pengukuran dan nilai perhitungan berbeda 300 sampai 400. Setiap kenaikan tinggi material selisih pembacaan nilai akan bertambah besar sedangkan setiap penurunan tinggi material selisih pembacaan nilai akan berkurang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan analisa data yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Sistem informasi yang dirancang menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi *level slag* dan memberikan 3 informasi kondisi yaitu *LOW*, *MEDIUM*, *HIGH*.
2. Dengan menggunakan miniatur *bin slag*, diatur ketinggian masing-masing level yaitu : *LOW* 0-15 cm, *MEDIUM* 15-30 cm, *HIGH* 30-45 cm. ketiga *level* tersebut memiliki indikator lampu hijau untuk *LOW*, kuning untuk *MEDIUM*, merah untuk *HIGH*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewanto, E., Yoseph, J., & Rif'an, M. (2018). Tandon Air Otomatis Dengan Sistem Monitoring Melalui Android Berbasis Arduino Uno. *AUTOCRACY: Jurnal Otomasi, Kendali, dan Aplikasi Industri*, 5(01), 8-16.

Bidang: Teknik Elektro

Topik: Robotika dan Otomasi

RANCANG BANGUN AUTO DOSING *COFFEE MAKER* BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN *SMARTPHONE*

Muhammad Fadil Abdillah¹, Taufik Muchtar², Lutfi³

^{1,2,3} Politeknik ATI Makassar

fadilscr@gmail.com¹, Taufik@atim.ac.id²

ABSTRAK

Mayoritas penduduk Indonesia menyukai minuman kopi sebagai hidangan penyemangat dan hidangan pada saat waktu bersantai. Minum kopi sudah menjadi gaya hidup bagi sebagian masyarakat Indonesia, menurut data Organisasi Kopi Internasional atau International Coffee Organization (ICO). Seiring menjamurnya kedai-kedai kopi di perkotaan, tingkat konsumsi kopi di kalangan kaum urban terus meningkat delapan persen setiap tahunnya. Aktivitas mengkonsumsi kopi bisa menghilangkan pikiran jenuh akibat kesibukan sehari-hari. Karena itu, kopi sangat bermanfaat bagi masyarakat khususnya para penikmat kopi. Namun dalam penyajian membuat minuman kopi di warung atau café masih menggunakan cara manual sehingga takaran rasa kopi sering tidak sesuai. Oleh karena itu dibuat alat auto dosing pembuat minuman kopi otomatis agar takaran minuman kopi yang dihasilkan memiliki rasa yang pas dan sama. Perancangan sistem pada alat pembuat minuman kopi otomatis dibantu menggunakan pompa 12v sebagai penyalur air dari wadah menuju ke gelas. LM35 sebagai pengatur suhu pada elemen pemanas. Modul Bluetooth HC-06 sebagai jalur koneksi antara Arduino dengan smartphone, dan power supply sebagai sumber. Sistem ini dikontrol oleh Mikrokontroler arduino UNO dan aplikasi MIT APP Inventor. Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan sistem mesin auto dosing pembuat kopi otomatis, alat ini dapat membuat kopi Caffe Latte dengan waktu rata-rata 185,5 detik dalam 3 pemesanan.

Kata kunci: Pompa 12v, LM35, Bluetooth HC-06, Aplikasi, Mikrokontroler Arduino UNO.

ABSTRACT

Indonesians love coffee as a meal of encouragement and a meal during leisure time. Coffee is a way of life for many Indonesians, with reference to international coffee or international coffee organization (ICO). As coffee houses in urban coffee levels among urban people continue to increase by eight percent each year. The pursuit of coffee can make the mind saturated by activities. Hence, coffee has benefited the general public in particular the coffee maker. But when it comes to serving a coffee drink in café, it still uses the manual way, so the coffee measure is often skewed. Hence, automatic coffee drinking auto dosing equipment was designed to give the resulting coffee drink to matching flavor. System design on automatic coffee beverage makers was helped to use a 12V water pump conduit from the container to the glass. LM35 as the temperature regulator on the heating element. HC-06 Bluetooth module as a link between arduino with smartphone, and power supply as a source of this system is controlled by microcontroller arduino uno and MIT APP inventor. Based on testing the overall auto dosing coffee maker system, it can produce an average of 185,5 seconds of coffee Latte.

Keywords: Pompa 12v, LM35, bluetooth HC-06, application, microcontroller arduino uno.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi menyebabkan peningkatan kualitas kehidupan yang saat ini sangat berperan aktif dalam kehidupan sehari-hari. Dimana penggunaan teknologi dalam bidang makanan dan minuman sangat sering digunakan. Salah satu contohnya yaitu pada kopi, kopi merupakan tanaman perkebunan strategis yang biasa dikonsumsi dalam bentuk minuman yang bersifat menyegarkan. Pada awal perkembangan kopi hanya sebatas diproduksi dan dikonsumsi di negara-negara Timur Tengah seperti Arab Saudi, tetapi sekarang meluas ke seluruh dunia dan banyak dikonsumsi di negara Eropa dan Amerika. Perkembangan kopi yang sangat pesat membuat minuman ini sudah menjadi bagian dari kebiasaan dan budaya

masyarakat pedesaan maupun perkotaan. Konsumis kopi berbeda dengan minuman lainnya, karena faktor ketenangan dan kefokusannya yang diperoleh tanpa efek samping seperti minuman beralkohol [1]. Cara pembuatan kopi secara manual dengan mencampurkan semua bahan-bahan seperti kopi, gula, dan diseduh dengan air hangat, cara pernakarannya terkadang kadang tidak sesuai karena rasa kopi yang dihasilkan berbeda-beda. Oleh sebab itu, akan dirancang alat pembuat dan sistem pencampur kopi otomatis, agar takaran rasa pada pembuatan minuman kopi bisa lebih pas atau sesuai yang diinginkan. Pada alat yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pembuat Kopi Otomatis Menggunakan Konveyor” yang dibuat oleh Irfan Nur Rosi menggunakan sensor cahaya LDR untuk mendeteksi keberadaan cangkir, dan menggunakan motor stepper, dan kran elektrik sebagai komponen pendukung untuk melengkapi alat. Ketika ada cangkir diletakkan di bawah kran, akan terjadi aksi alat yaitu wadah gula bergerak memutar untuk menuangkan gula, kemudian wadah kopi memutar untuk menuangkan kopi, dan air mengalir. Alat yang dibuat bisa beroperasi secara dikontrol oleh komputer atau manual dan juga bisa beroperasi secara otomatis. Pada penelitian tersebut masih banyak kelemahan yaitu cangkir dapat terjatuh, hanya dapat menggunakan gelas styrofoam, pencampuran tidak tepat sewaktu-waktu, dan lain-lainnya. Paparan di atas peneliti bermaksud mempermudah dalam pembuatan kopi dengan menggunakan aplikasi atau menggunakan smartphone pembuat kopi otomatis. Sistem ini sangat dibutuhkan seperti cafe, restoran, rumah kantor, mini market dan super market. Pada alat yang akan dibuat pada tugas akhir ini menggunakan sistem Auto Dosing yang dimana Auto Dosing itu sendiri merupakan sebuah alat automatic liquid pump dan mixing system, dengan bertujuan untuk mendapatkan pengukuran yang lebih akurat dari sebuah sistem kendali. Ketika gelas sudah diletakkan pada tempat yang telah disiapkan, pembuat kopi hanya akan menggunakan smartphone untuk menyesuaikan takaran yang diinginkan, dan Auto Dosing akan bekerja sesuai yang diinginkan dan tidak membutuhkan waktu yang lama. Berdasarkan hal tersebut di atas dan penelitian sebelumnya, maka penulis memutuskan untuk membuat penelitian dengan judul “Rancang Bangun Auto Dosing Coffee Maker Berbasis Arduino Menggunakan Smartphone”.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental atau membuat alat.

Teknik Perancangan dan Pengumpulan Data

1. Perancangan Hardware

a. Elektrikal (Modul Sistem Kendali)

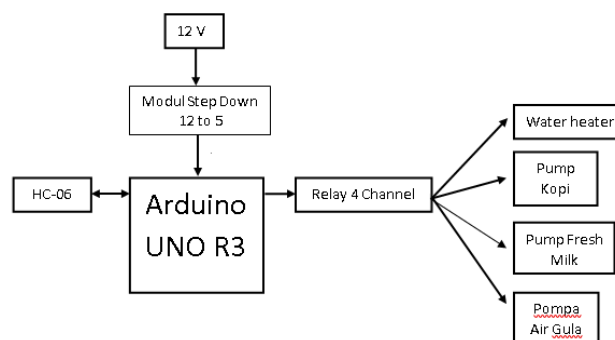
Dalam melakukan perancangan ini yang dilakukan yaitu :

- Membuat desain alat melalui aplikasi Proteus.
- Membuat wiring diagram di aplikasi fritzing.
- Memprogram melalui aplikasi Arduino.
- Solder rangkaian elektronik.
- Pemotongan akrilik
- Perakitan alat.

b. Mekanikal

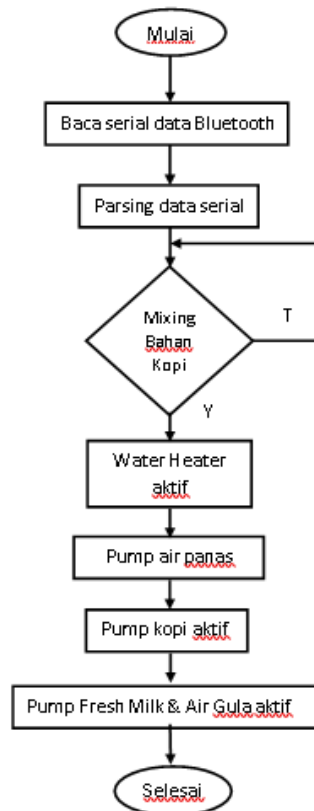
Dalam melakukan perancangan ini yang dilakukan yaitu :

- Desain Konfigurasi Sistem



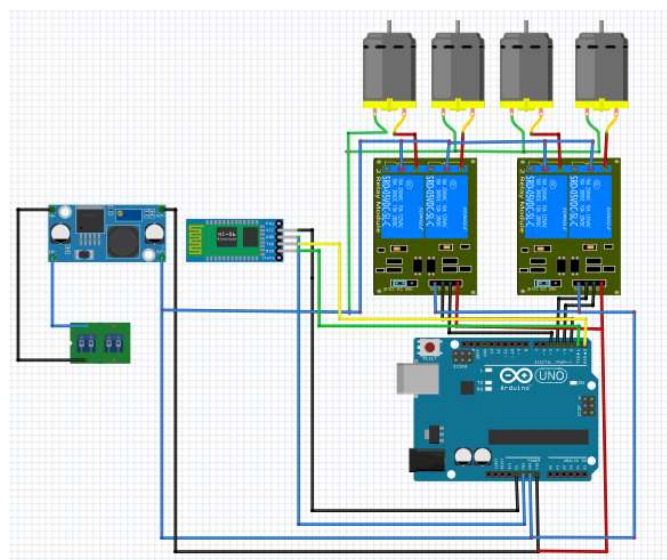
Gambar 1. Diagram Block Sistem

➤ Desain Flowchart



Gambar 2. Flowchart Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3. Wiring Mesin auto dosing pembuat kopi



Gambar 4. Mesin auto dosing pembuat kopi tampak depan

Pembahasan

Modul Relay digunakan untuk menjalankan fungsi logika, dimana yang berfungsi mengendalikan pompa air yang bertegangan besar dengan bantuan dari signal tegangan rendah yaitu stepdown. Modul HC-06 berfungsi sebagai penerima informasi dari smartphone yang kemudian diteruskan ke arduino guna menjalankan pompa air sesuai dari menu yang dipilih. Modul stepdown berperan untuk menurunkan tegangan dari power supply 12v ke tegangan 5v yang akan mengontrol laju atau kecepatan dari pompa agar dapat menyesuaikan kalibrasi dari cairan yang dibutuhkan. Power supply 12v berfungsi sebagai sumber penyuplai tegangan untuk menyalakan elemen pemanas, pompa dan Arduino.

Pada Gambar 4, sebuah pompa air 12v berperan sebagai penghisap air atau memompa air yang ada pada wadah penampungan yang kemudian dikeluarkan lewat selang. Elemen pemanas berperan sebagai pemanas air yang akan disalurkan oleh pompa menuju wadah kopi untuk menyeduh kopi bubuk yang digunakan agar mendapatkan kopi espresso.

Pengujian Alat

Tabel 1. Hasil pengujian kalibrasi pompa

No	Cairan	Waktu yang dibutuhkan (s)	Cairan yang dikeluarkan (ml)	Hasil Kalibrasi (%)
1	Air Panas	12s	140ml	98%
2	Kopi	6s	40ml	99%
		7s	50ml	99%
		8s	60ml	99%
3	Fresh Milk	11s	100ml	99%
4	Air Gula	5,5s	35ml	98%

Tabel 2. Hasil keseluruhan pengujian alat membuat caffe latte

Pompa Kopi	Waktu Pemanasan Air 200ml (65°)	Waktu Penyeduhan Kopi dengan Air panas 140ml	Pompa Fresh Milk 100ml	Pompa Air Gula 35ml	Waktu Keseluruhan
40ml (6 detik)	150 detik	12 detik	11 detik	5,5 detik	184,5 detik
50ml (7 detik)					185,5 detik
60ml (8 detik)					186,5 detik

Tabel 3. Hasil pengujian Bluetooth HC-06

Jarak	Keterangan	Koneksi ke mesin
5 m	Terdeteksi	Sukses
10 m	Terdeteksi	Sukses
15 m	Terdeteksi	Sukses
20 m	Sinyal Lemah	Sukses
25 m	Sinyal Lemah	Sukses
30 m	Tidak Terdeteksi	Gagal
35 m	Tidak Terdeteksi	Gagal

Tabel 4. Perbandingan alat dan pembuatan manual

Kategori	Alat Auto Dosing Coffe Maker	Pembuatan Manual Barista
Lama Waktu	185,5 detik	395 detik
Cita Rasa dengan Persen	80%	90%

KESIMPULAN

Hasil pengujian mesin auto dosing pembuat kopi otomatis dapat membuat kopi Caffe Latte dengan waktu rata-rata 185,5 detik dalam 3 varian jumlah kopi pemesanan. Jarak ideal koneksi modul bluetooth HC-06 di ruangan terbuka atau tanpa penghalang adalah 5-25 meter sedangkan jarak ideal koneksi modul bluetooth HC-06 adalah 5-15 meter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih banyak kami sampaikan kepada Bapak Ir. Muhammad Basri, MM sebagai Direktur Politeknik ATI Makassar, Ibu Atikah, S.T., M. Eng. Sc. selaku Ketua Jurusan/Prodi Otomasi Sistem Permesinan, dan seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini. Terima kasih banyak juga kepada seluruh panitia SNTI VII Politeknik ATI Makassar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfianur. 2019. Upaya International coffee organization (ICO) dalam mendorong produk kopi Indonesia untuk bersaing di pasar Internasional, jurnal. Mahasiswa Program S1 Ilmu Hubungan Internasional, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Mulawarman, Samarinda.
- [2] Ahmadi, Ahmad. 2010. Ilmu pendidikan. Jakarta : Rineka Cipta
- [3] Akhmad Dharma Kasman. 2015. Trik Kolaborasi Android dengan PHP & MySQL. Jogjakarta: Loko Media
- [4] Kadir, Abdul. 2013. Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- [5] Nasution. 2011. Metode Research Penelitian Ilmiah. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- [6] Nur Rosi, Irfan. 2017. Rancang bangun alat pembuat minuman kopi otomatis Menggunakan konveyor. Program Studi D3 Mekatronika, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura. Jawa Timur

**Bidang: Otomasi Sistem Permesinan
Instrumentasi Industri**

Topik: Sistem Kontrol, Aplikasi dan

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGGERAK PINTU PENAMPUNGAN KOKAS MENGGUNAKAN SILINDER PNEUMATIK

Muhammad Asmin¹, Fachrur Razy Rahman², Yusdianto³
^{1,2,3} Politeknik Industri ogam Morowali
asminjoker@gmail.com¹, fauzyrahmantlipilm@gmail.com²,
ymalumbot@gmail.com³

ABSTRAK

Program Magang Industri (PMI) dilakukan pada semester 4 dan 5 di PT.IRNC Departemen Pyroelectric dengan kurun waktu 1 tahun di mulai pada tanggal 03.03.2019 sampai dengan tanggal 03.03.2020. pada saat melakukan kegiatan PMI terdapat masalah pada proses penyaluran kokas pada bagian penampungan, kadang saat proses *loading* oleh mobil *dump truck* kokas berjatuhan hal ini menjadi salah satu permasalahan yang cukup serius karena dapat mengganggu efisiensi dan efektivitas kerja operator saat proses produksi kokas.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe penampungan kokas menggunakan penggerak pintu penampungan silinder pneumatik. Penelitian dilaksanakan pada bulan maret 2020 sampai dengan bulan agustus 2020, penelitian dilaksanakan di Kampus Politeknik Industri Logam Morowali tepatnya di Laboratorium dan Workshop Prodi Teknik Listrik dan Instalasi.

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa teknik. Subjek penelitian yang digunakan yaitu pasir untuk menggantikan peran kokas pada industri. Teknik analisis data yang digunakan teknik pengumpulan data yaitu observasi laboratorium menggunakan instrumen pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem elektro pneumatik yang digunakan pada alat bekerja dengan baik dengan menggunakan sensor proximity induktif untuk mendeteksi benda berbahan logam dan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian pasir pada penampungan kecil.

Kata kunci: Pasir, sensor, proximity, induktif, ultrasonik.

ABSTRACT

Industrial Internship Program (IIP) conducted in semesters 4 and 5 in PT.IRNC Departement Pyroelectric with a period of 1 year starting on the date 03.03.2019 up to date 03.03.2020 when doing activities IAP there is a problem in the process of distributing coke to the reservoir. Sometimes during processing loading by a coke dump truck falling this has become a serious problem because it can interfere with the efficiency and effectiveness of the operator's work during the coke production process.

This study aims to make a prototype coke storage using a pneumatic cylinder shelter door drive. The research was conducted in March 2020 until August 2020, research was carried out in campus Politeknik Industri Logam Morowali to be precise in laboratories and workshops of Electrical engineering and installation study program.

This research uses engineering methods. The research subject used is sand to replace the role of coke in the industry. Data analysis techniques, namely laboratory observation using testing instruments. The results showed that the pneumatic electro system used on the tool works well by using an inductive proximity sensor to detect metal objects and ultrasonic sensors to measure the height of the sand in small reservoirs..

Keywords: Sand, inductive, proximity, sensor, ultrasonic.

PENDAHULUAN

Kokas adalah bahan baku berkadar karbon tinggi dan berkadar pengotor rendah, yang dibuat dengan cara memanaskan batubara tanpa udara. (suyatno. Dkk)

Kokas sebagai bahan baku proses pembuatan baja di dalam blast furnace, kokas dihasilkan dari pemanasan batubara jenis coking coal. Coking coal adalah batubara yang ketika dipanaskan pada temperatur tinggi tanpa udara mengalami tahapan plastis sementara, yaitu secara berurutan mengalami pelunakan, pengembangan, dan memadat kembali menjadi kokas. (Yustanti, 2012)

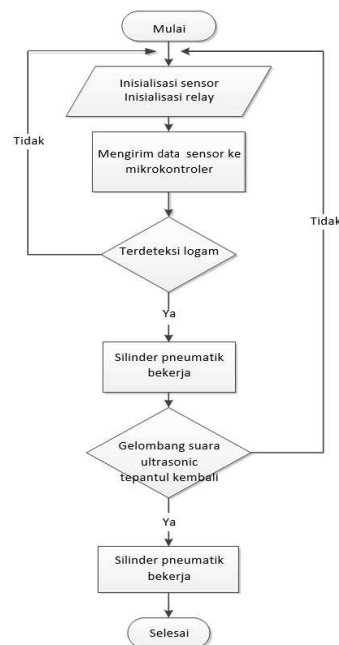
Tempat penampungan kokas merupakan salah satu area penting yang mendapat perhatian khusus di departemen pyroelectric, PT. Indonesi Ruipui Nikel And Chrom Alloy (PT.IRNC). Hal ini di karenakan setelah batu bara halus melalui proses pembentukan, pembakaran hingga penyiraman maka kokas akan di tempatkan pada penampungan khusus. Kokas yang kadang berjatuhan saat proses loading oleh mobil dump truck (DT), menjadi salah satu permasalahan yang cukup serius karena dapat mengganggu efisiensi dan efektivitas kerja operator saat proses produksi kokas.

Sehubungan dengan masalah tersebut maka di usulkan untuk membuat prototipe alat penampungan kokas yang dapat membuka atau menutup secara otomatis ketika proses loading kokas berlangsung.

METODE PENELITIAN

Perancangan Prototipe Penggerak “Pintu” Penampungan Kokas Menggunakan Silinder pneumatik

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang perancangan sistem alat yang akan diteliti yang menggunakan sistem elektropneumatik. Pada perancangan sistem dari penggerak “pintu” penampungan kokas menggunakan silinder pneumatik yang dapat dilihat dari flowchart berikut:



Gambar 1. Flowchart perancangan sistem

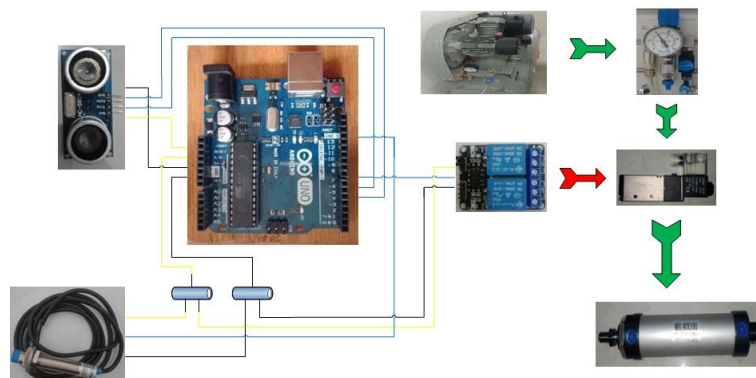
Dari Gambar 1 dapat dilihat perancangan sistem, dari perancangan sistem diatas dapat dijelaskan bagaimana perancangan dari penggerak “pintu” penampungan kokas menggunakan silinder pneumatik dapat bekerja. Keadaan pertama sensor akan mendeteksi keberadaan logam (ya) kemudian silinder pneumatik bekerja. Sensor ultrasonik memancarkan gelombang suara (terpantul kembali) dan penampungan akan tertutup. Keadaan kedua sensor akan mendeteksi logam (tidak) maka silinder pneumatik tidak akan bekerja.

Pembuatan

Pada perancangan sistem yang dilakukan pada saat melakukan proses pemasang kabel antara komponen dan pemasangan selang udara antara alat harus mengacu pada desain sistem yang telah dibuat agar tidak terjadi kesalahan pada waktu proses pemasangan kabel dan selang udara berlangsung.

Pada proses pemasangan kabel dapat dilihat pada Gambar 2.6, sensor proximity induktif berfungsi sebagai input pendeteksi logam pada bagian Voutny terhubung pada pin DI/O (Digital Input / Output) nomor 13 pada arduino uno, sensor ultrasonik

berfungsi sebagai pengukur volume pada penampungan pada bagian Trig terhubung pada pin DI/O (Digital Input / Output) nomor 5 pada arduino uno untuk bagian Echo terhubung pada pin DI/O (Digital Input / Output) nomor 4 pada arduino uno. Kemudian pin DI/O (Digital Input / Output) nomor 7 terhubung pada modul relay 2 chanel 5V, Modul relay 2 chanel 5V berfungsi sebagai saklar untuk mengaktifkan solenoid valve.



Gambar 2. Pemasang kabel dan selang udara

Pada proses pemasangan selang udara dapat dilihat pada Gambar 2.6, sumber udara menggunakan kompresor kemudian dihubungkan ke regulator, solenoid valve berfungsi sebagai pengatur udara masuk dan keluar beban (silinder pneumatik) yang lubang masukannya terhubung ke regulator kemudian dua lubang keluarannya terhubung ke beban (silinder pneumatik) sehingga silinder pneumatik dapat maju dan mundur.

Pengujian Sistem Dan Pengambilan Data

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan. Pengambilan data dan analisa pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

➤ Pengujian sistem

Tabel 1. Relay

No.	Kondisi <i>relay</i>	Suplay 220V	Nilai pembacaan <i>relay</i>
1	Relay aktif	Ada	1
2	Relay tidak aktif	Tidak ada	0

Pada Tabel 2 dapat dilihat nilai pembacaan pada relay ketika mendapat suplai masukan 220V adalah 1 yang berarti relay dalam keadaan aktif dan ketika tidak mendapat suplai 220V nilai pembacaan pada relay adalah 0 yang berarti relay tidak aktif.

Tabel 2. Sensor proximity induktif

No.	Kondisi	Pembacaan sensor	Sensor proximity induktif
1	Tidak terdeteksi logam	<i>Low</i>	Tidak aktif
2	Terdeteksi logam	<i>High</i>	Aktif

Pada Tabel 2 dapat dilihat pembacaan sensor proximity induktif ketika sensor *proximity induktif* mendeteksi logam adalah High yang berarti sensor *proximity induktif* dalam keadaan aktif dan ketika sensor proximity induktif tidak mendeteksi logam adalah Low yang berarti sensor *proximity induktif* dalam keadaan tidak aktif.

Tabel 3. Sensor ultrasonik

No.	Kondisi gelombang ultrasonik	Nilai frekuensi (kHz)	Nilai pembacaan sensor	Sensor ultrasonik
1	Terpantul	40	1	Aktif
2	Tidak terpantul	0	0	Tidak aktif

Pada Tabel 3 dapat dilihat pembacaan sensor ultrasonik ketika sensor ultrasonik memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz adalah 1 yang berarti sensor ultrasonik dalam keadaan aktif dan ketika sensor ultrasonik tidak memancarkan gelombang ultrasonik adalah 0 yang berarti sensor ultrasonik dalam keadaan tidak aktif.

➤ Pengambilan data

Dalam pelaksanaan penelitian diperlukan suatu penampungan yang nantinya akan diketahui jarak dan volume pasir yang ada didalamnya.



Gambar 3. Penampungan yang digunakan pada penelitian

untuk mencari nilai dari volume pasir menggunakan rumus:

$$V = p. l. t \quad (1)$$

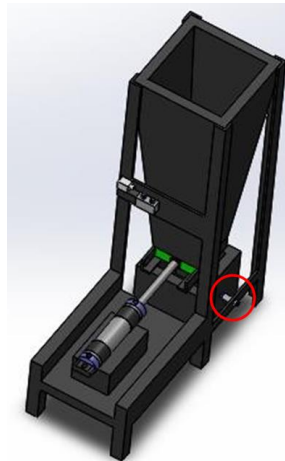
Ket:

p = panjang penampungan

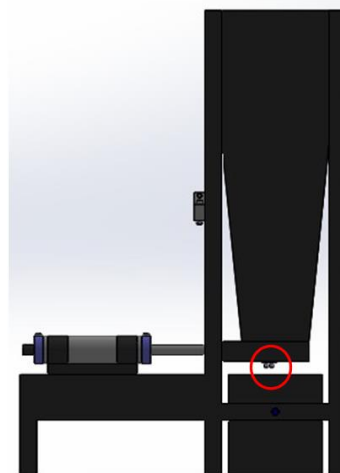
l = lebar penampungan

t = tinggi pasir

No.	Sensor Ultrasonik (cm)	Tinggi Pasir (cm)	Volume Pasir (cm ³)
1	< 7	16,5	4274
2	< 8	14,8	3.833,20
3	< 9	14,2	3.677,80
4	< 10	12	3.108
5	< 11	11,5	2.978,50
6	< 12	10,9	2.823,10
7	< 13	10	2.590
8	< 14	8,8	2.279,20
9	< 15	7	1.813
10	< 16	5,8	1.502,20



Gambar 4. Tampak sensor Proximity induktif



Gambar 5. Tampak sensor ultrasonik

Untuk proses pembukaan pada pintu penampungan terjadi apabila sensor logam mendeteksi keberadaan logam dan kemudian pintu penampungan tertutup kembali apabila sensor ultrasonik mendeteksi ketinggian pasir pada penampungan bahwa sudah terisi penuh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Penggerak “Pintu” Penampungan Kokas Menggunakan Silinder Pneumatik” diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem elektro pneumatik yang digunakan bekerja dengan baik
2. Dengan menggunakan sensor proximity induktif dan sensor ultrasonik maka sistem dapat mengatur buka tutup pintu penampungan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yustanti, E. (2012). Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Pencampuran Batubara Coking Dengan Batubara Lignite Hasil Karbonisasi Sebagai Bahan Pembuatan Kokas, 15.

Bidang: Teknik Elektro

Topik: Robotika dan Otomasi

RANCANG BANGUN ALAT PEMANGGANG DAGING DENGAN KENDALI SMARTPHONE BERBASIS MIKROKONTROLER

Akmal Asaf¹, Wahida², dan Mutmainnah³

^{1, 2, 3} Politeknik ATI Makassar

akmalasaf99@gmail.com¹, idamuis1994@gmail.com², mutmainnah@atim.ac.id³

ABSTRAK

Saat ini bidang kuliner sedang berkembang pesat seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan sosial media serta perkembangan teknologi dibidang kuliner. Salah satu proses dalam kuliner yang membutuhkan tenaga extra adalah proses pemanggangan secara konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan proses pemanggangan pada pelaku usaha yang bergerak dibidang usaha gastronomi dan juga dapat digunakan oleh masyarakat pada saat acara keluarga atau acara tertentu. penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan melalui dua tahap yaitu tahap simulasi alat serta tahap pengujian. Hasil dari penelitian ini menampilkan kinerja sensor suhu untuk membaca suhu bak pemanggang sehingga dapat memonitoring suhu bak melalui smartphone dan ketika panas bara api pada bak kurang dari atau sama dengan 150° kipas angin berputar sedangkan jika suhu di bawah 100° Buzzer akan berbunyi untuk menandakan bahwa suhu bak bara api kurang dari 100° . Data yang dihasilkan oleh sensor suhu cukup akurat karena error hanya sebesar 0,89% untuk pengukuran suhu diluar ruangan, 0,95 % didalam ruangan sedangkan untuk suhu pada bara api memiliki error sebesar 0,27 %. Pada Monitoring Suhu menggunakan sensor Thermocouple type K sebagai pendeteksi suhu dan Modul HC-05 sebagai koneksi Bluetooth pada alat pemanggang daging.

Kata kunci: Alat pemanggang, mlt app inventor, *bluetotth* HC-05, mikrokontroler, motor DC.

ABSTRACT

Currently the culinary field is growing rapidly along with the development of information technology and social media as well as technological developments in the culinary field. One of the culinary processes that requires extra energy is the conventional roasting process. This study aims to facilitate the roasting process for business actors engaged in the gastronomic business and can also be used by the community at family events or certain events. This research is an experimental research which is carried out in two stages, namely the simulation stage of the tool and the testing phase. The results of this study show the performance of the temperature sensor to read the temperature of the roasting bath so that it can monitor the temperature of the tub via a smartphone and when the hot coals in the tub are less than or equal to 150 ° the fan rotates, while if the temperature is below 100 ° the Buzzer will sound to indicate that the temperature of the coal bath is less than 100 °. The data generated by the temperature sensor is quite accurate because the error is only 0.89% for outdoor temperature measurements, 0.95% indoors, while for temperatures on coals it has an error of 0.27%. Temperature Monitoring uses a Thermocouple type K sensor as a temperature detector and the HC-05 Module as a Bluetooth connection to a meat grill.

Keywords: Toaster, mlt app inventor, bluetooth HC-05, microcontroller, DC.

PENDAHULUAN

Masakan kuliner Indonesia merupakan suatu bentuk pencerminan terhadap beragam budaya dan tradisi dari masing-masing pulau yang berada di sepanjang gugusan Sabang hingga Marauke. Masakan kuliner Indonesia juga memegang peranan penting dalam budaya nasional Indonesia, secara umum makanan-makanan ini memiliki cita rasa yang khas serta kaya akan bumbu yang berasal dari rempah-rempah yang berkualitas tinggi khas kuliner Indonesia. Mengingat perkembangan teknologi kendali di bidang industri pada saat ini sangat pesat, namun perkembangan tersebut belum terlihat di bidang industri yang memanfaatkan energi konvensional misalnya pada alat pemanggang yang biasa digunakan pada usaha kuliner. (Azwardi dan Suciati, 2015)

Kuliner masakan di dunia sangatlah beragam bahan bakunya. Bahan baku ini terdapat bahan baku alami dan bahan baku buatan. Dengan adanya kekayaan bahan baku ini maka cara pengolahannya pun beragam pula mulai dari pemotongan, pelunakan, pemerasan, fermentasi, pengeringan dan pemasakan. Pemasakan adalah salah satu cara pengolahan kuliner yang dapat dilakukan dengan berbagai macam teknik, seperti perebusan, pendidihan, penggorengan, pengukusan atau dengan pemanggangan. Teknik pemangganganpun terdapat beberapa jenis, salah satunya adalah teknik pemanggangan *grilling*.

Grilling merupakan pembakaran atau pemanggangan dengan kontak langsung antara bahan dengan sumber api. Perbedaan metode ini dibanding dengan teknik yang lain ialah penggunaan suhu grilling yang lebih tinggi karena sumber api diletakkan langsung di bawah bahan. Selain itu, metode ini menggunakan grill sebagai alat bantu berupa jeruji kawat atau rangkaian kawat untuk menghantarkan panas. Jenis produk pangan yang umumnya menggunakan teknik ini adalah daging merah, daging unggas, dan ikan. Kisaran suhu untuk proses grilling adalah 130-170°C (Yunus, 2002) atau tergantung pada bahan pangan dan tingkat kematangan yang diharapkan.

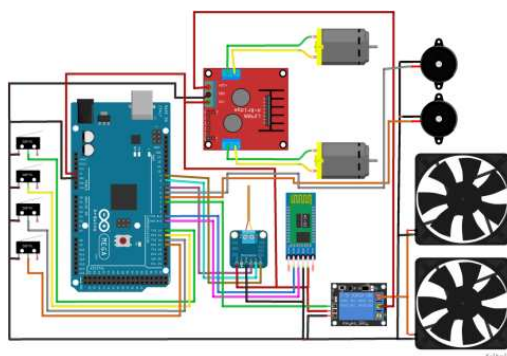
Pada teknik pemanggangan dengan metode grilling dengan sumber api yang terbuka dan dapat menghantarkan panas pada rangka pemanggang yang sering digunakan pada pelaku usaha kuliner di mana hal itu dapat mengakibatkan terjadinya resiko kebakaran pada kulit dan asap pemanggang yang mengganggu serta dapat berbahaya bagi tubuh apabila asap dari pemanggang terhirup ke dalam tubuh. Resiko terluka pada kulit juga bisa terjadi pada saat proses mebalik permukaan daging atau baha makanan yang dipanggang memerlukan proses yang lama karena mebalik daging atau bahan dilakukan dengan cara satu persatu sehingga berisiko bersentuhnya kulit dengan alat pemanggang yang telah menghantarkan panas dari sumber api

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan April 2020 sampai 10 Agustus 2020 di Kec. Minasa tene, Kab. Pangkep Sulawesi Selatan. Jenis penelitian ini merupakan penelitian experimental yang dilakukan melalui tahap simulasi serta tahap pengujian. Tahapan pengumpulan data dalam penelitian ini berupa pengumpulan referensi dan perancangan mekanikal. Pada tahap pengupulan referensi yaitu melakukan observasi langsung pada usaha kuliner mengenai bentuk alat pemanggang yang digunakan dan metode yang digunakan pada proses pemanggangan. Pada tahap perancangan mekanikal dibuat rangka pemanggangan yang dapat dikontrol menggunakan *Samrtphone* (*hardware*) serta aplikasi pada *smartphone* (*software*). Data yang diperoleh dari penelitian ini yaitu uji kinerja sensor *Thermocouple* max 6675 Type k, Uji kinerja *transmitter* dan *Receiver* pada module *Bluetooth* HC-05 serta uji kinerja keseluruhan alat Pemanggang daging dengan kendali *smartphone* berbasis mikrokontroler.

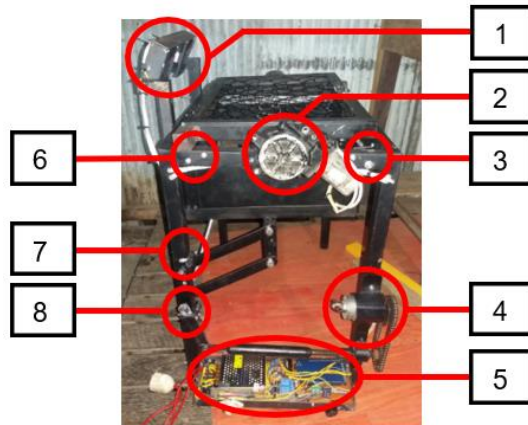
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian



Gambar 1. Wiring keseluruhan sistem

Skema rangkaian pada Gambar 1 menggunakan supplay tegangan 5V untuk mengaktifkan mikrokontroller, module Bluetooth HC-05 untuk komunikais, dan Thermocouple Max 6675 untuk monitoring suhu, selain sumber 5V, pada rangkaian juga menggunakan supply tegangan 12 V untuk mengaktifkan module driver motor (L298N) serta Power window dan Motor DC 12 V. Limit Switch sebagai input masukan pada mikrokontroller untuk mengubah kinerja motor DC yang awalnya berputar berlawanan arah jarum jam menjadi searah jarum jam, itu disebabkan oleh module driver motor (L298N) yang mengubah logika input 1 dan input 2 pada motor DC. Sama halnya dengan Power window yang digerakkan oleh motor driver yang mengubah polaritas pada Power window untuk mengubah arah putaran pada Power window.



Gambar 2. Bagian-bagian alat pemanggang daging

Gambar 2 merupakan bagian-bagian komponen yang menggerakkan alat pemanggang sehingga dapat bekerja, komponen-komponen ini bekerja sesuai program yang telah dikirim ke mikrokontroller. Input yang diolah oleh mikrokontroller dari smartphone melalui komunikasi *bluetooth* yang diterima oleh module *Bluetooth* HC-05 menggerakkan komponen sesuai perintah program yang telah dibuat dan module *Bluetooth* HC-05 juga mengirim data yang didapatkan oleh sensor thermocouple max 6675 Type K ke *smartphone* yang telah diolah oleh mikrokontroller.

- (1) Kipas 2 Unit
- (2) Motor 12 volt DC (Power Window)
- (3) Limit switch 3
- (4) Motor 12 volt DC
- (5) *Board* Kontrol
- (6) Limit switch 4
- (7) Limit switch 2
- (8) Limit switch 1



Gambar 3. Tampilan aplikasi

Gambar 3 merupakan tampilan dari software atau aplikasi yang telah didesain pada website Mit App inventor agar *smartphone* dapat mengontrol alat secara otomatis maupun manual.

Pembahasan

Terdapat sebuah skenario pengumpulan dan pengujian Keseluruhan sistem yang terdiri dari dua tahap pengujian, yakni:

Pengujian Sistem Kendali Manual

Tahap Pengujian sistem kendali manual ini menggunakan supply tegangan 12 Volt untuk mengaktifkan aktuator sehingga menggerakkan alat pemanggang. Untuk rangkaian kontrol diberi supply tegangan 5 Volt agar dapat mengontrol aktuator sehingga alat dapat bekerja. Rangkaian kontrol ini mengaktifkan komponen-komponen pada alat sehingga *smartphone* dapat mengirim data ke mikrokontroler dan *smartphone* juga dapat memonitoring suhu pada bak bara api.

Tabel 1. Sistem kendali manual

Tmbl	kondisi	LS 1	LS 2	LS 3	LS 4	Pergerakan Bak Bara Api	Pergerakan wadah Panggang
UP	1	0	1	0	1	Diam	Diam
	2	1	0	0	1	Turun	Diam
	3	1	0	1	0	Diam	Kekanan
	4	0	1	1	0	Naik	Diam
Down	1	0	1	1	0	Diam	Diam
	2	1	0	1	0	Turun	Diam
	3	1	0	0	1	Diam	Kekiri
	4	0	1	0	1	Naik	Diam

Ketika Tmbl (Tombol) UP yang tersedia pada aplikasi *smartphone* tertekan, Sesuai data pada Tabel 1 bluetotth HC-05 menerima data bernilai 1 dan akan dikelola oleh mikrokontroler sehingga menggerakkan aktuator pada alat pemanggang daging sesuai tabel diatas. Ketika LS (Limit Switch) bernilai 1, artinya Limit switch dalam keadaan tertekan sedangkan Ketika Limit Switch bernilai 0, artinya Limit switch dalam keadaan tidak tertekan. Ketika Tombol UP tidak tertekan maka akan mengirim data 0 maka kondisi aktuator tidak bekerja atau bak bara api dan wadah pemanggang dalam kondisi diam. Sama halnya dengan Tombol Down yang membedakan hanyalah putran pada power window. Ketika Tombol UP ditekan maka *smartphone* mengirimkan data 1, maka power window bergerak searah jarum jam dan ketika Tombol Down ditekan maka *smartphone* mengirimkan data

Pengujian Sistem Kendali Otomatis

Pada pengujian sistem kendali otomatis ini supply tegangan sama dengan pengujian sistem kendali manual. Pengujian ini menggunakan timer untuk mengirim data ke mikrokontroler sehingga dapat mengendalikan aktuator pada alat pemanggang.

Tabel 2. Sistem Kendali otomatis

Data Terkirim	Kondisi	LS 1	LS 2	LS 3	LS 4	Pergerakan Bak Bara Api	Pergerakan wadah Panggang
1	1	0	1	0	1	Diam	Diam
	2	1	0	0	1	Turun	Diam
	3	1	0	1	0	Diam	Kekanan
	4	0	1	1	0	Naik	Diam
3	1	0	1	1	0	Diam	Diam
	2	1	0	1	0	Turun	Turun
	3	1	0	0	1	Diam	Diam
	4	0	1	0	1	Berhenti	Naik

Berdasarkan Tabel 2 jika data terkirim berjumlah 1 maka pergerakan aktuator sesuai dengan data pada tabel . ketika kondisi 1 maka bak bara api dan wadah pemanggang dalam keadaan diam, ketika kondisi 2 maka bak bara

api turun sedangkan wadah pemanggang masih dalam keadaan diam, ketika kondisi 3 maka bak bara api diam menunggu wadah pemanggang bergerak kekanan sehingga mencapai kondisi 4, pada kondisi ini bak bara api bergerak naik sehingga kembali ke kondisi awal atau kondisi 1 sehingga bak bara api dan wadah pemanggang dalam keadaan diam. Sama hal nya jika data yang terkirim berjumlah 3 maka pergerakan bak bara api dan wadah pemanggang akan mengikuti pergerakan sesuai data pada tabel.

KESIMPULAN

Alat pemanggang daging dengan kendali smartphone ini memerlukan mikrokontroler arduino AT Mega 2560 sebagai pusat pengendali dan memiliki komponen pendukung seperti Module Bluetooth HC-05 sebagai komunikasi antara mikrokontroler dengan smartphone serta sensor *thermocouple* max 6675 type k sebagai pembacaan suhu pada bak pemanggang. Hasil dari penelitian ini yaitu *smartphone* dapat mengendalikan alat secara manual maupun otomatis serta menampilkan kinerja sensor suhu untuk membaca suhu bak pemanggang sehingga dapat *memonitoring* suhu bak melalui *smartphone*, ketika panas pada bak bara api kurang dari atau sama dengan 150° kipas angin akan berputar sedangkan jika suhu di bawah 100° Buzzer akan berbunyi untuk menandakan bahwa suhu bak bara api kurang dari 100° C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Berilah kalimat singkat tentang ucapan terima kasih di bagian ini sehingga makalah ini dapat diajukan dalam seminar ini. Bagian ini tidak harus ada dalam makalah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Antoni M, Sulistiyowati I. 2019. Sistem Kemudi Menggunakan Smartphone Android Pada Prototype Mobil Listrik Umsida Berbasis. Jurnal Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektrouniversitas Muhammadiyah
- [2] Arifin J, Zulita L, Hermawansyah. 2016. Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. Jurnal Media Infotama Vol. 12 No. 1
- [3] Gultom G, Ginting M, Irwansyah, Rahmansya A, Situngkir D. 2018. Implementasi Pengiriman Data Sensor Suhu Ke Database Pada Sistem Heating - Holding Pemanas Bertingkat Untuk VCO. Jurnal ready star
- [4] Gumilar J. 2011. Pengaruh Berbagai Jenis Daging (Ayam, Babi, Dan Sapi) Dan Fase Postmortem (Pada Daging Babi) Terhadap Kualitas Dan Mikrostruktur Surimi (Surimi Like Material/Slm). Jurnal Teknologi Terapan.
- [5] Oktariawan I. Martinus, Sugiyanto. 2013. Aplikasi Efek Peltier Sebagai Kotak Penghangat dan Pendingin Berbasis Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega2560. Jurnal Fema Volme 1 nomor
- [6] Pamungkas K , Novianti T, Aziz A. 2016. Aplikasi Android Dan Mikrokontroler Arduino Pada Kontrol Smarthome Dengan Komunikasi Bluetooth. Jurnal Jurnal Ilmiah NERO Vol. 2, No.3
- [7] Saghoa Y, Sompie S, Tulung N 2018. Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer
- [8] Wardhana A, Nugroho D. 2018. Pengontrolan Motor Stepper Menggunakan Driver DRV 8825 Berbasis Signal Square Wave dari Timer Mikrokontroler AVR. Jurnal Nasional Teknik Elektro

Bidang: Otomasi Sistem Permesinan Topik: Sistem Kontrol Aplikasi dan Instrumen Industri

RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN KETEBALAN BRIKET BATU BARA SETELAH DICETAK

Megawati¹, Fachrur Razy Rahman², Yusdianto³

^{1,2,3}Politeknik Industri Logam Morowali

megawatipilm@gmail.com¹, fauzyrahmantlipilm@gmail.com²,

ymalumbot@gmail.com³

ABSTRAK

Pengukuran ketebalan briket batu bara setelah dicetak dilakukan secara berkala merupakan salah satu bagian penting dari proses produksi Departemen Pyroelectric. Data hasil pengukuran ketebalan briket batu bara setelah dicetak secara digital sangat perlu, agar data mudah di akses dan tidak terjadi kesalahan dalam pengukuran. Dari proses praktek kerja industri di PT. IRNC (Indonesia Ruipu Nickel and Chrome) Morowali biasanya hasil pengukuran briket batu bara setelah dicetak terjadi kesalahan pengukuran dan alat yang digunakan masih manual. Adapun pada tugas akhir ini bertujuan untuk membuat sistem monitoring pengukuran ketebalan briket batu bara sebagai media alat ukur dalam pengukuran ketebalan briket batu bara setelah dicetak.

Penelitian ini menggunakan Arduino uno IDE sebagai wadah untuk membuat program, Arduino uno sebagai mikrokontroler juga media komunikasi untuk membaca nilai jarak pada sensor ultrasonik HC-SR04 lalu menampilkan nilai jarak pada layar LCD (*liquid crystal display*). Pada hasil pengukuran yang diperoleh dari 10 buah sampel, uji kelayakan sampel dikatakan sesuai apabila nilai toleransi pembacaan ketebalan sampel dari sisi bagian depan, sisi bagian tengah maupun sisi bagian belakang nilai toleransinya dalam range $\pm 5\%$. Toleransi tertinggi mencapai 24% pada sampel 8 sedangkan toleransi terendah mencapai 0% pada sampel 1,2,4, dan 5.

Kata kunci: ketebalan briket batu bara, arduino uno, sensor ultrasonik HC-SR04.

ABSTRACT

Measure of the thickness of coal briquettes after printing is carried out periodic is an important part of the Pyroelectric Department's production process. Data on the measurement of the thickness of coal briquettes after being digitally printed is very necessary, so that the data is easy to access and there are no errors in measurement. From the industrial work practice process at PT. IRNC (Indonesia Ruipu Nickel and Crome) Morowali is usually the measurement results of coal briquettes after printing, there is a measurement arroe and the tools used are still manual. This final project aims to develop a monitoring system for measuring the thickness of coal briquettes as a measuring medium for measuring the thickness of coal briquettes after printing.

This study uses the Arduino uno IDE as a container for programming, Arduino uno as a microcontroller as well as a communication medium to read the distance value on the HC-SR04 ultrasonic sensor then display the distance value on the LCD (*liquid crystal display*) screen. In the measurement results obtained from 10 samples, the feasibility test of the sample is said to be appropriate if the tolerance value of the sample thickness reading from the front, middle and rear side of the tolerance value is within the range of $\pm 5\%$. The highest tolerance reaches 24% in sample 8 while the lowest tolerance reaches 0% in samples 1,2,4, and 5.

Keywords: coal briquettes thickness, arduino uno, and hc-sr04 ultrasonic sensor.

PENDAHULUAN

Prototype pengukuran tinggi debit air pada bendung dengan menggunakan sensor ultrasonik berbasis arduino mega 2560 dirancang sistem deteksi banjir yang bekerja secara otomatis dengan cara mengetahui ketinggian (level) permukaan debit air bendung. Sistem pemantauan ketinggian permukaan air ini dilakukan dengan mengimplementasikan sensor ultrasonik berbasis Arduino mega 2560, yang akan mengetahui ketinggian permukaan air yang dibuat pada level-level tertentu. Perangkat prototype pengukuran tinggi debit air pada bendung dengan menggunakan sensor ultrasonik berbasis arduino mega 2560 ini terdiri dari Arduino Mega 2560, Sensor Ultrasonik HC-SR04, LCD 16 X 2, dan Buzzer [2].

Perencanaan dan pembuatan pendeteksi volume tandon air secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik berbasis arduino uno R3 didesain dengan operasional yang sederhana sehingga mudah pengoperasiannya. Alat ini berfungsi untuk mengontrol volume pada bak penampung air sekaligus menghidupkan atau mematikan mesin pompa air secara otomatis. Sistem pendeteksi volume tandon air ini menggunakan sensor ultrasonic SRF HRC04. Mikrokontroler arduino uno R3 digunakan sebagai sistem control sinyal masukan dan keluar serta LCD 16x2 sebagai penampilan datanya. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi jarak sensor terhadap muka air dari 2 cm sampai 18 cm. System yang telah dibuat dilakukan kalibrasi agar layak digunakan sebagai alat ukur ketinggian air [3].

Briket batu bara merupakan bahan bakar padat dengan bentuk dan ukuran tertentu yang tersusun dari butiran batu bara halus yang telah mengalami proses pemampatan dengan daya tekan tertentu agar bahan bakar tersebut lebih mudah ditangani, mudah diangkut, mudah dibakar, dan menghasilkan nilai tambah dalam pemanfaatannya [4]. Briket Batubara mampu menggantikan sebagian dari kegunaan Minyak Tanah seperti : Pengolahan Makanan, Pengeringan, Pembakaran dan Pemanasan [1]. Hingga saat ini penelitian tentang rancang bangun sistem pengukuran ketebalan briket batu bara setelah dicetak masih dalam proses pengembangan. Proses pencetakan batu bara menggunakan mesin press dalam kurun waktu selama 15-30 menit. Hasil dari pencetakan batu bara disebut briket batu bara. Briket batu bara ini adalah bahan bakar padat yang bahannya terbuat dari batu bara.

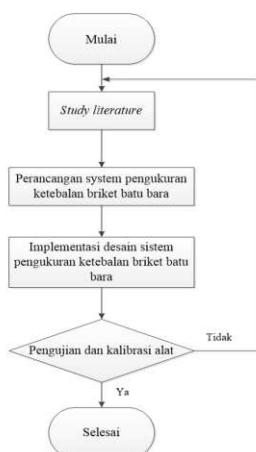
Pada perusahaan IRNC (Indonesia *Ruipu Nickel and Crome*) *Departement Pyroelectric*, pengukuran ketebalan briket batu bara masih menggunakan meteran atau metode manual, yang dimana pada pengukuran briket batu bara ini dilakukan sebanyak 3 kali disetiap sisi pada briket batu bara, dalam metode pengukuran secara manual ini di dapatkan masalah yaitu, ketika dilakukannya pengukuran pada briket batu bara, data yang di peroleh biasanya tidak sesuai dengan data yang sudah ditentukan, dan kondisi alat yang digunakan pun sudah tidak layak pakai ketika melakukan pengukuran ketebalan briket batu bara setelah dicetak.

Adapun sampel pada tungku 101-104, yang dimana dilakukan pengukuran sebanyak 3 kali di setiap sisi briket batu bara dengan nilai yang telah di tentukan yaitu:

1. Nilai sisi bagian depan batu bara = 0.95 m
2. Nilai sisi bagian tengah batu bara = 0.91 m
3. Nilai sisi bagian belakang batu bara = 0.94 m

Kemudian nilai dari ketiga sisi pengukuran ini dibagi tiga dan di peroleh hasil adalah 0.93 m. Maka berdasarkan penjelasan di atas bahwa, rancang bangun sistem pengukuran briket batu bara setelah di cetak dapat membantu sistem dalam pekerjaan agar tidak terjadi kesalahan dalam pengisian laporan data.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart metode penelitian

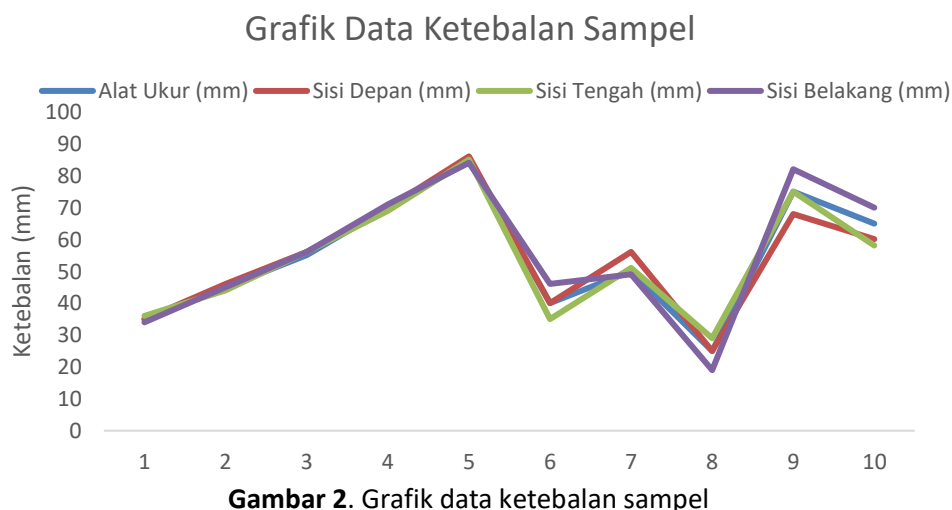
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengukuran sampel

Tabel 1. Data pengukuran sampel dari ke 3 buah sensor ultrasonik pada 10 buah sampel

Sampel Ke-	Ukuran (mm)	Sensor Ultrasonik HCSR-04			Nilai Rata-Rata	Toleransi (%)			Kondisi
		Sisi Depan	Sisi Tengah	Sisi Belakang		Sisi Depan	Sisi Tengah	Sisi Belakang	
1	35	35	36	34	35	0	3	3	Sesuai
2	45	46	44	45	45	2	2	0	Sesuai
3	55	56	56	56	56	2	1	2	Sesuai
4	70	70	69	71	70	0	0	1	Sesuai
5	85	86	85	84	85	1	0	1	Sesuai
6	40	40	35	46	40	0	13	15	Tidak Sesuai
7	50	56	51	49	52	12	2	2	Tidak Sesuai
8	25	25	29	19	24	0	16	24	Tidak Sesuai
9	75	68	75	82	75	9	0	9	Tidak Sesuai
10	65	60	58	70	63	8	11	8	Tidak Sesuai

Dari tabel di atas menunjukkan data hasil pengukuran ketebalan briket batu bara dari 10 buah sampel, terdapat perbedaan nilai pembacaan sensor. Kesesuaian sampel ditandai dengan toleransi sebesar $\pm 5\%$. Ketika sampel dengan nilai toleransi dibawah atau sama dengan 5% maka sampel masuk pada kategori sesuai, begitupula sebaliknya. Toleransi tertinggi mencapai 24% pada sampel 8, sedangkan toleransi terendah mencapai 0% pada sampel 1, 2, 4, dan 5. Sampel diambil dalam ukuran mm. Dari data tabel tersebut grafik yang dihasilkan adalah sebagai berikut:



Garis berwarna biru adalah nilai alat ukur, garis berwarna merah adalah nilai sisi depan yang pengukurannya dilakukan oleh sensor 1, garis berwarna hijau adalah nilai sisi tengah yang pengukurannya dilakukan oleh sensor 2, garis berwarna ungu adalah nilai sisi belakang yang pengukurannya dilakukan oleh sensor 3.

KESIMPULAN

Sistem pengukuran briket batu bara setelah dicetak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pembaca ketebalan briket batu bara telah mencapai tujuan dengan didukung program pada software Arduino uno IDE yang telah di integrasi dengan Arduino uno dan LCD sebagai media pengukur dan tampilan ukuran sampel atau objek.

Hasil pengukuran diperoleh dari 10 buah sampel, adapun uji kelayakan sampel dimana sampel dikatakan sesuai apabila nilai toleransi pembacaan ketebalan dari sisi bagian depan, sisi bagian tengah, maupun sisi bagian belakang nilai toleransinya berada dalam range $\pm 5\%$. Toleransi tertinggi mencapai 24% pada sampel 8, sedangkan toleransi terendah mencapai 0% pada sampel 1, 2, 4 dan 5.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Banuaji, A.; dkk. Pembuatan Briket Batubara Ukuran 170 Mesh Karbonisasi dan Non Karbonisasi dengan Komposisi 80% Batubara, 10% Sekam dan 10% Tapioka, Jobsheet Praktikum Pemanfaatan Batubara. 2013. POLSRI. 2013.
- [2] Jawas. H.; dkk. Prototype Pengukuran Tinggi Debit Air Pada Bendung Dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Mega 2560. E-Journal Srektrum (juni 2018) volume 5(1). Program studi Teknik Elektro: Universitas Udayana. 2018.
- [3] Muklisin. I., dkk. Pendeteksi Volume Tandon Air Secara Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino uno R3. Jurnal Qua Teknika (2017), volume 7(2) (hlm. 55-65). Fakultas Teknik: Universitas Islam Balitar. 2017
- [4] Tanto, M. E. H. Y. Pengaruh penggunaan briket bio-batu bara subbituminous, briket biomassa dan pellet biomassa sebagai promotor terhadap waktu nyala pada kompor briket batubara, Depok: FT UI. 2010

DESAIN SISTEM KONTROL KRAN AIR DAN SABUN CUCI TANGAN UNTUK PENCEGAHAN COVID-19

Muslimin¹, Nurul Rahma Sarita²

^{1,2} Politeknik ATI Makassar

stmuslimin@ymail.com¹, nurulrahmasarita406@gmail.com²

ABSTRAK

Coronaviruses (CoV) merupakan bagian dari keluarga virus yang menyebabkan penyakit mulai dari flu hingga penyakit yang lebih berat dan menyebar dengan cepat sehingga WHO menetapkan sebagai pandemi. Salah satu upaya melakukan pencegahan penyebaran covid 19 yaitu melakukan pembiasaan mencuci tangan dengan menggunakan air dan sabun. Untuk mencegah peluang penularan covid 19 melalui pemakaian tempat cuci tangan yang digunakan oleh banyak orang maka harus dibuat tempat cuci tangan yang tidak membutuhkan kontak langsung dengan pemakai pada digunakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat desain sistem kontrol kran air dan sabun cuci tangan untuk pencegahan covid 19. Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam dua tahapan yaitu perancangan dan pengujian alat. Perancangan alat dilakukan dengan cara pembuatan hardware serta software untuk kontrol. Pada proses pengujian dilakukan dengan cara menguji kinerja bagian-bagian yang diperlukan dalam sistem. Dari hasil pengujian alat pada sistem kontrol kran air dan sabun cuci tangan, alat dapat beroperasi dengan baik tanpa harus melakukan sentuhan pada saat menggunakannya. Hasil pengujian kinerja pompa air dengan kesuksesan sesuai dengan harapan mencapai 100%, kinerja operasi kran air dengan tingkat kesuksesan mencapai 100% serta kinerja pompa sabun cuci tangan beroperasi tingkat kesuksesan 100%.

Kata kunci: kontrol, kran air, cuci tangan, covid-19.

ABSTRACT

Coronaviruses (CoV) is part of a family of viruses that cause illnesses ranging from flu to more severe illnesses and spread so rapidly so the WHO has designated it as a pandemic. One of the efforts to prevent the spread of covid 19 is to make the habit of washing hands using soap and water. In order to prevent the opportunity for transmission of covid-19 through the use of a hand washing place that is used by many people, a hand washing place must be sterile from virus. The purpose of this study was to design a water tap control system and hand washing soap system for the prevention of covid 19. The research was carried out in two stages, namely designing and testing of tools. The design of the tools is done by making hardware and software for controlling. The testing process is carried out by testing the performance of the parts needed in the system. The test of tool performance on the water control system and hand-soap washing system show that the tools can operate properly and automatically. The results of this study show that the performances of water pump, air faucet system, and pump of hand-soap are successful about 100%.

Keywords: control, water tap, hand wash, covid-19.

PENDAHULUAN

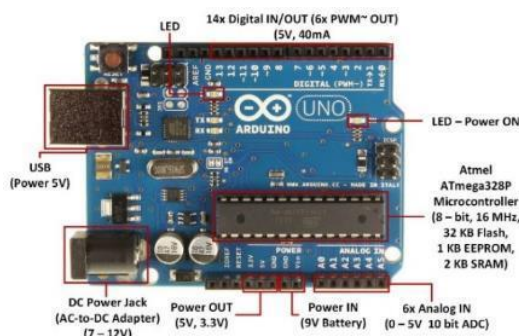
Dunia digemparkan dengan merebaknya wabah Covid 19 menjelang awal tahun 2020. Coronaviruses (CoV) merupakan bagian dari keluarga virus yang menyebabkan penyakit mulai dari flu hingga penyakit yang lebih berat seperti Middle East Respiratory Syndrome (MERS-CoV) and Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS-CoV). Penyakit yang disebabkan virus corona, atau dikenal dengan COVID-19, adalah jenis baru yang ditemukan pada tahun 2019 dan belum pernah diidentifikasi menyerang manusia sebelumnya (World Health Organization, 2019). Virus corona pertama kali ditemukan di Wuhan, China. Menurut Nailul Mona (2020), awal kemunculannya diduga merupakan penyakit pneumonia, dengan gejala serupa sakit

flupada umumnya. Gejala tersebut di antaranya batuk, demam, letih, sesak napas, dan tidak nafsu makan. Namun berbeda dengan influenza, virus corona dapat berkembang dengan cepat hingga mengakibatkan infeksi lebih parah dan gagal organ. Kondisi darurat ini terutama terjadi pada pasien dengan masalah kesehatan sebelumnya. Virus corona menyebar dengan cepat diberbagai negara di dunia, sehingga WHO menetapkan virus corona sebagai pandemi. Menurut Diah Handayani dkk (2020), penularan virus corona pada umumnya terjadi melalui droplet dan kontak dengan penderita virus corona sehingga virus akan bisa dapat masuk ke dalam mukosa yang terbuka.

Salah satu upaya melakukan pencegahan penyebaran covid 19 yaitu dengan melakukan pembiasaan selalu mencuci tangan dengan menggunakan sabun. Sudah menjadi pemandangan yang wajar, dikantor atau tempat yang biasa sering dikunjungi orang banyak, tempat tersebut selalu menyediakan tempat cuci tangan. Tempat cuci tangan yang disediakan, setiap pengguna tetap mengoperasikan secara manual baik untuk memutar kran air maupun untuk menuangkan sabun pada telapak tangan. Pada model seperti ini masih ada peluang terjadinya penyebaran covid 19, karena setiap pengguna harus bersentuhan langsung dengan benda yang telah disentuh oleh orang lain. Untuk mencegah adanya peluang penularan covid 19 melalui pemakaian secara manual tempat cuci tangan oleh orang banyak maka harus dibuat tempat cuci tangan yang tidak membutuhkan adanya kontak langsung dengan pemakai pada saat alat cuci tangan tersebut akan digunakan. Maka oleh karena itu tujuan dalam penulisan adalah untuk membuat desain sistem kontrol kran air dan sabun cuci tangan untuk pencegahan covid 19. Dalam sistem ini pengguna tidak perlu lagi memegang kran air dan tempat sabun agar dalam menggunakannya, hal bisa dapat meminimalisir penyebaran virus dan menjaga tangan bersih saat setelah mencucinya. Hasil desain alat ini pula bisa dipindah tempatkan bilamana diperlukan oleh karena itu alat ini juga adalah portable. Salah satu penelitian yang terkait dengan penelitian ini adalah implementasi sistem pengontrolan tower air universitas klabat menggunakan mikrokontroler (Marchel dkk, 2018). Dalam penelitian tersebut dilakukan pengontrol level air pada pengisian tandon air di Universitas Klabat.

Arduino

Arduino merupakan perangkat kontrol yang dapat diisi dengan program sebagai perintah untuk menjalankan atau mengontrol plan yang terkoneksi. Pada papan arduino memiliki beberapa pin yang meliputi untuk koneksi power supply, input output (I/O), USB port serta masih banyak lagi fitur yang dimilikinya.



Gambar 1. Arduino uno

Menurut Ichwan, Husada dan Ar-Rasyid (2013), arduino merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 dimana arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

Motor Servo

Motor servo adalah motor yang dapat bekerja dengan putaran searah maupun berlawanan arah jarum jam. Motor DC servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah, clockwise dan counter clockwise. Arah dan sudut pergerakan rotor motor DC servo dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan duty cyclesinyal pulse width modulation (PWM) pada bagian pin kontrolnya (Sigit, 2007).

Bak Penampung

Bak penampung merupakan wadah dengan ukuran volume tertentu. Bentuknya terdiri dari beragam bentuk. Bak penampung dalam penelitian ini digunakan untuk menampung air bersih, menampung air limbah cuci tangan.

METODE PENELITIAN

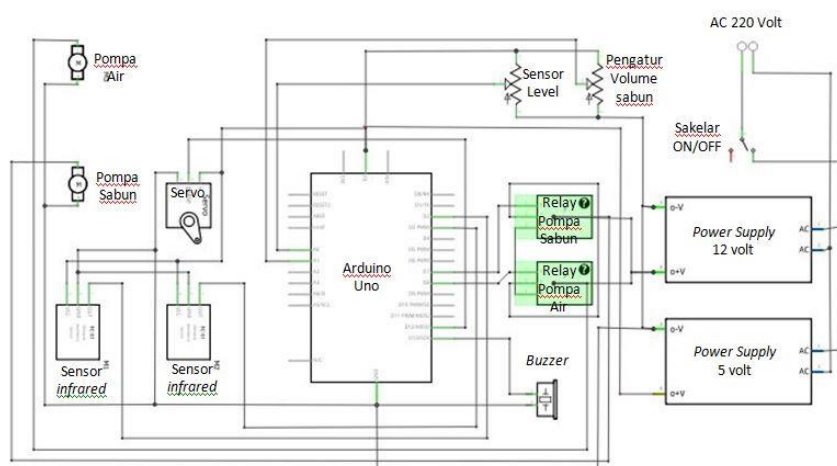
Jenis penelitian ini yaitu penelitian ekperimental yang dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama yaitu tahap rancang bangun mekanik dan sistem kontrollernya. Tahap kedua yaitu pengujian fungsi alat secara keseluruhan. Data yang disajikan dalam penelitian ini yaitu data pengujian kontrol pompa air, pengujian kontrol kran air serta pengujian kontrol pompa sabun cuci tangan. Data yang didapatkan dalam penelitian ini melalui pengamatan atau pengukuran langsung kemudian dengan pendekatan analisis data secara kuantitatif dan deskriptif. Analisis data kuantitatif dengan menggunakan perhitungan matematis untuk mendapatkan presentase error pada setiap komponen yang akan diamati. Analisis deskriptif yaitu untuk memberikan pemaparan tentang data – data yang telah diperoleh dan diolah. Persamaan matematis yang digunakan untuk menghitung nilai error yaitu:

$$\% \text{ Error} = \frac{(\text{Nilai Pengukuran} - \text{Nilai Sebenarnya})}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100\% \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konfigurasi Sistem

Sistem kontrol keran air dan sabun cuci tangan dalam penulisan ini menggunakan arduino sebagai controller utamanya. Untuk membuka dan menutup kran air digunakan motor servo.



Gambar 2. Diagram sistem kontrol keran air dan sabun cuci tangan

Sensor infrared digunakan untuk mendeteksi adanya tangan dibawah kran air dan dibawah ujung saluran sabun cuci tangan. Sensor ini masing-masing dipasang dekat dengan ujung saluran kran air dan ujung saluran sabun cuci tangan. Pompa air digunakan untuk mengisi tandon air dan pompa sabun sebagai alat yang membuat sabun cuci tangan keluar. Potensiometer sebagai sensor level yang digunakan sebagai sensor level volume air pada bak penampungan.

Kinerja Pompa Air

Pada desain kontrol ini, tandon penampung air diisi air dengan menggunakan pompa air bila air dalam level minimum, pompa akan on sampai pada level maksimum kemudian pompa akan off. Tabel pengujian kerja pompa adalah sebahai berikut:

Tabel 1. Pengujian operasional pompa air

Pengujian Ke -	Operasi Pompa Air Yang Diharapkan		Hasil Pengamatan Operasi Pompa Air	
	Level Air Minimum	Level Air Maksimum	Level Air Minimum	Level Air Maksimum
1	On	Off	On	Off
2	On	Off	On	Off

3	On	Off	On	Off
4	On	Off	On	Off
5	On	Off	On	Off
6	On	Off	On	Off
7	On	Off	On	Off

Berdasarkan hasil pengujian operasional pompa air dengan sampel pengujian atau pengamatan sebanyak tujuh kali saat melakukan pengisian tandon air seperti yang disajikan pada tabel 1, maka pompa air telah berkerja sesuai dengan harapan. Pompa air on saat level air minimum dalam tandon dan pompa air off ketika level air tandon sudah pada level maksimal. Tingkat kesuksesan sesuai dengan harapan pada operasional pompa air mencapai 100%.

Kran Air

Kran air beroperasi secara otomatis bila mendeteksi ada ada tangan dibawah kran. Jarak yang ditetapkan dalam sistem ini agar kran air dapat membuka adalah maksimum 10 cm. Pada jarak ini kran air akan terbuka sehingga air dapat mengalir. Untuk pengujian kinerja kran air, tersaji dalam tabel 2.

Tabel 2. Pengujian operasional kran air

Pengujian Ke-	Operasi Kran Air Yang Diharapkan		Hasil Pengamatan Operasi Kran Air	
	Jarak tangan dengan kran air ≤ 10 cm	Jarak tangan dengan kran air > 10 cm	Jarak tangan dengan kran air ≤ 10 cm	Jarak tangan dengan kran air > 10 cm
1	Terbuka	Tertutup	Terbuka	Tertutup
2	Terbuka	Tertutup	Terbuka	Tertutup
3	Terbuka	Tertutup	Terbuka	Tertutup
4	Terbuka	Tertutup	Terbuka	Tertutup
5	Terbuka	Tertutup	Terbuka	Tertutup
6	Terbuka	Tertutup	Terbuka	Tertutup
7	Terbuka	Tertutup	Terbuka	Tertutup

Dari data hasil pengujian pada tabel 2 memperlihatkan sinkronisasi kesesuaian antara kinerja operasi kran air yang diharapkan dan hasil pengamatan kinerja kran dengan tingkat kesuksesan kinerja kran air mencapai 100 %.

Kinerja Pompa Sabun

Pada pengujian pompa sabun cuci tangan dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah pompa sabun yang terpasang dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan bila tangan diletakan dibawah dekat ujung saluran sabun cuci tangan. Sabun cuci tangan yang digunakan adalah sabun cair. Jarak maksimum yang ditetapkan antara tangan dan ujung saluran sabun adalah 10 cm. Untuk pengujian kinerja pompa sabun, tersaji dalam tabel 3.

Tabel 3. Pengujian pompa sabun

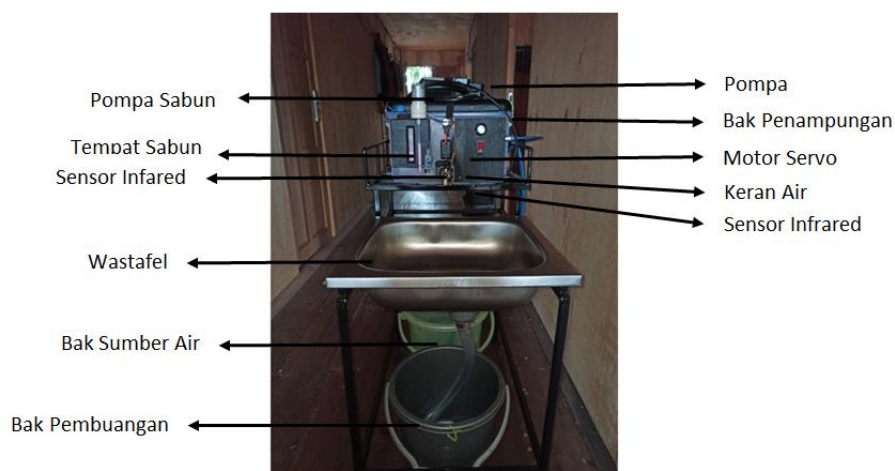
Pengujian Ke-	Operasi Pompa Sabun Yang Diharapkan		Hasil Pengamatan Operasi Pompa Sabun	
	Jarak tangan dengan ujung saluran sabun ≤ 10 cm	Jarak tangan dengan ujung saluran sabun > 10 cm	Jarak tangan dengan ujung saluran sabun ≤ 10 cm	Jarak tangan dengan ujung saluran sabun > 10 cm
1	On	Off	On	Off
2	On	Off	On	Off
3	On	Off	On	Off
4	On	Off	On	Off

5	On	Off	On	Off
6	On	Off	On	Off
7	On	Off	On	Off

Dari data hasil pengujian pada tabel 3 memperlihatkan kinerja pompa sabun cuci tangan dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan dengan tingkat kesuksesan 100 %.

Implementasi Sistem

Hasil desain sistem kontrol keran air dan sabun cuci tangan, secara garis besar terdiri dari bak penampungan air, sensor level air, bak tempat cuci tangan, motor servo sebagai penggerak kendali kran air, sensor infrared, bak pembuangan air, pompa sabun dan tempat sabun cair.



Gambar 3. Alat kontrol sistem keran air dan sabun cuci tangan

Sebagai alat kontroller dari sistem ini digunakan arduino. Arduino mendapat input dari sensor level dan sensor infrared. Sinyal keluaran arduino akan mengedalikan relay dan motor servo.

KESIMPULAN

Desain alat pada sistem kontrol kran air dan sabun cuci tangan untuk pencegahan covid-19 dapat beroperasi dengan baik tanpa harus melakukan sentuhan pada saat menggunakannya. Hasil pengujian kinerja pompa air dengan kesuksesan sesuai dengan harapan mencapai 100%, kinerja operasi kran air yang diharapkan dengan tingkat kesuksesan mencapai 100% serta kinerja pompa sabun cuci tangan dapat beroperasi tingkat kesuksesan 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Diah H dkk. Penyakit Virus Corona 2019. Jurnal Respirologi Indonesia. Volume 40, Nomor 2, April 2020. 2020
- [2] Handoko P. Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3. TINF – 039. Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. 2017
- [3] Marchel T, Clarissa AT, Natasya AL. Implementasi Sistem Pengontrolan Tower Air Universitas Klabat Menggunakan Mikrokontroler. Cogito Smart Journal/VOL. 4/NO.1/JUNE 2018. 2018
- [4] Nailul M. Konsep Isolasi Dalam Jaringan Sosial Untuk Meminimalisasi Efek Contagious (Kasus Penyebaran Virus Corona di Indonesia). Jurnal Sosial Humaniora Terapan Volume 2 No. 2, Januari - Juni 2020. 2020
- [5] Sigit, R. (2007). Robotika, sensor & Aktuator. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6] World Health Organization. (2019). Coronavirus. Retrieved from World Health Organization: <https://www.who.int/health-topics/coronavirus>

IMPLEMENTASI ALAT MONITORING DAN KONTROL CHARGING BATTERY SISTEM

Randis¹, Subur Mulyanto², Alif Mukti alfan³

^{1,2,3} Politeknik Negeri Balikpapan

Randis@poltekba.ac.id¹

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini untuk merancang dan membuat alat yang dapat memantau kondisi baterai serta memproteksi baterai dari *over charge* dan *overhead*. Input masukan alat berupa sensor suhu, tegangan dan arus yang dijadikan sebagai parameter pengukuran kondisi baterai, mikrokontroler sebagai piranti pengolah data akan mengolah data dan sinyal masukan dari input untuk dapat diproses dan menghasilkan output berupa lampu indikator dan alarm berupa *buzzer*, serta monitoring kondisi baterai dengan LCD display. Tool yang di buat menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan IC ATmega328 yang berperan sebagai pusat pemrosesan data yang akan mengatur jalannya sistem pada alat ini. Hasil pengujian menunjukkan alat dapat bekerja dengan baik dengan membaca tegangan baterai, suhu baterai, dan memberikan indikator pada saat baterai terdeteksi dalam keadaan *overheat*, melalui bunyi *alarm* dan lampu LED. Pengujian pada sistem *safety charging* tool dapat memutuskan proses *charging* pada saat baterai dalam kondisi *overheat*. Alat ini diharapkan dapat mempermudah proses perawatan baterai, serta pemantauan kondisi baterai, dan juga dapat memperpanjang lifetime baterai.

Kata kunci : Charging battery sistem, monitoring, kontrol, baterai, *safety charging battery*

ABSTRACT

The purpose of this research is to design and make a device that can monitor the condition of the battery and protect the battery from over-charge and overhead. Inputs in the form of temperature, voltage and current sensors are used as parameters for measuring battery conditions, The microcontroller as a data processing device will process the input signal and will produce output in the form of indicator lights and alarms as well as monitoring the condition of the battery with an LCD display. The tool is made using an Arduino Uno microcontroller with an ATmega328 IC which acts as a data processing center that will regulate the running of the system on this tool. The test results show that the tool can work properly by reading the battery voltage, battery temperature, and providing an indicator when the battery is detected in an overheated state, through an alarm sound and an LED light. Testing the safety charging tool system can decide the charging process when the battery is overheated. This tool is expected to simplify the process of battery maintenance, as well as monitoring the condition of the battery, and can also extend battery life.

Keywords: Battery charging system, monitoring, control, battery, safety charging battery.

PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi transportasi yang memanfaatkan energi terbarukan akan semakin banyak berkembang di era mendatang. Adanya isu bahwa persediaan minyak bumi yang semakin menipis serta banyaknya polusi di atmosfer bumi sehingga diperlukan penerapan sarana transportasi atau kendaraan yang ramah lingkungan seperti kendaraan listrik yang menggunakan baterai.

Baterai merupakan sebuah sumber energi listrik utama pada sebuah unit kendaraan listrik. Baterai memiliki peran penting untuk mendukung perangkat yang ditunjangnya. Energi yang disimpan oleh baterai jumlahnya terbatas sehingga baterai perlu dilakukan pengisian (charge). Pada dasarnya pengisian baterai dengan mengaliri listrik secara terus menerus dan pengisian dihentikan ketika tegangan baterai telah mencapai tegangan maksimal. Namun, jika baterai telah mencapai

tegangan maksimal dan tetap dilakukan pengisian dapat mengakibatkan over charge dan over heat yang akan memperpendek umur baterai. Baterai juga dapat rusak karena beberapa hal diantaranya level elektrolit yang rendah dapat menurunkan reaksi kimia sebuah baterai, undercharging, korosi, getaran berlebih, kekencangan terminal dan lepasnya bahan aktif dari pelat positif baterai atau yang biasa disebut cycling [1]-[2]. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat mengontrol dan memonitor pengisian baterai secara otomatis sehingga baterai lebih awet. Sistem kontrol juga dibutuhkan untuk mencegah baterai mengalami pengisian yang terlalu lama [3].

Beragam penelitian telah dilakukan untuk pengontrolan dan optimasi pengisian baterai berbasis simulasi [4]-[8]. S. G. Tesfahunegn mengkombinasikan MPPT dan pengontrolan over charge baterai dalam sebuah fungsi pengontrolan tunggal. panel surya disusun secara array dengan MPPT menggunakan algoritma Perturb and Observe (P&O) untuk mencari daya output maksimum yang terintegrasi dengan sistem pengisian baterai. Ankita nakate [5] dalam penelitiannya mensimulasikan optimasi pengisian baterai berbasis neural network control dengan menggunakan aplikasi matlab-Simulink dengan menggunakan metode ini dapat diimplementasikan untuk memperoleh pengisian baterai secara optimal. Ahmad Shukri Bin Fazil Rahman [6] menggunakan aplikasi proteus dalam simulasinya dalam simulasi pengontrolan pengisian baterai, sementara Muhammed Shoaib [7] dengan controller pwm dalam pengontrolan sistem pengisian baterai dan untuk memutus/menyambungkan proses pengisian baterai juga dengan menggunakan aplikasi proteus. Hasil simulasi menunjukkan hasil yang cukup baik namun hanya bisa bekerja dengan tingkat efisiensi 80-90% dari hasil simulasi jika diimplementasikan dalam bentuk eksperimental. Penelitian dengan menggunakan fuzzy logic control juga dikembangkan oleh Bakalarczyk [8] dengan membuat arus yang konstan dalam pengontrolan pengisian baterai, menambahkan metode kontrol fuzzy logic dan bang-bang control pada pengisian baterai photovoltaic-nya sehingga lebih efisien. Sementara Anupama Singh [9] mensimulasikan dengan platform matlab untuk mengendalikan pengisian dan pemakaian baterai dengan menggunakan teknik modulasi lebar pulsa (PWM) yang digunakan bersama dengan kontroler fuzzy logic.

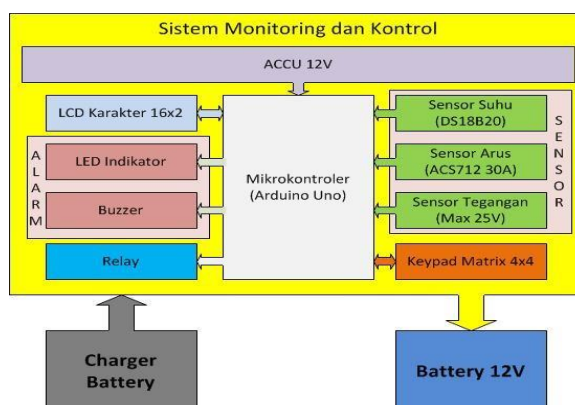
Selain penelitian-penelitian tersebut di atas, ada juga penelitian tentang cara membuat desain dan simulasi battery charge system, dimana desain pengisian baterai tersebut akan mendistribusikan energi listrik secara merata dengan waktu yang optimal kemudian dilakukan simulasi menggunakan Matlab simulation toolbox untuk menganalisis fungsi dari sistem kontrol pengisian baterai itu berfungsi.

Penelitian yang dikembangkan berbeda dengan penelitian sebelumnya karena penelitian ini membuat sebuah alat dan mengimplementasikan pada suatu sistem pengisian baterai sehingga penelitian ini akan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno IC ATMEGA 328 pada monitoring pengisian baterai. Mikrokontroler ini dapat mengambil data sensor suhu, arus dan tegangan sehingga dapat mencegah over charge dan over heat saat pengisian baterai sehingga baterai lebih tahan lama. Mikrokontroler juga dilengkapi dengan notifikasi alarm melalui indikator LED dan Buzzer yang akan aktif jika melebihi batas suhu yang diijinkan sehingga kita dapat mengetahui jika baterai telah mengalami kenaikan suhu maupun arus dan tegangan yang berlebih.

METODE PENELITIAN

Sistem Monitoring dan Kontrol alat

Sistem monitoring dan kontrol alat yang dibuat ditunjukkan pada gambar 1, Sistem monitoring suhu yang dibuat menggunakan mikrokontroller Arduino Uno dengan IC ATmega328 sebagai pusat pemroses data dan sinyal dari input dengan kata lain mikrokontroller ini merupakan otak dari sistem yang akan mengatur jalannya alat sesuai dengan perintah program yang disematkan. Bahasa pemrograman yang digunakan menggunakan bahasa C [10]-[11].



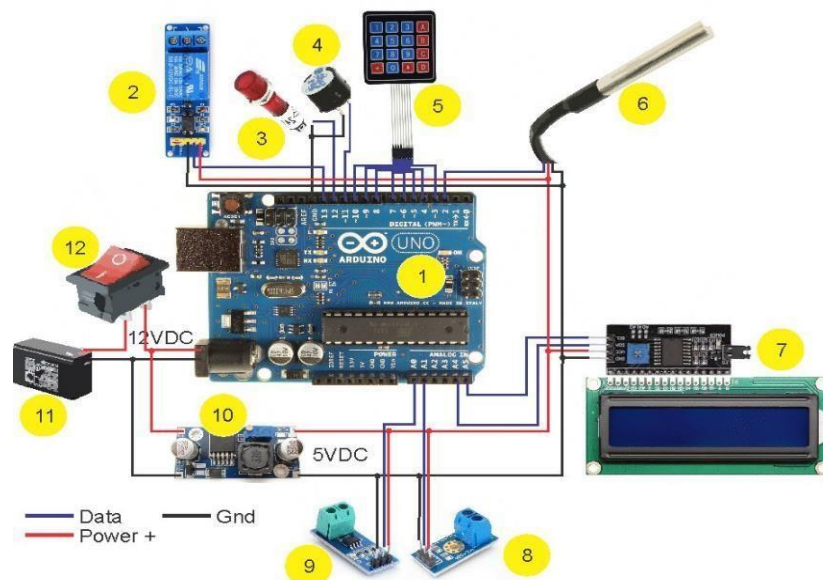
Gambar 1. Diagram blok alat

Arduino mengambil data sensor Suhu, Arus dan Tegangan untuk dilakukan proses pengendalian dan monitoring. Proses pengendalian yaitu memutuskan dan menyambungkan aliran arus yang masuk ke Battery 12V. Sedangkan proses monitoring yaitu menampilkan data suhu, arus dan tegangan pada LCD. Arduino juga melakukan output berupa notifikasi alarm melalui indikator LED dan Buzzer. Perangkat keypad matrix 4x4 digunakan untuk memilih mode yang akan digunakan, dimana terdapat 2 pilihan mode yaitu mode manual dan mode otomatis. Selain fungsi tersebut diatas, keypad juga dapat berfungsi untuk menghentikan lampu indikator dan buzzer yang sedang bekerja

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi sistem

Gambar 2 menunjukkan wiring diagram untuk sistem electrical alat yang dibuat dan dikembangkan, pada sistem ini karena penggunaannya pada unit kendaraan maka sumber tegangan yang digunakan berasal dari baterai 12 volt, sehingga untuk mendapatkan supply tegangan yang sesuai untuk mikrokontroler maka harus menggunakan perangkat tambahan berupa buck converter (ICLM2596).



Gambar 2. Implementasi sistem electrical

Bahan utama dari tool ini adalah mikrokontroler Arduino Uno serta komponen tambahan agar sistem dapat berjalan dengan baik seperti battery 12V, buck converter(ICLM2596), LCD, LED, sensor suhu (DS18B20), relay modul, sensor tegangan, sensor arus, dan switch.

Skema pengendalian dan monitoring dari sistem ini dengan melakukan proses sebagai berikut:

- Menghubungkan charger pada alat (jangan hidupkan charger).
- Melakukan setting batas maksimum dari suhu, arus dan tegangan dengan menginputkan pada data melalui arduino program.
- Pilih mode:
 - Auto, untuk melihat pembacaan suhu, arus dan tegangan secara bergantian, tekan tombol (A), dan untuk melihat status charging, LED, dan buzzer secara bergantian tekan tombol (B).
 - Manual, apabila hanya ingin fokus melihat nilai suhu saja tekan tombol (3), melihat nilai tegangan tekan tombol (2), melihat nilai arus tekan tombol (1), melihat status charging tekan tombol (4), melihat status LED tekan tombol (5), melihat status buzzer tekan tombol (6).
- Menghubungkan alat dengan battery 12 Volt.
- Secara real-time suhu, arus dan tegangan akan dimonitoring dengan menampilkan data melalui LCD.
- Apabila salah satu batas maksimum terlampaui, alarm dan LED akan hidup.
- Untuk mematikan suara alarm ketika on, tekan tombol (#).
- Apabila batasan panas dari battery telah terlampaui, otomatis charging akan off.

Tabel 1. Notifikasi Alarm

No. Notif	Notif	LED	Buzzer
1	Suhu Over	Berkedip 3 kali	Beep 3 Kali
2	Arus Over	Berkedip 2 kali	Beep 2 Kali
3	Tegangan Over	Berkedip 4 kali	Beep 4 Kali
4	2 atau 3 notif over	Berkedip non-stop	Beep non-stop

Pengujian sistem

Pada proses ini pengujian yang di lakukan ada beberapa tahapan sebagai berikut:

Proses pengujian sensor suhu.

Pada proses ini sensor suhu (DS18B20) di tempelkan ke case battery untuk membaca temperature dari battery tersebut, tapi pada pengujian yang telah saya lakukan saya mensimulasikan pembacaan temperature pada battery yang di gantikan menggunakan heater, jadi sensor suhu saya membaca temperature dari heater tersebut. Proses pembacaan temperature heater menggunakan *thermogun*, hasil pembacaan *thermogun* pada range 560 celcius (gambar 2).



Gambar 3. Pengukuran suhu menggunakan *thermogun*.

Pembacaan temperature menggunakan tool maintenance battery dengan hasil yang sama yaitu pada range 560 celcius ditunjukkan pada gambar 3, sehingga alat dapat bekerja dengan baik karena pembacaan sensor sama dengan alat ukur yang telah di kalibrasi.



Gambar 4. Hasil pembacaan suhu

Proses pengujian sensor tegangan.

Selanjutnya dilakukan pengujian dan pembacaan pada tegangan battery, dengan cara jack positif di hubungkan ke terminal battery positif, begitu juga sebaliknya jack negatif di hubungkan ke terminal battery negatif. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan,, tegangan battery dapat terbaca pada layar LCD.



Gambar 5. Hasil pembacaan tegangan battery

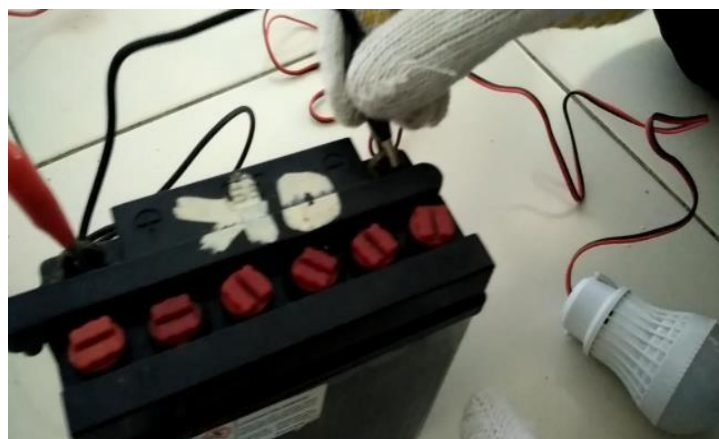
Proses pengujian *safety charging battery*

Pada tahapan ini akan diuji tool dapat memutuskan proses charging pada battery, saat temperature case battery sudah pada ambang batas yang di tentukan yaitu pada temperature 60° celcius.

Pada pengujian ini, disimulasikan bahwa jack yang seharusnya dihubungkan untuk charging dihubungkan dengan battery 12 volt, dan jack yang seharusnya dihubungkan untuk battery dihubungkan dengan lampu DC 12 volt (gambar 4,5). Setelah keduanya terhubung, tool kita hidupkan dan otomatis lampu DC 12 volt akan menyala (Gambar 60), dan ketika sensor suhu yang di tempelkan pada heater telah sampai pada temperature 60° celcius, seketika itu juga lampu tersebut mati karena relay penghubung antara battery dengan lampu telah terputus (gambar 7), dan pada saat temperature suhu di jauhkan dari heater, ketika temperature mulai turun di bawah 60° celcius, otomatis lampu mulai menyala kembali karena relay sudah terhubung kembali.



Gambar 6. Pemasangan jack pada lampu



Gambar 7. Pemasangan jack pada battery



Gambar 8. Kondisi lampu masih menyala pada temperature di bawah 600 Celcius



Gambar 9. Kondisi lampu yang mati pada temperature 600 celcius

KESIMPULAN

Alat ini dapat memantau kondisi tegangan dan suhu battery yang akan terbaca melalui LCD dengan adanya alat monitoring proses charging battery selanjutnya ada output buzzer dan LED yang dapat memberikan informasi kepada operator berupa bunyi dan lampu indikasi sesuai dengan notifikasi. Alat monitoring proses charging battery, dapat menghentikan proses charging saat battery terdeteksi dalam kondisi temperature yang melebihi ambang batas normalnya atau *overheat*, sesuai dengan isi dari datasheet battery "Jika suhu case menjadi terlalu tinggi (sekitar 140° F) pengisian harus dihentikan atau pengisian arus harus dikurangi" dengan adanya tindakan tersebut, alat ini diharapkan mampu memperpanjang *lifetime battery*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andri, Helly. "Rancang Bangun System Battery Charging Automatic." Skripsi Jurusan Teknik Elektro. Depok. Universitas Indonesia (2010).
- [2] Farizy, Ahmad Faiz. Desain Sistem Monitoring State Of Charge Baterai Pada Charging Station Mobil Listrik Berbasis Fuzzy Logic Dengan Mempertimbangkan Temperature. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [3] Mosey, Handy Indra Regain. "Simulasi dan Pembuatan Rangkaian Sistem Kontrol Pengisian Baterai untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya." Jurnal Ilmiah Sains 16.1 (2016): 30-34.
- [4] Tesfahunegn, S. G., et al. "A simplified battery charge controller for safety and increased utilization in standalone PV applications." 2011 International Conference on Clean Electrical Power (ICCEP). IEEE, 2011.
- [5] Dhakate, Ankita. "Power Optimization of Battery Charging System Using FPGA Based Neural Network Controller." Int. Journal of Engineering Research and Applications 4 (2014): 112-122.
- [6] Rahman, Ahmad Shukri Bin Fazil, and Abdul Rahim Bin Abdul Razak. "Proteus based simulation of a charge controller." 2010 IEEE International Conference on Power and Energy. IEEE, 2010.
- [7] Shoaib, Mohammed, and V. Nagaraj. "Novel battery charging control system for batteries using on/off and PWM controllers for stand alone power systems." IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE) 6.3 (2013): 44-52.
- [8] Bakalarczyk, Jerzy. "Charging of PV battery at constant current mode by using fuzzy logic control." 2017 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). Vol. 1. IEEE, 2017.

- [9] Singh, Anupama, and P. B. Karandikar. "Lead-acid battery for HEV using fuzzy controller and ultracapacitor." 2016 Biennial International Conference on Power and Energy Systems: Towards Sustainable Energy (PESTSE). IEEE, 2016
- [10] Mauludin, Moch Subchan, Aan Faisal Alfalah, and Didik Dwi Wibowo. "MQ 2 Sebagai Sensor Anti Asap Rokok Berbasis Arduino dan Bahasa C." Prosiding SNST Fakultas Teknik 1.1 (2016).
- [11] Silvia, Ai Fitria, Erik Haritman, and Yuda Mulyadi. "Rancang bangun akses kontrol pintu gerbang berbasis arduino dan android." Electrans 13.1 (2014): 1-10.

Bidang: Teknik Elektro, Listrik, dan Otomasi Topik: Sistem Kontrol, Aplikasi, dan Instrumentasi Industri

SISTEM PENYIMPANAN DATA *SMART HOME* BYTE DATA SEDERHANA BASED LOCAL WEBSERVER ON ESP32

Abdul Azis Rahmansyah¹, Koko Pratama Saragih²

**¹Prodi Teknik Mekanika Politeknik Teknologi Kimia Industri, ²Prodi Teknik Kimia
Politeknik Teknologi Kimia Industri
azis@ptki.ac.id¹**

ABSTRAK

Smart Home System merupakan sistem kontrol / otomatisasi pada suatu rumah yang memungkinkan rumah tersebut dapat dikoneksikan dengan teknologi. Sekarang ini teknologi Smart Home telah berbasis *Internet Of Things*, tetapi teknologi tersebut akan berjalan jika perangkat internet, *database*, *server* tersedia. Jika jaringan internet terganggu maka IoT tidak dapat digunakan seperti biasanya dan itu akan menjadi problem sendiri dalam pengembangan sistem Smart Home. Sehingga dalam penelitian ini mengangkat masalah bagaimana membuat sebuah sistem yang dapat berdiri sendiri dengan penyimpanan data di perangkat Smart Home tersebut sehingga jika terjadi pemutusan akses jaringan internet sistem masih dapat bekerja. Perangkat yang digunakan sebagai kontrol adalah ESP32 dengan mengaktifkan fitur EEPROM dan *AsyncWebServer* pada ESP32. EEPROM berfungsi untuk menyimpan data sedangkan *AsyncWebServer* berfungsi untuk mereload otomatis website apabila terjadi perubahan data sehingga pengguna tidak perlu melakukan refresh berulang-ulang pada tampilan interface saat akan melihat pengontrolnya. Pada tahap pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu : Pengecekan perangkat, Pengecekan fungsi kontrol ke seluruh perangkat serta pengujian penyimpanan data pada EEPROM dan simulasi kehilangan sumber daya. Jumlah address EEPROM yang digunakan ada 4 yaitu address (2), address (25), address(26), dan address(27). Penggunaan address yang tidak berurut berfungsi untuk memudahkan dalam pengambilan data. Data yang tersimpan pada address tersebut berupa data bit yaitu 0 dan 1. 0 untuk mewakili kondisi off output dan 1 mewakili kondisi on output. Dari hasil penelitian Perangkat dapat menyimpan data secara baik tanpa ada gangguan. Selain itu tampilan juga dapat berubah secara otomatis baik di perangkat yang satu sebagai pengontrol maupun perangkat lain yang terhubung ke jaringan yang sama. Tampilan dari website berada pada ESP32 dan untuk mengatur tampilan yang ada di interface digunakan CSS (*Cascading Style Sheets*) sehingga tampilan lebih menarik. Penambahan reload otomatis setiap 1 detik membuat website interfacenya lebih dinamis.

Kata kunci: *smart home*, ESP32, EEPROM, *SyncWebServer*.

ABSTRACT

Smart Home System is a control / automation system in a house that allows the house to be connected to technology. Currently, Smart Home technology is based on the Internet of Things, but this technology will run if internet devices, databases, servers are available. If the internet network is disrupted, the IoT cannot be used as usual and that will be a problem in itself in the development of the Smart Home system. So that in this study, the problem is how to make a system that can stand alone with data storage on the Smart Home device so that if there is a disconnection of internet network access the system can still work. The device used as control is ESP32 by activating the EEPROM and *AsyncWebServer* features on the ESP32. EEPROM functions to store data while *AsyncWebServer* functions to automatically reload the website when data changes occur so that users do not need to refresh repeatedly on the display interface when looking at the controller. In the testing phase, it is carried out in several stages, namely: Checking the device, checking the control function of all devices as well as testing data storage on EEPROM and simulating resource loss. There are 4 EEPROM addresses that are used, namely address (2), address (25), address (26), and address (27). The use of non-sequential addresses serves to facilitate data retrieval. The

data stored at the address is in the form of data bits, namely 0 and 1. 0 to represent the off output condition and 1 to represent the on output condition. From the research results, the device can store data properly without any interference. In addition, the display can also change automatically both on one device as a controller or other devices connected to the same network. The appearance of the website is on the ESP32 and to adjust the appearance of the interface used CSS (Cascading Style Sheets) so that the appearance is more attractive. The addition of automatic reloading every 1 second makes the website interface more dynamic.

Keywords: smart home, ESP32, EEPROM, SyncWebServer.

PENDAHULUAN

Smart Home System adalah sistem kontrol/otomatisasi pada sebuah rumah yang memungkinkan rumah tersebut dikoneksikan dengan teknologi sehingga dapat melakukan pengontrolan dengan satu perangkat baik menggunakan smartphone maupun menggunakan teknologi lainnya. Smart Home Technology dapat memiliki instrumen bervariasi mulai dari pengaturan cahaya, pengaturan suhu ruangan, pengaturan fasilitas hiburan, dan pengaturan berbagai perabot rumah lainnya[1]. Dalam membuat desain Smart Home, Smart Home dibuat untuk meningkatkan kenyamanan pemilik rumah baik dalam mengontrol peralatan elektronik maupun lampu yang terpasang di rumah-rumah, selain itu dalam membuat sebuah Smart Home di perlukan juga keamanan sistem agar tidak sembarang orang dapat mengakses perangkat Smart Home tersebut[2].

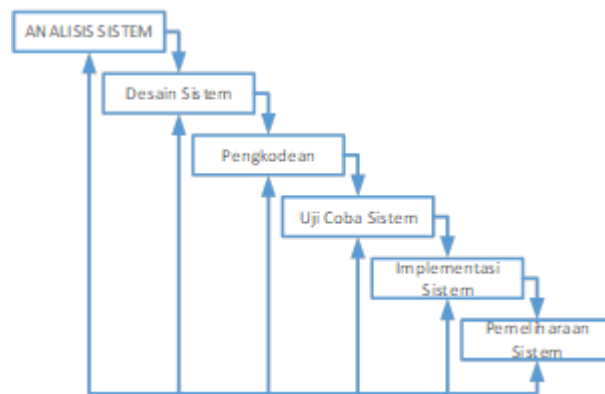
Tetapi seiring perkembangan zaman saat ini penelitian-penelitian[2]–[4] tentang Smart Home sudah berbasis Internet of Things (IoT) dalam artian perangkat-perangkat rumah tangga dapat di akses dari jarak jauh dengan webserver dan database untuk penyimpanan datanya. Selain itu IoT juga memungkinkan untuk meningkatkan layanan seperti meningkatkan keamanan rumah dengan melakukan monitoring jarak jauh seperti CCTV, pengumpulan data dari berbagai sensor untuk memantau seperti lokasi, getaran, gerak dan suhu. IoT juga dapat mempermudah dalam mengontrol misalnya mengontrol mematikan dan menghidupkan mesin motor hanya dengan sekali ketuk melalui smartphone kita. Trend saat ini penelitian tentang Smart home[3]–[8] harus menggunakan jaringan internet untuk mengontrol/mengendalikan perangkat-perangkat yang ada di rumah secara jarak jauh menggunakan pengendali ESP32 atau ESP 8266[9]. Tetapi semua itu akan terjadi saat kita memiliki jaringan internet yang terkoneksi dengan perangkat yang digunakan.

Jika jaringan internet terganggu maka IoT tidak dapat digunakan seperti biasanya dan itu akan menjadi problem sendiri dalam pengembangan sistem Smart Home. Sehingga dalam penelitian ini mengangkat masalah bagaimana membuat sebuah sistem yang dapat berdiri sendiri dengan penyimpanan data di perangkat Smart Home tersebut sehingga jika terjadi pemutusan akses jaringan internet sistem masih dapat bekerja walaupun di akses dari tempat di mana sistem itu berada. Selain itu masalah yang lain adalah penyimpanan data dari perangkat tersebut semisal terjadi pemadaman listrik maka data akan tersimpan seperti keadaan terakhir digunakan bukan mengembalikan posisi ke mode default yang telah di atur pada perangkat Smart Home.

ESP32 telah di lengkapi fitur untuk dapat terkoneksi dengan jaringan baik jaringan internet maupun jaringan lokal. Selain itu ESP32 juga memiliki penyimpanan data dalam FLASH ROM 512byte sehingga dapat menyimpan sebanyak 512 Address dengan satu address dapat menampung 255 (1 byte). Penyimpanan ini bersifat permanen walaupun perangkat sedang OFF data tetap akan ada selama data tersebut tidak di ubah baik melalui Flash Ulang maupun di input manual dengan Program/modul tertentu.

METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah membangun sistem *Smart Home* yang berbasis *webserver* lokal yang di akses dari jaringan lokal dengan menggunakan ESP32 sebagai sarana menerima data, mengirim data dan menyimpan data. Dan dalam penyelesaian penelitian ini menggunakan model SDLC (*System Development Life Cycle*) metode *waterfall*[10] seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Skematik Model SDLC *Waterfall*

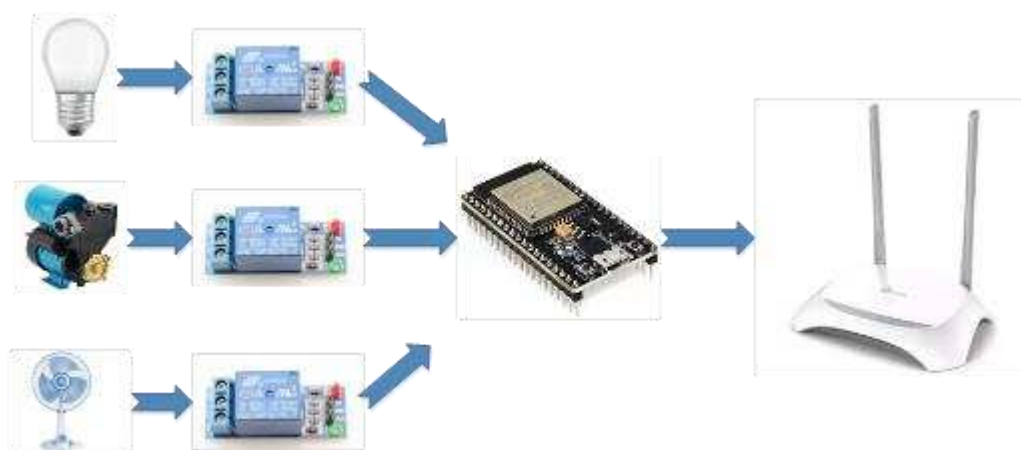
Analisis Sistem

Pada tahapan ini peneliti menganalisis permasalahan dengan cara studi literatur terhadap kemajuan dari Smart Home yang ada saat ini, cara kerja, proses dan melihat kemungkinan-kemungkinan yang terjadi jika terjadi permasalahan pada Smart Home. Dalam menyelesaikan penelitian ini dibutuhkan bahan-bahan :

- ESP 32 : Sebagai pengontrol dan pengolah data
- Relay : menerima input dari ESP32 yang diteruskan ke aktuator
- Aktuator : Lampu, Pompa Air, Kipas Angin
- WIFI : Wifi yang di set sebagai Router sehingga pengaturan jaringan pada ESP32 di setting secara permanen yang terkoneksi dengan WIFI.

Desain Sistem

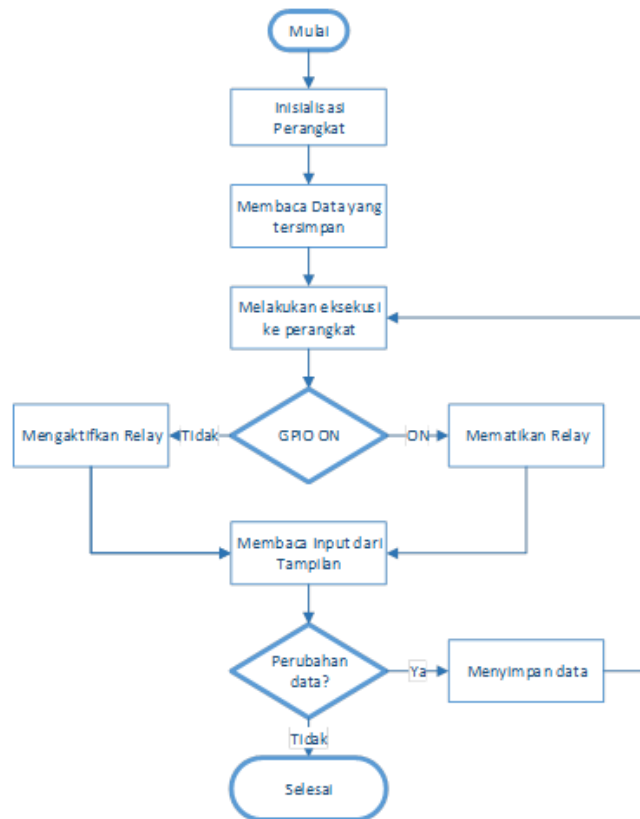
Pada tahapan ini desain sistem dilakukan dengan merancang suatu sistem yang sesuai dengan kebutuhan penelitian untuk menjadikan solusi dalam memecahkan permasalahan yang ada. Perangkat yang digunakan sebagai pengendali adalah ESP32, untuk menghubungkan dengan perangkat yang bertegangan 220 volt digunakan relay yang tegangan kerja 5 volt. Perintah kondisi *OFF* dan *ON* relay akan disimpan pada Penyimpanan permanen dari ESP32. Untuk mengakses ESP32 diperlukan jaringan lokal. Atau untuk dapat diakses dari internet maka dibutuhkan pengaturan IP Publik. Tetapi dalam penelitian ini belum berfokus pada komunikasi ke internet karena sistem yang dibangun merupakan sistem lokal yang diakses dari Perangkat *Router* yang sama IP Address-nya dengan ESP32. Dan setiap *Relay* di hubungkan dengan perangkat seperti lampu, Pompa Air dan Kipas Angin untuk melihat kinerja seperti yang terlihat dari desain perangkat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain perangkat

Untuk Design / Alur dari program pada ESP32 dapat dilihat pada gambar 3, mulai dari inisialisasi perangkat di mana dilakukan pengecekan dan penormalan relay-relay yang terhubung dengan perangkat ESP32. Relay-relay tersebut dikondisikan dalam kondisi *LOW* sedangkan pada output Relay digunakan *Normally Close (NC)*. Hal ini dilakukan agar perangkat yang ada di rumah dapat dikendalikan secara manual apabila terjadi pemadaman listrik. Jika di kondisikan status *Normally Open* secara otomatis lampu, pompa air, kipas angin yang di kontrol hanya akan hidup jika perangkat ESP dalam kondisi *ON*.

Selanjutnya ESP32 akan membaca data dari FLASH ROM yang akan digunakan untuk mengendalikan Relay. Setelah data dibaca data tersebut akan diaplikasikan ke Relay yang menjadi penghubung dengan perangkat yang ada di rumah. Jika pembacaan Address dari ROM bernilai 1 maka PIN GPIO akan mematikan relay yang berstatus NC. Sebaliknya jika pembacaan Address bernilai 0 maka PIN GPIO dari ESP32 akan menghidupkan relay yang berstatus NC.

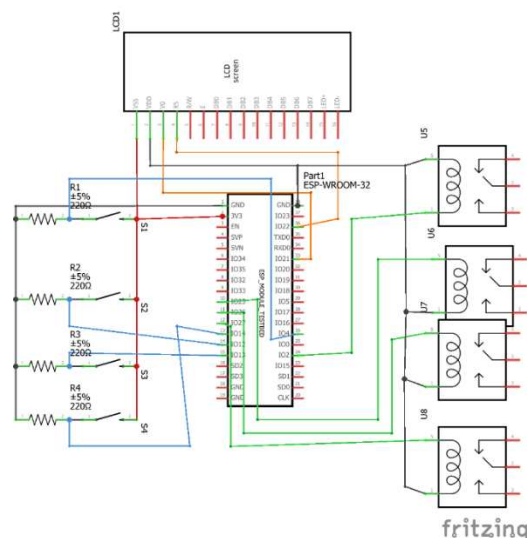


Gambar 3. Flowchart perangkat ESP32

Sedangkan pengguna dapat mengakses perangkat dengan menghubungkan HP/Laptop ke jaringan Lokal dan memasukkan IP Address perangkat yang ditampilkan di LCD yang terkoneksi dengan ESP32. Pada tampilan yang berbasis website tersebut akan tampil status perangkat yang dikendalikan.

Pada gambar 4 line yang berwarna biru merupakan input, Line berwarna hijau merupakan output dan yang berwarna Orange merupakan SDA dan SCL untuk komunikasi dengan LCD yang berukuran 4x20.

Peralatan yang digunakan yaitu 1 unit ESP32, 4 buah switch, 4 buah relay, 1 LCD 4x20, 4 resistor 1 kohm.



Gambar 4. Rancangan Skematik

Pengkodean

Pada tahapan pengkodean dilakukan dengan menerjemahkan hasil dari desain sistem pada gambar 3 yang di buat ke dalam bahasa program arduino yang dapat di proses oleh *IDE Arduino* untuk dimasukkan ke dalam ESP32. Sedangkan untuk tampilan dari website akan ditanam di ESP32.

Uji Coba Sistem

Pada tahap uji coba sistem perangkat akan di uji satu persatu mulai dari pengujian tampilan dan respons *Relay*, pengujian konektifitas perangkat ESP32 dengan aktuator[11], serta pengujian penyimpanan datanya.

Implementasi Sistem

Tahapan ini merupakan tahapan perangkat akan di rakit menjadi 1 sehingga dapat diaplikasikan walaupun masih dalam bentuk *prototype*. Langkah-langkah dalam implementasi sistem sebagai berikut :

- Menyiapkan perangkat
Mempersiapkan perangkat Smart Home yang telah dirancang dan dibangun dengan mengintegrasikan beberapa aktuator.
- Melakukan simulasi
Sistem *Smart Home* yang dirancang dan dibangun dalam bentuk prototipe sehingga perlu dilakukan simulasi untuk melihat cara kerja dari sistem ini.

Pemeliharaan Sistem

Pemeliharaan sistem dilakukan agar sistem dapat terus bekerja dengan baik, terutama pada perangkat relay yang menjadi aktuator serta konektifitas dengan jaringan lokal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menganalisa rancangan perangkat esp32 penelitian dilakukan dengan menguji komponen-komponen yang digunakan. Pengujian alat dilakukan untuk memastikan bahwa alat tersebut dapat berfungsi sesuai rancangan yang dibangun.

Pengaplikasian Rancangan Alat

Pada hasil perancangan *hardware* dibuat seperti yang di bahas pada di mana PIN yang sudah di set telah dihubungkan ke perangkat menggunakan kabel jumper yang bisa melewati tegangan sebesar 5 volt DC.



Gambar 5. Hasil rancangan *hardware*

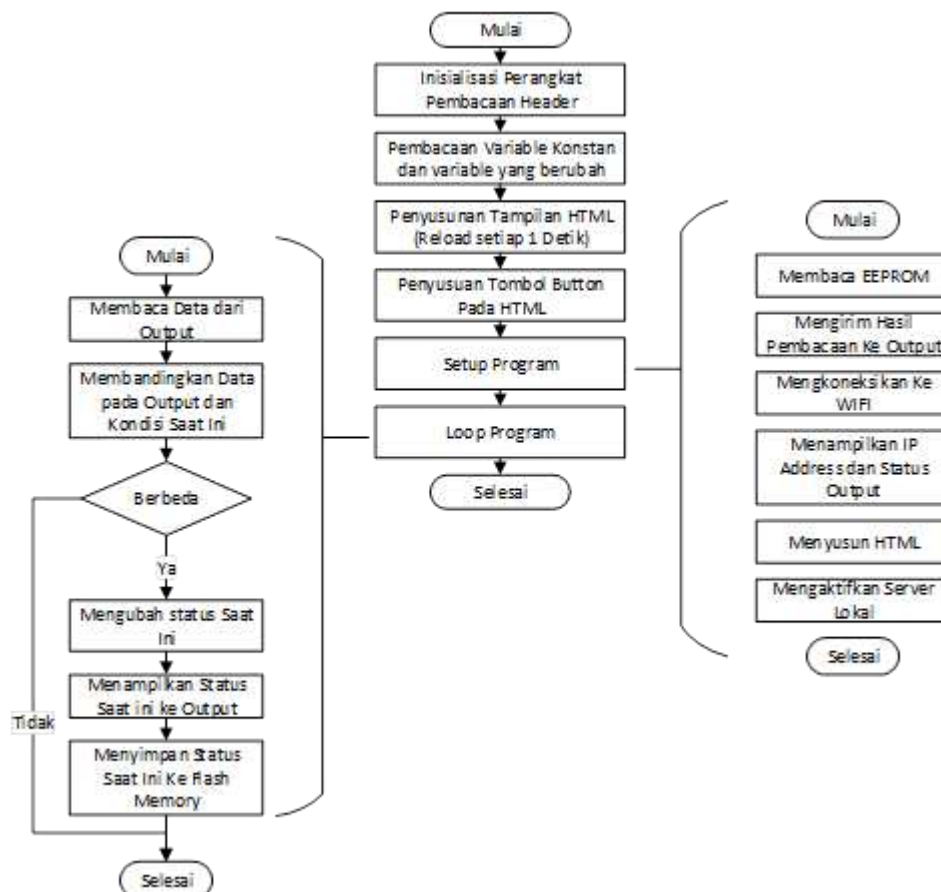
Tabel 1. Penggunaan PIN pada ESP32

PERANGKAT	PIN ESP32 YANG DIGUNAKAN	KETERANGAN
RELAY 1 (UNTUK KIPAS ANGIN)	2, VCC, GND	Sebagai Output
RELAY 2 (LAMPU 1)	25, VCC, GND	Sebagai Output
RELAY 3 (POMPA AIR)	26, VCC, GND	Sebagai Output
RELLAY 4 (LAMPU 2)	27, VCC, GND	Sebagai Output
SWITCH 1 (UNTUK KIPAS ANGIN)	4, VCC, Resistor 1k, GND	Sebagai Input
SWITCH 2 (UNTUK LAMPU 1)	12, VCC, Resistor 1k, GND	Sebagai Input
SWITCH 3 (UNTUK POMPA AIR)	13, VCC, Resistor 1k, GND	Sebagai Input
SWITCH 4 (UNTUK LAMPU 2)	14, VCC, Resistor 1k, GND	Sebagai Input
LCD	21 (SDA), 22(SCL), VCC, GND	Sebagai Output

Pengaplikasian Software

Penelitian ini berfokus pada sistem untuk penyimpanan data sehingga saat terjadi kondisi restart perangkat atau perangkat kehilangan input, kondisi terakhir tetap akan di jalankan. Untuk mengeksekusi hal tersebut dalam pengerjaan software dibutuhkan beberapa feature yang ada di ESP32 yaitu :

```
#include <WiFi.h>           // Fitur untuk mengkoneksikan dengan wifi
#include <AsyncTCP.h>        // Digunakan untuk reload otomatis webserver
#include <ESPAsyncWebServer.h> // Fitur tambahan untuk mengeksekusi Reload Otomatis
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Fitur untuk Menggunakan LCD menggunakan I2C
#include <EEPROM.h>          // Fitur untuk mengaktifkan penyimpanan data pada ROM
```

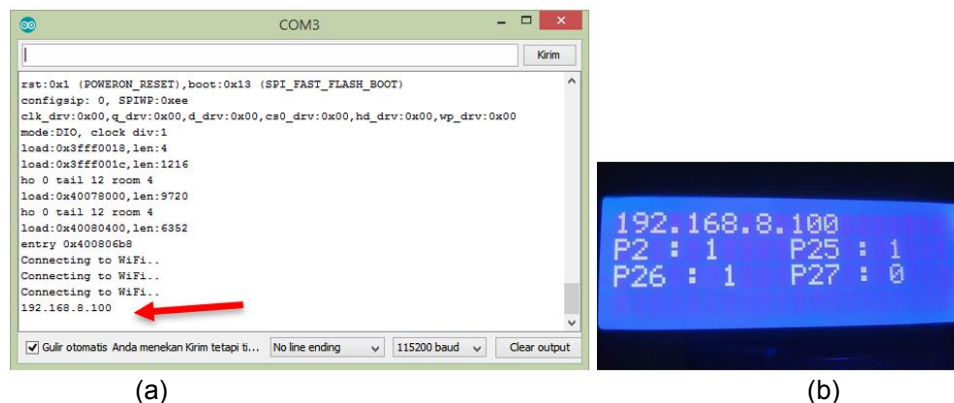
**Gambar 6.** Pemrograman ESP32

Untuk mekanisme kerja dari ESP32 dapat dilihat pada Gambar 6.

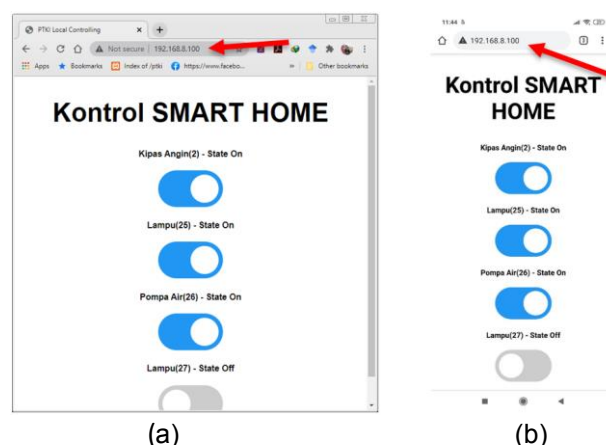
- Pembacaan Header Program
- Inisialisasi LCD yang digunakan
- Inisialisasi *Variable* baik Permanen maupun yang akan berubah saat alat dijalankan serta *delay* yang digunakan. Pada *software* ini digunakan *delay* sebesar 50ms sehingga pembacaan akan lebih cepat saat terjadi perubahan status pada *output*.
- Penyisipan baris html pada program sehingga alat ini sudah memiliki tampilan website yang tertanam di dalamnya. Selain itu dilakukan juga pengaturan *reload interval* pada tampilan website.
- Void setup** untuk insialisasi program arduino/ESP32
- Void Loop** untuk program saat di jalankan.

Pengujian Perangkat

Saat perangkat pertama dijalankan maka data yang ditampilkan pada Terminal arduino seperti yang terlihat pada gambar 7. Pada gambar 7, ditampilkan *IP Address* Perangkat ESP32 saat ini. Sehingga untuk mengakses perangkat dari *Smart Phone*, laptop, atau komputer dengan menuliskan *IP Address* perangkat pada Web browser yaitu 192.168.8.100 seperti pada gambar 8.



Gambar 7. Tampilan saat aplikasi di jalankan (a) tampilan pada serial terminal, (b) tampilan pada LCD.



Gambar 8. Tampilan web browser (a) pada perangkat komputer, (b) pada *smart phone*

Pengujian Fungsi-Fungsi Kontrol.

Dalam pengujian fungsi kontrol dilakukan dengan memberi perintah dari Web browser dan perintah dari *Button* yang di tekan dengan kondisi seluruh perangkat dalam keadaan mati.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kontrol

Perintah	Status Relay ESP32	EEPROM	Keterangan
Menyalakan Tombol Kipas Angin (2)	ON	1	Relay Pada PIN 2 Aktif
Mematikan Tombol Kipas Angin (2)	OFF	0	Relay Pada PIN 2 Tidak Aktif
Menyalakan Tombol Lampu (25)	ON	1	Relay Pada PIN 25 Aktif
Mematikan Tombol Lampu (25)	OFF	0	Relay Pada PIN 25 Tidak Aktif
Menyalakan Tombol Pompa Air (26)	ON	1	Relay Pada PIN 26 Aktif
Mematikan Tombol Pompa Air (26)	OFF	0	Relay Pada PIN 26 Tidak Aktif
Menyalakan Tombol Lampu (27)	ON	1	Relay Pada PIN 27 Aktif
Mematikan Tombol Lampu (27)	OFF	0	Relay Pada PIN 27 Tidak Aktif
Menekan Button 1 (4)	ON	1	Relay Pada Pin 2 Aktif
Menekan Button 1 (4)	OFF	0	Relay Pada Pin 2 Tidak Aktif
Menekan Button 2 (12)	ON	1	Relay Pada Pin 25 Aktif
Menekan Button 2 (12)	OFF	0	Relay Pada Pin 25 Tidak Aktif
Menekan Button 3 (13)	ON	1	Relay Pada Pin 26 Aktif
Menekan Button 3 (13)	OFF	0	Relay Pada Pin 26 Tidak Aktif
Menekan Button 4 (4)	ON	1	Relay Pada Pin 27 Aktif
Menekan Button 4 (4)	OFF	0	Relay Pada Pin 27 Tidak Aktif

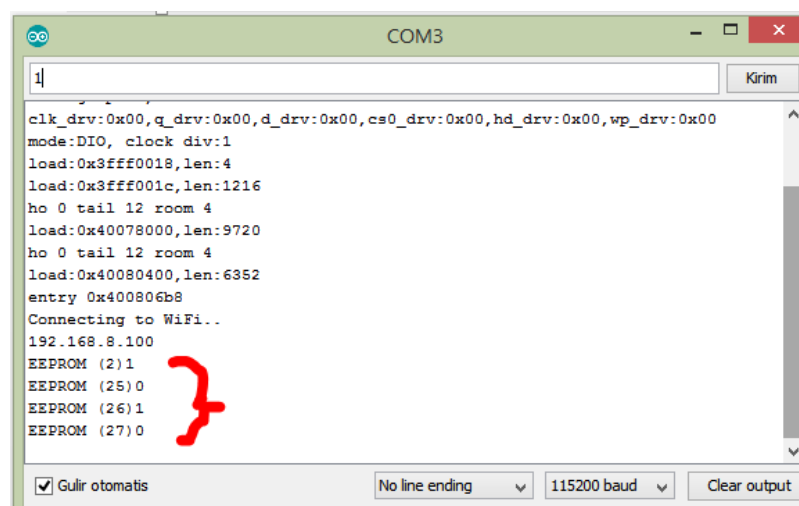
Untuk melihat penyimpanan data pada EEPROM pada Kode Program ESP32 **Serial.read()** seperti pada kode program berikut.

```

if (Serial.available() > 0) {
  // read the incoming byte:
  incomingByte = Serial.read();
  if (incomingByte == '1')
  {
    Serial.print("EEPROM (");Serial.print(output);Serial.print(")");
    Serial.println(EEPROM.read(output));
    .....
  }
}

```

Sehingga pada tampilan Serial Terminal Arduino IDE jika mengirim karakter **1** maka akan menampilkan data EEPROM seperti terlihat pada gambar 9.

**Gambar 9.** Pengecekan data yang ada di flash memory

Pengujian Penyimpanan Data

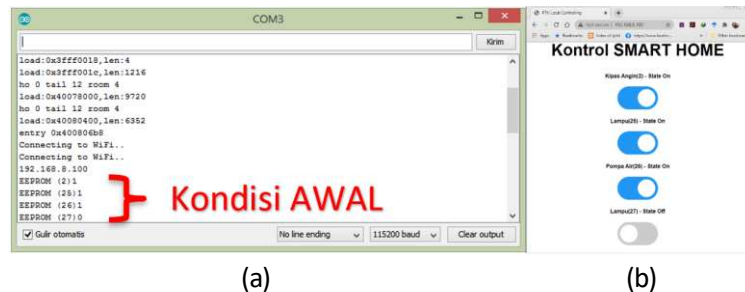
Untuk penyimpanan data dilakukan dengan mereset perangkat ESP32. Sebelum melakukan reset terlebih dahulu

memperlihatkan data saat ini yang tersimpan di *Flash Memory* dimana kondisi awal adalah seperti gambar 10. Setelah itu dilakukan perubahan data *Output* dengan mengatur :

- output pada PIN 25 menjadi OFF (0)
- PIN 2 menjadi OFF (0)
- PIN 27 menjadi ON (1)

Seperti pada gambar 11 sehingga data yang tersimpan saat ini adalah

EEPROM (2)0
EEPROM (25)0
EEPROM (26)1
EEPROM (27)1

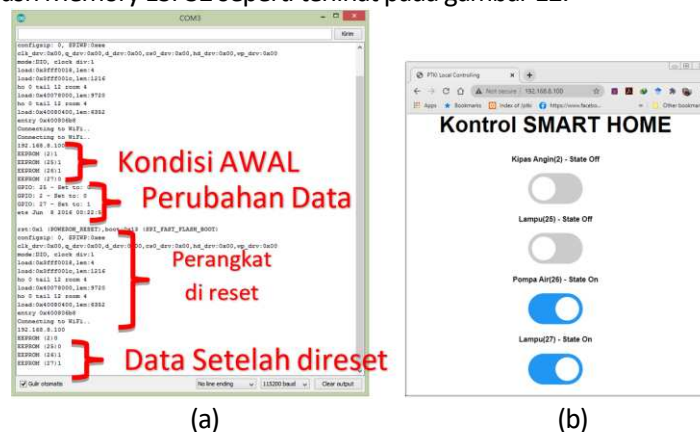


Gambar 10. Kondisi awal saat di jalankan (a) tampilan pada terminal. (b) tampilan pada interface



Gambar 11. Perubahan data

Setelah itu dilakukan reset perangkat dengan cara mematikan perangkat lalu menyalakan kembali dan mengecek kembali data yang tersimpan pada Flash Memory ESP32 seperti terlihat pada gambar 12.



Gambar 12. (a) data yang ada pada flash memory. (b) tampilan interface

Pembahasan

Setelah melakukan pengujian mulai dari perangkat yang digunakan sampai ke penyimpanan data secara umum peralatan bekerja dengan baik. Flash Memory/EEPROM pada ESP32 dapat menampung data sebanyak 8 bit/1 byte sehingga untuk penyimpanan tidak sebatas angka 1 dan 0 tetapi dapat juga menyimpan hingga angka 255. Pada penelitian ini pengontrolan yang dilakukan baik menggunakan tombol yang tersedia maupun menggunakan Web Browser baik dari Smartphone

maupun dari komputer dapat bekerja tanpa delay lebih dari 1 detik. Jika tombol pada Smart phone di tekan tampilan di Web browser di Komputer ikut berpindah dan data yang ditampilkan di layar LCD ESP 32 juga ikut berubah. Selain itu jika perangkat ESP32 kehilangan sumber daya dan dihidupkan kembali maka output terakhir dari perangkat akan di tampilkan kembali tanpa ada masalah. Selain itu peralatan ini tidak membutuhkan database, server dan jaringan internet, tetapi hanya membutuhkan jaringan lokal sebagai penyambung teknologi Smart Home tersebut. Seluruh tampilan dari website berada pada penyimpanan ESP32 dan untuk mengatur tampilan yang ada di interface digunakan CSS (*Cascading Style Sheets*) sehingga tampilan lebih menarik. Penambahan reload otomatis setiap 1 detik membuat website interfacenya lebih dinamis. Pada pengujian ini jaringan yang digunakan adalah jaringan Wifi tetapi memiliki akses ke internet hanya tidak digunakan karena sesuai dengan batasan masalah pada penelitian ini, yang fokus pada jaringan lokal.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perangkat ESP32 memiliki banyak fitur yang bisa dikembangkan khususnya penerapan *Internet Of Things*. Dalam penelitian ini di buat 4 output yang memiliki fungsi berbeda dan menyimpan data di Flash Memory/EEPROM dari ESP32. Untuk mengatur Output terdapat 2 metode yaitu dengan menekan tombol Button yang disediakan dan menekan tombol interface yang disediakan dengan mengakses IP Address perangkat. IP Address tersebut dapat di akses hanya jika perangkat Mobile/komputer kita terkoneksi dengan jaringan lokal atau istilahnya memiliki 1 class IP yang sama. Setiap perubahan data secara otomatis perangkat ESP32 akan menyimpannya pada Flash Memory. Penyimpanan Flash Memory dapat hingga 8 bit atau setara dengan 0-254. Penyimpanan ini bersifat permanen jadi walaupun perangkat EPS32 dimatikan data tersebut tetap akan ada dan dapat di akses kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Muslihudin, W. Renvilia, Taufiq, A. Andoyo, and F. Susanto, "Implementasi Aplikasi Rumah Pintar Berbasis Android Dengan Arduino Microcontroller," J. Keteknikan dan Sains, vol. 1, no. 1, pp. 23–31, 2018.
- [2] Abdurrahman, Y. Jayusman, and M. A. Rifqi, "Sistem smart home pengontrol peralatan elektrik rumah melalui internet berbasis raspberry pi," J. Teknol. Inf. dan Komun., vol. 6, no. 1, pp. 23–32, 2017.
- [3] F. Z. Rachman, "Smart Home Berbasis Iot," Snitt, pp. 369–374, 2017.
- [4] M. F. Wicaksono and M. D. Rahmatya, "Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home," J. Teknol. dan Inf., vol. 10, no. 1, pp. 40–51, 2020.
- [5] A. Satriadi, Wahyudi, and Y. Christiyono, "Perancangan Home Automation Berbasis NodeMCU," Transient, vol. 8, no. 1, pp. 64–71, 2019.
- [6] F. H. Somari, "Sistem Data Logger Peralatan Elektronik Berbasis Android," Sist. Data Logger Peralat. Elektron. Berbas. Android, p. 137, 2017.
- [7] R. P. Pratama, "APLIKASI WEBSERVER ESP8266 UNTUK PENGENDALI PERALATAN LISTRIK," INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol., vol. 17, no. 2, pp. 39–44, 2017.
- [8] V. Pravalika and C. Rajendra Prasad, "Internet of things based home monitoring and device control using Esp32," Int. J. Recent Technol. Eng., vol. 8, no. 1 Special Issue 4, pp. 58–62, 2019.
- [9] E. Systems, "ESP32 Series Datasheet," 2019.
- [10] R. Susanto and A. D. Andriana, "PERBANDINGAN MODEL WATERFALL DAN PROTOTYPING UNTUK PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI," Maj. Ilm. UNIKOM, vol. 14, no. 1, pp. 41–46, 2016.
- [11] S. Karim, Sensor & Aktuator. Jakarta: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan, 2013.

Bidang: Teknik Elektro, Listrik, dan Otomasi Topik: Rancangan Rangkaian Analog dan Elektronika

RANCANG BANGUN PEMBELAJARAN PIRANTI ELEKTRONIKA UNTUK MEMAHAMI KARAKTERISTIK TRANSISTOR BIPOLAR MENGUNAKAN *CURVE TRACER* ARDUINO

**Isminarti¹, Muh.Rafsanjani Husain², Iffa Auliya Kadriati³, Andi Fitriati⁴,
Nanang Roni Wibowo⁵
^{1,2,3,4,5} Politeknik Bosowa
isminarti@politeknikbosowa.ac.id¹,
muh.rafsanjani@politeknikbosowa.ac.id²,
iffa.auliya@politeknikbosowa.ac.id³**

ABSTRAK

Mikrokontroler arduino diterapkan di dalam dunia pendidikan salah satunya dimanfaatkan sebagai bahan untuk pengembangan alat praktikum. Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang bersifat research and development (R&D). Salah satu komponen yang akan dibahas dalam jurnal ini adalah karakteristik transistor bipolar, dimana transistor bipolar terbagi menjadi dua jenis yaitu PNP dan NPN. Adapun tujuan dari pembuatan media pembelajaran ini yaitu memudahkan mahasiswa dalam memahami karakteristik transistor bipolar jenis NPN dan PNP dengan menggunakan software. Untuk melihat kurva karakteristik transistor ini digunakan sensor MCP4725 12C DAC dan INA219 sebagai sensor arus yang terlebih dahulu di program menggunakan arduino. Pengukuran karakteristik transistor menggunakan curve tracer menghasilkan kurva karakteristik transistor sesuai teori saat uji coba forward dan reverse dengan bantuan PC/laptop sebagai media ukur output dengan hasil error untuk pengukuran IC Transistor PNP BD140 2,89% dan $I_e = 0,5\%$.

Kata kunci: Piranti, karakteristik, transistor.

ABSTRACT

Arduino microcontroller is applied in the world of education, one of which is used as material for the development of practical tools. This research is a basic research which is research and development (R&D) in nature. One of the components that will be discussed in this journal is the characteristics of bipolar transistors, where bipolar transistors are divided into two types, namely PNP and NPN. The purpose of making this learning media is to make it easier for students to understand the characteristics of NPN and PNP bipolar transistors by using software. To see the characteristic curve of this transistor, the MCP4725 12C DAC and INA219 sensors are used as current sensors which are first programmed using Arduino. Measuring transistor characteristics using a curve tracer produces a transistor characteristic curve according to the theory when testing forward and reverse with PC as output measurement device with the results of the error for measuring the BD140 PNP transistor IC 2.89% and $I_e = 0.5\%$.

Keywords: Tools, characteristics, transistors.

PENDAHULUAN

Dengan perkembangan dan kemajuan teknologi modern pada saat ini yang begitu pesat, membuat semua orang selalu ingin mengembangkan dan mempelajari serta membuat alat – alat yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari hari bahkan tak sedikit orang yang mengembangkan alat yang sudah ada menjadi lebih canggih dari sebelumnya terutama di dunia pendidikan.

Modul pembelajaran sangat membantu dalam program keahlian yang bersifat praktikum, penggunaan alat bantu berupa media pembelajaran mempunyai pengaruh yang sangat besar bagi mahasiswa. Pada media pembelajaran

ini peneliti akan melihat karakteristik transistor melalui laptop/pc sebagai pengganti dari multimeter dan osiloskop menggunakan Curve Tracer sehingga Media Pembelajaran Praktikum Piranti Elektronika Untuk Memahami Karakteristik Transistor ini dapat memudahkan mahasiswa dalam praktikum dimana mahasiswa didorong untuk memahami tentang berbagai jenis dan karakteristik dari piranti elektronika secara hardware dan software.

Road Map

Beberapa penelitian yang telah kami cermati sehingga dapat diambil rekayasa pembuatan penelitian media pembelajaran piranti elektronika yaitu sebagai berikut :

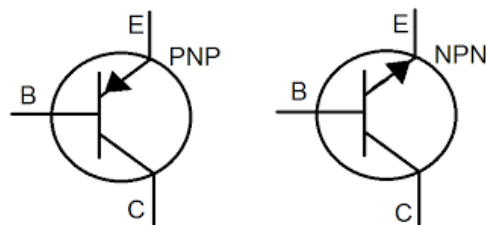
- Penelitian berjudul "Pengembangan Media Pembelajaran Transistor Menggunakan Trainer Transistor Pada Mata Pelajaran Elektronika Dasar Kelas X" Pada penelitian ini memiliki teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif. Teknik analisis deskriptif digunakan dengan menggunakan statistik deskriptif. "Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi" [1].
- Penelitian berjudul "Pengembangan Media Pembelajaran Bipolar Junction Transistor Common Base Amplifier Berbasis Flash Untuk Menunjang Mata Kuliah Elektronika Di Jurusan Teknik Elektro". Pada penelitian ini menggunakan alat HBE-B3E kerbatasan dan resiko kerusakan alat praktikum HBE-B3E. Selain itu juga dalam penggunaan media pembelajaran ini sangat susah [2].
- Penelitian yang berjudul "Media Pembelajaran Trainer Elektronika Dasar Untuk Mata Pelajaran Elektronika Dasar" pada penelitian modul ini terdapat empat macam kegiatan belajar yang meliputi pengenalan komponen elektronika aktif dan pasif serta konsep rangkaian elektronika sederhana. Trainer dirancang dalam bentuk box yang utuh. Trainer Elektronika Dasar terdiri dari blok pengenalan komponen elektronika aktif dan pasif, rangkaian penyearah setengah gelombang dan gelombang penuh, power supply variable, pengisian dan pengosongan kapasitor, LDR sebagai saklar, penguat dasar transistor kelas A. Sehingga dalam pemahaman karakteristik transistor tidak terfokus [3].

Pada penelitian yang penulis buat jika dibandingkan dengan penelitian lainnya memiliki kelebihan yaitu, karakteristiknya dapat dilihat melalui PC/laptop dimana arduino sebagai interface.

Teori Dasar

➤ Transistor

Transistor adalah elemen/komponen aktif terbuat dari bahan semikonduktor. Pada umumnya Transistor berfungsi sebagai penguat dan saklar/switching. Transistor memiliki 3 terminal, yaitu Basis (B), Emiter(E) dan Kolektor (C) [4]. Transistor secara umum dibagi menjadi dua yaitu, PNP dan NPN. Berikut adalah symbol dari transistor NPN dan PNP.



Gambar 1. Simbol transistor PNP & NPN

Prinsip dasar dari kerja transistor adalah tidak akan ada arus antara kolektor dan emiter jika basis tidak diberi tegangan bias. Untuk mengalirkan arus pada transistor NPN membutuhkan sambungan sumber positif (+) pada kaki basis. Cara kerja NPN adalah ketika tegangan mengenai kaki basis, hingga titik saturasi, maka akan menginduksi arus dari kaki kolektor ke emiter dan transistor akan berlogika 1 (aktif) dan apabila arus yang melalui basis berkurang, maka arus yang mengalir pada kolektor ke emiter akan berkurang, hingga titik cut off. Sedangkan untuk PNP sebaliknya ketika arus mengalir pada kaki basis, maka transistor berlogika 0 (off). Arus akan mengalir apabila kaki basis sambungan ke ground (-) hal ini akan menginduksi arus pada kaki emiter ke kolektor, hal yang berbeda dengan NPN, yaitu arus mengalir pada kolektor ke emiter. Arus dari emiter (I_E) sebagian kecil dilewatkan ke basis (I_B) dan sebagian besar lainnya diteruskan ke kolektor (I_C). Sesuai dengan hukum Kirchhoff

maka diperoleh persamaan berikut :

$$I_E = I_C + I_B \quad (1) [5].$$

Dikarenakan arus dari emiter (I_E) sebagian kecil dilewatkan ke basis (I_B) dan sebagian besar laginya diteruskan ke kolektor (I_C).

Dengan menggunakan kurva karakteristik output dalam contoh kita di atas dan juga Hukum Ohm, arus yang mengalir melalui resistor beban (R_C), adalah sama dengan arus collector (I_C) memasuki transistor yang pada gilirannya sesuai dengan tegangan supply (V_{CC}) minus penurunan tegangan antara collector dan terminal emitter, (V_{CE}) dan diberikan sebagai :

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} \quad (2)$$

Berikut daerah 4 mode operasi transistor :

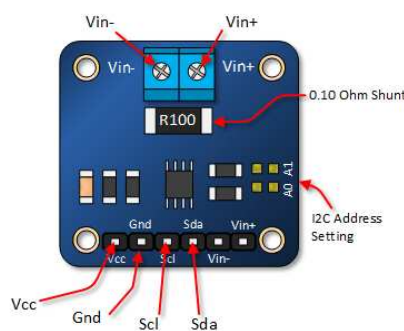
- (a) Saturasi, transistor bertindak seperti sirkuit pendek, dimana arus basis mengalir dari kolektor ke emiter.
- (b) Cut off, transistor bertindak seperti sirkuit terbuka dimana tidak ada arus yang mengalir dari kolektor ke emiter.
- (c) Aktif, arus dari kolektor ke emiter sebanding dengan arus yang mengalir ke basis

➤ **Arduino Uno**

Arduino Uno merupakan papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. IC (integrated circuit) ini memiliki 14 input/output digital (6 output untuk PWM), 6 analog input, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mensupport mikrokontrol secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC ke DC atau juga battery.

➤ **Sensor INA219**

Sensor INA219 merupakan sensor yang dapat mengukur 2 parameter sekaligus yaitu tegangan (volt) dan arus (ampere). Adapun tegangan yang dapat diukur yaitu sampai 26v sedangkan untuk arusnya sampai 3,2 A. Berikut bentuk dari sensor INA219.



Gambar 2. Sensor INA219

Dilihat dari Gambar 2, sensor ini terdiri dari Vcc yang dimana dihubungkan dengan tegangan 5v pada arduino, Gnd, SCL dan SDA sebagai komunikasi sensor [6].

➤ **MCP4725 12C DAC**

MCP4725 12C DAC adalah Digital to Analog Converter 12 bit dengan antarmuka digital dengan protokol I2C [7]. Komponen ini sangat bermanfaat jika kita ingin menambahkan kemampuan output analog pada suatu system mikroprosesor/mikrokontroler yang belum memiliki kemampuan DAC di dalamnya.



Gambar 3. Sensor MCP4725 DAC

➤ **LM358**

LM358 merupakan dual op-amp 8 pin dengan daya rendah dapat menggunakan catu tunggal mulai dari 3V sampai 32V. Daya rendah berarti IC op-amp ini dapat menggunakan baterai. LM358 juga banyak diandalkan penggiat elektronika audio yang suka merakit rangkaian pre-amplifier [8].

➤ **Trafo**

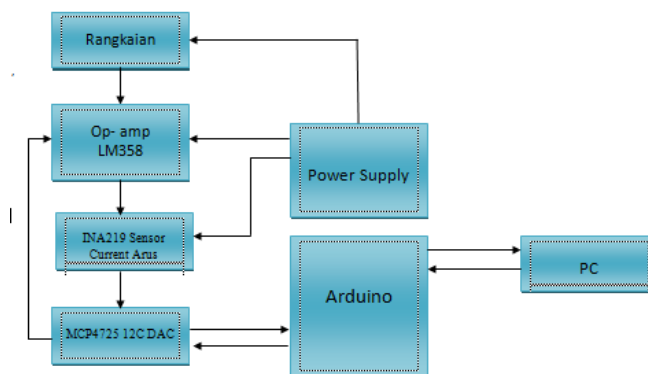
Trafo (Transformator) adalah alat listrik atau elektronika yang berfungsi memindahkan tenaga (daya) listrik dari input ke output atau dari sisi primer ke sisi sekunder [9] .

➤ **Resistor**

Resistor atau hambatan bagian komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon [10].

METODE PENELITIAN

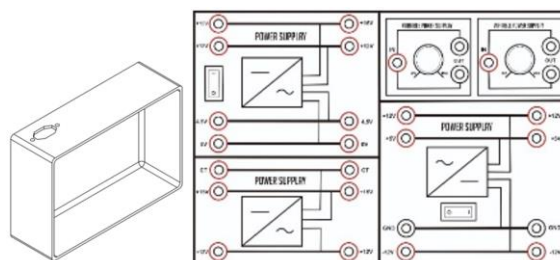
Penelitian ini menggunakan metode eksperimental sekaligus menjadi riset dan pengembangan (R&D) bagi media pembelajaran berikutnya khususnya pada mata kuliah piranti elektronika. Diagram blok di bawah ini merupakan salah satu bagian dari perancangan dan pembuatan proyek awal ini guna memahami model media pembelajaran yang akan dibuat.



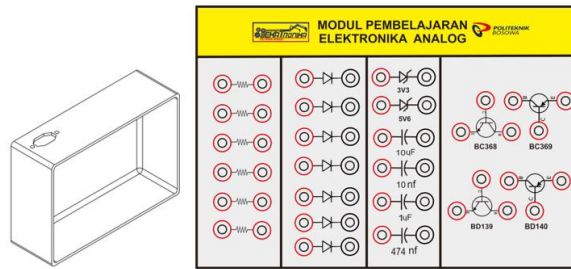
Gambar 4. Diagram blok media pembelajaran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Alat Keseluruhan



Gambar 5. Box I power supply



Gambar 6. Box II media pembelajaran

Perancangan Perangkat Lunak (software)

Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- *Corel Draw* digunakan untuk perancangan gambar media pembelajaran
- *Arduino Ide* digunakan untuk proses pemrograman komponen – komponen termasuk sensor yang berada dalam *box curve treasure*.
- *Proteus 8 Profesional* digunakan untuk simulasi alat termasuk *power supply*, rangkaian transistor PNP dan NPN.
- *Express PCB dan Diptrace* digunakan untuk membuat jalur lay out pada rangkaian.

Hasil Karya dan Sistem Kerja Alat

Power Supply ini digunakan sebagai pemberi tegangan serta arus listrik pada rangkaian atau komponen komponen yang membutuhkan sumber tegangan. Pada *power supply* yang dibuat terdiri dari arus bolak balik (AC) dan arus searah (DC). Terdapat 2 buah potensiometer yang dimana digunakan sebagai pengatur tegangan yang diberikan AC maupun DC.



Gambar 7. Box power supply

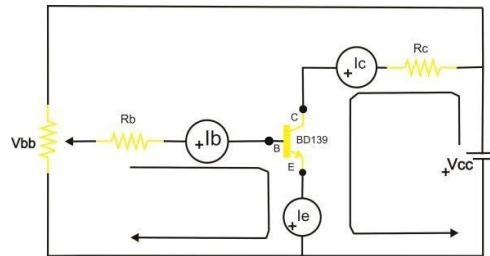


Gambar 8. Box uji coba komponen transistor PNP dan NPN

Media pembelajaran ini terdapat beberapa komponen aktif dan pasif yang dipakai pada rangkaian elektronika. Komponen aktif yaitu dioda dan transistor sedangkan komponen pasif, yaitu resistor dan kapasitor. Cara menggunakan media pembelajaran ini dengan merangkai menggunakan kabel jumper yang telah disediakan sesuai dengan gambar rangkaian yang diberikan.

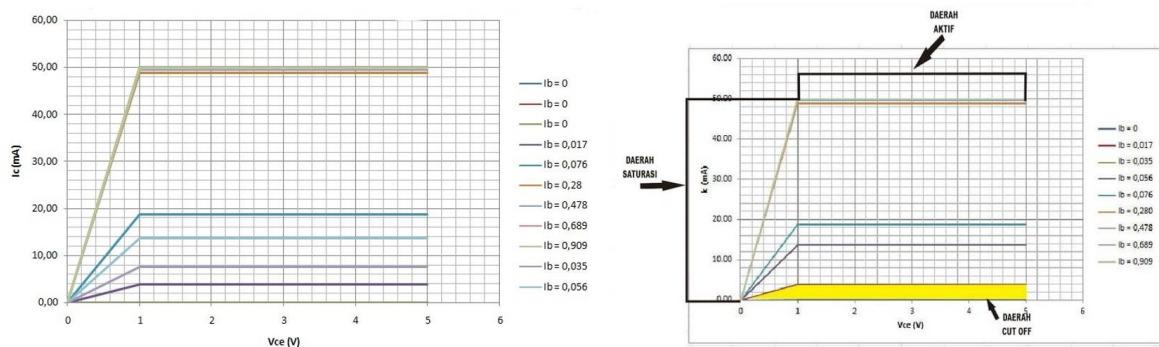
Hasil Pengujian

Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan media pembelajaran ini, yaitu :

**Gambar 9.** Rangkaian NPN menggunakan transistor BD139**Tabel 1.** Data transistor NPN BD 139

No.	V _{bb} (Volt)	I _b (mA)	V _{be} (Volt)	I _c (mA)	V _{ce} (Volt)	I _e (mA)	H _{fe}
1	0	0	0	0	0,5	0	0
2	0,3	0	0,31	0	5,04	0	0
3	0,5	0	0,49	0,016	5,05	0,14	0
4	0,7	0,017	0,66	3,82	4,66	2,78	225,88
5	0,8	0,035	0,65	7,64	4,27	5,12	218,28
6	0,9	0,056	0,68	13,62	3,68	9,05	243,21
7	1	0,076	0,69	18,7	3,21	16,9	246,05
8	2	0,280	0,72	48,9	0,16	48,4	176,64
9	4	0,689	0,75	50	0,077	50,7	72,56
10	5	0,909	0,75	49,9	0,011	50,5	54,89

Dari table 1 terlihat kurva karakteristik output untuk kolektor-emiter yang dimana x adalah V_{ce} dan y adalah I_c.

**Gambar 10.** Kurva karakteristik transistor NPN BD139

Dari kurva diatas dimana V_{bb} semakin besar maka I_b akan semakin besar juga. Dari kurva diatas I_c maksimum yang didapatkan adalah 50 mA atau dalam kondisi saturasi, pada posisi I_c 0 dinamakan posisi cut off. Pembuktian secara teori dari beberapa data yang dimana jika dibandingkan dengan pengambilan data pada saat pengukuran.

$$I_C = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{R_C} \quad (3)$$

Secara teoritis :

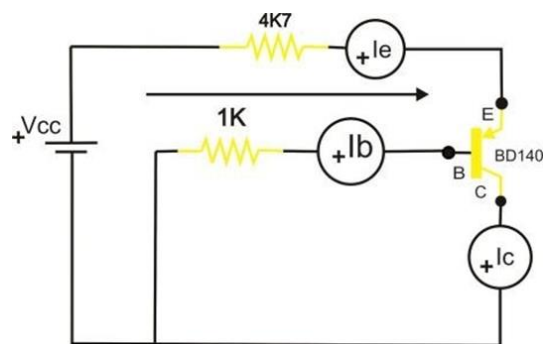
Tabel 2. Perhitungan berdasarkan teori

No.	I _c	No.	I _c
1	$I_c \frac{5 - 0,5}{100} = 45mA$	6	$I_c \frac{5 - 3,68}{100} = 13,2mA$

No.	I_c	No.	I_c
2	$I_c \frac{5 - 5,04}{100} = -0,4mA = 0mA$	7	$I_c \frac{5 - 3,21}{100} = 17,9mA$
3	$I_c \frac{5 - 5,05}{100} = -0,5mA = 0mA$	8	$I_c \frac{5 - 0,16}{100} = 48,4mA$
4	$I_c \frac{5 - 4,66}{100} = 3,4mA$	9	$I_c \frac{5 - 0,077}{100} = 49,23mA$
5	$I_c \frac{5 - 4,27}{100} = 7,3mA$	10	$I_c \frac{5 - 0,011}{100} = 49,89mA$

Tabel 3. Data I_c Transistor PNP BD140

I_c (mA) - Pengukuran	I_c (mA) - Teori	Nilai Error %
0	45	0
0	0,4	0
0,016	0,5	3,2
3,82	3,4	10,9
7,64	7,3	4,4
13,62	13,2	3,2
18,7	17,9	4,7
48,9	48,4	1
50	49,23	1,54
49,9	49,89	0,02
Rata – rata Error		2,896

**Gambar 11.** Rangkaian PNP BD140**Tabel 4.** Data Transistor PNP BD140

No.	V_{cc} (Volt)	I_c (mA)	I_e (mA)	I_b (mA)	Kondisi
1	0	0	0	0	Cut Off
2	0,3	0	0	0	Cut Off
3	0,5	0,04	0,04	0	Cut Off
4	0,8	0,17	1,57	1,39	Aktif
5	1	0,21	3,26	3,06	Aktif
6	2	0,44	13,61	13,22	Aktif
7	3	0,68	24,4	24,2	Aktif
8	4	0,85	32,4	31,7	Aktif
9	5	1,07	43,8	43	Saturasi

Dengan membuktikan hukum kirchoff :

$$I_E = I_C + I_B$$

Tabel 5. Perhitungan I_e teori

No.	I_e	No.	I_e
3	$0,04+0=0,04$	7	$0,68+24,2=24,88\text{mA}$
4	$0,17+1,39=1,56\text{mA}$	8	$0,85+31,7=32,55\text{mA}$
5	$0,21+3,06=3,27\text{mA}$	9	$1,07+43=44,07\text{mA}$
6	$0,44+13,22=13,66\text{mA}$		

Berikut tabel perbandingan I_e secara teoritis dengan pengukuran

Tabel 6. Data I_e transistor PNP BD140

I_e (mA) - Pengukuran	I_e (mA) - Teori	Nilai Error %
0	0	0
0	0	0
0,04	0,04	0
1,57	1,56	0,6
3,26	3,27	0,3
13,61	13,66	0,3
24,4	24,88	1,9
32,4	32,55	0,46
43,8	44,07	0,6
Rata – rata error		0,5

KESIMPULAN

Arus basis pada transistor NPN lebih kecil dari arus kolektor dan setiap kenaikan tegangan V_{bb} maka arus basis semakin besar. Transistor NPN akan bekerja atau aktif pada saat tegangan basis-emiter atau V_{be} mendekati 0,7 V dimana arus dari emiter (I_e) dari transistor PNP sebagian kecil dilewatkan ke basis (I_b) dan diteruskan ke kolektor (I_c). Setiap pengukuran memiliki nilai *error* atau kesalahan dimana nilai *error* berasal dari komponen dan pengukuran namun masih dalam batas toleransi dengan hasil *error* untuk pengukuran I_c Transistor PNP BD140 2,89% dan $I_e = 0,5\%$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua mahasiswa yang terlibat dalam penelitian ini sekaligus sebagai responden pada uji coba media pembelajaran serta dosen – dosen yang selalu memberikan masukan dan dukungan setiap pengembangan yang dilakukan oleh penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Yunus and D. Irmawati, "Pengembangan Media Pembelajaran Transistor Menggunakan Trainer Transistor Pada Mata Pelajaran Elektronika," E-JPTE (Jurnal Elektronik journal.student.uny.ac.id, 2016.
- [2] R. W. Praditya, Pengembangan Media Pembelajaran Bipolar Junction Transistor Common Collector Amplifier Berbasis Flash Untuk Menunjang Mata Kuliah Elektronika Di Jurusan lib.unnes.ac.id, 2015.
- [3] D. B. Rahayu, "Media Pembelajaran Trainer Elektronika Dasar Untuk Mata Pelajaran Elektronika Dasar." Yogyakarta:(Skripsi Tidak ..., 2012.
- [4] R. T. Jurnal, "Perancangan Rangkaian Penguat Daya dengan Transistor," J. Ilm. SUTET, 2017.
- [5] P. Studi, P. Fisika, F. Universitas, and R. Issn, "Perancangan Rangkaian Aplikasi Dasar Transistor Bopolar M. Rahmad *) , Yessy Angelia, dan Muhammad Sahal Laboratorium Pendidikan Fisika, Jurusan PMIPA FKIP Universitas Riau, Pekanbaru 28293," vol. 1, no. 1, pp. 38–44, 2007.

- [6] B. Hardi, Pembuatan Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, dan Suhu dengan Sensor INA219 dan MLX90615 berbasis Internet of Things. library.universitaspertamina.ac.id, 2019.
- [7] L. Llamas, "Salida Analógica Real con Arduino y DAC de 12 Bits MCP4725," Obtenido de: Qué es el MCP4725.
- [8] Z. Wiltona, Analisis Perbandingan Transistor dengan Op-Amp dalam Rangkaian Pre-Amplifier (Pre-Amp). repository.unp.ac.id, 2017.
- [9] R. A. Pratiwi. "Pengembangan Media Pembelajaran Bipolar Junction Transistor Common Base Amplifier Berbasis Flash Untuk Menunjang Mata lib.unnes.ac.id, 2015.
- [10] E. Sulistya, "Kajian Penggunaan Arduino dan Komputer Sebagai Osiloskop," Jurnal Fisika Indonesia. 2017.

Bidang: Otomasi Sistem Permesinan Topik: Sistem Kontrol Aplikasi dan Instrumentasi industri

RANCANG BANGUN APLIKASI DATA PEMERIKSAAN MOTOR LISTRIK BERBASIS ANDROID

Abdul Razak¹, Fachrur Razy Rahman², Yusdianto³

^{1,2,3}Politeknik Industri Logam Morowali

razak.milanisti@gmail.com¹, fauzyrahmantlipilm@gmail.com²,

ymalumbot@gmail.com³

ABSTRAK

Pemeriksaan motor listrik secara berkala merupakan salah satu bagian penting dari serangkaian kegiatan *preventive maintenance*. Data hasil pemeriksaan motor listrik secara digital sangat diperlukan agar data mudah di akses dan tidak tercecer. Berdasarkan pengalaman selama setahun mengikuti program magang industri pada di PT Indonesia Ruipu Nickle Chrome(PT.IRNC), kerap ditemukan data hasil pemeriksaan kondisi harian motor listrik dalam keadaan rusak. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian untuk membuat suatu sistem *monitoring* suhu dan pangkalan data hasil pemeriksaan suhu motor listrik yang dapat diakses melalui aplikasi android .

Penelitian ini bertujuan membuat suatu sistem *monitoring* suhu dan pangkalan data hasil pemeriksaan suhu motor listrik berupa aplikasi android sebagai media penyimpanan data hasil pemeriksaan motor listrik . Pada penelitian ini *tools* yang digunakan dalam pembuatan aplikasi android yaitu menggunakan *Mit App Inventor* yang terintegrasi ke dalam *database php MyAdmin*. Hasil akhir dari penelitian ini adalah berupa *record* data hasil pemeriksaan dalam bentuk PDF.

Kata kunci: Preventive, maintenance, Mit App Inventor, arduino, DHT 11.

ABSTRACT

Periodic inspection of electric motors is an important part of a series of preventive maintenance activities. Data on the results of checking electric motors digitally are very necessary, so that the data is easy to access and not scattered . Based on a year of experience following an industrial internship program at PT Indonesia Ruipu Nickel Chrome (PT.IRNC), data on the results of daily inspection of electric motors are often found in a damaged state . Based on these problems, a research was carried out to create a temperature monitoring system and a database of electric motor temperature examination results that can be accessed through the Android application.

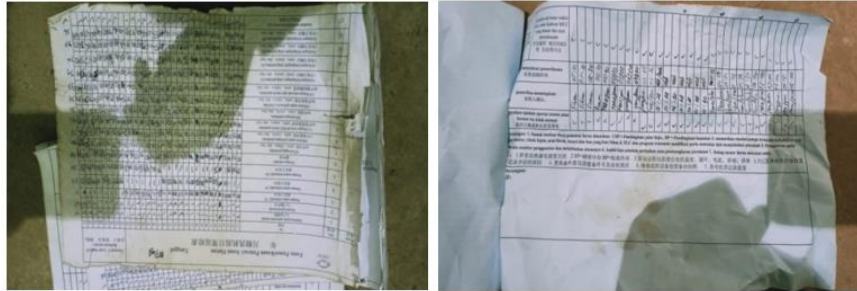
The objectives of this research is to create a temperature monitoring system and a database of electric motor temperature examination results in the form of an android application as a data storage medium for the results of electric motor inspection. In this research, the tools used in making android applications are using the Mit App Inventor which is integrated into the MyAdmin php database. The final result of this research is a PDF record of the examination result data

Keywords: Preventive, maintenance, Mit App Inventor, arduino, DHT 11.

PENDAHULUAN

Pendeteksian dini terhadap kerusakan motor dapat dengan melihat pola data temperatur motor yang diperoleh dari monitoring suhu motor dan data hasil pengecekan berkala suhu motor secara manual [2]. Secara garis besar hal ini dapat mendukung program predictive maintenance yang saat ini dilakukan di dunia industri.

Pada proses pengambilan data suhu motor mesin Rolling mill di perusahaan Cold Rolling Picly (CRP) di PT.Indonesia Ruipu Nickel Chrome Alloy (IRNC) masih dilakukan dengan mencatat data suhu ke selembaar kertas. Metode yang dilakukan berdampak pada efesiensi kerja dalam proses pendataan dimana data hasil pemeriksaan sering kotor, kusut, robek dan bahkan sampai hilang seperti yang terlihat pada Gambar 1 .



Gambar 1. Hasil proses pendataan pemeriksaan suhu motor listrik .

Tools yang digunakan dalam pembuatan aplikasi android yaitu App Inventor. Pemrograman pada App Inventor memungkinkan pengembang aplikasi mobile untuk fokus pada desain dan pemrograman logika bukan sintaks bahasa [1]. Pemeriksaan suhu motor listrik berbasis android yang terkoneksi dengan database diharapkan dapat membantu dalam proses efisiensi kerja pada PT.IRNC.

Pada penelitian yang pernah dilakukan pada tahun 2018. Pada penelitiannya dilakukan implementasi sistem pemantauan suhu dan kelembaban ruang *server* menggunakan sensor DHT11. Hasilnya sensor DHT11 dapat digunakan dan bekerja sesuai dengan yang diinginkan [3].

Sementara itu untuk penelitian lainnya pada tahun 2016, peneliti membuat aplikasi android dengan bantuan app inventor yang dikembangkan oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT). Rancangan sistem meliputi hardware dan software. Hardware meliputi mikrokontroler sebagai pusat kendali hardware, driver motor untuk kendali pintu gerbang, modul bluetooth HC-06, rancangan software meliputi aplikasi android yang digunakan untuk membuka pintu gerbang. Hasil perancangannya adalah sebuah aplikasi android yang dapat digunakan untuk membuka dan menutup pintu gerbang melalui HP android. Sistem ini memanfaatkan koneksi bluetooth yang terhubung dari android ke sistem mikrokontroler [4].

METODE PENELITIAN

Perencanaan sistem aplikasi data android

Pada tahap ini ,pertama dilakukan pembuatan layout yang terdiri dari menu utama, menu daftar user ,menu login,menu pemeriksaan,dan menu penampilan hasil pemeriksaan serta layout pelaporan dalam bentuk PDF.Selanjutnya dibuat database pada php MyAdmin yang bertujuan untuk menyimpan data berupa pengguna aplikasi ataupun data hasil pemeriksaan suhu motor listrik. Adapun diagram database seperti terlihat pada Gambar 2 di bawah ini .

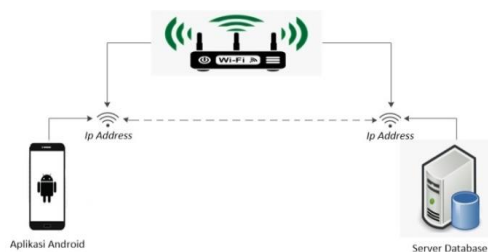


Gambar 2. Diagram database

Selanjutnya untuk menghubungkan aplikasi android ke *server database* (komputer) maka digunakan *server localhost* dalam hal ini menggunakan *software* XAMPP dengan bahasa pemrograman PHP sebagai bahasa penghubung .

Software XAMPP pada penelitian ini digunakan karena selain perancangan sistem ini menggunakan sistem komunikasi *localhost* (tidak terkoneksi dengan internet) juga karena jika dilakukan instalasi *software* XAMPP tidak perlu lagi mengkonfigurasi *server web* Apache,php, dan MySQL database secara manual .

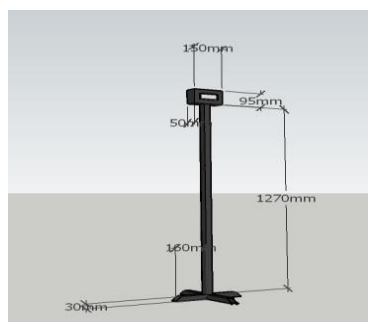
Adapun media *router* yang digunakan yaitu *tethering/wifi* . IP Address dari *localhost tethering/wifi* tersebut akan menjadi alamat pada aplikasi android sebagai penghubung ke *server database* .Adapun dapat terlihat diagram koneksi antara aplikasi android dengan database pada Gambar 3 di bawah ini .



Gambar 3. Diagram koneksi antara aplikasi android dengan *server database*

Perencanaan sistem monitoring suhu

Pada tahap awal sistem *monitoring* suhu ,terlebih dahulu dibuat perancangan pembuatan panel *monitoring* suhu. Dengan menggunakan *software* SketchUp kita dapat membuat perancangan bentuk panel *monitoring* secara terperinci. Agar dapat menentukan ukuran bahan yang akan digunakan untuk membuat panel *monitoring* suhu. Adapun desain panelnya seperti terlihat pada Gambar 4 dibawah ini .



Gambar 4. Desain panel *monitoring*

Kalibrasi sensor dan keakuratan data aplikasi android

Dalam hal ini kalibrasi bertujuan untuk menentukan kebenaran dan keakuratan konvensional nilai pembacaan sensor dan sistem pengiriman data dari aplikasi android ke *database*.Metoda dalam kalibrasi yang biasa digunakan antara lain dengan Perbandingan menggunakan alat ukur standar dan simulasi sistem .

Untuk kalibrasi pembacaan sensor DHT 11 menggunakan metoda perbandingan dengan alat ukur standar.Alat ukur standar dalam hal ini yaitu menggunakan thermogun .Adapun hasil dari kalibrasi sensor DHT 11 yang diperoleh sebagai berikut :

Tabel 1.Data kalibrasi sensor

	<i>Thermogun (°C)</i>									Rata-rata <i>Error</i>
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
Sensor 1	29	29.8	31.7	32.6	34.1	35.5	36.2	36.7	38	1.4
<i>Error</i>	3.3	3.9	0.9	1.2	0.3	1.4	0.6	0.8	0	
Sensor 2	29	30.6	31.6	32.9	33.9	34.9	36.9	37.7	38	1.2
<i>Error</i>	3.3	1.3	1.3	0.3	0.3	0.3	2.5	1.9	0	
Sensor 3	28	30.4	31.8	32.9	33.9	35.3	36.3	37	37	1.6
<i>Error</i>	6.7	1.9	0.6	0.3	0.3	0.9	0.8	0	2.6	

Selanjutnya untuk kalibrasi sistem aplikasi android dilakukan dengan simulasi pengiriman data dari aplikasi ke *database*. Pengiriman data disini mengambil 1 contoh penginputan data yaitu penginputan data hasil pemeriksaan pagi. Adapun hasil dari simulasi ini ditunjukkan pada Tabel 2 ,sebagai berikut :

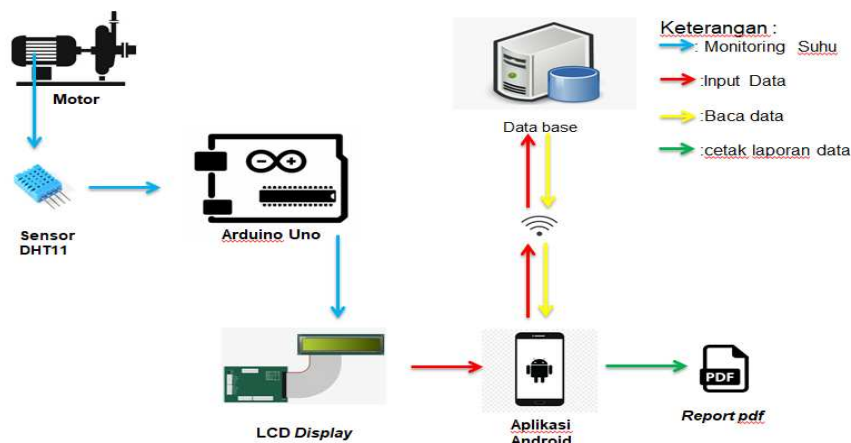
Tabel 2. Hasil simulasi pengiriman data dari aplikasi android ke *database*

No	Aplikasi Android				Database			
	Nama Karyawan	Nama Mesin	Suhu	Bunyi	Nama Karyawan	Nama Mesin	Suhu	Bunyi
1	Nadia	Motor Pompa 1	35	Normal	Nadia	Motor Pompa 1	35	Normal
2	Nadia	Motor Pompa 2	43	Normal	Nadia	Motor Pompa 2	43	Normal
3	Nadia	Motor Pompa 3	40	Normal	Nadia	Motor Pompa 3	40	Normal
4	Nadia	Motor Pompa 1	98	Tidak Normal	Nadia	Motor Pompa 1	98	Tidak Normal
5	Nadia	Motor Pompa 2	90	Tidak Normal	Nadia	Motor Pompa 2	90	Tidak Normal
7	Nadia	Motor Pompa 3	95	Tidak Normal	Nadia	Motor Pompa 3	95	Tidak Normal

Pada hasil simulasi pengiriman data yang dilakukan sebanyak 7 kali percobaan dari aplikasi android ke *database* seperti yang terlihat pada tabel 2 , data yang terbaca di *database* sesuai dengan data yang dikirim dari aplikasi android .

Implementasi Sistem keseluruhan

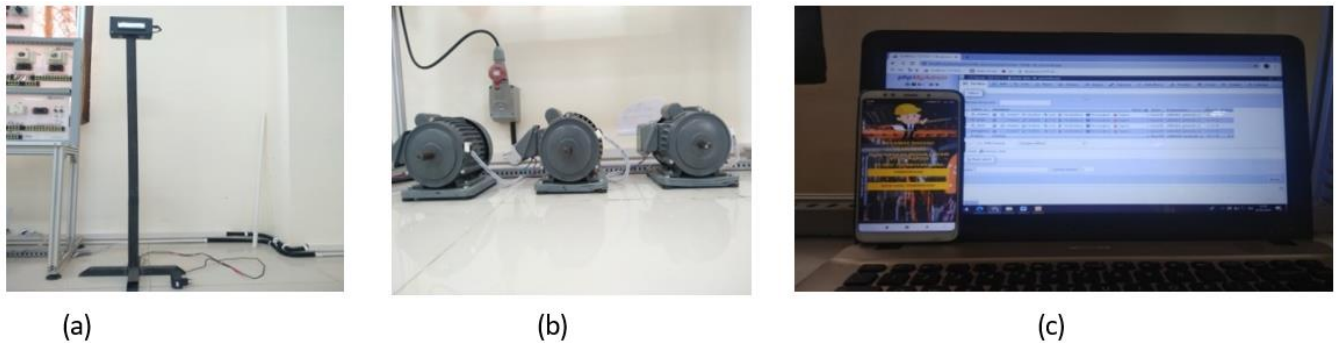
Implementasi sistem aplikasi pemeriksaan suhu motor listrik berbasis android merupakan penggabungan simulasi sistem *monitoring* suhu motor listrik dengan aplikasi android yang telah dibuat. Pembacaan suhu motor listrik dari sensor DHT 11 akan di tampilkan ke LCD *display* .Suhu yang terbaca di LCD *display* tersebut akan dimasukkan ke *database* melalui aplikasi android .Selain sebagai media pengirim data suhu motor listrik ke *database* aplikasi android juga dapat melihat data hasil pemeriksaan suhu motor listrik dan membuat pelaporan dalam bentuk PDF. Adapun dapat dilihat pada diagram blok sistem aplikasi pemeriksaan berbasis android pada Gambar 5 di bawah ini .

**Gambar 5.** Diagram blok sistem aplikasi pemeriksaan berbasis android

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perancangan dan penelitian yang berjudul rancang bangun aplikasi pemeriksaan motor listrik berbasis android maka dapat disajikan hasil dalam bentuk fisik berupa alat, *software*, data, maupun hasil analisa data .

Gambar 6 merupakan bentuk sistem *monitoring* suhu dan aplikasi pemeriksaan motor listrik. Sistem ini dirancang menjadi 2 bagian utama yaitu *monitoring* suhu motor listrik dan sistem pemeriksaan motor listrik dengan menggunakan aplikasi android .Pada sistem *monitoring* listrik terdapat sensor DHT 11 sebagai sensor pengukur suhu motor listrik dan LCD 20 x 4 sebagai *display* hasil pembacaan sensor DHT 11 .Selain itu juga terdapat Arduino Uno sebagai *mikrokontroler* dan adaptor 12 v sebagai *power supply* ke arduino .



Gambar 6. Bentuk fisik (a) Panel *monitoring*, (b) Penempatan sensor DHT 11 pada motor listrik (c) Tampilan aplikasi android dan *database*

Pengujian sistem keseluruhan

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat telah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan sistem yang telah direncanakan atau belum. Pada penelitian ini pertama-tama dilakukan pengujian pembacaan sensor DHT 11 dan menampilkan ke *display* LCD dengan kondisi motor listrik *running*. Selanjutnya suhu yang tampil pada layar LCD dimasukkan ke *database* menggunakan aplikasi android yang telah dibuat. Berikut Tabel 3 merupakan data “pagi” output pengujian dengan memasukkan hasil pembacaan suhu yang tampil di LCD ke *database* menggunakan aplikasi android.

Tabel 3. Hasil pengujian data suhu pemeriksaan motor listrik ke tabel “pagi” *database*

Monitoring		Aplikasi Android				Database				Cetak PDF	Keterangan
Nama motor	Suhu	Nama pegawai	Nama motor	Suhu	Bunyi	Nama pegawai	Nama motor	suhu	Bunyi		
M1	34	Razak	M1	34	Normal	Razak	M1	34	Normal	Bisa	Sesuai
M2	33	Razak	M3	34	Normal	Razak	M2	33	Normal	Bisa	Sesuai
M3	35	Razak	M3	35	Normal	Razak	M2	35	Normal	Bisa	Sesuai

Pada Tabel 3 terlihat data suhu M1 (motor 1), M2 (motor 2), dan M3 (Motor 3) yang tampil pada LCD *display* sama dengan yang dimasukkan ke *database* berdasarkan hasil penginputan data melalui aplikasi android. Dan untuk proses cetak laporan data hasil pemeriksaan suhu motor listrik dalam bentuk PDF dapat dilakukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan analisa data yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan bahwa aplikasi android yang telah terintegrasi dengan *database* sebagai media penyimpanan data hasil pemeriksaan suhu motor listrik dapat menjadi pangkalan data yang mudah diakses dan meningkatkan efisiensi pemeriksaan motor listrik harian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kang, H. e. (2015). Indian Journal of Science and Technology, 08/2015, Volume 8, Issue. Indian Journal of Science and Technology.
- [2] Tugino. (2009). Rekayasa sistem monitoring dan analisis temperatur motor listrik berbasis komputer. Yogyakarta: STTNAS.
- [3] Fathulrohman, Y. N. (2018). Alat Monitoring Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Arduino Uno. Tasikmalaya: Jurnal Manajemen Dan Teknik Informatika STIMIK DCI.
- [4] Awalliza, M. P. (2017). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Pada Stasiun Transmisi Metro Tv. Yogyakarta: Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana

HANDSANITIZER OTOMATIS DENGAN NOTIFIKASI MELALUI SMS

Rahman Ramli¹, Watenriajeng Sidehabi², Taufik Muchtar³

^{1,2,3} Politeknik ATI Makassar

rahmanramli46@gmail.com¹, Taufik@atim.ac.id³

ABSTRAK

Handsanitizer adalah sebuah cairan pembersih tangan, handsanitizer saat ini masih banyak yang manual, dan orang-orang tidak mengisi ulang handsanitizer apabila sudah habis. Untuk itu dibutuhkan alat yang secara otomatis mengeluarkan handsanitizer dan bisa menotifikasi isinya apakah masih ada atau sudah habis dengan memanfaatkan teknologi yang sudah ada. Maka dari itu, tujuan utama dari proyek akhir ini untuk merancang dan membuat suatu alat berupa handsanitizer otomatis dengan notifikasi melalui sms. Alat ini terdiri beberapa komponen yang terdiri dari sensor infrared, pompa, module SIM800L dan Arduino Uno sebagai otak dari alat ini. Terdapat dua metode yang digunakan dalam penelitian ini, tahap pertama yaitu perancangan dan pembuatan alat menggunakan sensor infrared, pompa, module SIM800L, Arduino Uno dan beberapa komponen lainnya. Tahap kedua yaitu dengan menguji alat apakah semua komponen sudah berjalan baik. Berdasarkan hasil penelitian, kinerja dari sensor infrared ketika mendeteksi tangan sudah bekerja dengan cukup baik. Pengujian dari sensor ini dengan cara menyetel dengan manual pada sensor untuk memberi jarak acuan sensor dengan tangan sehingga alat ini bisa bekerja ketika tangan berada di jarak tertentu (1-5cm). Untuk kinerja dari ball float water sensor, berdasarkan dari hasil pengujian sensor ini sudah berjalan dengan baik. Nilai akurasi dari alat ini mencapai 95% untuk mendeteksi tangan (halangan pada sensor infrared), untuk mendeteksi menunggu waktu paling lama 30 menit untuk terkoneksi. Adapun delay sms relatif di angka 20 detik untuk mengirim pesan sms.

Kata kunci: otomatis, sensor infrared, module SIM800L.

ABSTRACT

Handsanitizer is a liquid to sterilize your hand. handsanitizer nowadays is much of a manual, and people do not reload handsanitizer when it runs out. This requires a device that automatically technology. Thus, the main purpose of the final project is to design and build a device of automatic handsanitizer with notification via text message. It consists of components consisting of infrared sensors, pumps, module sim800l and arduino uno as the brains of the device. There are two methods used in the study, the first stage of design and construction of equipment using infrared sensors, pumps, module sim800l, arduino uno and several other components. The second step is to test the equipment to see if all the components are working properly. According to research, the performance of the infrared sensor when it detects the hand is doing quite well. Testing from this sensor by manually adjusting the sensor to give the sensor reference by hand so that the device can work when the hand is at a certain distance (1-5cm). For the performance of the ball float water sensor, based on the results of this sensor testing has been going well. The accuracy value of this device is 95% for detecting hands, for detecting a 30-minute wait of connection most. As for the relatively 20 seconds text delay to send a text message.

Keywords: automatic, infrared sensor, module SIM800L.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan mendorong manusia untuk membuat peralatan tepat guna yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan, misalnya kemudahan dalam hal membersihkan tangan dengan cara otomatis dan tidak menyentuh wadahnya lagi, maka akan mengurangi penyebaran kuman penyebab penyakit yang menular lewat tangan, serta kita juga dapat memonitoring pembersih tangan (Handsanitizer) tersebut dengan notifikasi melalui sms

agar dapat mengingatkan pemiliknya untuk selalu mengisi ulang cairan pembersih tangan apabila telah habis, mengingat kondisi saat ini penyebaran virus covid-19 sangat cepat, maka teknologi ini kedepannya diharapkan sangat membantu dalam hal mengurangi penyebaran virus khususnya penyebaran melalui tangan, alat ini dapat ditempatkan di tempat umum maupun di rumah dan dapat digunakan kapan saja dan dimana saja selagi alat ini tersedia. Adapun alat ini menggunakan beberapa komponen penting seperti sensor infrared untuk mendeteksi tangan, pompa sebagai komponen untuk mengeluarkan cairan handsanitizer, buzzer sebagai indikator yang berbunyi ketika alat aktif, arduino uno sebagai otak dari alat ini, dan module sim800L berfungsi untuk mengirim pesan. Berdasarkan hal tersebut (diatas), maka penulis memutuskan untuk membuat penelitian dengan judul “HANDSANITIZER OTOMATIS DENGAN NOTIFIKASI MELALUI SMS”.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan melalui dua tahap yaitu tahap simulasi alat serta tahap pengujian.

Teknik Perancangan dan Pengumpulan Data

(a) Pengumpulan Reverensi

Tahap ini merupakan tahap awal, dimana kita harus mencari referensi dari berbagai sumber yang berhubungan dengan perancangan dan penelitian yang dilakukan, adapun tahapannya adalah:

- Melakukan pengamatan tentang handsanitizer
- Mempelajari tentang WLC
- Mengumpulkan reverensi terkait komponen yang akan digunakan.

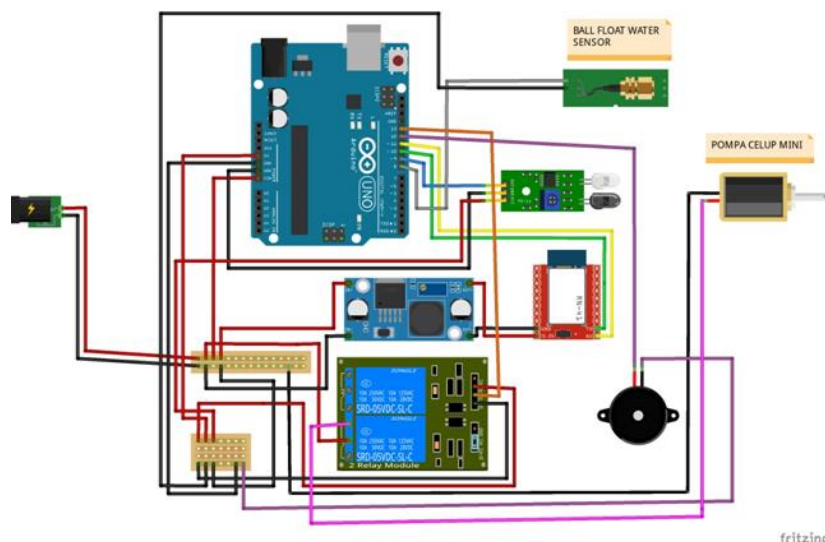
(b) Perancangan Mekanikal

Langkah perancangan alat ini yaitu perancangan elektronika yang meliputi semua tahap dari pengerjaan yang berhubungan langsung dengan rangkaian, diantaranya adalah:

- Membuat desain dan rangka alat
- Membuat wiring dan melakukan simulasi melalui proteus
- Uji kinerja serta pengkalibrasian komponen dan aktuator
- Pemasangan komponen dan aktuator sesuai wiring
- Pengujian sistem

(c) Perancangan Hardware

Pada gambar skema rangkaian di bawah menggunakan beberapa komponen yang penting dalam pembuatan alat handsanitizer otomatis dengan monitoring melalui sms. Arduino uno merupakan kendali utama sistem alat, dimana inputnya adalah sensor infrared dan outputnya buzzer, pompa celup, dan modul sim800L. Untuk sistem monitoring melalui sms itu harus dipasangkan kartu sim yang masih aktif dan memiliki pulsa untuk mengirim pesan kepada nomor pemilik yang telah disetting pada program.



Gambar 1. Wiring keseluruhan sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Alat

Pada gambar 2 di bawah ini merupakan tampilan alat handsanitizer otomatis dengan notifikasi melalui sms.



Gambar 2. Tampilan Handsanitizer Otomatis Dengan Notifikasi Melalui SMS

Pembahasan

Pengujian Sensor Infrared

Pengujian sensor infrared ini diberikan tegangan input dari power supply sebesar 5V DC, pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan yang masuk ke sensor infrared ketika jarak acuan antara sensor dan tangan yang di setel secara manual pada sensor infrared, berikut hasil pengujian sensor infrared pada table 1.

Tabel 1. Tabel Pengujian Sensor Infrared

No	Jarak Acuan antara Sensor dan Tangan (cm)	Tegangan pada Sensor (Volt)	Kondisi Sensor
1	3	3.89	On
2	5	3.86	On
3	7	3.87	On
4	9	3.86	On

Tabel 2. Pengujian sistem kerja monitoring

No	Keadaan Air	Keadaan Module SIM800L	Tulisan Pesan	Keterangan
1	Penuh	Tidak mengirim pesan	Habis	Pesan akan masuk ke hp pemilik sesuai dengan nomor yang telah di set
2	Habis	Mengirim Pesan	-	Tidak ada pesan masuk

Tabel 3. Hasil keseluruhan pengujian Alat

No	Kondisi handsanitizer	Kondisi sensor infrared	Kondisi ball float water sensor	Kondisi buzzer	Kondisi monitoring (Module SIM800L)
1	Handsanitizer penuh	On (ketika sensor membaca adanya benda atau tangan)	On	On	Tidak mengirim pesan
2	Handsanitizer habis	On (ketika sensor membaca adanya benda atau tangan)	On	On	Mengirim pesan

KESIMPULAN

Handsanitizer Otomatis dengan Notifikasi Melalui SMS ini dirancang untuk mengurangi penyebaran virus penyebab penyakit, pembuatan alat ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu observasi, uji coba sistem, pengujian alat dan perbaikan. Adapun untuk hasil perancangannya melalui proses perancangan perangkat lunak dan perancangan mekanik. Untuk pembuatan sistem pada penelitian ini dibagi menjadi tiga bagian antara lain sistem input yaitu yaitu sensor infrared. Sistem kontrol yang berupa Arduino UNO. Dan sistem output yang berupa buzzer dan module sim800l. Nilai akurasi dari alat ini mencapai 95% untuk mendeteksi tangan (halangan pada sensor infrared), untuk mendeteksi isi handsanitizer, nilai akurasinya mencapai 90.103%. Untuk module sim 800l, menunggu waktu paling lama 30 menit untuk terkoneksi. Adapun delay sms relatif di angka 20 detik untuk mengirim pesan sms.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih banyak kami sampaikan kepada Bapak Ir. Muhammad Basri, MM sebagai Direktur Politeknik ATI Makassar, Ibu Atikah, S.T., M. Eng. Sc. selaku Ketua Jurusan/Prodi Otomasi Sistem Permesinan, dan seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini. Terima kasih banyak juga kepada seluruh panitia SNTI VII Politeknik ATI Makassar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deni P, Jarwo. 2015. Perancangan Prototipe Alat Cuci Tangan Otomatis Dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbasis Pengendali Micro Arduino Uno R3. Jurnal Cyber-Techn.Vol 10 No 1
- [2] Sofyan Catur A, Sur L. 2016. Pembuatan Prototype Alat Pendeteksi Level Air Menggunakan Arduino Uno R3. Jurnal Informasi Interaktif Vol. 1 No.2
- [3] Rocky T, Dedi T, Ilhamsyah. 2015. Prototipe Sistem Kran Air Otomatis Berbasis Sensor Flowmeter Pada Gedung Bertingkat. Jurnal Coding Sistem Komputer Untan Vol.3 No. 3
- [4] Romi W. 2015. Aplikasi Mikrontroler Pada Sistem Kran Air Wudhu Otomatis Dengan Tampilan LCD (Liquid Crystal Display) Dan Output Suara Yang Diimplementasikan Pada Mesjid Atau Mushalla. Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Informasi Vol. 3 No.1
- [5] Purnama Agus. 2020. Infra Red Detektor (Sensor Infra Merah). <http://elektronika-dasar.web.id/infra-red-ir-detektor-sensor-infra-merah/>. (Diakses Pada Tanggal 5 Mei 2020)
- [6] Mail. 2017. Bentuk dan Konfigurasi Pin fototransistor. <https://electrosome.com/>. (Diakses Pada Tanggal 5 Mei 2020)
- [7] Hidayah Rahma Genita. 2014. Elektronika dan Seosor. <https://rahmagenitahidayah181014.blogspot.com/p/infrared-sensor.html>. (Diakses Pada Tanggal 8 Mei 2020)
- [8] Kusuma Rida Angga. 2015. Fungsi Transistor Sebagai Saklar. <http://skemaku.com/fungsi-transistor-sebagai-saklar>. (Diakses Pada Tanggal 8 Mei 2020)

RANCANG BANGUN ALAT PELEPAS BEARING

Muh. Asdar Adnan¹, Muh. Risal Fikri², Angga Tegar Setiawan³

^{1,2,3} Politeknik Industri Logam Morowali

asdaradnan756@gmail.com¹, ichal.mrf@gmail.com²,

anggatsetiawan@gmail.com³

ABSTRAK

Di dunia industri ada banyak macam jenis komponen mesin yang di gunakan, salah satunya adalah bearing. Dimana *bearing* biasa digunakan sebagai bantalan poros supaya pada saat perpindahan daya, mengurangi terjadinya kehilangan daya akibat gesekan. Untuk melepas *bearing* di sebuah poros di butuhkan suatu alat, biasanya disebut tracker. *Tracker* yang digunakan di PT. GCNS (Guang Ching Nickel And Stainless Steel) Departemen RSS (*Rolling Stainless Steel*) telah mampu melepas bearing pada poros roller namun kurang efisien dan resiko bahayanya masih tinggi. Pada penelitian ini, telah dibuat alat pelepas bearing yang mempunyai kelebihan dari alat pelepas bearing yang berada di PT. GCNS RSS. Tracker ini terbuat dari besi plat St 42 dengan ketebalan 20 mm, di sisi depan alat ini terdapat sebuah pengunci untuk mencekam bearing, dan *screw jack* sebuah dongkrak ulir manual yang berada di tengah alat akan mendorong poros hingga bearing terlepas. Forklift dirancang untuk dudukan dan mengangkat tracker. Alat yang dibuat telah mampu melepas bearing pada poros secara horizontal dengan maksimum ukuran lingkaran poros bearing 300 mm dan maksimum ketinggian 1230 mm serta proses maintenance pelepasan bearing lebih mudah dan safety dan tidak merusak *bearing*.

Kata kunci: *Roller, bearing, plat besi st 42, screw jack, runva farm.*

ABSTRACT

In the industrial world there are many types of machine components that are used, one of which is the bearing. Where the bearing is commonly used as a shaft bearing so that during power transfer, it reduces the loss of power due to friction. To remove a bearing on a shaft requires a tool, usually called a tracker. Trackers used at PT. GCNS (Guang Ching Nickel And Stainless Steel) Department of RSS (*Rolling Stainless Steel*) has been able to remove bearings on roller shafts but is less efficient and the risk of danger is still high. In this research, a bearing removal tool has been made which has advantages over the bearing removal tool at PT. GCNS RSS. This tracker is made of St 42 iron plate with a thickness of 20 mm, on the front side of this tool there is a lock to grip the bearing, and a screw jack, a manual screw jack in the middle of the tool will push the shaft until the bearing is released. The forklift is designed to mount and lift the tracker. The tool made is able to remove the bearing on the shaft horizontally with a maximum bearing shaft circle size of 300 mm and a maximum height of 1230 mm and the maintenance process for bearing removal is easier and safer and does not damage the bearing.

Keywords : *Roller, bearing, plat besi st 42, screw jack, runva farm.*

PENDAHULUAN

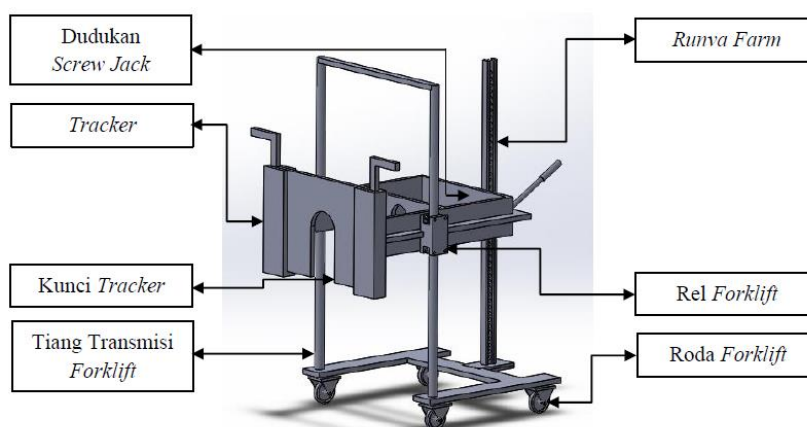
Kelancaran proses produksi di sebuah industri tidak lepas dari baiknya sebuah proses maintenance pada mesin – mesin dan komponen – komponen lainnya. Peralatan yang baik serta efisien dibutuhkan untuk menunjang kelancaran proses maintenance tersebut. Salah satu komponen yang sering dijumpai di industri adalah bearing. Dimana bearing biasa digunakan sebagai bantalan poros supaya pada saat perpindahan daya, mengurangi terjadinya kehilangan daya akibat gesekan. Proses magang selama 365 hari di PT. GCNS (*Guang Ching Nickel And Stainless Steel*) departemen RSS (*Rolling Stainless Steel*) mendapat sebuah kendala pada saat proses maintenance pelepasan bearing roller dan gear kopling pada mesin gearbox, karena alat yang digunakan kurang efisien dan mempunyai resiko bahaya yang masih tinggi. *Puller bearing (tracker)* adalah suatu alat bantu yang digunakan untuk melepas bearing. Pada umumnya tracker memiliki

cabang kaki tiga atau lima. Prinsip kerja dari tracker adalah ketika kaki-kaki tracker mencekam bearing, poros berulir yang berada di tengah tracker diputar yang akan mendorong as hingga bearing terlepas [1].

Proses maintenance melepas bearing di PT. GCNS RSS dibutuhkan minimal 4 orang, di karenakan tracker yang digunakan tergolong besar dan berat serta sistem kerjanya masih rumit dan banyak menggunakan tenaga manusia. Hal inilah yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian tentang “Rancang Bangun Alat Pelepas Bearing”. Pada penelitian ini, dibuat alat pelepas bearing yang dirancang agar lebih efisien dan safety. Sebuah alat yang mampu melepas berbagai jenis ukuran bearing yang batas ukuran lingkaran porosnya 300 mm, dan mampu melepas bearing secara horizontal dengan ketinggian 400-1230 mm. Proses maintenance pelepasan bearing lebih cepat, mudah dan tidak merusak bearing. Selain itu alat yang dibuat hanya membutuhkan minimal 2 orang untuk melakukan maintenance pelepasan bearing.

METODE PENELITIAN

Pada tahapan awal penelitaian rancang bangun alat pelepas bearing kegiatan yang dilakukan adalah tahap mengumpulkan literatur-literatur dan pencarian bahan, serta macam atau bentuk desain alat yang dapat memenuhi kebutuhan untuk menemukan alternatif desain terbaik dari beberapa pilihan desain, menentukan rencana desain yang akan digunakan, dan alat pelepas *bearing* ini di rencanakan dapat melepas ukuran maksimal *bearing* yang mempunyai diameter poros 300 mm secara horizontal dengan batas ketinggian 1230 mm. Gambar rancang bangun alat secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Desain Alat Pelepas *Bearing*

Pada gambar 1 dapat dilihat bawah prinsip kerja alat ini, runva farm berfungsi mengatur ketinggian tracker sesuai ketinggian bearing yang akan dilepas, di sisi depan tracker terdapat dudukan yang berfungsi untuk tempat penyimpanan kunci tracker, lubang yang berbentuk U terbalik pada kunci tracker berfungsi landasan untuk sisi poros, dan sisi dalam kunci tracker berfungsi untuk mencekam bearing, dan screw jack akan di pasang pada dudukannya dengan posisi horizontal, pada saat screw jack di oprasikan akan mendorong sisi depan poros untuk melepas bearing, secara bersamaan roda akan berfungsi mengatur posisi tracker

Setelah perancangan dikerjakan, langkah selanjutnya adalah pembuatan dan perakitan alat. Metode ini meliputi pembuatan komponen-komponen mesin dan merakitnya menjadi sebuah mesin rancangan yang diinginkan. Proses pembuatan rancang bangun alat secara umum dapat ditunjukkan pada gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Proses Pembuatan

Pada gambar 2 dapat dilihat proses umum pembuatan rancang bangun alat, meliputi pemotongan komponen – komponen menggunakan gerinda tangan, dan proses perakitan menggunakan las listrik dengan ukuran elektroda 4.0, proses pengecatan dilakukan untuk memberikan kesan menarik, memperindah, serta menjadi penanda setiap komponen utama alat. Setelah melakukan tahap perencanaan, perancangan, dan pembuatan. Langkah selanjutnya adalah pengujian alat. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan secara fungsional maupun operasional perancangan dan pembuatan alat pelepas *bearing*. Apabila masih ada kekurangan maka alat dapat diperbaiki dan disempurnakan kembali sehingga tujuan pembuatan alat ini dapat tercapai. Proses pengujian alat dapat ditunjukkan pada gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Proses Pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Realisasi fisik alat pelepas bearing keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4, yang secara umum dapat dibagi dalam dua bagian utama yaitu komponen yang berwarna merah adalah sebuah *tracker*. *Tracker* memiliki fungsi utama mencekam bearing pada poros, dan komponen berwarna hitam adalah sebuah *forklift* yang di desain sedemikian rupa untuk di fungsikan sebagai dudukan yang mengangkat dan mengatur ketinggian *tracker*.



Gambar 4. Hasil Akhir Alat

Tabel 1 Data Pengujian Rancang Bangun Alat Pelepas *Bearing*

No	Gambar			
1	Sebelum		Sesudah	
				
	Bearing Terpasang dengan poros		Bearing Terlepas Degan Poros	
	Spesifikasi	Jarak	Waktu	Keterangan
	~ Diameter luar 90 mm ~ Diameter lingkaran poros 50 mm	50 mm	50 detik	~ Proses maintenance pelepasan lebih mudah dan aman. ~ Kondisi bearing tetap baik (tidak rusak) dan masih dapat digunakan.

KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perencanaan, perancangan, pembuatan dan uji coba maka dapat disimpulkan bahwa, alat yang dibuat telah mampu melepas bearing pada poros secara horizontal dengan maksimum ukuran lingkaran poros *bearing* 300 mm dan maksimum ketinggian 1230 mm, serta proses *maintenance* pelepasan bearing lebih mudah dan safety dan tidak merusak *bearing*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Politeknik ATI Makassar dan Pesantren IMMIM Putra Makassar yang telah memberikan dukungan sehingga penelitian ini bisa diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Patrik, E. 2014. "Rancang Bangun Alat Pelepas *Bearing* Semi Otomatis"..

Bidang: Otomasi Sistem Permesinan

Topik: Robotika dan Otomasi

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING SINKRONISASI KENDALI KECEPATAN MOTOR DC PADA PURWARUPA *MOBILE CRANE*

Muhammad Munawir Sulaeman¹, Fachrur Razy Rahman², Yusdianto³

^{1,2,3} Politeknik Industri Logam Morowali

nawir0409@gmail.com¹, fauzyrahmantlipilm@gmail.com²,

ymalumbot@gmail.com³

ABSTRAK

Salah satu alat yang sangat populer dalam bidang industri adalah crane. Pengoperasian crane biasanya dilakukan untuk memindahkan dan mengangkut barang berat. Prinsip kerja dari crane yaitu dengan memberi input dari tombol kontrol output (motor) akan bekerja dan berjalan sesuai perintah dari tombol kontrol yang di jalankan operator. Penerapan sinkronisasi pada motor berfungsi sebagai penyeimbang kecepatan putaran antara motor 1 dan motor 2. Beban motor yang bertambah akan berpengaruh pada torsi, arus dan tegangan pada motor DC. Sehingga perlu dibuat rancang bangun untuk mengetahui sinkronisasi kecepatan motor DC tanpa beban pada purwarupa mobil crane, dengan mengetahui kecepatan putaran motor 1 dan motor 2 kemudian melakukan sinkronisasi dengan cara mengubah nilai PWM pada program Arduino yakni dengan menurunkan nilai PWM motor 1 sehingga terjadi sinkronisasi antara motor 1 dan motor 2.

Kata kunci: purwarupa, *mobile crane*, pulse width modulation, sinkronisasi, motor DC.

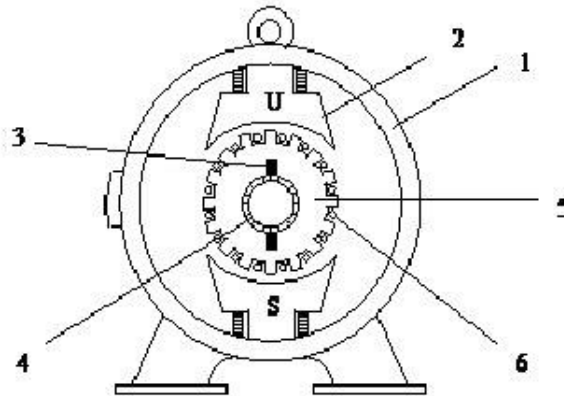
ABSTRACT

One of the tools that are very popular in the industrial field is a crane. Crane operations are usually done to move and transport heavy goods. The working principle of the crane, namely by providing input from the output control button (motor) will work and run according to orders from the control button run by the operator. The application of synchronization to the motor serves as a counterweight to the rotation speed between motor 1 and motor 2. Increased motor load will affect the torque, current, and voltage of the DC motor. So it is necessary make a design to determine the synchronization of the DC motor speed without load on the mobile crane prototype, by knowing the rotational speed of motor 1 and motor 2 then synchronizing by changing the PWM value in the Arduino program by reducing the PWM value of motor 1 so that synchronization occurs between the motors 1 and motor 2.

Keywords: prototype, mobile crane, pulse width modulation, synchronization, motor DC.

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri saat ini sangat berkembang pesat. Salah satu alat yang sangat populer dalam bidang industri adalah crane. Pengoperasian *crane* biasanya dilakukan untuk memindahkan dan mengangkut barang berat. Prinsip kerja dari crane yaitu dengan memberi input dari tombol kontrol output (motor) akan bekerja dan berjalan sesuai perintah dari tombol kontrol yang di jalankan operator. Pada perbaikan motor induksi Departement *Phyroelectric*, terdapat permasalahan pada motor induksi yang berfungsi sebagai penggerak roda *Mobile Crane* MC. Permasalahannya yaitu adanya perbedaan arus antara motor roda kiri dan roda kanan, sehingga roda MC yang kelebihan arus terangkat dan mengakibatkan roda MC keluar dari jalur. Berdasarkan masalah tersebut, maka dilakukan penelitian yang berjudul Rancang Bangun Sistem Monitoring Sinkronisasi Kecepatan Motor DC Pada Prototipe *Mobile Crane*.



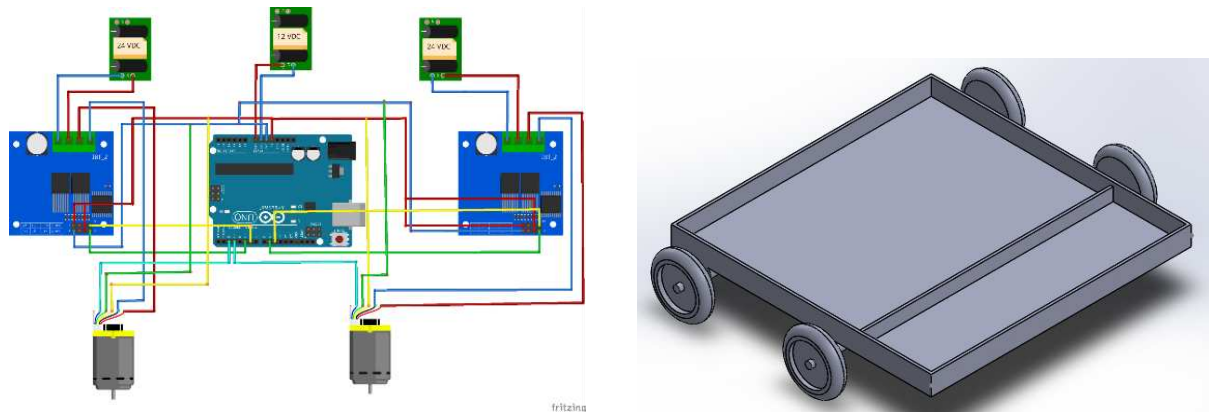
Gambar 1. Dasar motor DC 2 kutub

Kumparan medan pada motor tersebut disebut stator, dan kumparan jangkar disebut rotor. Konstruksi dasar dari motor DC ditunjukkan pada Gambar 1. Mesin dasar dua kutub ini dilengkapi dengan lilitan medan di kutub stator, sebuah koil rotor, dan komutator. Komutator terdiri dari dua segmen tembaga setengah lingkaran yang dipasang pada poros pada ujung rotor dan terisolasi satu sama lain dan juga dari besi rotor. Setiap terminal koil rotor terhubung ke segmen tembaga. Sikat karbon stasioner naik ke segmen tembaga dimana koil rotor terhubung ke sirkuit stasioner.

METODE PENELITIAN

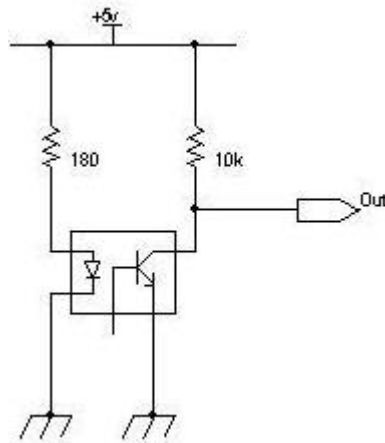
Beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

- Melakukan pemodelan sistem.
- Menerapkan konsep kecepatan putar(RPM) pada motor.
- Membuat simulasi pengendali mobile crane pada program Arduino.



Gambar 2. Arsitektur prototipe mobile crane dan schematic rangkaian

- Bobot pko adalah 69 kg.
- Bobot baterai kapasitas 12v/26ah adalah 14 kg.
- Bobot Komputer, mikrokontroler, rangkaian *driver*, dan kotak adalah 70 kg.
- Bobot total = $(69 + 70 + 14)kg = 153 kg$
- $P_m = 500 W$; $r = 0,21m$; $V_m = 48 volt$



Gambar 3. Rangkaian tipikal penghasil pulsa pada *rotary encoder*

$$f_c = \frac{S_w n}{60} \quad (1)$$

Dimana,

f_c = frekuensi *cut-off filter* (Hz)

S_w = kecepatan piringan (rpm)

n = jumlah slot pada piringan

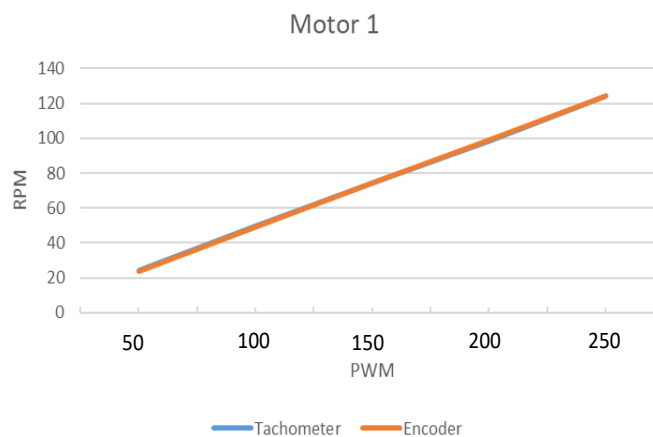
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Sinkronisasi Motor DC

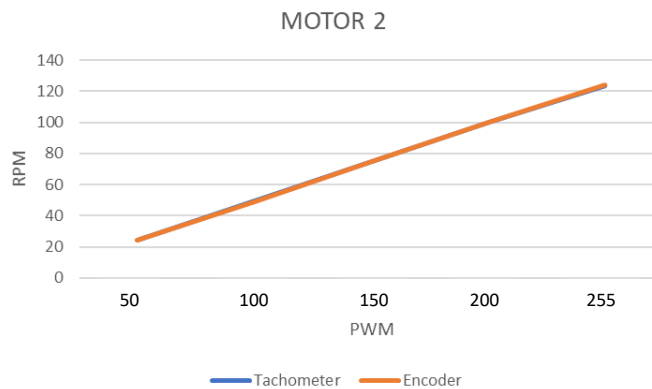
Kalibrasi sensor kecepatan

Tabel 1. Hasil kalibrasi kecepatan motor

PWM	Pembacaan Tachometer		Pembacaan Encoder		Error %	
	Motor 1	Motor 2	M1	M2	M1	M2
50	24.4	24.3	24	24	1.63	1.23
100	49.5	49.3	49	49	1.01	0.6
150	74.2	74.9	74	75	0.26	1.07
200	98.1	100	99	100	0.91	0
255	124.3	123.6	124	124	0.24	0.32



Gambar 4. Grafik kecepatan motor 1



Gambar 5. Grafik kecepatan motor 2

Setelah data kalibrasi pada setiap motor diperoleh, maka selanjutnya dilakukan sinkronisasi kecepatan antara kedua motor dengan mengatur kecepatannya dan diketahui putarannya melalui encoder pada motor. Dengan data sebagai berikut:

Sinkronisasi kecepatan motor 1 dan motor 2

Table 2. Perbandingan sinkronisasi kecepatan motor DC pada PWM 50 - 255

NILAI PWM									
50		100		150		200		255	
M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	128	127
23	23	49	49	75	75	100	100	128	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	126
23	23	49	49	75	75	100	99	127	127
23	23	49	49	75	75	100	101	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	76	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	128	127
23	23	49	49	75	75	100	100	128	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	126
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	99	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127
23	23	49	49	75	75	100	100	127	127

Kecepatan putaran PWM pada motor 1 sama dengan 255 maka nilai rpm yang dihasilkan yaitu 127. Sinkronisasi kecepatan motor DC pada prototipe *mobil crane* dilakukan dengan cara mengubah nilai PWM motor 2 pada program Arduino yakni kecepatan putaran PWM pada motor 2 diubah menjadi 242.5 maka nilai rpm yang dihasilkan sama dengan 127 rpm, sehingga terjadi sinkronisasi kecepatan motor 1 dan motor 2.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian sinkronisasi kecepatan motor DC dapat disimpulkan bahwa kecepatan putaran PWM pada motor 1 sama dengan 255 maka nilai rpm yang dihasilkan yaitu 127. Sinkronisasi kecepatan motor DC pada prototipe mobil crane dilakukan dengan cara mengubah nilai PWM motor 2 pada program Arduino yakni kecepatan putaran PWM pada motor 2 diubah menjadi 242.5 maka nilai rpm yang dihasilkan sama dengan 127 rpm, sehingga terjadi sinkronisasi kecepatan motor 1 dan motor 2.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siswoyo, Bambang. 2012. Motor DC model State Space. (Online). (<https://bsiswoyo.lecture.ub.ac.id>) diakses pafa tanggal 22 Juli 2020.
- [2] Krause, Paul C. 2002. Analysis of Electric Machinery and Drive System (Second Editon). Purdue University. IEEE Press Power Engineering Series.
- [3] Akbar, Mohammad Joko., Mohamad Ramdhani. , Agung Surya Wibowo. 2017. Sistem Kendali anti Sway Overhead Crane Anti Sway Control Sistem Overhead Crane. e-Proceding of engineering : vol.4 No 2 Agustus 2017. Teknik Elektro. Telkom Univercity.
- [4] Rahman, Fachrur Razy. 2018. Sistem Kendali Kecepatan Motor Bldc Dengan Pengendali Pi Anti –windup.
- [5] Rizqiawan, Arwindra .2009. Sekilas Rotary Encoder. (Online). (<https://konversi.wordpress.com>) diakses pafa tanggal 22 Juli 2020.

RANCANG BANGUN VIBRATOR GIPSUM UNTUK PEMBUATAN MODEL KERJA GIGI

Eka Juniastri¹, Taufik Muchtar², dan Atikah Tri Budi Utami³

^{1, 2, 3} Politeknik ATI Makassar

Juniastri1206@gmail.com¹, Taufik@atim.ac.id²

ABSTRAK

Gypsum merupakan media utama untuk membuat model kerja gigi. Model kerja gigi digunakan dokter gigi atau laboratorium sebagai media pembuatan gigi tiruan. Untuk itu, kekuatan kompresi gigi sangat penting agar model kerja tidak cepat rusak saat pembuatan gigi palsu. Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan kompresi model kerja yaitu dengan memadatkan dan meratakan gipsum pada cetakan sehingga tidak terjadi porositas yang disebabkan oleh gelembung udara yang terperangkap diantara campuran gipsum dan air. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat dan merancang vibrator gipsum untuk pembuatan model kerja gigi. Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan dengan tahap rancang bangun alat yang menggunakan motor DC sebagai vibrator dan pengujian alat. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode observasi dengan pengamatan secara langsung terhadap objek yang diteliti. Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada penelitian kali ini menunjukkan bahwa vibrasi secara otomatis dapat memadatkan dan meratakan gips dengan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan vibrasi secara manual dengan Rata-rata waktu 22,3 detik untuk konsistensi encer, 34 detik untuk konsistensi normal, dan 53,3 detik untuk konsistensi kental.

Kata kunci: Arduino nano, gipsum, model kerja, kekuatan kompresi.

ABSTRACT

Gypsum is the main constituent for making the dental cast. Dental cast are used by dentists or laboratories as a medium for making the dentures. For this reason, the compression strength of the teeth is very important in order to keep the dental cast for not easily damaged during manufacture of dentures. One of the way to increase the compression strength of the dental cast is by compacting and flattening the gypsum on the mold to avoid the porosity which is caused by the air bubbles trapped between a mixture of gypsum and water. The aim of this research is to make and design a gypsum vibrator for the manufacture of a dental cast. This type of this research was an experimental study conducted with the design and construction stage of a device using a DC motor as a vibrator and tool testing. The research method used in this research was direct observational method of observation of the object under study. Based on the results of the research that has been carried out in this research, it is indicated that the vibration can automatically compress and level the cast with a faster time than manual vibration with an average time of 22.3 seconds for a runny consistency, 34 seconds for normal consistency, and 53.3 seconds for a thick consistency.

Keywords: Arduino nano, gypsum, dental cast, compression strength.

PENDAHULUAN

Gypsum adalah mineral yang ditambang dari gunung kapur yang ada di berbagai belahan dunia. Secara kimiawi, gipsum yang digunakan dalam kedokteran gigi adalah kalsium sulfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) murni. Produk gipsum digunakan dalam kedokteran gigi untuk membuat model kerja dari rongga mulut serta struktur maksilo-fasial dan sebagai piranti penting untuk pekerjaan laboratorium kedokteran gigi yang melibatkan pembuatan protesa gigi (Siregar, 2018).

Produk gipsum digunakan dalam kedokteran gigi untuk membuat model kerja. Model kerja merupakan replika dari struktur rongga mulut yang digunakan sebagai media pembuatan gigi tiruan. Untuk membuat model kerja, gipsum dicampur dengan air dengan perbandingan yang telah ditentukan oleh pabrik hingga keduanya homogen. Setelah homogen, bahan

diaplikasikan pada alat cetakan. Kemudian, alat cetakan tersebut diketuk-ketuk untuk meratakan gips pada cetakan. Cara ini memungkinkan adanya gelembung udara pada gips yang disebut air trap yang dapat menyebabkan porositas sehingga model kerja cepat retak.

Menyikapi permasalahan tersebut, penulis mencoba membuat alat yang dapat membantu meningkatkan kekuatan kompresi model kerja dengan mengurangi porositas saat mencetak gips. Alat yang dibuat berupa vibrator yang mampu memadatkan dan meratakan gips pada cetakan sehingga tidak terjadi porositas yang diakibatkan oleh gelembung udara. Alat ini diberi nama “Rancang Bangun Vibrator Gypsum untuk Pembuatan Model Kerja Gigi”.

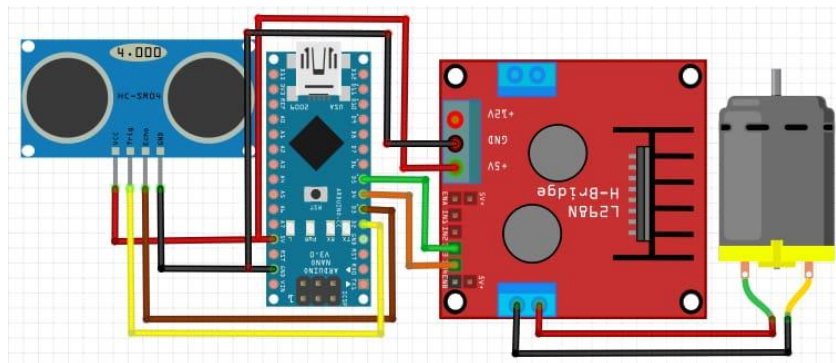
METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama yaitu perancangan perangkat keras dan tahap kedua pengujian alat.

Teknik Perancangan dan Pengumpulan Data

1. Tahap Observasi dan Studi Literatur, merupakan suatu tahap awal dimana penulis melakukan survei pengamatan terhadap objek penelitian secara langsung. Untuk menunjang pemahaman penulis maka dilakukan studi literatur di segala lini, baik melalui internet maupun konsultasi dengan pembimbing tugas akhir.
2. Tahap pengujian data, pada tahap ini akan di buat skenario pengumpulan dan pengujian data:
 - Tahap pengujian perangkat keras secara parsial, menguji sensor Ultrasonik
 - Tahap pengujian sistem secara terintegrasi, yaitu memasang keseluruhan sistem alat dan menguji kinerja sistem secara langsung.
3. Perancangan *Hardware*

Pada gambar 1 terlihat pada rancangan terdapat sensor ultrasonic sebagai input yang berfungsi sebagai saklar untuk mengaktifkan sistem apabila mendeteksi adanya objek. Motor DC sebagai output yang berfungsi sebagai komponen yang menghasilkan vibrasi.



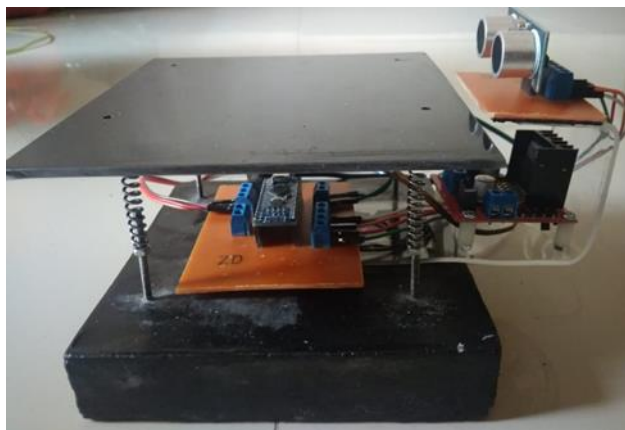
Gambar 1. Perancangan Hardware Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Alat

Pada gambar 2 merupakan hasil dari pembuatan alat, yang dimana ada 2 bagian yaitu:

- Penampang dengan empat kaki sebagai vibrator
- Sistem otomatis sebagai pengontrol segala rangkaian yang terletak di bawah penampang vibrator



Gambar 2. Tampilan Hardwere

Pembahasan

Pengujian Sensor Ultrasonik

Pada pengujian sensor ultrasonik, jarak maksimal yang digunakan pada sensor ultrasonik untuk menjalankan sistem adalah 14 cm. Jarak ini disesuaikan dengan ukuran pada penampang vibrator yaitu 14 cm X 14 cm.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik dan Motor DC

NO	Jarak Acuan (cm)	Jarak Aktual (cm)			Rata-rata	Error	Keadaan Motor DC
		Jarak 1	Jarak 2	Jarak 3			
1	2	2,06	2,03	2,13	2,073	-0,073	ON
2	4	3,99	3,84	4,03	3,953	0,047	ON
3	6	5,88	5,88	6,01	5,923	0,077	ON
4	8	8,11	7,97	8,04	8,04	-0,04	ON
5	10	10,03	10,03	10,07	10,043	-0,043	ON
6	12	11,99	11,92	12,06	11,99	0,01	ON
7	14	13,95	13,90	14,01	13,953	0,047	ON
8	16	15,75	15,81	15,96	15,84	0,16	OFF
9	18	18,03	17,97	18,06	18,02	-0,02	OFF
10	20	19,98	20,09	20,06	19,98	0,02	OFF

Pengujian Vibrator

Pengujian ini dilakukan dengan dua tahap, yaitu vibrasi secara manual dengan cara mengetuk ngetuk sendok cetak dan vibrasi secara otomatis dengan menggunakan vibrator. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan lama waktu yang dibutuhkan vibrator untuk mengatasi gelembung udara pada adonan gipsium.

Tabel 2. Hasil Vibrasi secara Manual dan Otomatis

No	Vibrasi Manual				Vibrasi Otomatis			
	Perbandingan Air dan Gips	Lama Waktu (Detik)			Perbandingan Air dan Gips	Lama Waktu (Detik)		
		Uji Coba Ke-				Uji Coba Ke-		
		1	2	3		1	2	3
1	1 : 1 (Encer)	42	40	42	1 : 1 (Encer)	23	21	23
2	2 : 1 (Normal)	54	52	50	2 : 1 (Normal)	35	34	33
3	3 : 1 (Kental)	71	71	69	3 : 1 (Kental)	54	53	53

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, pada penelitian kali ini menunjukkan bahwa vibrator dapat memadatkan dan meratakan gips dengan mudah dan dengan waktu yang lebih cepat dibandingkan vibrasi secara manual dengan Rata-rata waktu 22,3 detik untuk konsistensi encer, 34 detik untuk konsistensi normal, dan 53,3 detik untuk konsistensi kental. Sensor ultrasonic akan mengaktifkan vibrator secara otomatis apabila sensor ultrasonik mendeteksi objek

dengan jarak maksimal 14 cm, dan akan menonaktifkan vibrator apabila objek diluar jangkauan sensor ultrasonic atau jarak objek lebih dari 14 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siregar, A. (2018). Pengaruh Desinfeksi Model Kerja Pembuatan Gigi Tiruan dengan Microwave terhadap Jumlah *Staphylococcus aureus* dan Kekuatan Kompresi. Dipetik April 20, 2020, dari Semantic Scholar: <https://pdfs.semanticscholar.org/6e9d/ca70842d2ec4167c9e269124f2e3a2adf7f4.pdf>
- [2] Subeqi, M. D., Soekartono, R. H., & Harijanto, E. (2012). Rancang Bangun Alat Pengadukan Elektrik Mekanik untuk Gypsum. *Jurnal PDGI* , 61, 92-95.
- [3] WordPres. (2017, April). Macam-macam, Tipe Gypsum Dan Jenis Produknya Lengkap. Dipetik April 20, 2020, dari Seputar Pengetahuan: <https://www.seputarpengetahuan.co.id/2017/04/macam-macam-tipe-gypsum-dan-jenis-produknya-lengkap.html>

RANCANG BANGUN PROTOTYPE MONITORING SUHU PADA BRUSH EKSITASI GENERATOR

Winda Sari¹, Fachrur Razy Rahman², Tambi³

^{1,2}Politeknik Industri Logam Morowali, ³Universitas Halu Oleo

wiwindasarimustamin15@gmail.com¹, fauzyrahmantlipilm@gmail.com²,
gallatambi@gmail.com³

ABSTRAK

Brush eksitasi generator mempunyai peranan penting dalam dunia industri, sehingga pengukuran suhu pada *brush* eksitasi generator perlu dilakukan secara berkala. Berdasarkan pengalaman pada Program Magang Industri di PLTU Indonesia Tsingshan Stainless Steel (ITSS) tahap 3A, pengukuran suhu *brush* eksitasi generator dilakukan setiap satu atau dua jam sekali dan masih menggunakan metode konvensional, sehingga proses *monitoring* tidak efektif. Pengukuran *brush* eksitasi generator yang masih dilakukan secara *konvensional* ini sering kali menimbulkan percikan api pada *brush* eksitasi karena terjadinya *overheat*. Untuk mencegah timbulnya percikan api pada *brush* eksitasi generator, maka perlu adanya sistem yang dapat *me-monitoring* suhu pada *brush* eksitasi secara terus menerus. Dengan adanya sistem *monitoring* pada *brush* eksitasi generator ini, pekerja dapat mengetahui kondisi *brush* eksitasi generator tanpa harus melakukan pengukuran langsung pada *brush* eksitasi generator. Maka dari permasalahan tersebut, dibuatlah sistem *monitoring* suhu pada *brush* eksitasi generator dengan menggunakan *webpage* sebagai *interface*. Penelitian ini menggunakan *board software* Arduino UNO IDE sebagai wadah pembuatan program, sensor suhu MLX90614, dan NodeMCU sebagai mikrokontroler juga media komunikasi untuk mengirim data dari sensor suhu ke tampilan *interface (localhost)*. Sistem *monitoring* suhu pada *brush* eksitasi generator dapat diakses pada *webpage* dengan memasukkan *link* pada aplikasi *browser*. Proses *monitoring* suhu pada *brush* eksitasi generator dapat dilakukan secara terus menerus melalui PC (*Personal Computer*) dan *hand phone*

Kata kunci: pengukuran *brush* eksitasi generator, Arduino UNO, NodeMCU, MLX90614.

ABSTRACT

The generator excitation brush has an important role in the industrial world, so that temperature measurements on the generator excitation brush need to be carried out periodically. Based on experience in the Industrial Internship Program at PLTU Indonesia Tsingshan Stainless Steel (ITSS) stage 3A, the temperature measurement of the generator excitation brush is carried out every one or two hours and still uses conventional methods, so that the monitoring process is ineffective. Generator excitation brush measurements are still being carried out conventionally often cause sparks in excitation brushes due to overheating. To prevent sparks on the generator excitation brush, it is necessary to have a system that can monitor the temperature of the excitation brush continuously. With the monitoring system on the generator excitation brush, workers can find out the condition of the generator excitation brush without having to take direct measurements on the generator excitation brush. So from these problems, a temperature monitoring system was created on the generator excitation brush using the webpage as an interface. This study uses the Arduino UNO IDE software board as a container for programming, the MLX90614 temperature sensor, and NodeMCU as a microcontroller as well as a communication medium to send data from the temperature sensor to the display interface (localhost). The temperature monitoring system on the generator excitation brush can be accessed on the webpage by entering a link in the browser application. The temperature monitoring process on the generator excitation brush can be carried out

continuously via a PC (Personal Computer) and mobile phones.

Keywords: excitation brush measurement generator, Arduino UNO, NodeMCU, MLX90614.

PENDAHULUAN

Generator sinkron merupakan jenis mesin listrik yang berfungsi untuk menghasilkan tegangan bolak balik dengan cara mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Energi mekanis diperoleh dari putaran rotor yang digerakkan oleh penggerak mula (prime mover), sedangkan energi listrik diperoleh dari proses induksi elektromagnetik yang terjadi pada kumparan stator dan rotornya [1].

Pada umumnya, carbon brush pada motor listrik dan generator merupakan sebagai penerus tegangan dari bagian statis dibagian yang bergerak [2]. *Carbon brush* memiliki peranan penting dalam dunia industri sehingga perlu dilakukan pengukuran untuk memantau kondisi carbon brush agar carbon brush dapat berfungsi dengan baik.

Pada saat ini, pengukuran suhu pada *brush* eksitasi di PLTU Indonesia Tsingshan Stainless Steel (ITSS) tahap 3A masih dilakukan secara konvensional, dimana pekerja harus bolak balik masuk ke dalam ruangan generator untuk mengecek suhu dalam jangka waktu berkala.

Penelitian mengenai pengukuran suhu *brush* eksitasi sebelumnya telah dilakukan oleh Marzelly (2019) dengan menggunakan metode *fuzzy logic control*. Pengukuran suhu brush eksitasi dilakukan pada motor las dengan menggunakan sensor DHT11[3].

Ontowirjo, dkk (2018) meneliti sistem monitoring suhu dan kelembaban ruangan pengering. Pada penelitian yang dilakukan dibuat sebuah sistem yang bisa digunakan untuk me-monitoring suhu dan kelembaban pada ruangan pengering berbasis website menggunakan fasilitas *internet of things* [4].



Gambar 1. Pengukuran suhu pada brush eksitasi generator

Pada penelitian ini menggunakan sensor suhu MLX90614 dan software XAMPP sebagai aplikasi web server instan yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi berbasis web. Fungsi XAMPP adalah sebagai server yang berdiri sendiri (localhost), yang terdiri atas program apache, http server, MySQL, database dan penerjemah bahasa yang ditulis dengan bahasa pemrograman PHP dan perl [5]. Monitoring suhu pada brush dapat dilakukan dari jarak jauh melalui Personal Computer maupun smart phone.

METODE PENELITIAN

Beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

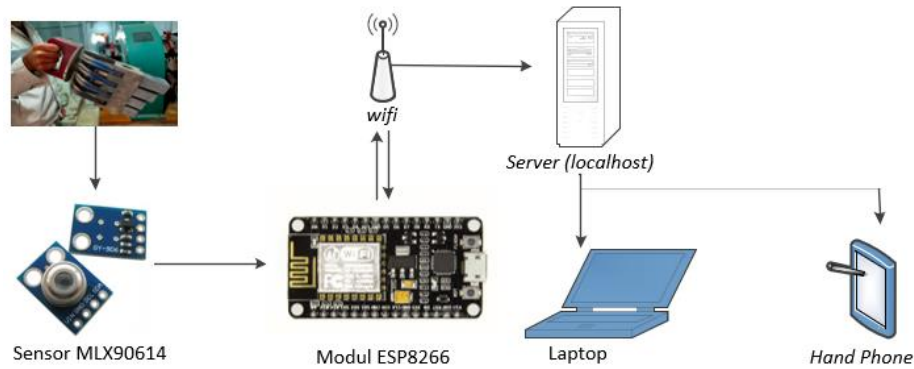
Desain perencanaan sistem monitoring

Perencanaan sistem akuisisi data monitoring suhu dapat dilihat pada Gambar 2. Terdiri dari hardware berupa sensor MLX90614 dan modul ESP8266. Sensor akan membaca perubahan suhu pada brush eksitasi. Data sensor akan diolah pada Modul ESP8266 yang kemudian akan diteruskan ke server. Proses monitoring suhu kemudian dapat dilakukan dari jarak jauh dengan mengakses melalui webpage dengan menggunakan laptop ataupun smart phone.

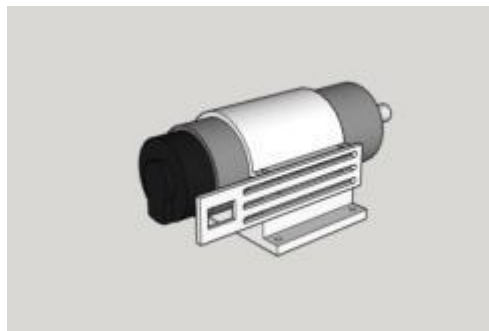
Perencanaan sistem monitoring suhu pada brush eksitasi generator

Perancangan pembuatan tempat sensor dan dudukan motor

Pada sistem monitoring brush eksitasi, sensor yang digunakan merupakan sensor nonkontak sehingga dibutuhkan media sebagai tempat peletakan sensor. Selain itu, dibutuhkan juga dudukan motor agar motor tidak bergerak ketika running. Perancangan desain tempat sensor dan dudukan motor menggunakan software SketchUp. Adapun desainnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram blok sistem *monitoring*



Gambar 3. Desain penempatan sensor dan dudukan motor

Kalibrasi Sensor Keakuratan Data

Proses kalibrasi bertujuan untuk menunjukkan kebenaran dan mengetahui keakuratan nilai pembacaan sensor. Metode kalibrasi yang digunakan adalah dengan membandingkan alat ukur standar dan sensor yang digunakan yaitu MLX90614. Dalam hal ini, alat ukur standar yang digunakan adalah *thermogun*.

1. Kalibrasi sensor pertama

Pengambilan dan pengujian keakuratan sensor suhu MLX90614 pertama dilakukan setiap 3 menit. Hasil kalibrasi sensor MLX90614 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Data kalibrasi sensor pertama

Data	Sensor MLX90614 (oC)	Thermogun (oC)	Selisih
1	25,59	25,5	0,09
2	27,93	27,9	0,03
3	31,19	31,1	0,09
4	33,87	33,9	0,03
5	36,07	36,1	0,03
6	37,75	37,7	0,05
7	39,31	39,3	0,01
8	41,37	41,3	0,07
9	43,07	43,1	0,03
10	44,29	44,1	0,19
11	45,57	45,6	0,03
12	47,07	47,1	0,03
13	47,97	47,2	0,77

14	48,97	48,9	0,07
15	49,29	49,3	0,01
16	50,19	50,2	0,01
17	50,81	50,8	0,01
Jumlah			1,55

$$\text{Rata-rata error} = \frac{\Sigma \text{selisih}}{\text{jumlah data}}$$

$$\text{Rata-rata error} = \frac{1,55}{17} = 0,09$$

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat selisih pembacaan antara sensor pertama dan *thermogun* berkisar antara 0,01 sampai dengan 0,77 dengan nilai rata-rata selisih sebesar 0,09.

2. Kalibrasi sensor kedua

Sama seperti sensor suhu MLX90614 pertama, proses pengambilan data pengujian keakuratan antara sensor suhu MLX90614 kedua dengan *thermogun* juga dilakukan setiap 3 menit. Adapun datanya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Data kalibrasi sensor dua

Data	Sensor MLX90614	Thermogun	Selisih
1	26,15	26,2	0,05
2	28,27	28,3	0,03
3	30,87	30,3	0,57
4	33,59	33,6	0,01
5	35,99	36,1	0,11
6	38,11	38	0,11
7	39,53	39,5	0,03
8	41,19	41,3	0,11
9	42,67	42,6	0,07
10	43,88	43,9	0,02
11	44,86	44,9	0,04
12	45,95	46,1	0,15
13	46,41	46,4	0,01
14	47,87	47,9	0,03
15	48,33	48,4	0,07
16	48,98	49	0,02
17	50,31	50,3	0,01
Jumlah			1,44

$$\text{Rata - rata error} = \frac{\Sigma \text{selisih}}{\text{jumlah data}}$$

$$\text{Rata - rata error} = \frac{1,44}{17} = 0,08$$

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat selisih pembacaan antara sensor dan *thermogun* berkisar antara 0,01 sampai dengan 0,57 dengan nilai rata-rata selisih sebesar 0,08.

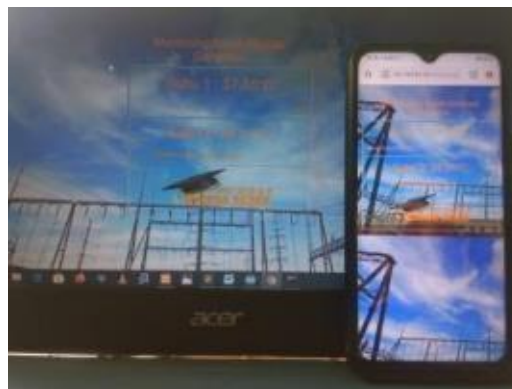
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan membahas tentang hasil pengujian sistem *monitoring* suhu pada *brush* eksitasi generator. Secara keseluruhan sistem ini dibuat agar mampu membaca perubahan suhu yang terjadi pada *brush* eksitasi generator secara *real time*, serta menampilkan nilai suhu pada *Personal Computer* dan *web server localhost*. Dari hasil perancangan dan penelitian yang berjudul rancang bangun *prototype monitoring* suhu pada *brush* eksitasi generator, maka dapat disajikan hasil berupa *hardware* dan tampilan *monitoring* suhu pada *web server*.



Gambar 4. Penempatan sensor

Pada sistem ini menggunakan dua buah sensor dimana setiap sensor membutuhkan sebuah modul ESP8266. Setiap sensor mengukur satu *brush carbon* yang hasil pembacaannya kemudian akan diteruskan ke *server* melalui masing-masing modul ESP8266.



Gambar 5 Tampilan *monitoring* pada *web server*

Gambar 5 merupakan bentuk keseluruhan dari sistem *monitoring* suhu pada *brush eksitasi generator*. Selain dirancang pengukuran suhu *brush eksitasi*, sistem ini juga dirancang untuk *monitoring* suhu pada *brush eksitasi generator*. Suhu yang terbaca melalui sensor MLX90614 akan dimonitoring melalui *Personal Computer* dan juga *smart phone*. *Monitoring* akan terus berlangsung melalui *web server* dengan memasukkan link pada software *browser*.

Pada pengujian yang dilakukan, sensor MLX90614 dapat membaca perubahan suhu pada *brush eksitasi generator* seperti yang terlihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Data pengujian sistem *monitoring*

No	Waktu (menit)	Sensor MLX90614		Localhost		Keterangan
		Sensor Satu	Sensor Dua	Sensor Satu	Sensor Dua	
1	3	25,59	26,15	25,59	26,15	Sesuai
2	6	27,93	28,27	27,93	28,27	Sesuai
3	9	31,19	30,87	31,19	30,87	Sesuai
4	12	33,87	33,59	33,87	33,59	Sesuai
5	15	36,07	35,99	36,07	35,99	Sesuai
6	18	37,75	38,11	37,75	38,11	Sesuai

7	21	39,31	39,53	39,31	39,53	Sesuai
8	24	41,37	41,19	41,37	41,19	Sesuai
9	27	43,07	42,67	43,07	42,67	Sesuai
10	30	44,29	43,88	44,29	43,88	Sesuai
11	33	45,57	44,86	45,57	44,86	Sesuai
12	36	47,07	45,95	47,07	45,95	Sesuai
13	39	47,97	46,41	47,97	46,41	Sesuai
14	42	48,97	47,87	48,97	47,87	Sesuai
15	45	49,29	48,33	49,29	48,33	Sesuai
16	48	50,19	48,98	50,19	48,98	Sesuai
17	51	50,81	50,31	50,81	50,31	Sesuai

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa suhu yang terbaca pada sensor satu dan sensor dua sesuai dengan yang terbaca pada *web server (localhost)*. Setiap perubahan suhu pada *brush* akan terbaca pada sensor yang kemudian akan langsung diteruskan ke *web server (localhost)*.

KESIMPULAN

Hasil pengujian pengiriman data dari lapangan ke sistem monitoring mendapatkan hasil yang sesuai atau sama persis. Hal ini dikarenakan sistem yang dirancang adalah sistem real time yang mengirim data secara terus menerus selama web server masih terus diakses.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pane, E. (2009). Studi Sistem Eksitasi Dengan Menggunakan Permanent Magnet Generator. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [2] Marzelly, F. A., Alfita, R., Wibisono, K. A., Haryanto, & Ulum, M. (2019, November). Rancang Bangun Monitoring Sensor Carbon Brush Untuk Penulangan Dengan metode Fuzzy Logic. Eltrik, 1 no. 2, 87-95.
- [3] Marzelly, F. A., Alfita, R., Wibisono, K. A., Haryanto, & Ulum, M. (2019, November). Rancang Bangun Monitoring Sensor Carbon Brush Untuk Penulangan Dengan Metode Fuzzy Logic. Eltrik, 1 no. 2, 87-95.
- [4] Ontowirjo, Fauziah Y, Q; Poekoel, Vecky C; Manembu, Pinrolinvic D. K; Robot, Reynold F.;. (2018). Implementasi Internet of Things Pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Ruangan Pengering Berbasis Web. Teknik Elektro dan Komputer, 7 no. 3, 331-338.
- [5] Vardani, A., Arinie, F., & Taufik, M. (2019, Juni). Rancang Bangun Sistem Monitoring Tanaman Cabe Jamu Terhadap Mekanisme Lingkungan Tumbuh Pada Web. Jartel, 9 no.2, 127-131.

**RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN PRAKTIKUM
ELEKTRONIKA ANALOG II UNTUK MEMAHAMI FUNGSI DAN
KARAKTERISTIK MULTIVIBRATOR MONOSTABIL, BISTABIL DAN
ASTABIL MENGGUNAKAN O-AMP 741**

Isminarti¹, Vira Andriani Bahri², Fahmi Bagenda³, Yoan Elviralita⁴,
Nanang Roni Wibowo⁵

^{1,2,3,4,5} Politeknik Bosowa

isminarti@politeknikbosowa.ac.id¹, viraandriani28999@gmail.com²,
yoan.elviralita@politeknikbosowa.ac.id³

ABSTRAK

Produk Media pembelajaran elektronika analog II ini merupakan produk pengembangan hasil riset dan development penulis agar praktikan dapat dengan mudah memahami karakteristik rangkaian op-amp karena pada praktikum sebelumnya praktikan hanya mengetahui input, output beserta cara kerja dari rangkaian op-amp. Tujuan pembuatan modul pembelajaran elektronika analog II adalah memberikan pengetahuan kepada praktikan untuk memahami cara merangkai rangkaian elektronika analog pada praktikum elektronika analog II dan dapat merancang media pembelajaran yang dapat dipahami oleh praktikan. Metode yang digunakan adalah eksperimen untuk membuktikan hasil kebenaran output pada rangkaian berdasarkan teori. Penelitian ini diperoleh hasil berupa 3 percobaan yaitu: multivibrator monostabil amplifier, multivibrator bistabil amplifier, dan multivibrator astabil amplifier. Pada percobaan multivibrator monostabil amplifier, semakin besar nilai V_{in} yang diberikan maka nilai F_{out} semakin kecil dan nilai T_{out} semakin besar. Percobaan multivibrator bistabil amplifier semakin besar nilai V_{in} yang diberikan maka nilai F_{out} dan T_{out} tetap. Dan pada percobaan multivibrator astabil semakin besar nilai V_{in} yang diberikan maka nilai F_{out} semakin kecil dan nilai T_{out} semakin besar.

Kata kunci: Analog, multivibrator, media pembelajaran, op-amp.

ABSTRACT

The product of analog electronics learning media II is a product of the development of the author's research and development so that students can easily understand the op-amp circuit because in the previous practicum students only saw input, output and how the op-amp circuit worked. The purpose of making analog electronics learning modules II is to provide knowledge to students to understand how to assemble analog electronics circuits in analog electronics practicum II and be able to design learning media that can be understood by students. The method used is experimental to prove the results of the correct output in a theory-based series. The results of this study were 3 experiments, namely: monostable, bistable and astable multivibrator amplifier. In the monostable amplifier multivibrator experiment, the greater the V_{in} value given, the smaller the F_{out} value and the greater the T_{out} value. The bistable amplifier multivibrator experiment, the greater the V_{in} value given, the F_{out} and T_{out} values are fixed. And in the astable multivibrator experiment, the greater the V_{in} value given, the smaller the F_{out} value and the greater the T_{out} value.

Keywords: Analog, multivibrator, learning media, op-amp.

PENDAHULUAN

Media pembelajaran elektronika analog 2 ini dapat membantu praktikan merangkai sesuai dengan rangkaian percobaan pratikum dan merancang rangkaian agar mudah dipahami, dan dapat lebih meningkatkan aktivitas praktikan dalam proses belajar mengajar, sehingga pemahaman praktikan terhadap materi pembelajaran yang disampaikan dapat lebih baik lagi. Permasalahan yang dihadapi pada saat proses pratikum sebelumnya, modul pembelajaran yang digunakan oleh praktikan tidak mengarah ke bagaimana cara merangkai sebuah rangkaian, tetapi lebih ke bagaimana cara mencari output dan melihat tampilannya serta prinsip kerja rangkaian. Permasalahan tersebut tentunya berpengaruh pada hasil pembelajaran pratikum.

Dari permasalahan diatas dapat dikembangkan media pembelajaran berupa trainer multivibrator elektronika analog II dengan harapan dapat meningkatkan pemahaman praktikan mengenai bagaimana cara merangkai sebuah rangkaian secara benar dengan tidak menghilangkan tujuan utama pembelajaran.

Road Map

Beberapa penelitian terkait pengembangan dari produk ini adalah sebagai berikut :

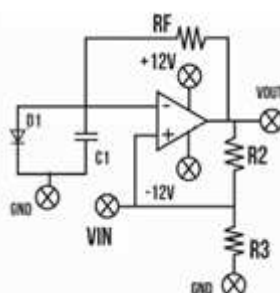
- Penelitian Penulis terdahulu yang berjudul “Rancang Bangun Media Pembelajaran Praktikum Elektronika Analog untuk Meningkatkan Pemahaman Praktikan dalam Mengetahui Fungsi dan Karakteristik Operational Amplifier” penelitian ini menghasilkan produk dimana praktikan mengukur dan melihat output rangkaian pada osiloskop dengan cara menghubungkan sumber tegangan pada media pembelajaran menggunakan probe test sedangkan komponen yang dirangkai berada dalam box [1].
- Penelitian yang berjudul “Media Pembelajaran Trainer Elektronika Dasar Untuk Mata Pelajaran Elektronika Dasar” pada penelitian modul ini terdapat empat macam kegiatan belajar yang meliputi pengenalan komponen elektronika aktif dan pasif serta konsep rangkaian elektronika sederhana. Trainer dirancang dalam bentuk box yang utuh. Sehingga model komponen juga tidak terlihat nyata [2].
- Penelitian berjudul “Pembuatan Trainer Board Astable Multivibrator (AM) sebagai Media Pembelajaran Pendidikan” lebih fokus ke multivibrator astabil dan seperti halnya produk penelitian awal penulis, media pembelajaran ini lebih fokus ke input dan output sedangkan proses pemahaman komponen dan rangkaian ada pada trainer board menajdi lebih instan [3].

Pada penelitian yang penulis buat jika dibandingkan dengan penelitian lainnya memiliki kelebihan yaitu, praktikan diajak untuk lebih berkreasi dalam merangkai karena tersedia komponen – komponen yang bisa digunakan untuk membentuk rangkaian multivibrator serta dapat langsung melihat output sinyal melalui osiloskop.

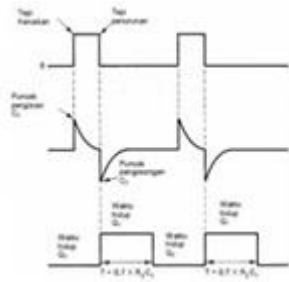
Teori dasar

multivibrator adalah rangkaian elektronik yang digunakan untuk menerapkan variasi dari sistem dua keadaan (two state system) yang dapat menghasilkan suatu sinyal kontinu, yang dapat digunakan sebagai pewaktu (timer) dari rangkaian-rangkaian sekuensial. multivibrator beroperasi sebagai osilator, yaitu sebagai sebuah rangkaian pembangkit sinyal, di mana sinyal yang dihasilkan pada keluaran akan berbentuk gelombang persegi (square wave). multivibrator dalam pengoperasiannya memiliki dua keadaan utama, yaitu keadaan stabil dan keadaan tak stabil. keadaan stabil adalah keadaan di mana taraf amplitudo sinyal keluaran adalah tetap/stagnan pada suatu nilai tertentu. keadaan tak stabil adalah keadaan di mana taraf amplitudo sinyal selalu berubah-ubah mengikuti denyut tegangan pada komponen aktif. berdasarkan bentuk sinyal keluaran (output), multivibrator dapat dibagi ke dalam 3 jenis, yaitu multivibrator monostabil, multivibrator bistabil dan multivibrator astabil [1].

- Multivibrator monostabil adalah multivibrator yang memiliki satu kondisi stabil dan satu kondisi tak stabil.

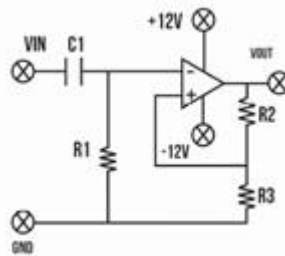


Gambar 1. Rangkaian multivibrator monostabil (op-amp)

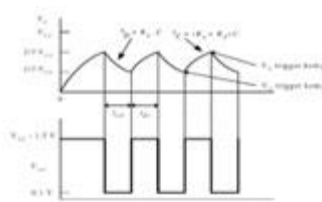


Gambar 2. Bentuk gelombang multivibrator monostabil

- b. Multivibrator bistabil adalah multivibrator yang memiliki dua keadaan stabil.

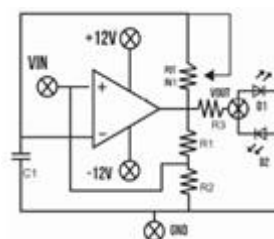


Gambar 3. Rangkaian multivibrator bistabil (op-amp)



Gambar 4. Bentuk gelombang multivibrator bistabil

- c. Multivibrator astabil adalah multivibrator yang bersifat free-running, yaitu tidak memiliki keadaan stabil yang permanen pada suatu periode tertentu.



Gambar 5. Rangkaian multivibrator astabil (op-amp)



Gambar 6. Bentuk gelombang multivibrator astabil

Untuk mengetahui Frekuensi osilasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

Feedback factor (β) akan sama dengan 0,5 jika komponen R1 dan R2 yang merupakan rangkaian pembagi tegangan yang memberi nilai V referensi (V_{ref}) pada input non inverting [3].

$$\beta = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

sedangkan ambang +V dan -V ditentukan oleh R1 dan R2 + V

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} * (+V_{sat}) \quad (2)$$

$$T = 2 * RC * \ln\left(\frac{1+0,5}{1-0,5}\right) = 2,19 * RC \text{ detik} \quad (3)$$

sehingga frekuensi output menjadi

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,19 * RC} \quad (4)$$

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental sekaligus menjadi riset dan pengembangan (R&D) bagi media pembelajaran berikutnya khususnya pada mata kuliah elektronika analog.



Gambar 7. Diagram alir penelitian

Perumusan masalah untuk mengetahui sejauh mana praktikan dapat merangkai rangkaian op-amp yang mudah dipahami. Masalah yang dihadapi pada saat proses pembelajaran hanya mengetahui input, output beserta cara kerja dari rangkaian op-amp. Sebelum dilakukannya pembuatan media pembelajaran, terlebih dahulu dilakukan desain tampilan media pembelajaran. Untuk mendesain tampilan media pembelajaran digunakan software coreldraw sedangkan untuk tampilan layout PCB digunakan *software diptrace*. Setelah dilakukan desain media pembelajaran maka dilakukan pemilihan bahan dan alat media pembelajaran, pemilihan bahan kayu di lakukan melihat dari segi ketahanannya dimana lebih kuat dan biaya yang di keluarkan lebih murah . Jenis kayu yang digunakan yaitu kayu kapuk yang dimana kayu tersebut bahannya ringan. Dan alat yang dibutuhkan sesuai dengan media pembelajaran yang akan dibuat. Pada saat pembuatan media pembelajaran dilakukan pengetesan rangkaian power supply. Setelah itu dilakukan pengujian alat dimana rangkaian multivibrator diuji coba dengan cara merangkai dan mencari karakteristik dari rangkaian multivibrator pada media pembelajaran elektronika

analog II, jika karakteristik yang dihasilkan telah sesuai dengan hasil teori maka dilakukan pembuatan modul pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Karya dan Sistem Kerja Alat



Gambar 8. Box power supply dan media pembelajaran

Power Supply ini digunakan sebagai pemberi tegangan serta arus listrik pada rangkaian atau komponen komponen yang membutuhkan sumber tegangan. Pada *power supply* yang dibuat terdiri dari arus bolak balik (AC) dan arus searah (DC). Terdapat 1 buah potensiometer yang digunakan sebagai pengatur tegangan DC. Pada media pembelajaran ini terdapat beberapa komponen aktif dan pasif yang dapat dirangkai untuk membuat beberapa rangkaian penguat. Cara menggunakan media pembelajaran ini dengan merangkai menggunakan kabel jumper yang telah disediakan sesuai dengan gambar rangkaian yang diberikan yaitu rangkaian *multivibrator Monostabil*, *Bistabil* dan *astabil*.

Hasil Pengujian

Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan media pembelajaran ini, yaitu :
kHasil Pengambilan Data Modul Pembelajaran Elektronika Analog 2.

Tabel 1. Data penelitian *multivibrator monostabil*

V_{in} (V)	F_{out} (Hz)	T_{out} (ms)	Sinyal
2,77	66,19	0,015	
4,13	50,06	0,019	
5,70	49,75	0,20	

Rangkaian *multivibrator monostabil* memiliki satu keadaan stabil dan satu keadaan tidak stabil. Ketika rangkaian multivibrator monostabil diberi sinyal input berupa sinyal trigger yang diatur pada *function generator* maka sinyal *trigger* pada monostabil mengubah keadaan stabil menjadi keadaan tidak stabil atau mengubah keadaan tidak stabil menjadi stabil.

$$T_{out} = \frac{1}{F} = \frac{1}{66,19k} = 0,015ms$$

Tabel 2. Data penelitian multivibrator bistabil

V_{in} (V)	F_{out} (Hz)	T_{out} (ms)	Sinyal
5,65	1,121K	0,89	
6,46	1,121K	0,89	
8,86	1,121K	0,89	

Rangkaian multivibrator bistabil memiliki dua keadaan stabil. Ketika rangkaian diberi sinyal pemicu maka sinyal keluaran diasumsikan pada salah satu kondisi stabil. Kemudian sinyal kedua akan menyebabkan terjadinya pergeseran ke kondisi stabil lainnya.

$$T_{out} \frac{1}{F} = \frac{1}{1,121k} = 8,92ms$$

Tabel 3. Data penelitian multivibrator astabil

V_{in} (V)	F_{out} (Hz)	T_{out} (ms)	Sinyal
1,3	24,52	0,040	
3,63	9,124	0,109	
4,16	7,812	0,128	

$$T_{out} = \frac{1}{F} = \frac{1}{24,42} = 0,040 \text{ ms}$$

KESIMPULAN

Pada multivibrator monostabil semakin besar nilai V_{in} yang diberikan maka nilai F_{out} semakin kecil dan nilai T_{out} semakin besar. Pada multivibrator bistabil semakin besar nilai V_{in} yang diberikan maka nilai F_{out} dan T_{out} tetap. Pada multivibrator astabil semakin besar nilai V_{in} yang diberikan maka nilai F_{out} semakin kecil dan nilai T_{out} semakin besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua praktikan yang terlibat dalam penelitian ini sekaligus sebagai responden pada uji coba media pembelajaran serta dosen – dosen yang selalu memberikan masukan dan dukungan setiap pengembangan yang dilakukan oleh penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Isminarti and U. Ridhani, "Rancang Bangun Media Pembelajaran Praktikum Elektronika Analog Untuk Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa Dalam Mengetahui Fungsi Dan Karakteristik Operational Amplifier," JST (Jurnal Sains Ter., vol. 4, no. 1, pp. 37–42, 2018.
- [2] D. B. Rahayu, "Media Pembelajaran Trainer Elektronika Dasar Untuk Mata Pelajaran Elektronika Dasar." Yogyakarta:(Skripsi Tidak ..., 2012.
- [3] S. Fuada, "Pembuatan Trainer Board Astable Multivibrator (AM) sebagai Media Pembelajaran," J. Nas. Tek. Elektro, 2016.

RANCANG BANGUN ALAT PEMILAH SAMPAH ANORGANIK LOGAM DAN NON LOGAM

Komang Raka Tri Darma¹, Aldo², Angga Tegar Setiawan³
^{1,2,3} Politeknik Industri Logam Morowali
Komangrakatd008@gmail.com¹, aldo00015@gmail.com²,
anggatsetiawan@gmail.com³

ABSTRAK

Produksi sampah di lingkungan masyarakat kini semakin meningkat seiring bertambahnya penduduk dan konsumsi masyarakat. Pengelolaan sampah yang kurang baik dapat berdampak pada kesehatan lingkungan. Banyaknya sampah di lingkungan masyarakat khususnya anorganik yang masih bercampur antara sampah logam dan non logam. Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu adanya sebuah alat yang berfungsi untuk memisahkan sampah anorganik yang diantaranya sampah logam (besi, kaleng) dan non logam (botol plastik, botol kaca, kantong plastik, kertas). Alat pemilah sampah khususnya anorganik ini terdiri dari *belt conveyor*, *screw conveyor*, *sensor inductive*, sensor ultrasonik, arduino, blower, motor servo. Hasil dari penelitian ini yaitu setiap sampah berhasil masuk ke tempat sampah yang telah disediakan.

Kata kunci: Sampah anorganik, arduino, *belt conveyor*, *screw conveyor*, pemilah sampah.

ABSTRACT

Trash production in the community is now increasing along with the increase in population and public consumption. Poor trash management can have an impact on environmental health. The amount of trash in the community, especially inorganic trash, is still mixed with metal and non-metal trash. Based on these problems, it is necessary to have a tool that functions to separate inorganic trash including metal (iron, cans) and non-metal (plastic bottles, glass bottles, plastic bags, paper). This particular inorganic trash sorting tool consists of a conveyor belt, screw conveyor, inductive sensor, ultrasonic sensor, arduino, blower, servo motor. The result of this research is that every trash can enter the trash bin that has been provided.

Keywords: Inorganic trash, arduino, belt conveyor, screw conveyor, trash sorting.

PENDAHULUAN

Seiring meningkatnya sampah di lingkungan masyarakat, pengelolaan sampah yang kurang baik berdampak pada permasalahan lingkungan. Untuk dapat mengatasi permasalahan lingkungan akibat sampah diantaranya dengan mengelola sampah dengan baik dan benar. Pemilahan sampah yang tidak baik membuat sampah yang tertumpuk di dalam tempat sampah menjadi tidak lagi terpisah antara sampah anorganik dan sampah organik. Hal ini menyebabkan sampah yang telah dikumpulkan akan bercampur[4].

Masalah sampah memang tidak ada habisnya. Permasalahan sampah sudah menjadi persoalan serius terutama di kota-kota besar, tidak hanya di Indonesia saja, tapi di seluruh dunia. Negara-negara maju telah melakukan berbagai upaya untuk mengatasi masalah tersebut, begitupun bagi pemerintah daerah dimana sampah merupakan masalah yang serius[2].

Indeks pembangunan manusia Kabupaten Morowali setiap tahunnya meningkat. Jumlah sampah di Kecamatan Bahodopi Kabupaten Morowali meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Sampah tertumpuk di setiap titik-titik tertentu dan dalam kondisi tidak terpilah dengan benar. Jika dilihat secara visual, jumlah sampah anorganik lebih banyak dibandingkan jumlah sampah organik, ini tentunya tidak lepas dari kesadaran pemerintah dan masyarakat. Pada penelitian sebelumnya perlu ditambahkan pengait atau sensor yang bisa mendeteksi jenis sampah dalam jumlah banyak agar sampah dapat dipilah lebih dari satu jenis sampah secara bersamaan[6]. Oleh karena itu, perlu adanya rancang bangun alat pemilah

sampah anorganik logam dan non logam dengan sistem arduino yang dapat memisahkan sampah berdasarkan massa dan bahan dari sampah itu sendiri. Alat ini memfokuskan pada sampah yang tidak terpilah dengan baik

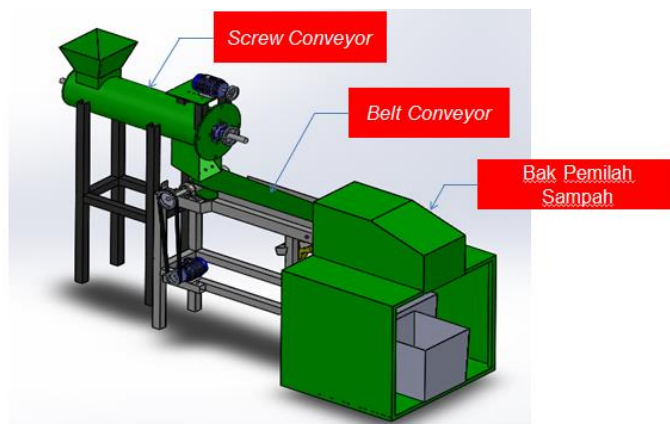
METODE PENELITIAN

Perancangan penelitian ini terdapat tahapan – tahapan metodologi yaitu sebagai berikut:

Perencanaan

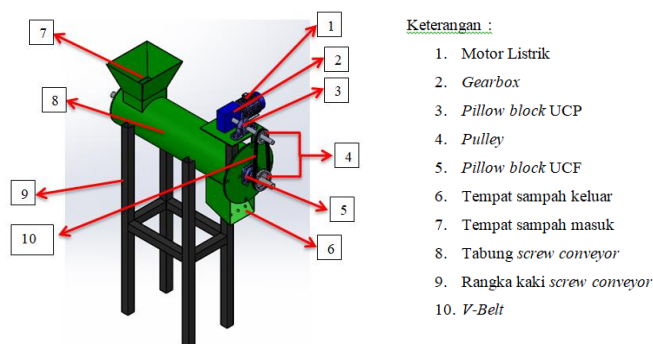
Jenis penelitian ini adalah Merancang Bangun Alat Pemisah Sampah Anorganik Logam dan Non Logam. Penelitian ini berlangsung selama 5 minggu dimulai dari Senin, 3 Agustus 2020 – Sabtu, 5 September 2020, bertempat di Workshop Teknik Perawatan Mesin Politeknik Industri Logam Morowali.

Perancangan



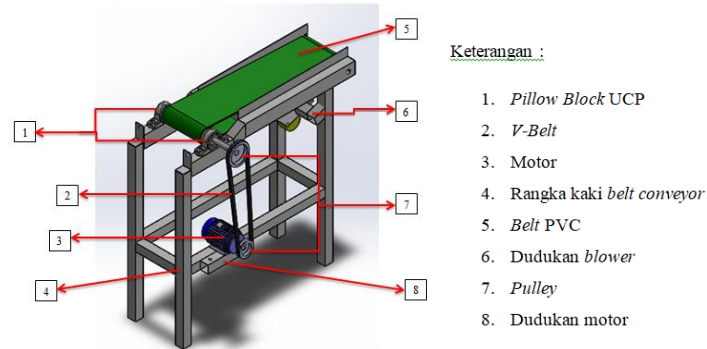
Gambar 1. Desain alat pemilah sampah secara keseluruhan

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa pada desain alat pemilah sampah anorganik logam dan non logam menggunakan *screw conveyor*, *belt conveyor*, dan *box* pemilah sampah. *Belt conveyor* berfungsi untuk mengatur jarak sampah pada sistem pemilah sampah, *screw conveyor* memiliki kecepatan lebih lambat dibandingkan *belt conveyor* sehingga dapat mengatur jarak antar sampah sejauh 152 mm, dan pada *box* pemilah sampah terdapat 3 jenis tempat sampah yaitu tempat sampah logam, tempat sampah non logam berat, dan tempat sampah non logam ringan.



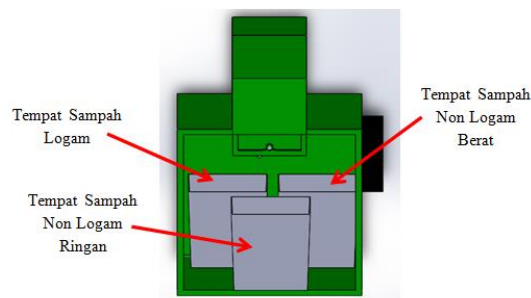
Gambar 2 Desain tampak *isometric screw conveyor*

Pada gambar 2 *screw conveyor* digerakkan oleh motor induksi 3 fasa dengan kecepatan 20 rpm. Ketika sampah masuk ke *screw conveyor* diharapkan sampah akan bergerak sesuai ukuran *pitch* dari *screw conveyor*. Bagian utamanya adalah poros yang dilengkapi screw yang berputar dalam casing, poros tersebut diputar oleh motor yang terletak pada sisi luar casing. Alat ini pada dasarnya berbentuk mirip sekrup[5].



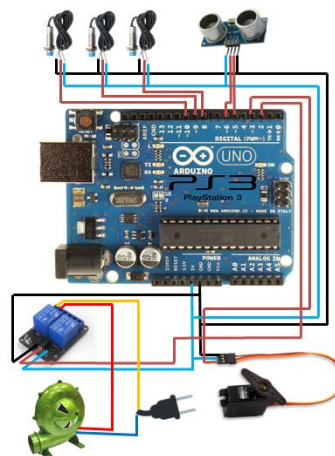
Gambar 3. Desain tampak isometric belt conveyor

Pada gambar 3 *belt conveyor* digerakkan oleh motor induksi 3 fasa dengan kecepatan 180 rpm. Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi, jenis rotor sangkar tupai atau rotor lilitan dan penyalan sendiri[8]. Ketika sampah berada di *belt conveyor*, sampah akan berjarak lebih jauh dibandingkan jarak sampah pada *screw conveyor* sehingga kinerja sensor dapat bekerja secara optimal. Prinsip kerja dari *belt conveyor* yaitu putaran yang dihasilkan oleh motor akan menggerakkan *drive / head pulley*. *Head pulley* menarik belt dengan prinsip adanya gesekan antara permukaan drum dengan belt [7].



Gambar 4. Box pemilah sampah

Pada gambar 4 Jika sampah terdeteksi mengandung bahan logam maka servo akan bergerak 60 derajat memutar pintu pemilah dan sampah masuk ke tempat sampah sebelah kanan (logam), sebaliknya jika tidak terdeteksi bukan dari bahan logam, maka servo tidak bergerak sehingga sampah non logam berat menuju ke tempat sampah sebelah kiri (non logam berat) dan sampah non logam ringan akan masuk ke tempat sampah non logam ringan dengan bantuan dari *blower*.



Gambar 5. Skema rangkaian sistem pemilah sampah

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa sistem pemilah sampah menggunakan dua jenis sensor yaitu sensor ultrasonik dan sensor *proximity inductive*, *Sensor proximity* adalah sebuah sensor yang bisa mendeteksi keberadaan benda tanpa kontak fisik[3]. sensor ultrasonik akan mendeteksi setiap sampah yang lewat pada belt conveyor untuk mengaktifkan *blower* yang berguna sebagai pemilah sampah non logam ringan dan sensor *proximity inductive* akan mendeteksi sampah jenis logam

untuk menggerakkan motor servo pada sudut tertentu.

Pengendalian Motor servo dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel control [1].

Pembuatan

Setelah perancangan dikerjakan, langkah selanjutnya adalah pembuatan dan perakitan alat. Metode ini meliputi pembuatan komponen-komponen mesin dan merakitnya menjadi sebuah mesin rancangan yang diinginkan.

Pengujian

Langkah selanjutnya adalah pengujian alat. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan secara fungsional maupun operasional perancangan dan pembuatan alat pemilah sampah. Apabila masih ada kekurangan maka alat dapat diperbaiki dan disempurnakan kembali sehingga tujuan pembuatan mesin ini dapat tercapai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat pemilah sampah ini memilah sampah anorganik logam dan non logam secara bersamaan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat, berikut hasil dan pembahasan meliputi :

Hasil alat dan pembahasan



Gambar 6. Hasil akhir alat

Gambar diatas merupakan hasil *assembly* dari beberapa bagian meliputi *screw conveyor*, *belt conveyor* dan *box* pemilah sampah. *Screw conveyor* dan *belt conveyor* bertugas untuk membantu mengoptimalkan proses pemilahan sampah pada *box* pemilah sampah. Output dari alat ini adalah sampah logam, sampah non logam berat, dan sampah non logam ringan.

Hasil pengujian dan pembahasan

Tabel 1 Data analisis *screw conveyor*

Sampel	Kecepatan (m/s)	Waktu (s)	Jarak (m)
1	0,02	12,4	0,248
2	0,02	18,8	0,376
3	0,02	25,2	0,504
4	0,02	31,6	0,632
5	0,02	38	0,760
Selisih		6,4	0,128

Tabel 1 merupakan data analisis *screw conveyor* dan dapat dilihat selisih waktu sampah untuk jatuh ke *screw conveyor* adalah 6,4 detik dan selisih jarak antar sampah yang ada di *screw conveyor* adalah 0,128 m.

Tabel 2 Data analisis *belt conveyor*

Sampel	Kecepatan (m/s)	Waktu (s)	Jarak (m)
1	0,56	0,27	0,152
2	0,56	0,54	0,304
3	0,56	0,81	0,456
4	0,56	1,08	0,608
5	0,56	1,35	0,760
Selisih		0,27	0,152

Tabel 2 merupakan data analisis *belt conveyor* dan dapat dilihat selisih waktu sampah untuk jatuh ke belt conveyor adalah 0,27 detik dan selisih jarak antar sampah yang ada di belt conveyor adalah 0,152 m

Tabel 3. Data pengujian sampah secara fungsional

No.	Sampah	Golongan	Gambar	Massa Sampah	Tempat Sampah Logam	Tempat Sampah Non Logam Berat	Tempat Sampah Non Logam Ringan
1.	Botol Plastik Minuman	Non Logam		5 g			
2..	Kantong Plastik	Non Logam		3 g			
3.	Botol kaca	Non Logam		120 g			
4.	Kaleng	Logam		32 g			

Pada tabel 3 dapat dilihat terdapat 2 golongan sampah dengan massa yang berbeda yaitu logam dan non logam dan sampah masuk ke tempat sampah yang telah disediakan.

KESIMPULAN

Dari hasil uji coba dapat disimpulkan bahwa kecepatan *screw conveyor* lebih lambat dibandingkan kecepatan belt conveyor sehingga dapat mengatur jarak antar sampah sejauh 152 mm. Sampah logam berhasil masuk ke tempat sampah logam, sampah non logam ringan berhasil masuk ke tempat sampah non logam ringan dan sampah non logam berat berhasil masuk ke tempat sampah non logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chairunnisah, A., Sulaiman, & Fitrani, E. 2019. Bina Darma Conferenceon Engineering Science. Rancang Bangun Alat Pemisah Sampah Logam, 80.
- [2] Fitri, R. F., Ati, N. U., & Suyeno. 2019. Implementasi Kebijakan Pemerintah Dalam Inovasi Pengelolaan Sampah Terpadu. Jurnal Respon Publik. Volume 13, 12-18.
- [3] Guntara, R. G., & Famytra, R. A. (n.d.). Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA). Pembangunan Aplikasi Panduan Memasak Menggunakan Sensor Proximity Sebagai Fitur Air Gesture Pada Platform Android.
- [4] Harahap, P. 2016. Pengaruh Jatuh Tegangan Terhadap Kerja Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Simulink Matlab. Jurnal Media Elektrika. Vol. 9 No. 2.
- [5] Mubaraq. 2010. *Design Belt Conveyor System*. <http://migas-indonesia.com/2009/05/28/rangkuman-diskusi-design-belt-conveyor-system/>. (diakses pada tanggal 15 September 2020)
- [6] Muhaimin, Maimun, & Farhan, R. (2019). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Pada Gedung Jurusan Teknik Elektro Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560, 119-124.
- [7] Rahman, A. 2017. Prototype Screw Conveyor Mesin Pendaaur Ulang Pasir Cetak 10 Ton/Jam , 2.
- [8] Yunus, M. 2018. Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Pintar Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Arduino. Universitas Majalengka. 340-343.

RANCANG BANGUN ALAT PARUT KELAPA OTOMATIS BERBASIS SMARTPHONE

Ratna¹, Masjono², Taufik Muchtar³

^{1,2,3} Politeknik ATI Makassar

ratnasarita46@gmail.com¹, Taufik@atim.ac.id²

ABSTRAK

Aktivitas yang sering dilakukan pada kehidupan manusia terkhususnya ibu rumah tangga yaitu memarut kelapa. Memarut kelapa kadang membuat ibu rumah tangga kelelahan dan beresiko mengalami luka akibat memarut kelapa. Penelitian tugas akhir ini, menunjukkan hasil yang sesuai dengan perencanaan yaitu alat mesin parut kelapa bekerja secara otomatis yang di monitoring melalui smarhphone. Dari hasil pengujian dimana sensor sebagai alat pendeteksi kelapa dengan jarak maksimal 10 cm, pada saat sensor berada pada kondisi high maka akan delay selama 5 detik untuk menunggu pengisian penampungan kelapa, apabila penampung telah full maka secara otomatis pendorong akan bekerja melalui perintah output arduino. Selanjutnya pendorong otomatis akan mendorong sampai *limit switch* tertekan dengan waktu jeda 3 detik kemudian pendorong kembali ke posisi semula. Dan apabila kondisi penampungan kelapa telah kosong maka akan muncul notifikasi pada smartphone.

Kata kunci: Arduino uno, sensor ultrasonic, smartphone, L298N, power window.

ABSTRACT

The activity that is often done in human life, especially housewives, is grating coconut. Shredding coconut sometimes puts housewives at risk for injury due to coconut. This final project research shows the results in accordance with the planning, namely the coconut shredded machine works automatically in monitoring via a smartphone. From the test results where the sensor as a coconut detection device with a maximum distance of 10 cm, when the sensor is in a high condition it will delay for 5 seconds to wait for the filling of the coconut shelter, then the booster will automatically work through the Arduino output command. Then the automatic pusher will push until the limit switch is depressed with a pause of 3 seconds then the pusher returns to its original position. And the condition of the coconut storage is empty, a notification will appear on the smartphone.

Keywords: arduino uno, ultrasonic sensor, smartphone, l298n, power window.

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan salah satu tanaman yang termasuk famili *Palmae* dan banyak tumbuh di daerah tropis seperti Indonesia. Tanaman ini memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi karena hampir seluruh bagian tanaman ini dapat digunakan untuk kebutuhan manusia sehari – hari. Buah kelapa dapat diolah menjadi berbagai macam produk. Salah satunya adalah santan, minyak kelapa (VCO), biodiesel, dan minyak kopra.

Semua olahan tersebut berawal dari santan yang dihasilkan melalui proses pemarkutan buah kelapa. Dalam perkembangannya proses pembuatan santan mengalami banyak inovasi, diantaranya dari proses pembuatan santan melalui pemarkutan secara manual hingga menggunakan mesin bersumber tenaga gerak motor listrik atau motor bakar. Berawal dari alasan tersebut, gagasan untuk membuat satu mekanisme pembuatan santan yang diharapkan lebih efisien dari mekanisme manual sebelumnya, yaitu dengan membuat rancang bangun mesin pemarkut otomatis.

Pada tahun 2017 telah di ciptakan alat Sistem Kendali Cerdas Mesin Parut Kelapa Berbasis Arduino Uno yang merupakan tugas akhir dari Ayu Ashari, alat tersebut menggunakan roda yang di kontrol oleh arduino uno namun alat tersebut belum

dapat di control dan monitoring menggunakan smartphone. Jadi penulis tertarik melanjutkan kembali tugas akhir dari Ayu Ashari, dengan judul “Rancang Bangun Alat Parut Kelapa Otomatis Berbasis Smartphone”.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan melalui dua tahap yaitu tahap rancang bangun alat serta tahap pengujian dan pengukuran.

Teknik Perancangan dan Pengumpulan Data

Pengumpulan Data

➤ Observasi

Merupakan suatu metode dimana melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek yang diamati.

➤ Uji Coba Sistem

Membuat simulasi kondisi sistem yang diinginkan, kemudian melakukan penulisan source code agar software yang dibuat bisa berjalan seperti yang dikehendaki. Pengujian perangkat lunak juga bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi bekerja sesuai dengan tujuan yang diharapkan atau tidak.

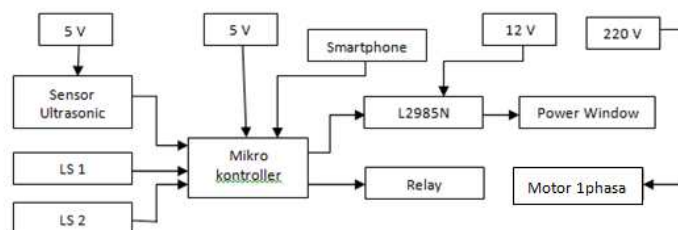
➤ Pengujian Alat

Melakukan pengujian terhadap alat yang telah dibangun maka dibuat sebuah kondisi dimana kelapa yang akan di parut di letakan pada corong mesin perut kelapa otomatis kemudian di aktifkan menggunakan smartphone melalui aplikasi blynk sehingga sensor inframerah mendeteksi adanya benda sehingga kelapa di dorong oleh motor pendorong.

➤ Perbaikan

Sistem diuji coba dan terjadi beberapa kekurangan atau kelemahan, maka perlu perbaikan agar hasil yang dicapai bisa maksimal.

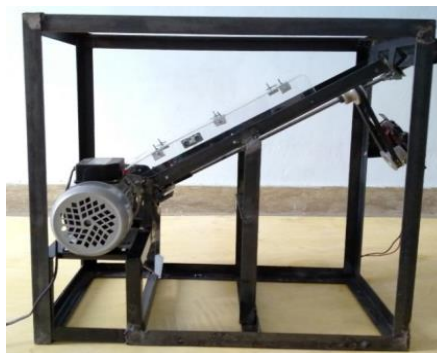
Konfigurasi Sistem



Gambar 1. Diagram Block Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Tampilan Parut Kelapa



Gambar 2. Hasil Parut kelapa

Pembahasan Hasil Pengujian Sistem

1. Pengujian sensor ultrasonic

Tabel 1. Pengujian sensor ultrasonic

No	Jarak (cm)	Percobaan (Volt)			Rata-rata
		1	2	3	
1	2	0,12	0,07	0,081	0,33
2	4	0,113	0,146	0,137	0,132
3	6	0,176	0,160	0,166	0,167
4	8	0,242	0,223	0,204	0,223
5	10	0,296	0,296	0,247	0,279

Pada tabel diatas dilakukan tiga kali pengukuran tegangan. Tegangan output sensor saat benda berada pada jarak 2 cm yaitu 0,12, 0,07, 0,81 dengan rata-rata 0,33. Pada jarak 4 cm yaitu 0,113, 0,146, 0,137 dengan rata-rata 0,132. Pada jarak 6 cm yaitu 0,176, 0,160, 0,166 dengan rata-rata 0,167. Pada jarak 8 cm yaitu 0,242, 0,223, 0,204 dengan rata-rata 0,223. pada jarak 10 cm yaitu 0,296, 0,296, 0,247 dengan rata-rata 0,279.

2. Pengujian kecepatan ulir saat maju tanpa beban

Tabel 2. Pengujian kecepatan ulir saat maju tanpa beban

No	Waktu (Detik)	Jarak (cm)
1	10	3
2	10	6
3	10	9
4	10	12
5	10	15
6	Ulir mundur	18

Pada tabel diatas dapat dilihat waktu ulir bergerak dengan jarak yang di tentukan pada saat jarak 0-3 cm kecepatan ulir 20 detik dan pada saat jarak 3-6 cm waktu ulir juga 20 detik begitu pula pada jarak 6-9 cm, 9-12, 12-15 cm, pada melewati jarak 15 cm maka ulir akan mundur.

3. Pengujian kecepatan ulir saat berbeban

Tabel 3. Pengujian kecepatan ulir saat berbeban

No	Waktu (Detik)	Muatan Kelapa (cm ³)
1	22	136
2	32	264
3	43	396
4	51	528
5	63,6	660

Pada tabel diatas menunjukkan waktu yang di tempuh ulir untuk mendorong kelapa ke mesin parut dengan volume kelapa yang berbeda-beda yang dimulai dari 136 cm³ sampai dengan 660cm³. Yang dimana semakin besar muatan kelapa makan ulir akan semakin lambat

Pengujian kecepatan ulir saat mundur

Tabel 4. Pengujian kecepatan ulir saat mundur

No	Jarak (cm)	Waktu (detik)
1	3	10
2	6	10
3	9	10
4	12	10
5	15	10

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa waktu ulir bergerak pada jarak 0-3 cm yaitu 20 detik dan pada jarak 3-6 cm, 6-9 cm , 9-12 cm , 12-15 cm waktu yg dibutuhkan sama yaitu 20 detik

KESIMPULAN

Pada alat ini, penulis dapat menyimpulkan bahwa alat “Rancang Bangun Alat Parut Kelapa Otomatis Berbasis Smartphone” menunjukkan hasil yang sesuai dengan perencanaan. Tegangan input motor adalah 220 volt dan Jenis microcontroller arduino type wemos, Sensor yang di gunakan sensor ultrasonik dengan range tegangan pada jarak 2-10 cm adalah 0,271 volt - 0,834 volt. Ulir bekerja dengan kecepatan rata-rata 1,06 menit dengan jarak maksimal 15 cm. Volume penampung kelapa adalah 136 cm³ - 660 cm³. Alat ini dapat dikontrol dan di monitoring melalui smartphone tanpa di pengaruhi oleh jarak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih banyak kami sampaikan kepada Bapak Ir. Muhammad Basri, MM sebagai Direktur Politeknik ATI Makassar, Ibu Atikah, S.T., M. Eng. Sc. selaku Ketua Jurusan/Prodi Otomasi Sistem Permesinan, dan seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini. Terima kasih banyak juga kepada seluruh panitia SNTI VII Politeknik ATI Makassar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ucapan terima kasih kepada Politeknik ATI Makassar dan Pesantren IMMIM Putra Makassar yang telah memberikan dukungan sehingga penelitian ini bisa diselesaikan.
- [2] Ashari, Ayu. 2017. Rancang Bangun Alat Parut Kelapa Otomatis Berbasis Arduino Uno. Tugas Akhir. Politeknik Ati Makassar. (Diakses 22 Juni 2020)
- [3] Sofwan. 2009. Kendali Mesin Listrik Motor DC. <http://em-ridho.blogspot.co.id/2011/12/tugas-akhir-kendali-mesin-listrik-motor.html>. (Diakses pada tanggal 22 juni 2020)
- [4] Paul, Surigi. 2015. Perancangan Mesin Bor Otomatis Berbasis Komputer. https://repository.usd.ac.id/1744/2/125114052_full.pdf. (Diakses 26 juni 2020)
- [5] Aditya Ayu Kusuma, Nurul. 2018. Rancang Bangun Smarthome Menggunakan Wemos D1. <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/48427/1/NURUL%20ADITYA%20AYU%20KUSUMA-FST.pdf>. (Diakses pada tanggal 1 juli 2020)
- [6] Bisa, Otomotif. 2011. Fungsi Power Window: Komponen, Cara Kerja dan Jenisnya. <https://www.bisaotomotif.com/fungsi-power-window/>. (Diakses pada tanggal 1 juli 2020).
- [7] Ramdhani, TI. 2015. Catu Daya. <http://eprints.polsri.ac.id/2069/3/BAB%20II.pdf>. (Diakses pada tanggal 1 juli 2020)
- [8] Faudin, Agus. 2017. Mengenal aplikasi BLYNK untuk fungsi IOT. <https://www.scribd.com/document/422896263/Mengenal-Aplikasi-BLYNK-Untuk-Fungsi-IOT>. (Diakses pada tanggal 2 Juli 2020)
- [9] Nyebarilmu. 2017. Tutorial Arduino mengakses driver motor L298N. <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-driver-motor-l298n/>. (Diakses pada tanggal 2 Juli 2020)

Bidang: Teknik Elektro Topik: Sistem Kontrol, Aplikasi dan Instrumentasi Industri

RANCANG BANGUN *AUTOMATED FEEDER* PAKAN UDANG

Astuty¹, Mahlina Ekawati²

**^{1,2} Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng
astutymahyuddin@akom-bantaeng.ac.id¹, mahlinaekawati@akom-
bantaeng.ac.id²**

ABSTRAK

Memaksimalkan potensi tambak udang akan berbanding lurus dengan jumlah keuntungan penjualan udang. Namun tidak sedikit kendala yang dijumpai pemilik tambak. Rutinitas pemberian pakan udang masih dilakukan secara tradisional. Sambil memegang baskom, petani menyebarkan pakan lima kali sehari dengan cara dilemparkan ke seluruh area tambak. Pemberian pakan terasa sulit di malam hari karena kurangnya pencahayaan. Selain itu, masalah lain yang dijumpai adalah kualitas air tambak yang tidak terkontrol dengan baik dapat mempengaruhi metabolisme udang. Solusi yang ditawarkan pada penelitian ini adalah alat berupa *feeder* pakan otomatis berbasis arduino yang bekerja untuk menyebarkan pakan secara merata dengan memperhatikan kualitas air dari parameter salinitas, pH air dan suhu. Feeder pakan udang otomatis memanfaatkan solar panel untuk menyuplai energi listrik. Hasil pengukuran yang diperoleh oleh sensor suhu DS18B20, sensor salinitas, sensor DO dan sensor pH menjadi input *fuzzy logic* untuk menghitung takaran pakan yang akan ditebar dan menentukan durasi kerja motor penebar pakan. Pengujian *delay time* antar LoRa menunjukkan *delay time* di sekitar pantai pada jarak 1,5 km sebesar 1,3 ms. Sensor suhu memiliki nilai error yang paling kecil dibandingkan sensor lainnya. Durasi putaran motor *automated feeder* paling kecil terjadi pada malam dan pagi hari.

Kata kunci: *automated feeder, arduino, sensor.*

ABSTRACT

Maximizing the potential of shrimp ponds will be directly proportional to the amount of profit from selling shrimp. However, there are many obstacles faced by pond owners. Shrimp feeding routines are still done traditionally. Holding the basin, the farmers spread the feed five times a day by throwing it all over the pond area. Feeding is difficult at night due to lack of lighting. In addition, another problem encountered is the uncontrolled quality of pond water which can affect shrimp metabolism. The solution offered in this study is a tool in the form of an Arduino-based automatic feeder that works to distribute feed evenly by taking into account water quality from parameters of salinity, water pH and temperature. Automatic shrimp feeder utilizes solar panels to supply electrical energy. The measurement results obtained by the DS18B20 temperature sensor, salinity sensor, DO sensor and pH sensor become fuzzy logic input to calculate the amount of feed to be stocked and determine the working duration of the feed spreader motor. The delay time test between LoRa shows that the delay time around the coast at a distance of 1.5 km is 1.3 ms. The temperature sensor has the smallest error value compared to other sensors. The smallest rotation duration of the automated feeder motor occurs at night and in the morning.

Keywords: *automated feeder, arduino, sensor.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia yang memiliki potensi budidaya tambak udang sekitar 733 ribu ha. Berdasarkan data ekspor komoditas hasil budidaya tambak, nilai ekspor udang pada tahun 2017 mencapai 1.74 juta USD dengan peningkatan rata-rata 10.47% per tahun [1]. Hal ini menunjukkan udang merupakan salah satu komoditas utama yang berkontribusi terhadap produk domestik bruto (PDB) nasional di samping cumi, rumput laut dan kepiting. Memaksimalkan potensi tambak udang akan berbanding lurus dengan jumlah keuntungan penjualan

udang. Namun tidak sedikit kendala yang dijumpai pemilik tambak. Terdapat beberapa hal pokok harus diperhatikan dalam budidaya tambak udang untuk mencapai produksi yang maksimal. Selain pemilihan lokasi, desain dan konstruksi tambak yang benar, pengolahan pakan yang baik juga menjadi hal yang sangat fundamental [2]. Komponen pembelian pakan menggunakan sekitar 60-70% dari total biaya operasional budidaya udang.

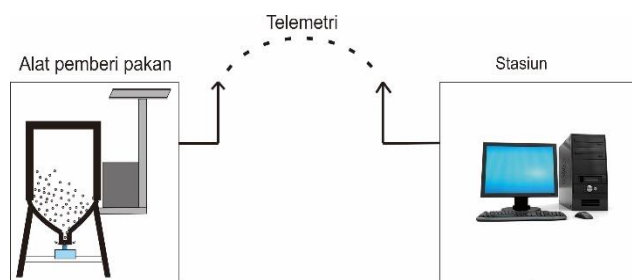
Manajemen pemberian pakan akan sangat berdampak pada kualitas udang yang dihasilkan. Takaran pakan yang diberikan harus memperhatikan beberapa parameter. Salinitas, pH air tambak dan suhu merupakan parameter yang harus diperhatikan agar metabolisme udang tetap terjaga. Semakin tinggi suhu maka semakin tinggi salinitas air tambak. Pemberian pakan udang masih dilakukan secara tradisional. Pakan disebar dengan cara dilemparkan ke area tambak menggunakan baskom. Agar pakan tersebar merata, pekerja harus mengelilingi area tambak sambil membawa baskom. Aktivitas ini dilakukan dalam frekuensi tiga hingga lima kali sehari. Pemberian pakan terasa sulit di malam hari karena kurangnya pencahayaan. Kelalaian akibat tertidur berdampak pada penurunan produksi tambak.

Pada tahun 2015 penelitian terapan terkait pemberian pakan telah dilakukan. Solusi yang diberikan berupa alat pemberi pakan yang dipasang secara permanen di area tambak [3]. Alat tersebut akan bekerja sesuai dengan pengaturan timer yang terdapat pada badan alat tersebut. Pekerja dapat melakukan perubahan jadwal pemberian pakan. Alat ini tidak memperhitungkan parameter suhu dan salinitas sebagai input analog untuk mengetahui kondisi sistem metabolisme udang setiap saat dan takaran pakan yang harus diberikan. Selain itu pekerja tidak dapat memantau secara real time kualitas air tambak.

Solusi yang ditawarkan pada penelitian ini adalah pemberi pakan yang bekerja untuk menyebarkan secara merata dalam takaran yang memperhatikan kualitas air tambak dari parameter salinitas, pH air tambak, *dissolved oxygen* dan suhu secara real time dari jarak 5 km menggunakan telemetri. Alat ini akan dilengkapi dengan sumber listrik dengan memanfaatkan energi surya.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pemecahan permasalahan yang dihadapi pengusaha tambak adalah penerapan teknologi *automated feeder* yang dilengkapi dengan *monitoring system* berbasis *wireless sensor network* sehingga dapat dipantau secara real time dari jarak 5-10 km. Metode untuk mendapatkan teknologi smart feeder dilakukan dengan membuat perancangan dan desain teknologi yang memanfaatkan mikrokontroler sebagai kendali otomatis pemberian pakan, motor sebagai penggerak, sensor-sensor sebagai input analog untuk monitoring kualitas air tambak, dan *wireless* sebagai media transfer data yang terukur oleh sensor.



Gambar 1. Konfigurasi *automated feeder* pakan udang

Tahap pertama yang harus dilakukan adalah melakukan analisis kebutuhan dari pemilik tambak atau pekerja. Hasil yang diperoleh dari tahap pertama akan ditindak lanjuti dengan perancangan *automated feeder*. Alat ini kemudian akan dirakit dan diuji cobakan. Pengujian meliputi uji linearitas sensor, pengujian sumber listrik, dan pengujian konfigurasi jaringan.

Penelitian ini mengambil metode pemberian pakan berdasarkan budidaya *blind feeding program* [4]. Umumnya program ini dilakukan pada udang yang berumur 20-30 hari. Pelemparan pakan udang digerakkan oleh motor stepper dc. Kecepatan gerak motor stepper berpengaruh terhadap jarak lontaran pakan. Pengaturan pemberian pakan otomatis dilakukan dengan memasukkan data jadwal pemberian pakan menggunakan tombol masukan yang disediakan. Pemberian pakan yang disebar akan disesuaikan dengan pembacaan sensor DO, sensor pH, dan sensor salinitas. Motor yang berfungsi untuk menebar pakan akan bekerja berdasarkan jadwal yang telah dibuat. Jumlah pakan yang ditebar akan dikontrol oleh parameter kontrol. Hasil pengukuran yang diperoleh oleh sensor menjadi input fuzzy logic untuk menghitung takaran pakan yang akan ditebar. Nilai keluaran dari fuzzy logic akan menentukan durasi kerja motor penebar pakan.

Sistem monitoring kualitas air tambak berbasis wireless akan menggunakan mikrokontroler untuk mengolah input analog dari sensor sesuai dengan konfigurasi pada gambar 1. Setelah itu telemetri lora mengolah data tersebut untuk kemudian dikirim ke perangkat receiver. Perangkat di sisi receiver terdiri dari telemetri LoRa dan mikrokontroler untuk menerima dan mengolah data yang diterima.

Data kualitas air akan dikumpulkan dalam satu titik tambak saja. Perangkat *monitoring system* terdiri dari satu sensor suhu DS18B20, satu sensor konduktivitas salinitas, sensor DO dan satu sensor pH. Ketiga sensor terhubung dengan pin GPIO yang terdapat pada perangkat Mikrokontroler ESP32. Data yang diperoleh ketiga sensor akan diolah pada ESP32 dan akan dikirim ke perangkat arduino yang berada di rumah petani tambak menggunakan dua buah lora telemetri. Lora tipe SX1278 akan digunakan sebagai penerima dan pengirim data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan storage dan mekanik feeder

Dudukan pakan storage menggunakan SS square pipe 304 ukuran 25 x 25 x 2 mm. Sedangkan untuk membentuk pakan storage menggunakan plat *stainless steel* 304. Rangka dan dudukan tersebut disambung dengan menggunakan metode sambungan las dengan ukuran panjang 726 mm, dan lebar 421 mm. Gambar 2 memperlihatkan desain dari rangka dudukan dan pakan storage yang dibuat.



Gambar 2. Storage pakan udang

Pakan udang berukuran 2 mm sebanyak 1 kg dapat ditebar menggunakan motor DC 4000 rpm selama 30 detik. Sudut putar penyebaran pakan yakni 360° dengan radius 10 meter. Storage pakan menyimpan pakan sekitar 10 kg. Agar pakan dapat dengan mudah bergerak maka digunakan penggerak ulir yang digerakkan menggunakan motor DC. Apabila digital switch mendapat sinyal high dari mikrokontroler, motor akan bekerja. Ketika motor berputar, pelat yang terhubung dengan spring akan terdorong ke bawah akibat adanya daya sentrifugal. Perubahan posisi pelat menyebabkan pakan udang dapat disebar dalam putaran 360°. Motor akan berhenti bekerja ketika mikrokontroler memberikan sinyal low.

Rule yang dijadikan referensi dalam menentukan takaran pakan berjumlah 141 yang terdiri dari empat input parameter dan satu output. Penentuan rule memperhatikan tentang relasi antara variabel input dengan variabel input lainnya serta relasi variable input terhadap output. Seluruh rule yang digunakan untuk menentukan takaran udang didasarkan pada hasil penelitian yang mengkaji korelasi kualitas air tambak terhadap konversi pakan pada sistem budidaya udang. Proses implementasi rule dilakukan oleh program menggunakan Arduino IDE.

Pengujian sensor dan telemetri

Pengujian dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi pembacaan oleh sensor DS18B20 dengan membandingkan hasil pengukuran termometer air raksa. Dengan perlakuan yang sama pembacaan kedua alat tersebut akan menentukan tingkat *error* pembacaan sensor.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor suhu

No	Termometer (C)	Sensor DS18B20 (C)	% Error
1.	32,000	32,015	0,0312
2.	29,211	29,213	0,0068
3.	28,413	28,416	0,0101

No	Termometer (C)	Sensor DS18B20 (C)	% Error
4.	27,591	27,602	0,0398
5.	25,672	25,714	0,1636
6.	23,912	24,003	0,3805
7.	29,514	29,601	0,2947
8.	28,265	28,312	0,1662
9.	26,352	26,392	0,1517
10.	25,653	25,702	0,1910

Tabel 2. Hasil pengujian sensor pH

No	pH Meter	Sensor pH	Error %
1	5,056	5,015	0,811
2	3,865	3,84	0,647
3	9,231	9,202	0,314
4	10,846	10,698	1,365

Pembacaan sensor konduktivitas salinitas diuji dengan membandingkan nilai salinitas yang diperoleh salinometer. Hasil pengujian ditunjukkan pada table 3 berikut.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor salinitas

No	Salinometer (ppt)	Sensor Salinitas (ppt)	Error (%)
1	2,85	2,78	1,85
2	3,67	3,75	2,13
3	5,23	5,14	1,75
4	6,62	6,61	0,15
5	6,39	6,43	0,62

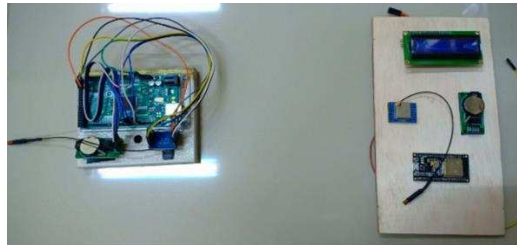
Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai error paling tinggi sebesar 1,85%, sedangkan tabel 4 menunjukkan pengujian sensor *dissolved oxygen* dan diketahui error rata-rata adalah 0,28 ppm. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dan pengukuran oleh DO Meter.

Tabel 4. Hasil pengujian sensor dissolved oxygen

No	DO meter (ppm)	Sensor DO (ppm)	Error (%)
1	2,70	2,53	6,29
2	3,00	2,82	6,00
3	3,50	3,37	3,71
4	3,70	3,55	4,05
5	4,00	3,84	4,00

Pengujian Komunikasi menggunakan Radio Frekuensi (LoRa Telemetry)

Komunikasi menggunakan Lora sx1278 dengan frekuensi 433 MHz memungkinkan user untuk bisa memonitoring dalam jarak 5-10 km dari tambak. *Smart feeder* ini menggunakan dua buah lora dengan tipe komunikasi duplex. Setiap lora bertindak sebagai *transmitter* dan *receiver*.



Gambar 2. Perangkat arduino dan ESP32

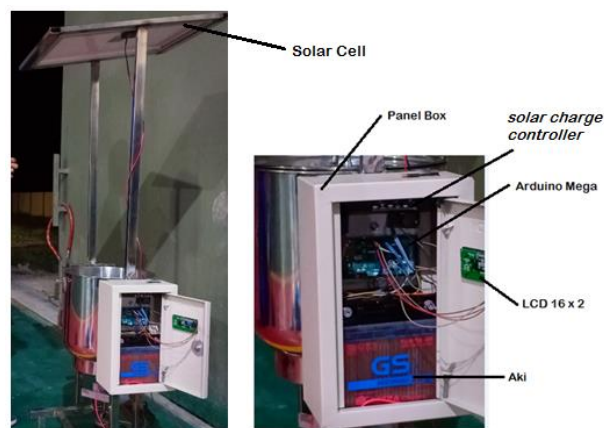
Terdapat beberapa kondisi yang diberikan dalam pengujian LoRa. Selain di area kampus, pengujian juga dilakukan di area pinggir pantai. Melalui pengujian LoRa maka akan diketahui nilai delay dan tingkat penerimaan paket oleh *receiver*. Nilai time delay dengan dua kondisi ditunjukkan pada table 5.

Tabel 5. Data rata-rata time delay (ms) komunikasi LoRa

No	Daerah Pantai			Area Kampus		
	1 km	1,25 km	1,5 km	250 m	450 m	600 m
1	1,5	1,9	1,6	1,5	1,6	1,7
2	1,4	1,6	1,3	1,6	1,7	1,5
3	1,6	1,2	1,2	1,4	1,3	1,6
4	1,5	1,1	1,7	1,5	1,5	1,4
5	1,3	1,6	1,1	1,6	1,6	1,3
6	2	1,8	1,4	1,7	1,7	1,7
7	1,4	1,9	0,9	1,6	1,5	1,4
8	1,9	2,1	0,8	1,6	1,6	2,1
9	1,8	2,6	1,1	1,5	1,4	2,3
10	1,8	1,2	1,3	1,7	1,5	3,3

Pengujian Aiutomated Feeder pakan udang

Pengamatan fungsi kerja alat pemberi pakan dilakukan di tambak udang yang berukuran 400 meter² dengan kepadatan 100 ekor/m². Kegiatan ini dilakukan selama satu hari. Gambar 3 menunjukkan panel box yang terdiri dari komponen kontrol feeder pakan udang. Motor DC dan Arduino yang disuplai oleh panel surya yang terhubung pada solar charge controller pada tegangan 12 Volt.



Gambar 3. Perangkat *automated feeder* pakan udang

Tabel 6. Hasil Pengamatan Kerja feeder pakan udang

Parameter	Satuan	Pagi	Siang	Sore	Malam
Suhu	°C	25	30	29	26
pH	-	7	7	7	7
DO	Ppm	5	7	6	5
Salinitas	Ppt	17	17	17	17
Pakan	Kg	0,22	0,45	0,52	0,24
Durasi putaran	Detik	8	14	17	9

Hasil pengamatan yang diperoleh pada tabel 6 menunjukkan bahwa parameter yang mengalami perubahan signifikan adalah Suhu dan oksigen terlarut. Perubahan ini diikuti dengan perubahan takaran pakan udang dan durasi putaran motor saat menebar pakan. Takaran pakan yang paling kecil adalah pada malam dan pagi hari

KESIMPULAN

Delay time pada pengiriman paket data menggunakan komunikasi antara LoRa tergantung area lora ditempatkan. Nilai delay time di sekitar pantai lebih kecil dibandingkan area kampus AKOM. Berdasarkan pengujian sensor, sensor suhu memiliki nilai error yang paling kecil, sedangkan error yang paling besar terjadi pada sensor DO. Durasi putaran motor penebar pakan semakin kecil apabila terjadi penurunan suhu dan DO di luar kondisi normal suhu dan DO..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2018. Produktivitas Perikanan Indonesia. Pada" Forum Merdeka Barat 9 Kementerian Komunikasi dan Informatika. Diakses pada tanggal 5 Maret 2019, <https://kkp.go.id/wp-content/uploads/2018/01/KKP-Dirjen-PDSPKP-FMB-Kominfo-19-Januari-2018.pdf>.
- [2] Dan D. Baliao, Siri Tookwinas, 2002, Manajemen Budidaya Udang yang Baik dan Ramah Lingkungan di Daerah Mangrove. Aquaculture Extension Manual No. 35-November 2002.
- [3] Gunawan,S. 2015. Rancang Bangun Pemberi Pakan Otomatis.Universitas Negeri Makassar.
- [4] Nuur, Irmadiani. 2014. Korelasi Kualitas Air Terhadap Konversi Pakan Pada Sistem Budidaya Intensif Udang Vaname. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Bidang: Otomasi Sistem Permesinan Topik: Sistem Kontrol, Aplikasi dan Instrumentasi Industri

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM *MONITORING* PENGECEKAN KETEBALAN LIMBAH KOKAS

Moch Tri Rahmat Saputra Maliha¹, Fachrur Razy Rahman², Yusdianto³

^{1,2,3}Politeknik Industri Logam Morowali

albarcrezy@gmail.com¹, fauzyrahmantlipilm@gmail.com²,

ymalumbot@gmail.com³

ABSTRAK

Pada sisa produksi atau limbah di PT.IRNC departemen pyroelectric berbentuk setengah cair (*semi liquid*). limbah ini di tempatkan pada sebuah tempat penampungan yang berbentuk segi empat. Adapun limbah itu sendiri terdiri dari kokas dan batu bara yang terbawa air pada saat pendinginan sehingga limbah mengendap di dasar kolam. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibuat sistem monitoring pengukuran ketebalan limbah kokas menggunakan sensor JSN-SR04T sebagai pembacaan ketebalan dan arduino Uno mengaktifkan rele 8 channel. Pada saat arduino mengaktifkan rele maka sinyal digital 1/0 masuk ke inputan PLC Omron CP1E E20 dan menampilkan antarmuka dalam bentuk tank yang telah dibuat bersusun, diberikan keterangan ketebalan 25 cm, 45cm, 65cm, 85cm dan 100 Cm. Pengambilan data dan kalibrasi sensor menggunakan alat ukur standar/meteran. pada pengambilan data tidak menggunakan air dan hanya membaca ketebalan endapan, terdapat perbedaan sebesar 1-3 Cm hal ini disebabkan oleh posisi sensor JSN-SR04T.

Kata kunci: Ultrasonik JSN-SR04T, rele 8 Channel , monitoring , PLC Omron CP1E.

ABSTRACT

In the rest of the production or waste in PT.IRNC department pyroelectric -shaped half- liquid (*semi liquid*). waste is in place at a point of holding the shape in terms of four . The waste was it self composed of coke and stone coal were carried by water at the time of cooling, so that the waste settles at the bottom of the pool . based on that issued, the monitoring system for measuring the thickness of coke waste was made using the JSN-SR04T sensor as a thickness reading and Arduino Uno activated the 8 channel relay . At the moment arduino activate relays the signal digitally 1/0 entered into the input PLC Omron CP1E E20 and displays the interface in the form of tanks that had been made composite , given the description of a thickness of 25 cm, 45cm, 65cm,85cm and 100 Cm. Retrieval of data and calibration of the sensor using the tool measuring standard. In retrieval the data doesn't use water and only read the thickness of sediment , there is a difference of 1-3 cm case is caused by the position sensor JSN-SR04T.

Keywords: Ultrasonik JSN-SR04T, Rele 8 Channel , monitoring , PLC Omron CP1E.

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi baik di bidang pendidikan maupun industri maka meningkat pula daya pikir manusia akan teknologi sebagai kebutuhan. salah satu contoh teknologi Alat Ukur Ketebalan adalah suatu alat pengukuran yang dapat mengukur ketebalan suatu benda bertujuan mengetahui secara pasti dan seakurat mungkin ketebalan suatu benda. Sisa produksi atau limbah pada PT.IRNC departemen *pyroelectric* berbentuk setengah cair (*semi liquid*). Adapun limbah itu sendiri terdiri dari kokas dan batu bara yang terbawa air pada saat pendinginan sehingga limbah mengendap di dasar kolam. Proses pengangkatan endapan limbah tersebut dilakukan menggunakan *crane* berdasarkan waktu angkut yang telah ditetapkan tanpa mengetahui kuantitas dari endapan limbah tersebut. maka akan dilakukan rancang bangun sistem monitoring pengecekan ketebalan limbah kokas menggunakan sensor ultrasonik JSN-SR04T. Penggunaan sensor tersebut

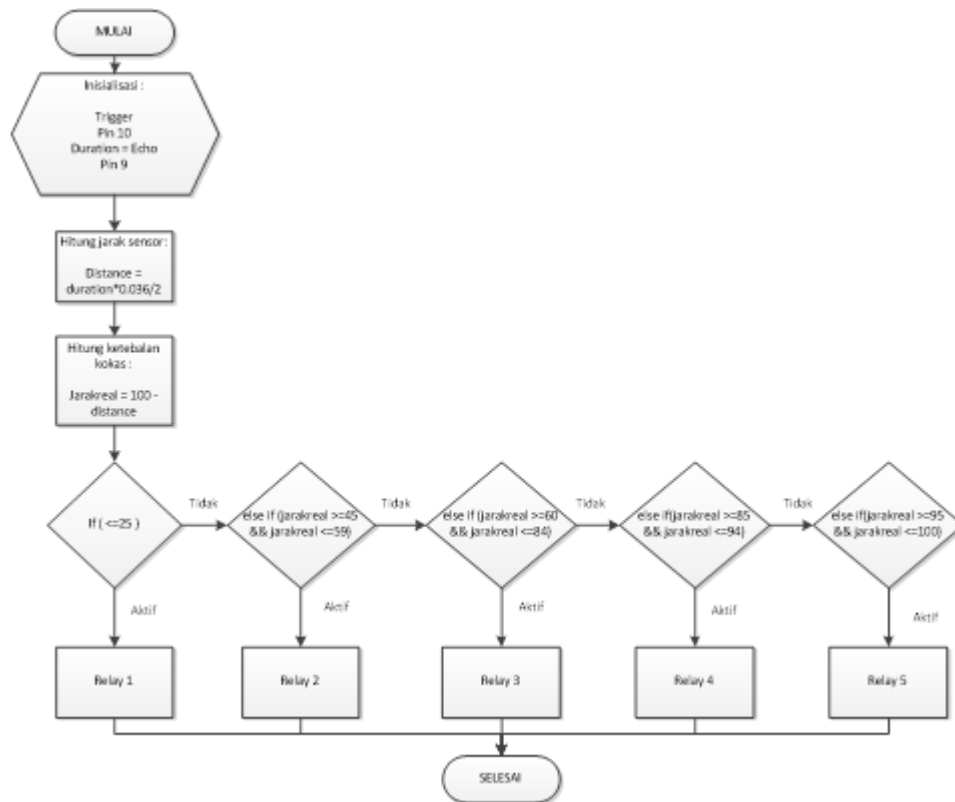
diharapkan dapat membantu pengecekan ketebalan endapan limbah dimana nantinya dapat membantu pengecekan ketebalan endapan limbah sehingga memudahkan operator melakukan operasi pengangkatan limbah dan mengefisienkan waktu pengangkatan tersebut.

METODE PENELITIAN

Beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

Perancangan sistem

Perancangan sistem dijelaskan pada Flowchart desain sensor pembacaan ketebalan kokas menggunakan arduino.



Gambar 1. Flowchart desain sensor ketebalan kokas menggunakan Arduino

Dalam perancangan ini memakai alat – alat sebagai berikut :

1. Arduino uno

Arduino uno digunakan sebagai pengolahan data (perhitungan ketebalan kokas) yang dikirimkan dari sensor ultrasonik JSN-SR04T dengan mengirimkan signal PWM (*pulse width modulation*) ke arduino .

2. Sensor ultrasonik JSN-SR04T (waterproof)

Sensor ultrasonic ini merupakan modul ultrasonic berstandar industri dengan kemampuan tahan air serta akurasi pengukuran tinggi dengan dilengkapi beberapa keunggulan sebagai berikut :

Tegangan operasi : 5 V (volt)

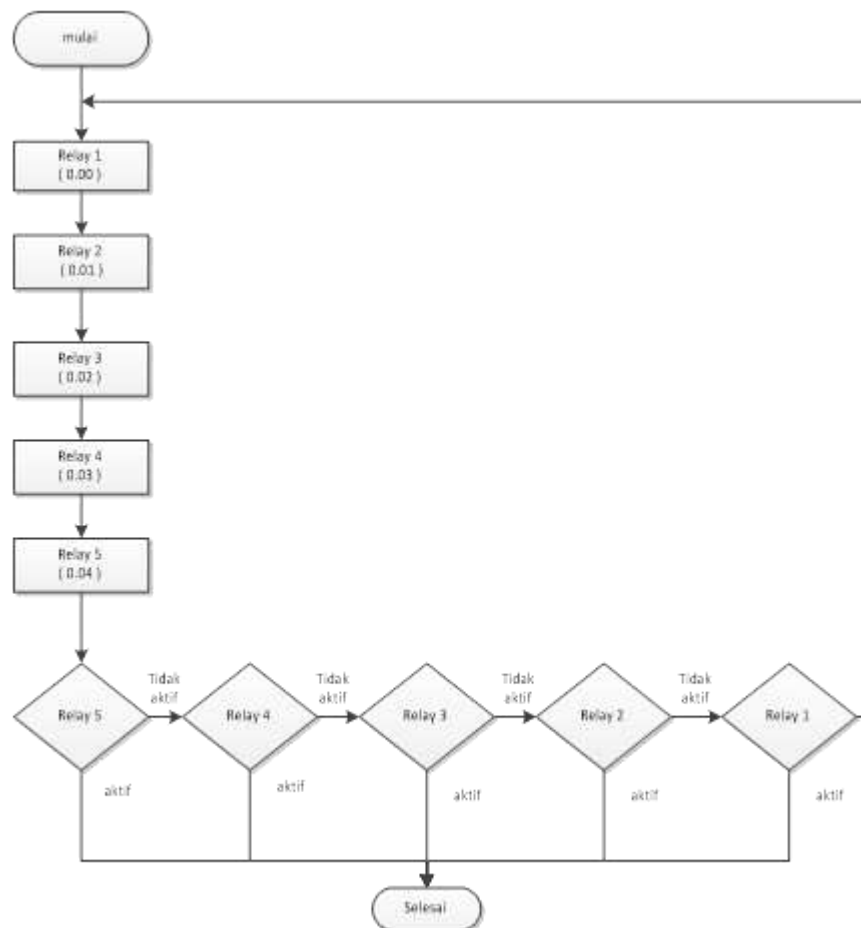
Arus operasi : 30 mA

Range : 20 – 600 Cm

3. Rele 8 Channel

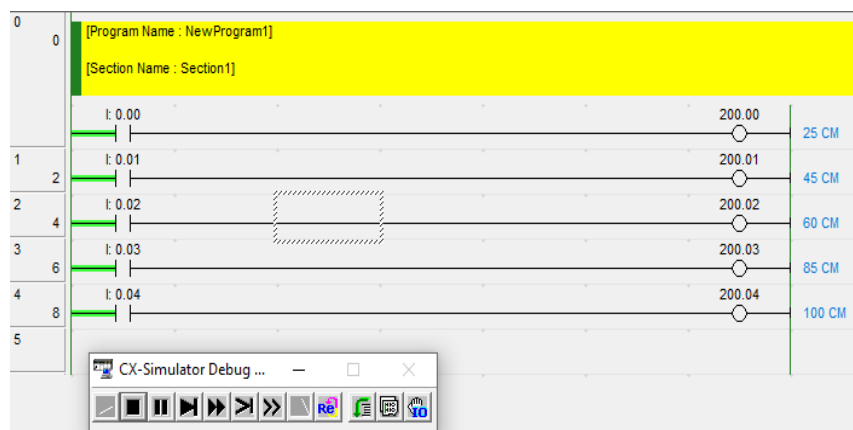
Rele ini digunakan untuk mengirim data ke PLC dengan mengirimkan sinyal digital 1 atau 0

Perancangan *Ladder Diagram* dan Implementasi menggunakan PLC
 Perancangan *ladder diagram* ini bisa dilihat pada flowchart berikut :



Gambar 2. Flowchart perancangan ladder diagram pada PLC

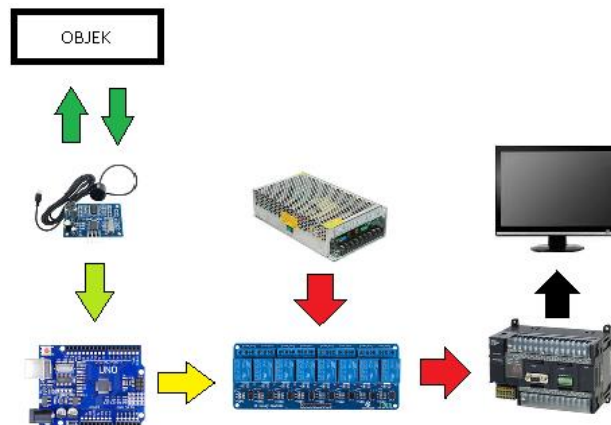
Perancangan ini menggunakan PLC Omron CP1E E20 sebagai antarmuka (*interface*) melalui modul inputnya akan membaca sinyal masukan yang didapat dari modul rele 8 *channel* berupa sinyal digital 1/0 dan diproses oleh *ladder diagram*.



Gambar 3. Program *Ladder Diagram*

Ladder diagram akan menerima sinyal dari rele dimana pada saat sensor membaca ketebalan kokas di bawah 25 Cm rele 1 (satu) aktif dan mengirim data digital 1 pada input 00.00. jika sensor membaca ketebalan kokas 45 – 59 cm rele 2 (dua) aktif dan mengirim sinyal digital 1 ke input 00.01 tanpa mematikan rele 1 , kondisi ini berlaku juga pada pembacaan ketebalan kokas 60 – 84 cm, 85 – 94 cm ,dan 95 – 100 cm dengan mengaktifkan rele dan mengirimkan sinyal digital 1 ke inputan 0.02 ,0.03 ,0.04 tanpa harus mematikan rele sebelumnya sehingga pada sistem antarmuka akan terlihat kenaikan secara berurut.

Berikut adalah implementasi sistem keseluruhan :



Gambar 4 implementasi sistem keseluruhan

Kalibrasi sensor

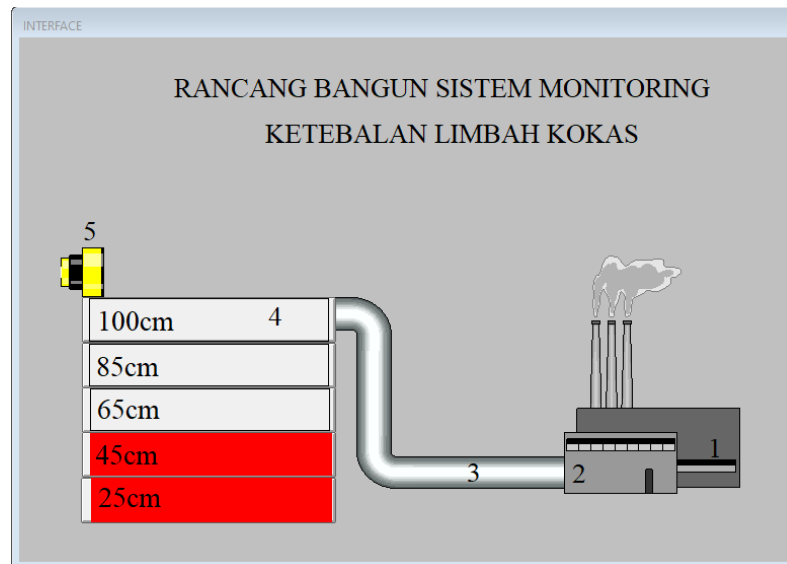
Pada hal ini kalibrasi memastikan bahwa hasil pengukuran yang sudah akurat dimana melalui proses pengecekan dan pengaturan akurasi dari sensor ultrasonik JSN-SR04T dengan cara membandingkan menggunakan pengukuran standar.kalibrasi ini dibuktikan sebagai berikut:

Tabel 1. Kalibrasi sensor

Percobaan	Meteran(cm)	Sensor (cm)
1	30	29
2	33	31
3	39	39
4	45	42
5	42	41
6	45	46
7	47	45
8	52	52
9	55	53
10	25	23
11	28	30
12	33	32
13	36	36
14	45	44
15	49	50

Pengujian sistem

Pada pengujian sistem dilakukan pemeriksaan keselarasan sistem yang akan diimplementasikan dan berfungsi dengan baik. Pada sisitem ini dapat mengirimkan informasi ke monitor komputer dengan bentuk tingkat ketebalan. Dalam pembacaan ketebalan sensor berperan penting dengan dibantu oleh rele sehingga dapat mengirimkan sinyal digital 1/0 ke PLC. Pada saat sensor membaca ketebalan limbah 50 cm sistem akan membulatkan dan masuk tank dengan pengukuran 45 cm maka tank dengan ukuran 25 cm dan 45 cm akan berwarna merah Sistem monitoring dapat dilihat sebagai berikut .:



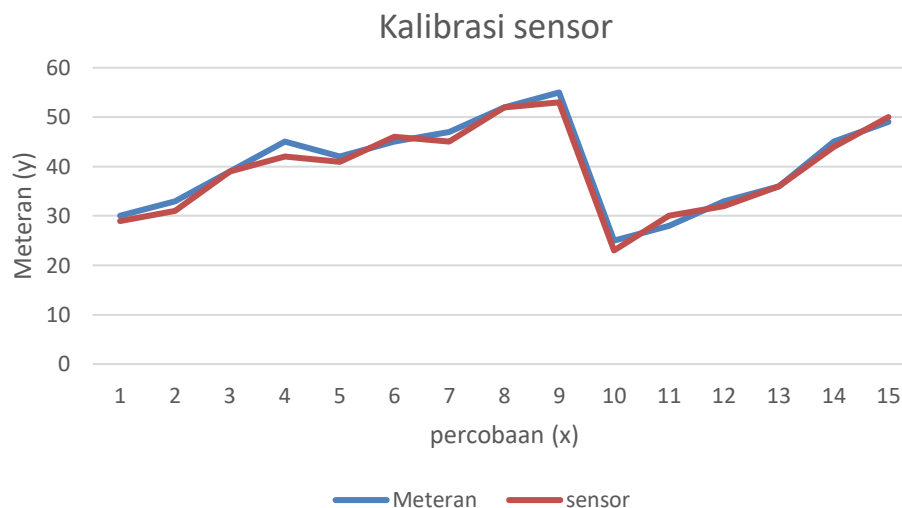
Gambar 5. antarmuka(interface)

Keterangan :

- 1 : Penyiraman kokas
- 2 : Ruang pengendali
- 3 : Pipa pembuangan kokas
- 4 : Kolam limbah
- 5 : Sensor ultrasonik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui karakteristik dari Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketebalan Kokas Pada Kolam Limbah mengambil data dari sensor ultrasonik JSN-SR04T dibuat grafik dari hasil data tabel 1. Berikut adalah grafik pengujian sistem:



Gambar 6. Grafik pengujian sistem

Grafik di atas terdapat perbedaan meteran dan sensor sehingga tingkat ketelitian kurang akurat. Pada percobaan 9 dan 10 sensor dapat beradaptasi pada sampel tertinggi ke yang terendah tetapi memiliki perbedaan 1-3 cm hal ini membuktikan sensor dapat berkerja dengan cukup baik. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh posisi sensor.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari pengujian dan analisa data maka dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik JSN-SR04T tidak dapat

membaca dibawah permukaan air. Posisi sensor mempengaruhi pembacaan sensor. Adapun proses monitoring ketebalan limbah berhasil dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwanto, H., & Dkk. 2019. Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Ultrasonik JSN-SR04T Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian air. Jurnal SIMETRIS, Vol. 10 No. 2.
- [2] [2] Rika Sri Rizki, D. 2017. Sistem Deteksi Kebakaran Pada Gedung Berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC). Jurnal Online Teknik Elektro Vol.2 No.3.

SISTEM ABSENSI MAHASISWA MENGGUNAKAN *RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION* DAN *SMS GATEWAY*

Sitti Nurhayati Jabir¹ Julianti Habibuddin² Taqbir Asyar³

^{1,2,3} Politeknik ATI Makassar

mtaqbirasyar27@gmail.com¹

ABSTRAK

Radio Frequency Identification atau yang lebih dikenal sebagai RFID merupakan suatu metoda identifikasi objek yang menggunakan gelombang radio. *SMS Gateway* adalah situs Web yang memungkinkan pengguna untuk mengirim pesan ke orang-orang di dalam sel yang dilayani oleh gateway itu. Mereka juga berfungsi sebagai gateway internasional untuk pengguna dengan kemampuan roaming. Tujuannya untuk dapat merancang sebuah sistem absensi RFID yang nantinya akan lebih memudahkan mahasiswa dalam melakukan absensi. Sistem absensi RFID ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu tag yang di gunakan sebagai pengganti kartu dan reader sebagai alat pembacaan informasi mahasiswa yang telah di program didalam sebuah tag, software microsoft excel juga digunakan untuk menyimpan dan mengolah data secara otomatis. Hasil sistem absensi berbasis RFID dan *SMS gateway* ini dapat mengetahui data kehadiran mahasiswa dengan jarak pembacaan maksimum 2 cm, dan interval waktu absensi satu kartu ke kartu berikutnya yaitu 8-12 detik.

Kata kunci: *Life jacket, radio frequency identification (RFID), absensi, tag, short message service.*

ABSTRACT

Radio Frequency Identification or better known as RFID is a method of identifying objects using radio waves. An SMS Gateway is a Web site that allows users to send messages to people on cells served by the gateway. They also serve as international gateways for users with roaming capabilities. The goal is to be able to design an RFID attendance system that will make it easier for students to do attendance. This RFID attendance system consists of several main components, namely tags that are used as a substitute for cards and readers as a means of reading student information that has been programmed in a tag, Microsoft Excel software is also used to store and process data automatically. The results of the attendance system based on RFID and SMS gateway can find out student attendance data with a maximum reading distance of 2 cm, and the time interval from one card to the next card is 8-12 seconds.

Keywords: *Life jacket, radio frequency identification (RFID), absensi, tag, short message service.*

PENDAHULUAN

Radio Frequency Identification atau yang lebih dikenal sebagai RFID merupakan suatu metoda identifikasi objek yang menggunakan gelombang radio. Proses identifikasi dilakukan oleh RFID reader dan RFID *transponder* (RFID tag). RFID tag dilekatkan pada suatu benda atau suatu objek yang akan diidentifikasi. Tiap-tiap RFID tag memiliki data angka identifikasi (ID number) yang unik, sehingga tidak ada RFID tag yang memiliki ID number yang sama. RFID digunakan untuk mendeskripsikan sebuah sistem yang mampu untuk mengirimkan data identitas sebuah objek secara nirkabel dengan menggunakan gelombang radio. RFID termasuk kedalam teknologi *Automatic Identification (AutoID)*. *SMS gateway* merupakan sebuah sistem aplikasi yang digunakan untuk mengirim dan atau menerima SMS, dan biasanya digunakan pada aplikasi bisnis, baik untuk kepentingan broadcast promosi, servis informasi terhadap pengguna, penyebaran konten produk / jasa dan lain lain. Sistem absensi dengan menggunakan menggunakan RFID telah banyak dikembangkan oleh peneliti peneliti sebelumnya sehingga penelitian ini dapat dijadiakn penulis sebagai pembanding dengan penelitian sebelumnya. Adapun beberapa penelitian tentang RFID yang sudah ada sebelumnya yaitu [1] Sistem absensi berbasis RFID, yang ditulis oleh Rudy Susanto Dan Kawan Kawan, yang dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa sistem hanya dapat menyimpan data sampai 45

kartu karna terbatas dengan memory penyimpanannya, adapun penelitian lainnya yaitu [2] Aplikasi mobile absensi karyawan dan pengajuan Cuti Berbasis GPS, yang di tulis oleh Po Abas Sunarya Dan Kawan Kawan, Adapun metode yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu menggunakan metode SWOT (*Strength, weakness, opportunity, Threat*), Dimana penelitian ini bertujuan untuk mempermudah bagi karyawan, atasan, dan memeriksa absensi dan cuti karyawan. Dengan teknologi RFID ini, setiap mahasiswa diharapkan tidak perlu lagi untuk menandatangani form absensi karena data kehadirannya akan teridentifikasi secara otomatis oleh reader RFID dan tersimpan didalam database sistem. Berdasarkan masalah di atas maka dengan ini peneliti akan mengusulkan sebuah penelitian dengan judul “ Sistem Absensi Mahasiswa Berbasis RFID dan *SMS gateway*”.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yaitu penelitian eksperimental atau membuat alat.

Teknik Perancangan dan Pengumpulan Data

Perancangan Hardware

a. Elektrical

Dalam melakukan perancangan ini yang dilakukan yaitu :

- Membuat desain alat
- Cetak desain alat pada papan PCB
- Melarutkan papan PCB
- Pengeboran papan PCB
- Penyolderan komponen pada papan PCB
- Perakitan alat

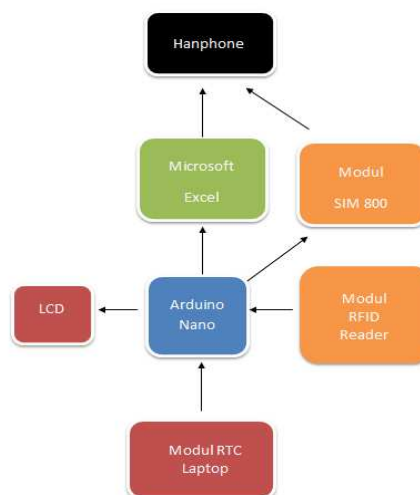
b. Mekanikal

Dalam melakukan perancangan ini yang dilakukan yaitu :

- Desain gambar
- Pengukuran akrilik
- Pemotongan akrilik
- Perakitan

Konfigurasi Sistem

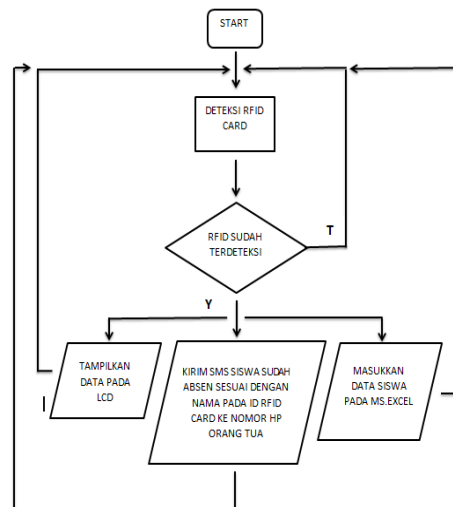
Pada Gambar 1 berikut ini, dapat dilihat terdapat sebuah modul RFID Reader yang fungsinya yaitu untuk membaca Tag RFID apabila telah ditempelkan nantinya, kemudian hasil pembacaan di olah di mikrokontroller yaitu Arduino Uno, data pembacaan dari mikrokontroller kemudian dikirimkan ke nomor HP tujuan yang telah dipasangkan sebelumnya, Pada saat yang sama juga microcontroller akan menampilkan data tadi pada LCD *display*, Setelah proses absensi selesai maka hasilnya data dapat di export ke microsoft excel.



Gambar 1. Diagram blok sistem

Flowchart

Pada Gambar 2 dibawah ini, Dapat kita lihat alur kerja dari sistem absensi ini, Pertama start kemudian kartu RFID di deteksi, apabila kartu RFID terdeteksi, maka data pada kartu RFID akan dikirimkan ke nomor HP orang tua dan mahasiswa, Serta data pembacaan tadi akan ditampilkan pada LCD Display, Hasil absensi akan di *export* ke microsoft excel sebagai data absensi mahasiswa.

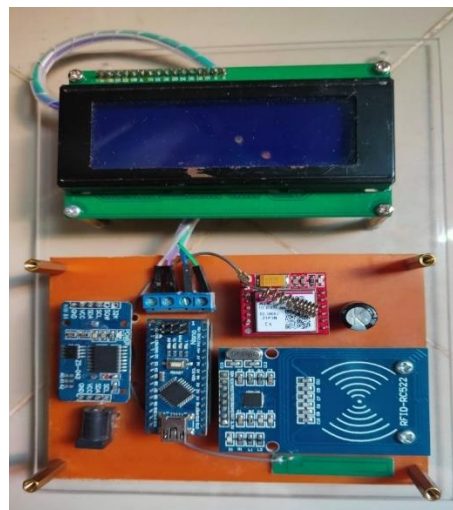


Gambar 2 : Flowchart sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan Alat Sistem Absensi

Pada gambar 3 dibawah ini merupakan tampilan alat absensi yang telah dibuat dan sudah siap untuk digunakan.

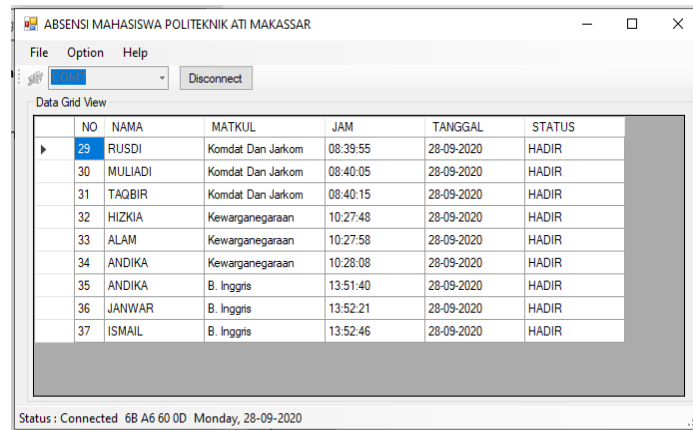


Gambar 3. Tampilan alat sistem absensi

Pembahasan (Pengujian Alat)

a. Pengujian Aplikasi Sistem Absensi

Pada Gambar 4 berikut ini dapat dilihat ini adalah hasil pembacaan data dari alat absensi, data ini dapat dibaca pada aplikasi khusus yang telah dibuat untuk sistem absensi itu sendiri, data inilah nantinya yang akan di ekspor ke Microsoft Excel dan harus di simpan secara manual oleh operator.



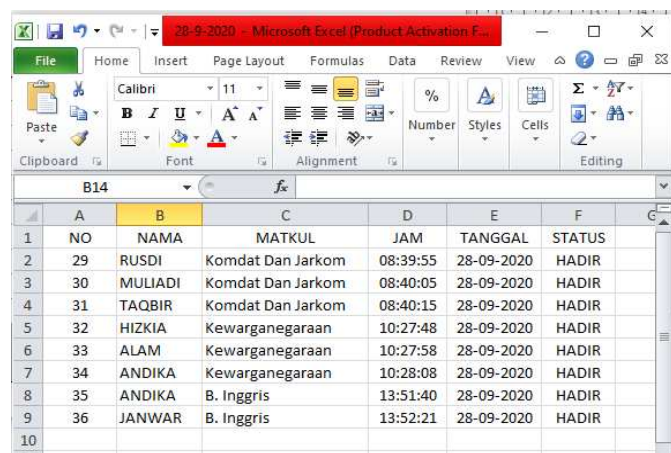
NO	NAMA	MATKUL	JAM	TANGGAL	STATUS
29	RUSDI	Komdat Dan Jarkom	08:39:55	28-09-2020	HADIR
30	MULIADI	Komdat Dan Jarkom	08:40:05	28-09-2020	HADIR
31	TAQBIR	Komdat Dan Jarkom	08:40:15	28-09-2020	HADIR
32	HIZKIA	Kewarganegaraan	10:27:48	28-09-2020	HADIR
33	ALAM	Kewarganegaraan	10:27:58	28-09-2020	HADIR
34	ANDIKA	Kewarganegaraan	10:28:08	28-09-2020	HADIR
35	ANDIKA	B. Inggris	13:51:40	28-09-2020	HADIR
36	JANWAR	B. Inggris	13:52:21	28-09-2020	HADIR
37	ISMAIL	B. Inggris	13:52:46	28-09-2020	HADIR

Status : Connected 6B A6 60 0D Monday, 28-09-2020

Gambar 4. Tampilan hasil absensi pada aplikasi absensi

b. Pengolahan Data Hasil Aplikasi Absensi

Pada gambar di atas dapat dilihat data hasil absensi yang telah di ekspor ke Microsoft Excel, data tersebut kemudian di simpan secara manual di laptop, dan bisa untuk di rekap untuk setiap minggu ataupun setiap bulan, tergantung kebutuhan.



	A	B	C	D	E	F
	NO	NAMA	MATKUL	JAM	TANGGAL	STATUS
1	29	RUSDI	Komdat Dan Jarkom	08:39:55	28-09-2020	HADIR
2	30	MULIADI	Komdat Dan Jarkom	08:40:05	28-09-2020	HADIR
3	31	TAQBIR	Komdat Dan Jarkom	08:40:15	28-09-2020	HADIR
4	32	HIZKIA	Kewarganegaraan	10:27:48	28-09-2020	HADIR
5	33	ALAM	Kewarganegaraan	10:27:58	28-09-2020	HADIR
6	34	ANDIKA	Kewarganegaraan	10:28:08	28-09-2020	HADIR
7	35	ANDIKA	B. Inggris	13:51:40	28-09-2020	HADIR
8	36	JANWAR	B. Inggris	13:52:21	28-09-2020	HADIR
9						
10						

Gambar 5. Data hasil absensi yang telah di export

c. Data Absensi Yang Terkirim Ke Handphone

Pada gambar 6 berikut ini dapat dilihat isi pesan notifikasi yang dikirim ke nomor orang tua, mahasiswa, notifikasi dikirimkan ke nomor tujuan oleh sistem jika semua proses absensi telah berhasil.



Message Content
ANDIKA Sudah Absen Pada Pukul : 08:38:57
TAQBIR Sudah Absen Pada Pukul : 08:39:13
ANDIKA Sudah Absen Pada Pukul : 08:39:29
RUSDI Sudah Absen Pada Pukul : 08:39:44
RUSDI Sudah Absen Pada Pukul : 08:39:55
MULIADI Sudah Absen Pada Pukul : 08:40:05
TAQBIR Sudah Absen Pada Pukul : 08:40:15
HIZKIA Sudah Absen Pada Pukul : 10:27:48
ALAM Sudah Absen Pada Pukul : 10:27:58
ANDIKA Sudah Absen Pada Pukul : 10:28:08
ANDIKA Sudah Absen Pada Pukul : 13:51:40
JANWAR Sudah Absen Pada Pukul : 13:52:21
ISMAIL Sudah Absen Pada Pukul : 13:52:46

Gambar 6. Hasil absensi yang telah dikirim ke *handphone*

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian di atas didapatkan hasil bahwa sistem absensi berbasis RFID dan *SMS Gateway* yang terintegrasi dengan Microsoft Excel berhasil di tuntaskan. Semua kartu berhasil terbaca oleh sistem. Adapun kecepatan dalam melakukan proses absensi dapat dipengaruhi dari beberapa hal, Seperti kecepatan proses dari microcontroller arduino uno, kecepatan proses dari modul modul pendukung seperti modul RFID *Reader* dan Modul SMS (SIM800L), serta tergantung dari kondisi jaringan yang digunakan untuk mengirim SMS. Hasil sistem absensi berbasis RFID dan *SMS gateway* ini dapat mengetahui data kehadiran mahasiswa dengan jarak pembacaan maksimum 2 cm, dan interval waktu absensi satu kartu ke kartu berikutnya yaitu 8-12 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewanto, F. M., Herlambang, B A., Tri, A., & Harjanta, J. "Pengembangan Sistem Informasi Absensi Berbasis Radio Frequency Identification (RFID) Terintegrasi Dengan Sistem Informasi Akademik" , 2017: 90-95.
- [2] Kanedi, I., Jauhari, & Wulandari, A. "Tata Kelola Perpustakaan Menggunakan Bahasa Pemrograman Visual Basic 6.0" , 2013: 9.
- [3] Mulyani, I., Satria, E., & Supriatna, A. D. "Pengembangan Short Message Service(SMS) Gateway " , 2012: 09(11), 1-9
- [4] N. Natalianto, J. T. Elektro, F. Sains, D. A. N. Teknologi, And U. S. Dharma "Sistem Presensi Perkuliahan Menggunakan RFID" , 2017.
- [5] W. E Saputra, M. Iqbal, And D. Setyomulyo Wahono, "Sistem Aplikasi RFID Untuk Absensi Pada SMK DR TJIPTO SEMARANG," 2015 , vol.1, no. 1, pp.829-838.

Bidang: Otomasi Sistem Permesinan

Topik: Embedded System, Sensor dan Transducer

RANCANG BANGUN MONITORING PEMAKAIAN ARUS MOTOR LISTRIK 3 FASA SECARA WIRELESS MENGGUNAKAN KENDALI NODEMCU ESP8266

Muzafar Amrun Razi¹, Justiadi².

^{1,2}, Politeknik Industri Logam Morowali

razimuzafaramrun@gmail.com¹, justiadihatta@gmail.com²

ABSTRAK

Pada industri logam terdapat banyak motor listrik 3 fasa. Umumnya dilakukan pengecekan motor secara berkala setiap 4-8 jam. Besar kemungkinan terjadi kerusakan motor akibat beban berlebih diantara waktu pengecekan. Maka dari itu perlu dilakukan monitoring beban lebih pada motor setiap saat agar bisa dipantau kondisi motor setiap saatnya. Jadi jika terjadi beban berlebih maka akan secepatnya dilakukan tindakan *preventif*. Adapun metode yang digunakan yaitu via wireless dengan topologi *tree*. Motor yang di-monitoring sebanyak 3 buah. Pada setiap motor terpasang sensor arus PZEM-004T dan modul kendali NodeMCU ESP8266 yang mengirim data arus ke kendali utama yang juga menggunakan modul NodeMCU ESP8266. Selanjutnya data dikirim ke beberapa komputer sebagai penampil informasi arus. Program penampil menggunakan bahasa html. Pengiriman data dilakukan secara wireless yang diatur sesuai alamat ip dan url dari masing-masing NodeMCU ESP8266 dan komputer. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa sistem yang dibangun mampu menampilkan arus dari 3 buah motor. Arus motor ditampilkan pada monitor secara real time, dan ketika salah satu motor bekerja melebihi kapasitas arusnya, maka akan muncul informasi beban berlebih pada monitor. Kesimpulan penelitian adalah sistem monitoring yang dibangun efektif memonitoring arus motor listrik 3 fasa secara real time.

Kata kunci: Motor 3 Fasa, Monitoring, sensor arus PZEM-004T, NodeMCU ESP8266, *wireless*.

ABSTRACT

In the metal industry there are many 3 phase electric motors. Generally, checking the motor regularly every 4-8 hours. There is a high probability of motor failure due to overload between checking times. Therefore it is necessary to monitor the overload on the motor at any time so that the condition of the motor can be monitored at any time. So if there is an overload, preventive action will be taken as soon as possible. The method used is via wireless with a tree topology. There are 3 motors that are monitored. Each motor has a current sensor PZEM-004T and a NodeMCU ESP8266 control module which sends current data to the main control which also uses the ESP8266 NodeMCU module. Then the data is sent to several computers as a display of flow information. The viewer program uses the html language. Data transmission is carried out via wireless which is set according to the ip address and url of each ESP8266 NodeMCU and computer. The results showed that the system built was able to display the current from 3 motors. The motor current is displayed on the monitor in real time, and when one of the motors works beyond its current capacity, overload information will appear on the monitor. The conclusion of this research is the monitoring system that was built effectively monitors the current of 3-phase electric motors in real time.

Keywords: 3 phase motor, monitoring, PZEM-004T current sensor, NodeMCU ESP8266, *wireless*.

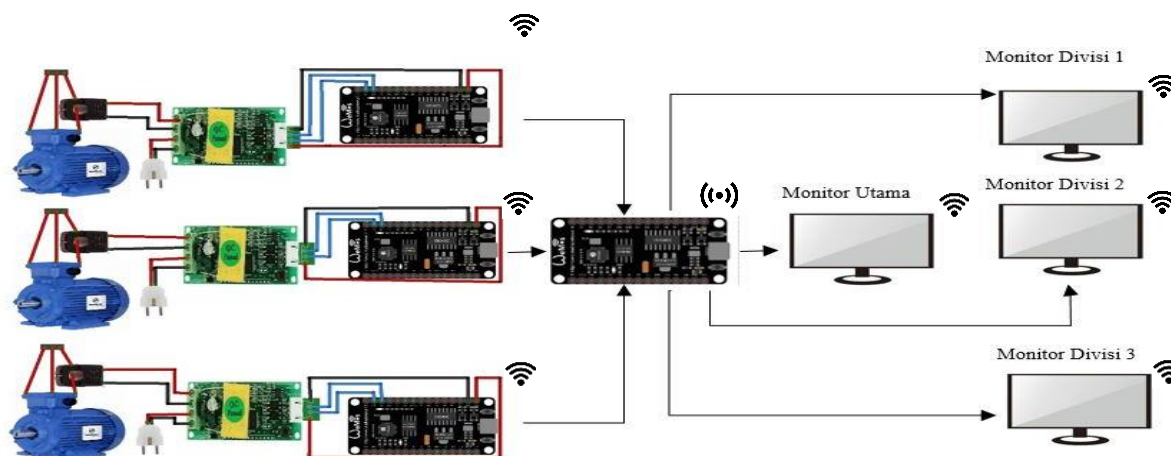
PENDAHULUAN

Beberapa kerusakan pada motor listrik biasanya pada coil lilitan (winding) stator. Hal tersebut merupakan kerusakan dari segi elektrik yang sebagian besar terletak pada winding. Karena motor yang kelebihan beban (over load) dan dioperasikan secara terus menerus dapat menyebabkan lilitan tersebut terbakar, pada kondisi demikian diharuskan mengganti lilitan yang baru yaitu dengan dilakukannya proses rewinding pada stator motor induksi [1]. Masalah yang lain adalah tahanan isolasi dari lilitan motor listrik yang menurun (degradasi) seiring dengan waktu. Misalnya, sebuah motor baru atau baru digulung biasanya memiliki tahanan isolasi (diukur dengan megger) di atas 1000 M Ω . Selama motor itu bekerja maka nilai tahanan isolasi akan menurun hingga batas terendah yang tidak memungkinkan motor bekerja (short) [2]. Terkadang masalah disebabkan juga bantalan motor yang menjadi tumpuan dan rentan terhadap gesekan sehingga akan berdampak pada putaran motor [3]

Penelitian dilakukan terhadap masalah yang didapat selama program magang selama 1 tahun di industri. Kerusakan motor yang terjadi pada bulan juni adalah sebanyak 38 buah. Dan dari kerusakan motor tersebut berdampak pada kegiatan produksi perusahaan yang biasanya ketika motor rusak maka kegiatan produksi terhenti dan menunggu sampai teknisi selesai me-repair motor tersebut. Biasanya, maintenance hanya dilakukan pada beberapa motor listrik 3 fasa sementara semua motor listrik saling berkaitan dalam proses penghasilan produk dari pihak industri[4]. Setiap divisi memiliki area pengawasan sehingga apabila ada motor listrik yang terdapat pada areanya maka ia wajib untuk mengontrol dan menjaga keamanannya. Ketika terjadi masalah pada motor listrik maka divisi yang bertanggung jawab akan menginformasikan kepada divisi elektrik untuk segera dilakukan pengecekan serta menginformasikan apa kendala dari motor tersebut serta mereparasi motor tersebut jika memang memungkinkan. Jika hasil troubleshooting tersebut mengatakan bahwa motor tersebut telah rusak maka motor listrik tersebut akan dibawa ke workshop untuk diperbaiki dan diganti dengan motor yang baru. Tentu hal tersebut adalah salah karena teknisi me-repair motor saat kerusakan sudah terjadi. Padahal yang seharusnya ada tindakan preventif sehingga masalah tersebut tidak terjadi lagi[5].

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan berdasarkan pengkajian terhadap teori-teori serta data sheet alat yang tepat untuk penelitian. Dari pengkajian tersebut didapat perancangan untuk wiring serta topologi yang tepat untuk sistem transfer data. wiring yang telah dibuat untuk pembacaan arus motor listrik 3 fasa adalah sebagai berikut:



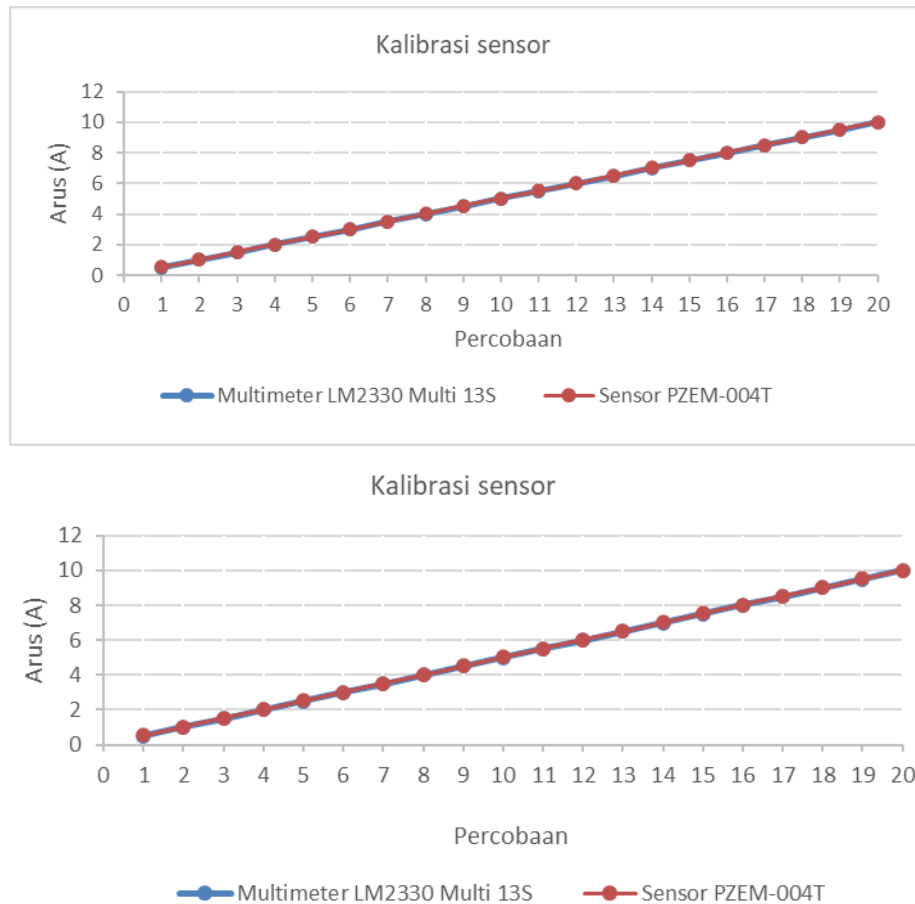
Gambar 1. Diagram elektronika sistem monitoring pemakaian arus motor listrik 3 fasa [6]

Pada gambar 1, terdapat motor listrik yang akan diukur arusnya. Adapun motor yang digunakan adalah motor listrik 3 fasa tipe Y3-132S-4, arus motor listrik akan dibaca oleh sensor PZEM-004T dengan metode non invasive [7]. Penggunaan sensor arus PZEM-004T bisa diganti menggunakan ACS-712 [8] namun karena sistem yang dibuat diharapkan mendekati kondisi pada dunia industri maka sensor PZEM-004T bisa menjadi komponen untuk menganalogikan pembacaan arus listrik pada peralatan listrik di dunia industri karena kapasitas pembacaannya yang besar yaitu 0 A - 100 A [9]. Sensor PZEM-004T bisa membaca beberapa variabel seperti arus, tegangan, frekuensi, dan faktor daya [10], namun variabel yang akan dibaca untuk penelitian kali ini adalah arus. Untuk pembacaan arus ada 4 metode yaitu park's vector, zero-sequence, negative sequence dan current spectral analysis [11]. Metode yang digunakan adalah current spectral analysis, data dari hasil pembacaan sensor PZEM-004T ditampung oleh NodeMCU dan dikirim ke masing-masing monitor dengan menggunakan akses point NodeMCU pula[12]. Alur topologi yang dibuat adalah berjenis topologi jaringan tree[13] yang di mana, data dari pembacaan sensor

PZEM-004T akan dikirim sesuai dengan jalurnya dan masing-masing komputer akan terhubung pada 1 acces point. Data hasil pembacaan akan tampil pada masing-masing layar monitor dan akan memberikan informasi apakah beban motor dalam keadaan normal ataukah tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembuatan sistem, sensor terlebih dahulu dikalibrasi oleh kalibrator yaitu multimeter LM2330 multi 13S guna menguji apakah pembacaan sensor PZEM-004T benar-benar akurat ataukah tidak. Hasil dari kalibrasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Kalibrasi sensor

Pengukuran level arus dimulai dari 0.5 A sampai 10 A. Dan dari hasil kalibrasi didapatkan hasil perbandingan antara sensor dengan kalibrator adalah didapat rata-rata selisih = 0,019 A. Dari hasil kalibrasi terlihat bahwa sensor arus PZEM-004T dapat digunakan untuk mengukur arus motor. Meskipun demikian data rata-rata selisih akan dimasukkan ke dalam program arduino untuk mengurangi nilai error.

Sistem transfer data bertujuan untuk mengatur alur data dan sampai di tempat yang dituju. Transfer data dilakukan dengan cara mengupload program dari masing-masing monitor dan alamat yang dituju akan diatur di dalam program. Alamat yang akan dituju ada 2 yaitu alamat ip dari monitor itu sendiri dan alamat ip untuk monitor utama. Dilakukan 3 kali pengambilan data karena yang digunakan adalah 3 monitor untuk divisi dan 1 monitor utama. Hasil dari pengujian transfer data adalah sebagai berikut :

```
connecting to 192.168.43.52
connecting to 192.168.43.62
Requesting URL: /monitoring_arus/index.php/simpan/sensor3?data=16.00
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 01 Sep 2020 10:16:38 GMT
Server: Apache/2.4.38 (Win64) OpenSSL/1.1.1a PHP/7.3.2
X-Powered-By: PHP/7.3.2
Content-Length: 26
Connection: close
Content-Type: text/html; charset=UTF-8

string(5) "16.00"
```

Gambar 3. Tampilan *transfer* data (a) monitor

```
connecting to 192.168.43.52
connecting to 192.168.43.71
Requesting URL: /monitoring_arus/index.php/simpan/sensor1?data=45.00
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 01 Sep 2020 10:52:23 GMT
Server: Apache/2.4.38 (Win64) OpenSSL/1.1.1a PHP/7.3.2
X-Powered-By: PHP/7.3.2
Content-Length: 26
Connection: close
Content-Type: text/html; charset=UTF-8

string(5) "45.00"
```

Gambar 4. Tampilan *transfer* data monitor 2

```
connecting to 192.168.43.18
connecting to 192.168.43.52
Requesting URL: /monitoring_arus/index.php/simpan/sensor1?data=6.00
HTTP/1.1 200 OK
Date: Wed, 02 Sep 2020 06:07:02 GMT
Server: Apache/2.4.38 (Win64) OpenSSL/1.1.1a PHP/7.3.2
X-Powered-By: PHP/7.3.2
Content-Length: 25
Connection: close
Content-Type: text/html; charset=UTF-8

string(4) "6.00"
```

Gambar 5. Tampilan *transfer* data monitor 3

Gambar 3 hingga Gambar 5 memperlihatkan alur data yang terkoneksi dengan masing-masing ip laptop dan alamat url yang sesuai. Ip untuk layar utama adalah 192.168.43.52, sedangkan ip untuk monitor 1,2,3 yaitu 192.168.43.62, 192.168.43.71, dan 192.168.43.18. Setelah ip telah connected maka hasil dari pembacaan sensor akan dikirim datanya ke alamat url yaitu /monitoring_arus/index.php/simpan/sensor...?data=.....,sensor pada url mengalamatkan sensor berapa yang digunakan. Jika url tertulis sensor 1 maka itu adalah untuk pembacaan arus motor 1. Dan hasilnya akan muncul pada url setelah kata data=. Sehingga dengan kode ip dan url yang tepat maka data akan berhasil di-transfer dan akan muncul di layar monitor[14]. Interface monitoring dibuat menggunakan program PHP dan CSS yang tampilannya bisa diakses menggunakan web secara off line. Pada sistem monitoring dibuat suatu skenario dengan level arus yang berbeda-beda[15]. Skenario ini dibuat untuk menguji apakah informasi yang ditampilkan pada monitor utama dan monitor pada tiap divisi sudah sesuai dengan keadaan arus motor atau tidak. Skenario yang dibuat adalah seperti pada gambar di atas. Pengaturan arus motor dilakukan untuk menguji apakah monitor akan menampilkan informasi beban dan beban berlebih ataukah tidak. Angka merah pada tabel melambangkan bahwa motor sedang menanggung beban berlebih yang melebihi kapasitas kerjanya, sedangkan angka hitam melambangkan bahwa motor sedang menanggung beban normal yang tidak melebihi range kerjanya. Terdapat 8 skenario yang akan dijalankan. Pengaturan nilai arus menggunakan beberapa beban sehingga bisa dilihat apakah informasi yang ingin disampaikan oleh sistem sistem berjalan dengan lancar atau tidak. Setelah skenario telah berhasil dibuat dan dilaksanakan. Informasi yang diberikan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel pengujian monitoring sesuai dengan skenario

Skenario	Arus (A)			Informasi Beban		
	Motor 1	Motor 2	Motor 3	Motor 1	Motor 2	Motor 3
1	8.23	7.50	9.15	Beban Normal	Beban Normal	Beban Normal
2	8.23	7.50	10.10	Beban Normal	Beban Normal	Beban Berlebih
3	8.23	10.90	8.50	Beban Normal	Beban Berlebih	Beban Normal
4	10.72	7.50	8.35	Beban Normal	Beban Berlebih	Beban Berlebih
5	8.23	10.85	10.23	Beban Berlebih	Beban Normal	Beban Normal
6	11.10	10.23	8.15	Beban Berlebih	Beban Berlebih	Beban Normal
7	11.21	7.50	10.67	Beban Berlebih	Beban Normal	Beban Berlebih
8	11.70	10.50	11.67	Beban Berlebih	Beban Berlebih	Beban Berlebih

Dari pengujian skenario, apabila angka arus berada di bawah kapasitas motor yaitu 10A maka akan muncul tulisan beban normal, dan ketika angka arus melebihi kapasitas motor maka angka tersebut berubah menjadi warna merah dan akan muncul tulisan beban berlebih. Sehingga dari tabel 1 bisa diketahui bahwa, angka arus pada motor berhasil ditampilkan dan informasi yang disampaikan pun sudah benar. Pada skenario, diambil sampel nomor 2 untuk diperlihatkan bagaimana bentuk tampilan monitoring. Tampilan pada layar utama setelah dilakukan pengujian sistem monitoring adalah sebagai berikut:

**Gambar 6.** Tampilan pada monitor utama

Gambar 6. merupakan tampilan pada layar monitor utama. Pada motor 1 dan 2 berwarna putih karena arus pada motor masih berada di bawah limit. Karena masing-masing pada motor 1 dan 2 menggunakan beban 18 lampu 250 watt dengan beban total = 4500 watt. Sedangkan motor 3 berwarna merah karena melewati batas atas (limit) yaitu 10 A karena untuk motor 3 menggunakan beban 3 buah *heater* yang masing-masing berdaya 1500 watt dan beban totalnya adalah 4500 watt.

Selain pada monitor utama, nilai arus juga akan muncul pada 3 layar monitor yang berada pada tiap-tiap divisi. Tampilan pada 3 monitor sesuai skenario no.2 adalah sebagai berikut:

**Gambar 7.** Tampilan monitor 1



Gambar 8. Tampilan monitor 2



Gambar 9. Tampilan monitor 3

Gambar 7 sampai Gambar 9 merupakan tampilan monitor pada masing-masing monitor 1, 2 dan 3 yang juga muncul pada layar utama. Pembuatan sistem monitoring yang dipantau oleh 2 pihak adalah agar motor listrik bisa terus dipantau dan bisa dilakukan penanganan secepatnya jika terjadi beban berlebih.

KESIMPULAN

Prototipe dibuat untuk menunjukkan besar arus yang sedang ditanggung oleh motor listrik dan data arus yang ditampilkan bertujuan agar teknisi bisa mengetahui semua keadaan motor dilapangan, jika terjadi beban berlebih maka akan diharapkan agar ada tindakan preventif. Prototipe telah berhasil dibuat dengan menggunakan sistem wireless dan data arus motor berhasil diterima dan ditampilkan ke monitor. Pada penelitian ini, setiap monitor memberikan sinyal peringatan berupa informasi beban normal dan beban berlebih sesuai dengan tipe motor Y3-132S-4 dengan kapasitas motor yang telah ditentukan yaitu sebesar 10A.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Politeknik Industri Logan Morowali atas dukungannya dalam menyelesaikan penelitian ini baik dalam bentuk penggunaan fasilitas kampus maupun pembiayaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ikbal. Masalah Yang Sering Terjadi Pada Electric Motor. <https://www.indotara.co.id/masalah-yang-sering-terjadi-pada-electric-motor&id=615.html>. 2020. Diakses pada tanggal 16 Agustus 2020.
- [2] Yuda, R. Rangga, et al. Rancang Bangun Sistem Kontrol Jarak Jauh Pada Motor Induksi 1 Fasa Menggunakan Wireless Untuk Pengaman Dari Arus Listrik Ac (Alternating Current) Berlebih. Jurnal Mahasiswa Teknik, 2018.
- [3] Santoso, Setyo Budi. 2005. Motor Listrik. Jakarta : Gramedia.
- [4] Carolina. Taylor and Francis Group, LLC.<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004> Atur delay nyaR. Harjono, T. Sukmadi, and K. Karnoto. 2011. "Pemanfaatan Spektrum Vibrasi Untuk Mengindikasikan Kerusakan Motor Induksi Dipltu Indramayu 3 X 330 Mw," Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, vol. 2, no. 3, pp.
- [5] E. Asnan. 2013. Perancangan Pengontrolan Pemanas Air Menggunakan Plc Siemens S7-1200 Dan Sensor Arus Acs712. Jurnal Teknik Elektro Volume 2 No. 3; Nopember 2013.
- [6] F. Benzi, N. Anglani, E. Bassi dan L. Frosini, "Electricity Smart Meters Interfacing the Households", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 58, no. 10, pp. 4487-4494, 2016.
- [7] F, Agus.2018. "Alternatif sensor arus menggunakan Module SCT 013". <https://www.nyebarilmu.com/>

alternatif-sensor-arus-menggunakan-module-sct-013/. Diakses pada tanggal 01 Agustus 2020.

- [8] P. Gill. 2008. Electrical Power Equipment Maintenance and Testing. (L. H. Willis, Ed.) (Second Edi). North .
- [9] Muda, E. Iskandar. 2017. Perbandingan Data Sensor Arus SCT 013 dan Sensor Arus ACS 712 Pada Pengukuran Arus Listrik AC. PhD Thesis. Universitas Brawijaya.
- [10] 2015. Analisis Pengaruh Kerusakan Rotor Pada Motor Induksi 3 Phasa Dengan Metode Motor Current Signature Analysis (MCSA) . Journal Of Electrical Power, Instrumentation and Control (EPIC) e-ISSN 2614-8595 Teknik Elektro – Universitas Pamulang.
- [11] D. Prayogo. 2015. Analisis Pengaruh Kerusakan Rotor Pada Motor Induksi 3 Phasa Dengan Metode Motor Current Signature Analysis (MCSA) . Journal Of Electrical Power, Instrumentation and Control (EPIC) e-ISSN 2614-8595 Teknik Elektro – Universitas Pamulang.
- [12] B. Astriana Christy. 2014. Pembuatan Dan Pengukuran Daya Menggunakan Sensor Arus Seri Acs 712 Berbasis Mikrokontroller Atm 8535. Jurnal Metrologi Dan Instrumentasi.
- [13] Yusnita dan T. Hendro. 2012. System kendali arus star motor induksi tiga phase dengan variasi beban. Jurnal Teknik Elektro ITP, vol. 1, no 2.
- [14] H. Slamet. 2019. Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoringkubikel Menggunakan Konsepinternet Of Thing Berbasis Mikrokontroller Arduino. Seminar Nasional Invasi Teknologi Penerbangan (SNITP) Tahun 2019, Politeknik Penerbangan Surabaya.
- [15] A. Gregorius. 2019. 5 Pemrograman Dasar Desain WebSite. Yogyakarta: PT Elex Media Komputindo.

RANCANG BANGUN MESIN LAS PORTABEL KAPASITAS 1 KW MENGUNAKAN INVERTER FULL BRIDGE 1 FASA

¹Benny Harahap, ²Justiadi, dan ³Fahrul

^{1,2,3} Politeknik Industri Logam Morowali

benbenharahap@gmail.com¹, justiadi.hatta@gmail.com²,

fahrul.best87@gmail.com³

ABSTRAK

Pada umumnya mesin las menggunakan kabel sebagai penghubung ke sumber listrik, sementara tidak selamanya lokasi pengelasan berada pada area yang berdekatan dengan panel listrik, sehingga diperlukan kabel yang panjang untuk menyambungkan mesin las ke sumber tegangan. Selain itu penggunaan kabel juga sering menjadi masalah, diantaranya penggunaannya yang tidak fleksibel, memerlukan biaya yang mahal untuk kabel, dan kabel sering terbentang di jalur perlintasan. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka dibuat *inverter* satu fasa untuk mesin las yang mempunyai catu daya (sumber tegangan) sendiri sehingga dapat digunakan di mana saja tanpa harus mencari sumber tegangan lain. Pada penelitian ini menggunakan sumber tegangan 60 volt yang didapatkan dari 5 buah aki 12 volt, 7 Ah yang disusun seri sebagai sumber tegangan DC untuk mesin las. Sumber tegangan DC dikonversi menjadi tegangan AC menggunakan *inverter full bridge* DC-AC satu fasa. *Inverter* ini menggunakan teknik *switching* pada dua saklar elektronik MOSFET IRFP 460 secara bergantian sehingga membangkitkan sinyal sinusoidal yang merupakan sinyal tegangan AC. Kemudian menggunakan *transformator* 1:1 sebagai isolasi agar melindungi rangkaian dari arus tinggi pada beban. Penelitian ini berhasil membuat *inverter full bridge* DC-AC satu fasa dan berhasil menghasilkan busur api pada elektroda las. Dari hasil pengukuran, pada kondisi PWM 25% dalam satu kondisi pengelasan tegangan keluaran sama dengan 13,76 volt dengan arus 8,17 ampere, dan pada kondisi PWM 100% pada satu kondisi pengelasan tegangan keluaran sama dengan 25,67 volt dan arus 33,95 ampere. Alat yang dirancang juga dapat menghasilkan daya maksimal sebesar 871 watt.

Kata kunci: Tegangan AC, tegangan DC, *inverter*, *switching*, MOSFET IRFP 460.

ABSTRACT

In general, welding machines use cables as a connection to the power source, while the welding location is not always in an area adjacent to the electrical panel, so a long cable is needed to connect the welding machine to the voltage source. In addition, the use of cables is also often a problem, including its use that is not flexible, requires expensive costs for cables, and cables are often stretched in crossings. Based on the foregoing, a single-phase inverter is made for a welding machine that has its own power supply (voltage source) so that it can be used anywhere without having to look for another voltage source. In this study, using a 60 volt voltage source obtained from 5 12 volt, 7 Ah batteries arranged in series as a DC voltage source for welding machines. The DC voltage source is converted to AC voltage using a single-phase DC-AC inverter. This inverter uses a switching technique on two electronic MOSFET IRFP 460 switches in turn so that it generates a sinusoidal signal which is an AC voltage signal. Then use a 1: 1 transformer as isolation in order to protect the circuit from high currents in the load. This research succeeded in making a single phase DC-AC full bridge inverter and succeeded in producing arcs on the welding electrodes. From the measurement results, at 25% PWM conditions in one welding condition the output voltage is equal to 13.76 volts with a current of 8.17 amperes, and at 100% PWM conditions in one welding condition the output voltage is

equal to 25.67 volts and a current of 33, 95 amperes. The tool designed can also produce a maximum power of 871 watts.

Keywords: AC voltage, DC voltage, inverter, switching, and MOSFET IRFP 460

PENDAHULUAN

Las busur listrik umumnya disebut las listrik adalah salah satu cara menyambung logam dengan cara menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan logam yang akan disambung [1]. Las listrik membutuhkan sumber energi listrik. Pada umumnya las listrik menggunakan kabel sebagai penghubung antara mesin las itu sendiri dengan sumber listrik, sementara tidak selamanya lokasi pengelasan berada pada area yang berdekatan dengan panel listrik, sehingga diperlukan kabel yang panjang untuk menyambungkan mesin las ke sumber tegangan.

Soal pengkabelan ini sering menimbulkan masalah, baik masalah yang secara langsung atau masalah tidak langsung. Masalah langsung yaitu, kabel yang terkelupas karena kabel melintasi area yang panas lalu membuat isolasi kabel meleleh (umumnya terjadi di kawasan industri), jalur kabel yang melintasi area lintasan masyarakat yang membuat orang dapat tersandung bahkan tersengat listrik. Adapun masalah tidak langsung yaitu, pemborosan kabel untuk las listrik.

Jika ditinjau dari sumbernya, tegangan DC lebih fleksibel daripada tegangan AC, sehingga semua barang-barang elektronik portabel menggunakan sumber tegangan DC. Baterai atau akumulator adalah perangkat yang menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai atau akumulator sebuah sel listrik di mana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensi yang tinggi [2].

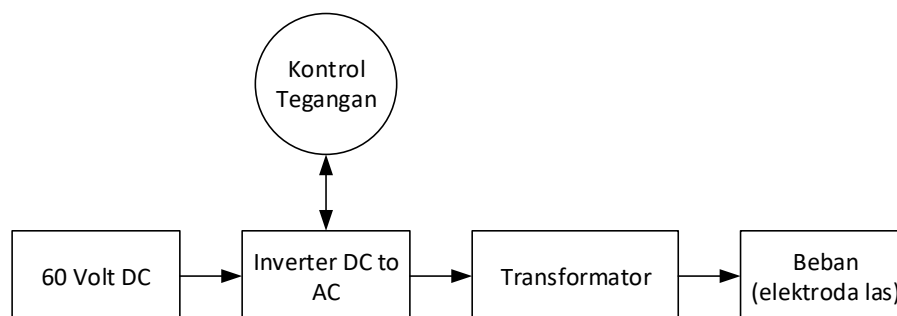
Inverter adalah peralatan elektronik yang menghasilkan keluaran tegangan bolak-balik dengan tegangan masukan searah, dengan frekuensi 50Hz, sehingga dapat menghasilkan *switching* tegangan tinggi dan membandingkan sinyal sinusoidal dan sinyal segitiga [3]. *Inverter* adalah konverter daya yang berfungsi mengubah besaran listrik arus searah (DC) menjadi besaran listrik arus bolak-balik (AC) dengan menggunakan saklar daya elektronik [4].

Pada penelitian ini menggunakan konversi DC-AC atau biasa disebut *inverter*. Diharapkan melalui penelitian ini akan dapat membuat las listrik dengan catu daya sendiri yang dapat digunakan pada area kerja manapun di dunia industri tanpa harus membutuhkan kabel penghantar, dan olehnya diharapkan akan lebih meminimalisir masalah-masalah di dunia industri itu sendiri.

METODE PENELITIAN

Perancangan Secara Umum

Penelitian ini dilakukan untuk merancang las listrik portabel dengan menggunakan sumber tegangan DC fleksibel berupa aki 12 volt sebanyak 5 buah yang dihubungkan secara seri sehingga menghasilkan tegangan 60 volt DC. tegangan 60 volt DC kemudian diubah menjadi tegangan 60 volt AC yang dapat dikontrol dengan menggunakan inverter DC to AC. Hasil dari keluaran inverter kemudian akan masuk ke transformator untuk memisahkan sisi rangkaian pengontrol dengan beban. Untuk lebih memproteksi, pada sisi beban ditambahkan dioda baut sebagai penghalang arus balik dari beban. Gambaran umum perancangan alat dapat dilihat pada Gambar. 1 di bawah.



Gambar 1. Skema perancangan alat secara umum

Perancangan Rangkaian Elektronika

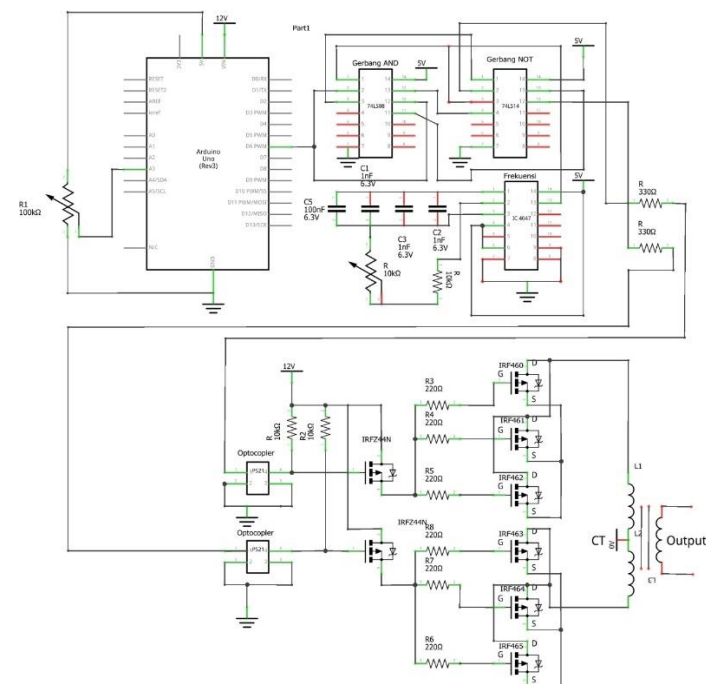
Pada penelitian ini menggunakan beberapa komponen dalam merancang *inverter* DC-AC. Pada perancangan *driver switching* untuk membangkitkan sinyal frekuensi menggunakan IC 4047BE, sedangkan untuk sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) didapatkan dari dari keluaran arduino uno yang mendapat input analog dari potensiometer sehingga PWM dapat diatur. Keluaran frekuensi dari IC 4047 BE kemudian dibalik menggunakan gerbang NOT IC 74LS14, dan kemudian

keluarannya digabungkan pada gerbang AND menggunakan IC 74LS08 dengan sinyal PWM kemudian keluarannya kembali masuk ke gerbang NOT, hal ini agar menjaga sinyal kemuaran tetap sinyal kotak sempurna, karena karakteristik dari 74LS08 yang mempunyai sistem *switching high bridge*. Sinyal ini kemudian menjadi pemicu untuk saklar elektronis (MOSFET) pada sisi pertama.

Untuk pemicu MOSFET sisi kedua, keluaran dari sinyal frekuensi IC 4047BE yang sama langsung masuk pada gerbang AND bersama dengan PWM dan kemudian keluarannya masuk pada gerbang NOT.

Sebelum masing-masing sinyal masuk ke *gate* MOSFET, masing-masing sinyal masuk ke optocoupler P521 melalui resistor 220 ohm. Optocoupler untuk menjaga kontak langsung antara rangkaian driver MOSFET dengan MOSFET itu sendiri ketika terjadi arus balik. Pada penelitian ini digunakan enam buah MOSFET, tiga buah MOSFET untuk masing-masing sisi yang dihubungkan secara paralel agar mampu menampung arus dengan kapasitas lebih besar.

Semua kaki *source* dari mosfet tersambung dengan sisi negatif dari baterai. Penelitian ini menggunakan *transformator* CT (*center tap*). Sisi CT dari transformator terhubung dengan sisi positif dari baterai, dua sisi lainnya dari primer transformator terhubung dengan *source* dari MOSFET masing-masing sisi pertama dan kedua. Kemudian keluaran dari sisi sekunder transformator terhubung ke beban. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada rangkaian *schematic* Gambar 2 di bawah. Gambar *schematic* ini kemudian diimplementasikan pada papan PCB.

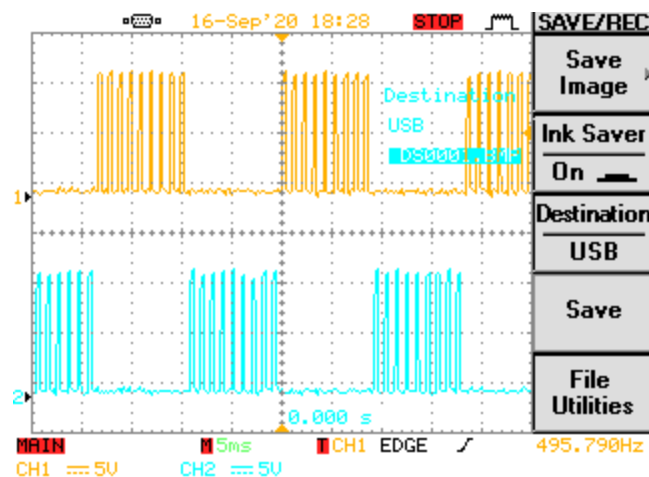


Gambar 2. Schematic inverter

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Sinyal Gate MOSFET pada duty cycle PWM 50%

Pada pemicu *driver gate* MOSFET dibutuhkan sinyal picuan yang secara bergantian. Saat salah satu mendapat pemicu gate MOSFET bernilai 1 (kondisi ON), maka pemicu gate yang lain akan bernilai 0 (kondisi OFF) pada waktu yang sama. Hasil pengukuran sinyal gate MOSFET dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Gambar sinyal gate MOSFET

Gambar 3 ditampilkan sinyal pemacu gate MOSFET. Masing-masing sinyal pemacu gate MOSFET direpresentasikan oleh dua warna yang berbeda. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa, pada satu siklus terjadi gelombang yang saling membalik antara sisi MOSFET yang satu dengan sisi yang lain yang menggambarkan bahwa, ketika sisi MOSFET satu mendapat pemacu gate (ON) maka sisi MOSFET yang lain tidak mendapat pemacu gate (OFF). Sistem ON-OFF yang terus terjadi secara bergantian inilah yang kemudian membangkitkan sinyal tegangan AC pada *inverter*.

Pengukuran Tegangan Dan Arus Keluaran Inverter Dengan Beban Elektroda Las

Pada pengujian, perlu dilakukan pengukuran tegangan dan arus inverter berdasarkan perubahan duty cycle setelah di beri beban elektroda las agar dapat di ketahui daya dari las listrik yang telah dibuat. Data hasil pengukuran tegangan dan arus pada sisi beban dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah.

Tabel 1 Hasil pengukuran tegangan dan arus keluaran inverter dengan beban elektroda

NO.	PWM(%)	Tegangan Masukan (V)	Tegangan Keluaran (V)	Arus (A)	Daya (watt)
1	25	63.4	13.76	8.17	112
2	50		15	22	330
3	75		30.01	24	720
4	100		25.67	33.95	871

Dari tabel 1 dapat dianalisa bahwa, daya dari mesin las berbanding lurus terhadap PWM yang dapat dikontrol dengan potensiometer. Sehingga pada mesin las ini daya dapat dikontrol dengan menggunakan potensiometer.

Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan dengan menyambung salah-satu jenis logam yang tadinya terpisah menjadi satu. Karena pada prinsipnya mesin las untuk menyambung logam yang terpisah, maka akan ada kondisi sebelum dan sesudah proses pengelasan. Hasil pengelasan dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah.



Gambar 4. Hasil pengelasan, (a) sebelum pengelasan, (b) sesudah pengelasan

Pada pengujian alat yang telah dibuat, didapatkan hasil bahwa alat sudah dapat menghasilkan busur api pada elektroda las bahkan pada saat posisi potensiometer 25%. Tapi pada pengujian sistem tidak didapatkan hasil pengelasan yang efektif, dikarenakan arus yang dihasilkan oleh alat masih belum dapat meleburkan objek pengelasan. Hasil pengelasan dapat dilihat ada Gambar 4 di atas

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin las dengan catu daya sendiri sehinggadapat mengurangi penggunaan kabel seperti pada mesin las konvensional. Pada penelitian ini berhasil membuat mesin las dengan topologi *inverter* dengan kapasitas 871 watt, dengan arus keluaran maksimal 30 ampere yang dihasilkan dari pengaturan *duty cycle* PWM.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Politeknik Industri Logan Morowali atas dukungannya dalam menyelesaikan penelitian ini baik dalam bentuk penggunaan fasilitas kampus maupun pembiayaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmadi. Temperatur titik lebur logam (besi, aluminium, tembaga dan beberapa jenis logam lainnya). Diambil kembali dari emperatur titik lebur logam (besi, aluminium, tembaga dan beberapa jenis logam lainnya): <https://www.pengelasan.net/titik-lebur-logam/>. 2019.
- [2] A. Mulyadi, Zulfikar, Zulhaelmi. Desain Sistem Transfer Beban Otomatis dari Sumber PLN Ke PLTS pada waktu Beban Puncak (WBP). Jurnal Online Teknik Elektro, 72. 2017.
- [3] Y. Haroen. *Elektronika Daya*. Bandung: ITB Press. 2018
- [4] Justiad. The Single-Ended Primary Inductor Converter (Sepic) Using Interpolated Adaptive Pi Control. *The Single-Ended Primary Inductor Converter (Sepic) Using Interpolated Adaptive Pi Control*, 1-86. 2017.
- [5] Justiad. Modul Ajar Elektronika Daya Politeknik Industri Logam Morowali. Morowali:Politeknik Industri Logam Morowali. 2020.
- [6] S. Y. Panggabean. Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Dengan Teknik High Voltage PWM.2017.
- [7] Rio.Diambil kembali dari <https://www.indotara.co.id/mengenai-jenis-jenis-mesin-las&id=715.html>. 2017.
- [8] PT. SMI Divisi Elektrik .2019.
- [9] T. Saifudin Zuhri. Diambil kembali dari <https://p4tkpertanian.kemdikbud.go.id/pengelasan-dengan-menggunakan-las-listrik-busur-manual/> . 2017.
- [10] Wiryosumarto. Diambil kembali dari <http://digilib.unila.ac.id/11283/14/15%20bab%202.pdf>. 2004.
- [11] Y. Purwaningrum, M. Kusriyanto, R. Kurniawan. Perancangan Dan Pembuatan Mesin Las Elektroda Ganda. Jurnal Online Elektro, 4. 2018

RANCANG BANGUN *LIFE JACKET* MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GPS SEBAGAI PELACAK LOKASI KORBAN

Hizkia Adityo¹, Sitti Wetenriajeng Sidehabi², Mutmainnah³

^{1,2,3} Politeknik ATI Makassar

hizkiaadityo87@gmail.com¹, tenri@atim.ac.id², mutmainnah@atim.ac.id³

ABSTRAK

Life Jacket atau baju pelampung sangat berguna sebagai alat penyelamat pada saat dalam keadaan darurat seperti kecelakaan yang terjadi pada daerah perairan baik di laut, danau, sungai dan sebagainya. Hal inilah yang menyebabkan sangat pentingnya ketersediaan alat tersebut sebagai penolong sebelum para Tim SAR datang mengevakuasi korban. Tujuan penelitian ini yaitu untuk merancang dan membuat *life jacket* yang dapat mengirim koordinat titik lokasi. Penelitian ini adalah penelitian experimental dengan merancang *Life Jacket* menggunakan teknologi GPS. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode observasi dengan pengamatan secara langsung terhadap objek yang diteliti kemudian dilakukan perancangan dan pembuatan alat berdasarkan digram blok serta flowchart yang dibuat. Setelah merancang dan membuat alat, maka alat akan di uji coba serta dilakukan pengambilan data sensor yang digunakan. Adapun hasil penelitian ini adalah sistem ini dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengirimkan koordinat titik latitude dan longitude via smartphone. Nilai akurasi dari latitude modul yaitu 99.99%. Sedangkan nilai akurasi dari longitude modul GPS yaitu 99.99%. Serta radius rata-rata koordinat titik yang dikirim modul GPS yaitu 26,4 meter.

Kata kunci: *Life Jacket*, GPS, Blynk, IoT, *short message service*.

ABSTRACT

Life Jackets are very useful as a rescue tool during emergencies such as accidents that occur in water areas in the sea, lake, river and so on. This is why the availability of this tool is very important before the SAR Team comes to evacuate the victim. The purpose of this research is to design and make a *life jacket* that can send the coordinates of the location points. This research is an experimental research by designing a *Life Jacket* using GPS technology. The research method used is the method of observation with direct observation of the object under study and then designing and making tools based on digram blocks and flowcharts made. After designing and making the tool, the tool will be tested and the sensor data used will be collected. The results of this study show that this system can be used to detect and transmit latitude and longitude coordinates via a smartphone. The accuracy value of the latitude of the module is 99.99%. While the accuracy value of the longitude of the GPS module is 99.99%. As well as the average radius of the coordinates of the points sent by the GPS module is 26.4 meters.

Keywords: *Life Jacket*, GPS, Blynk, IoT, *short message service*.

PENDAHULUAN

Life Jacket atau baju pelampung merupakan sebuah alat yang digunakan sebagai penyelamat dari kecelakaan yang terjadi pada area perairan. Baju pelampung dirancang sedemikian rupa agar penggunaanya dapat mengapung di air dan dapat bernafas dengan baik agar dapat bertahan hidup untuk menunggu dievakuasi oleh regu penyelamat atau Tim SAR. Kebutuhan akan alat keselamatan pada manusia tentunya sangat dibutuhkan. Banyak kecelakaan yang terjadi pada umumnya paling fatal atau berbahaya yaitu dilautan lepas, seringkali korban yang ditemukan sudah tidak bernyawa disebabkan oleh terlalu lama ditemukan oleh Tim SAR karena terombang-ambing dilautan lepas. Waktu korban dapat bertahan hidup hanya dalam beberapa hari saja. Hal ini dikarenakan korban bisa saja mengalami dehidrasi disebabkan oleh

sulitnya korban mendapatkan air yang aman untuk dikonsumsi. Sehingga diharapkan proses evakuasi korban harus secepatnya dilakukan oleh Tim SAR.

Untuk menyelesaikan masalah tersebut, maka diperlukan suatu alat yang dapat membantu mempercepat proses Tim SAR menemukan korban sehingga dapat meminimalisir terjadinya korban jiwa. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan mendapatkan lokasi korban melalui titik koordinat garis bujur dan garis lintang secara real time.

Penelitian yang telah ada sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Fadly Sirait dan Billy Aji Wicaksono (2017). Pada penelitian ini dilakukan dengan mengirimkan sinyal tanda bahaya kepada penerima sinyal yaitu Tim SAR pada saat korban terjatuh ke dalam air menggunakan sensor air dengan radius maksimal sembilan meter. Sedangkan penelitian oleh I Made Oka Widyantara dkk (2015) membuat sebuah aplikasi untuk mengidentifikasi kondisi lalu lintas jalan raya menggunakan teknologi *Global Positioning System* (GPS), teknologi database seperti *Geographic Information System* (GIS) dan teknologi telekomunikasi seluler seperti *General Packet Radio Service* (GPRS). Pemanfaatan teknologi GPS juga digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Dedie Citra Mahendra dkk (2018). Teknologi GPS tersebut digunakan untuk memintor posisi kendaraan yang disewakan (mobil rental) untuk mencegah tindak kejahatan dari penyalahgunaan dan pencurian. Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Lutfi Chrisdiansyah dkk (2016) yaitu membuat aplikasi yang digunakan untuk memonitoring armada bus menggunakan GPS yang ada pada telepon pintar. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Iftitahatul Hanifah dkk (2016) yaitu melihat keakurasian data GPS tipe cn06 dengan GPSmap 76CSx sebagai data sekunder yang digunakan sebagai acuan. Serta penelitian yang membuat sebuah sistem tracking transportasi menggunakan modul GPS yang di dalamnya terdapat informasi halte bus, waktu kedatangan bus dan trafik kepadatan kendaraan pada jalan rute Rajabasa – Sukaraja yang dilakukan oleh Yetti Yuniati dkk (2017). Berdasarkan uraian penelitian sebelumnya, maka diusulkan penelitian mengenai “Rancang Bangun Life Jacket Menggunakan Teknologi GPS Sebagai Pelacak Lokasi Korban”.

METODE PENELITIAN

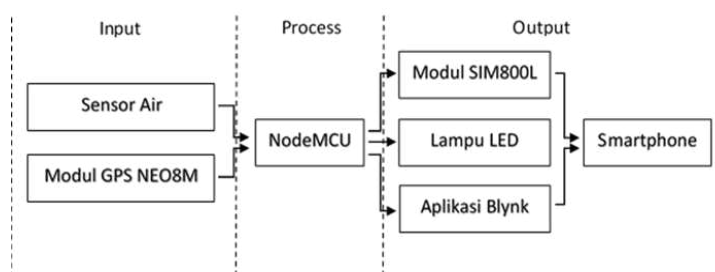
Jenis Penelitian

Jenis penelitian yaitu dalam bentuk rancang bangun Life Jacket menggunakan teknologi GPS.

Teknik Perancangan dan Pengumpulan Data

1. Diagram Blok

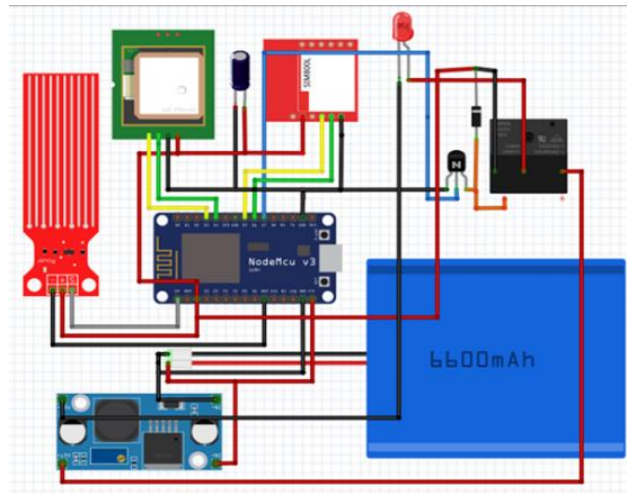
Pada Gambar 1 berikut ini, terdapat dua input yaitu sensor air untuk mendeteksi air serta modul GPS NEO8M untuk mendeteksi latitude dan longitude. Kemudian diproses oleh NodeMCU. Setelah itu outputnya berupa Led yang akan berkedip ketika sensor air mendeteksi air dan Modul SIM800L untuk mengirim pesan koordinat titik latitude dan longitude serta status pengguna life jacket ke Handphone serta aplikasi Blynk untuk menampilkan data berupa koordinat titik latitude dan longitude serta status pengguna *life jacket* dan longitude pada *Handphone*.



Gambar 1. Diagram block sistem

2. Perancangan Hardware

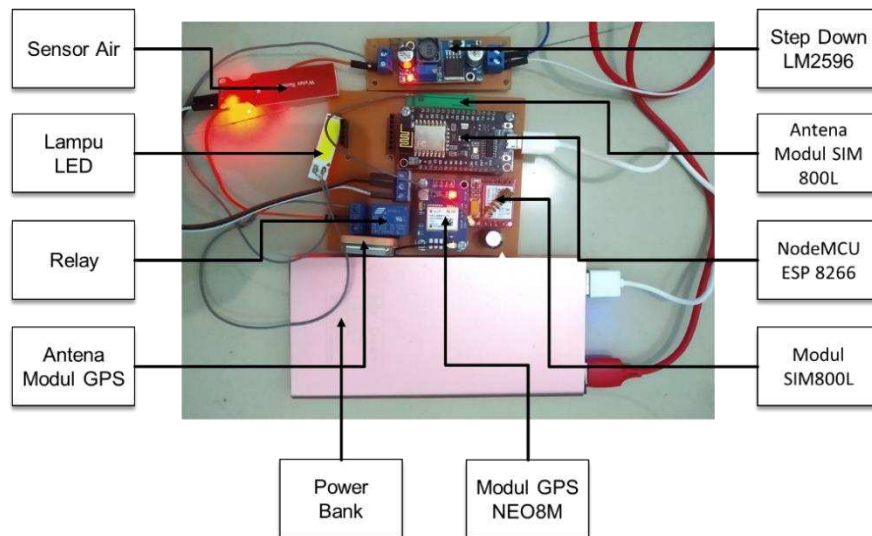
Pada Gambar 2, terdapat sensor air sebagai input yang digunakan untuk pemicu modul mengirim status apakah terjadi kecelakaan atau tidak. Modul GPS yang digunakan untuk memberi informasi lokasi. Modul SIM800L sebagai pengirim informasi melalui SMS. Relay sebagai saklar untuk mematikan maupun menghidupkan lampu LED. Serta NodeMCU sebagai pemrosesnya, NodeMCU digunakan agar dapat mengirim informasi melalui internet dan tampilannya yaitu pada aplikasi android yaitu Blynk.



Gambar 2. Perancangan hardware sistem

3. Tampilan Hardware

Pada Gambar 3, merupakan tampilan dari hardware yang dibuat menggunakan papan PCB. Hasil rancangan tersebut dimasukkan ke dalam toples, agar tidak terkena air ketika digunakan bersamaan dengan sebuah *life jacket*.



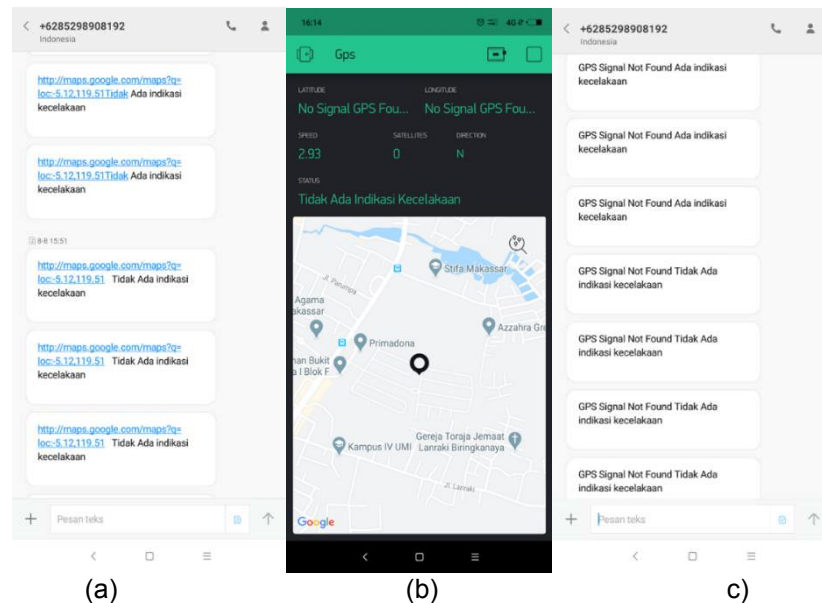
Gambar 3. Tampilan hardware



Gambar 4. Tampilan keseluruhan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan pada Smartphone



Gambar 5. Tampilan pada smartphone

Pada Gambar 5, merupakan tampilan pada smartphone yang dikirim oleh alat melalui SMS maupun melalui aplikasi android yaitu Blynk. Pada bagian a dan c monitoring dikirim melalui SMS sedangkan bagian b dapat dilihat melalui aplikasi android yaitu Blynk.

Pembahasan (Pengujian Alat)

1. Pengujian Keakuratan Modul GPS

Pengujian dilakukan dengan berpindah jarak per satu meter pada bibir pantai Tanjung Bayang untuk mengetahui tingkat keakuratan modul GPS yang digunakan. GPS pada handphone digunakan untuk membandingkan keakuratan dari modul GPS tersebut.

Tabel 1. Hasil percobaan keakuratan latitude

No.	Jarak ke- (m)	Latitude GPS Hp	Latitude GPS Alat	Nilai Error (%)	Akurasi (%)
1.	1	-5.185278	-5.18525806	0.00038455	99.99961545
2.	2	-5.185318	-5.18530076	0.00033248	99.99966752
3.	3	-5.185350	-5.18533106	0.00036526	99.99963474
4.	4	-5.185353	-5.18536156	0.00016508	99.99983492
5.	5	-5.185365	-5.18537806	0.00025186	99.99974814
6.	6	-5.185370	-5.18540106	0.00059899	99.99940101
7.	7	-5.185411	-5.18542476	0.00026536	99.99973464
8.	8	-5.185407	-5.18543636	0.00056620	99.99943380
9.	9	-5.185407	-5.18542736	0.00039264	99.99960736
10.	10	-5.185501	-5.18545636	0.00086086	99.99913914
11.	11	-5.185497	-5.18548156	0.00029775	99.99970225
12.	12	-5.185532	-5.18550456	0.00052916	99.99947084
13.	13	-5.185566	-5.18551806	0.00092449	99.99907551
14.	14	-5.185563	-5.18552756	0.00068344	99.99931656
15.	15	-5.185585	-5.18554726	0.00072779	99.99927221
16.	16	-5.185584	-5.18556806	0.00030739	99.99969261
Rata-rata				0.00047833	99.99952167

Tabel 2. Hasil percobaan keakuratan longitude

No.	Jarak ke- (m)	Latitude GPS Hp	Latitude GPS Alat	Nilai Error (%)	Akurasi (%)
1	1	119.386067	119.38608706	0.00001680	99.99998320
2	2	119.386084	119.38604756	0.00003052	99.99996948
3	3	119.386032	119.38601386	0.00001519	99.99998481
4	4	119.386022	119.38599306	0.00002424	99.99997576
5	5	119.386002	119.38597106	0.00002592	99.99997408
6	6	119.385997	119.38595486	0.00003530	99.99996470
7	7	119.385933	119.38593176	0.00000104	99.99999896
8	8	119.385921	119.38591206	0.00000749	99.99999251
9	9	119.385921	119.38589636	0.00002064	99.99997936
10	10	119.385890	119.38586856	0.00001796	99.99998204
11	11	119.385849	119.38583436	0.00001226	99.99998774
12	12	119.385829	119.38581435	0.00001227	99.99998773
13	13	119.385815	119.38579836	0.00001394	99.99998606
14	14	119.385811	119.38578536	0.00002148	99.99997852
15	15	119.385821	119.38577786	0.00003613	99.99996387
16	16	119.385794	119.38576026	0.00002826	99.99997174
Rata-rata				0.00001997	99.99998003

2. Pengujian Radius

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa radius koordinat titik yang dikirimkan oleh modul GPS. Hal ini bertujuan agar Tim SAR dapat memperkirakan dimana lokasi korban berada.

Tabel 3. Pengujian radius koordinat titik

No.	Lokasi	Radius Koordinat Titik (m)
1	Rumah	24
2	Toko Elektronik Semeru	27
3	Pura Giri Natha	35
4	JNE Tamalanrea	26
5	Maxi Store Perintis	20
Rata-Rata		26,4

KESIMPULAN

Sistem ini dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengirimkan koordinat titik latitude dan longitude via smartphone. Nilai akurasi dari latitude modul yaitu 99.99%. Sedangkan nilai akurasi dari longitude modul GPS yaitu 99.99%. GPS pada smartphone digunakan untuk menguji keakuratan modul GPS pada alat yang digunakan. Modul GPS yang digunakan butuh waktu sekitar 10 menit agar terhubung dengan satelit. Serta radius rata-rata koordinat titik yang dikirim modul GPS yaitu 26,4 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. G. A. K. W. L. I Made Oka Widyantara, "Penerapan Teknologi GPS Tracker Untuk Identifikasi Kondisi Traffik Jalan Raya," Jurnal Teknik Elketro, vol. 14, no. 1, pp. 31-25, 2015.
- [2] T. S. S. S. Dedie Citra Mahendra, "Sistem Monitoring Mobil Rental Menggunakan GPS Tracker," Jurnal Ilmiah Sinus, vol. 16, no. 2, pp. 37-46, 2018.
- [3] A. S. T. S. Lutfi Chrisdayanti, "Aplikasi Monitoring Armada Bus Menggunakan GPS Tracking Pada Smartphone Android," JSIKA, vol. 5, no. 2, pp. 1-8, 2016.

- [4] B. N. P. Iftahatul Hanifah, "Uji GPS Tracking Dalam Skala Transportasi Antar Kota," IJEIS, vol. 6, no. 2, pp. 175-186, 2016.
- [5] M. U. M. A. Yeti Yuniati, "Impelementasi Modul GPS pada Sistem Tracking Bus Rapid Transit (BRT) Lampung Menuju Smart Transportation," Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, vol. 14, no. 2, pp. 150-156, 2017.
- [6] B. A. W. Fadli Sirait, "Prototipe Smart Life Jacket Berbasis Arduino," Jurnal Teknologi Elektro, vol. 8, no. 2, pp. 164-169, 2017.

RANCANG BANGUN KARTU SISWA PINTAR BERBASIS TEKNOLOGI RFID DAN APLIKASI WEB DI PESANTREN IMMIM PUTRA MAKASSAR

Muhammad Fadli Azis¹, Julianti Habibuddin², Nur Ahmad Syahid³

^{1,2}Politeknik ATI Makassar, ³Pesantren IMMIM Putra Makassar

fadli@atim.ac.id¹

ABSTRAK

Teknologi informasi saat ini terus mengalami perkembangan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas di berbagai sektor. Salah satunya adalah di sektor pendidikan. Di sisi lain, Pondok Pesantren IMMIM Putra Makassar merupakan salah satu sekolah unggulan di Makassar yang telah menerapkan beberapa teknologi informasi dan salah satunya adalah penerapan teknologi sistem kartu pintar berbasis teknologi barcode dan aplikasi komputer. Penerapan sistem kartu pintar ini memiliki fungsi penting untuk memantau status santri yang keluar dan masuk kembali ke pesantren. Hanya saja penerapannya masih belum optimal. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dirancang desain kartu siswa pintar menggunakan teknologi *radio frequency identification* (RFID) dan aplikasi web. Berdasarkan hasil simulasi, diketahui bahwa inovasi teknologi sistem kartu RFID-Web Apps memiliki banyak keunggulan. Dengan menggunakan teknologi sistem kartu pintar RFID-Web Apps, proses administrasi lebih optimal. Selain itu, proses monitoring data administrasi dapat dilakukan melalui sistem web online, sehingga dapat diakses kapan dan di mana saja.

Kata kunci: Kartu pintar, RFID, sekolah, aplikasi web.

ABSTRACT

Information technology is currently undergoing development to increase efficiency and effectiveness in various sectors. One of them is in the education sector. On the other hand, Pondok Pesantren IMMIM Putra Makassar is one of the leading schools in Makassar that has implemented several information technologies and one of them is the application of smart card system technology based on barcode technology and computer applications. The application of this smart card system has an important function to monitor the status of students who leave and return to the pesantren. However, the implementation is still not optimal. Based on this, this study designed a smart student card design using radio frequency identification (RFID) technology and a web application. Based on the simulation results, it is known that the RFID-Web Apps card system technology innovation has many advantages. By using the RFID-Web Apps smart card system technology, the administration process is more optimal. Also, the administrative data monitoring process can be carried out through an online web system, so that it can be accessed anytime and anywhere.

Keywords: Smart card, RFID, school, web application.

PENDAHULUAN

Teknologi informasi saat ini terus mengalami perkembangan yang signifikan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas di berbagai sektor. Salah satunya adalah sektor pendidikan yang sangat terbantu dengan adanya teknologi informasi seperti website sekolah, sistem informasi akademik, e-learning, kartu siswa pintar, dan sebagainya [1].

Di sisi lain, Pondok Pesantren IMMIM Putra Makassar merupakan salah satu sekolah unggulan di Makassar. Terdapat dua jenjang pendidikan di pesantren ini yaitu SMP dan SMA/MA [2]. Sekolah ini telah menerapkan beberapa teknologi informasi dan salah satunya adalah penerapan teknologi sistem kartu pintar berbasis teknologi *barcode* dan aplikasi komputer.

Penerapan sistem kartu pintar ini memiliki fungsi penting untuk memantau status santri yang keluar dan masuk kembali ke

pesantren. Hanya saja penerapannya sudah kurang optimal. Pertama, yaitu dari segi teknologi pembacaan barcode yang lambat. Kedua, yaitu dari segi kualitas kartu di mana cetakan barcode akan luntur dalam jangka waktu tertentu. Oleh karena itu, melalui penelitian ini akan dirancang desain kartu siswa pintar yang lebih optimal menggunakan teknologi *radio frequency identification* (RFID) dan aplikasi web.

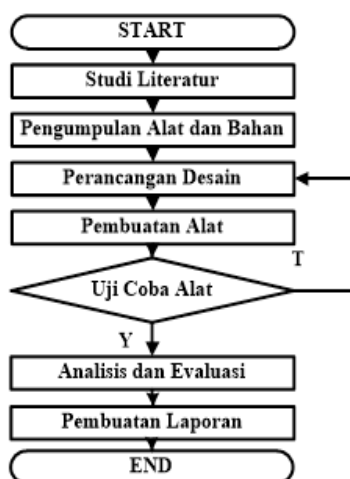
Teknologi RFID dan Aplikasi Web

Radio frequency identification (RFID) adalah sebuah teknologi berfungsi untuk melakukan identifikasi dengan memanfaatkan komunikasi gelombang elektromagnetik. Sistem RFID terdiri dari beberapa komponen diantaranya adalah kartu tag RFID, reader, dan writer. Adapun cara kerja dari teknologi RFID ini yaitu tag akan mengirimkan data ke reader untuk selanjutnya di proses oleh aplikasi komputer [3], [4], [5].

Untuk mengoptimalkan proses data dari RFID, dapat digunakan aplikasi berbasis web. Aplikasi web adalah aplikasi atau software yang diinstal atau berjalan pada web server [6]. Berbeda dengan software berbasis komputer yang hanya bisa berjalan di perangkat itu saja karena datanya hanya tersimpan pada sistem operasi perangkat tersebut. Dengan menggunakan sistem aplikasi web ini, tampilan dari website akan dinamis di mana pengguna dapat berinteraksi dalam hal ini memproses data secara online. Dengan kata lain, data dari RFID bisa diakses kapan dan di mana saja selama terhubung dengan jaringan internet.

METODE PENELITIAN

Gambar 1 berikut merupakan metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Metode Penelitian

Studi Literatur

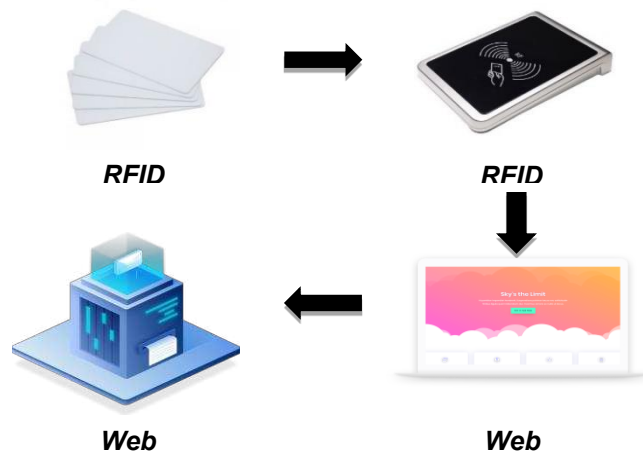
Studi literatur dilakukan untuk menambah wawasan dari ide penelitian. Studi literatur yang digunakan berupa buku-buku, artikel-artikel baik dari internet maupun jurnal serta beberapa data penelitian dan percobaan yang telah dilakukan sebelumnya.

Pengumpulan Alat dan Bahan

Pendataan kebutuhan alat dan bahan sesuai tingkat kebutuhan. Pemilihan komponen ditinjau dari segi harga dan kualitas barang yang digunakan sehingga hasil yang dicapai nantinya sesuai dengan target awal dan menyesuaikan alokasi yang tersedia. Peralatan-peralatan utama yang digunakan dalam eksperimen ini meliputi kartu tag RFID, RFID reader, RFID writer, web domain, web hosting, computer.

Perancangan Desain

Gambar 2 berikut adalah rancangan desain sistem kartu pintar berbasis teknologi RFID dan aplikasi web.



Gambar 2. Rancangan desain alat

Pembuatan Alat

Inovasi sistem kartu ini diawali dengan pembuatan aplikasi perangkat website dengan menggunakan bahasa pemrograman dan menerapkannya pada hosting dan domain sekolah. Setelah itu, dilakukan modifikasi nomor ID pada kartu RFID menggunakan RFID writer yang datanya disesuaikan dengan data siswa yang ada di database server. Selanjutnya adalah mengecek apakah kartu RFID bisa terbaca dan sesuai oleh aplikasi menggunakan RFID reader.

Uji Coba Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui keektifan dari kinerja alat. Keefektifan kinerja alat ini dapat diukur dengan membandingkan hasil teknologi sebelumnya.

Analisis dan Evaluasi

Evaluasi dan analisis hasil pengujian digunakan untuk meningkatkan kinerja peralatan. Dengan memperbaiki beberapa kekurangan yang ada, diharapkan alat yang dihasilkan merupakan hasil rancangan yang optimal.

Pembuatan Laporan

Penyusunan dilakukan setelah keseluruhan proses penelitian selesai. Laporan dibuat berdasar data nyata dan real serta berdasar fakta ilmiah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Hardware

Desain *hardware* dari sistem kartu pintar ini terdiri atas kartu ID santri dengan tag RFID, RFID reader, RFID writer, dan komputer. Adapun hardware yang digunakan pada sistem kartu pintar ini dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



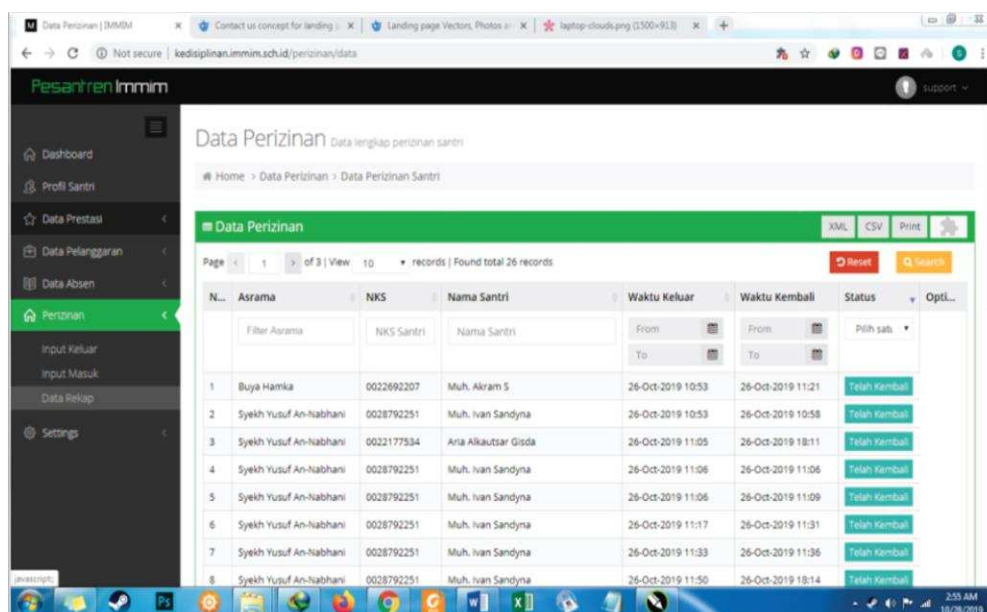
Gambar 3. Tampilan kartu santri berbasis RFID Tag



Gambar 4. RFID Reader dan RFID Writer

Desain Software

Desain software dari sistem kartu pintar ini menggunakan template dari platform code igniter yang telah dimodifikasi yang terdiri dari bahasa pemrograman php, css, html, java script, dan SQL. Adapun tampilan software dari sistem kartu pintar ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan aplikasi web sistem kartu pintar

Hosting dan Domain

Hosting dari sistem kartu ini menggunakan layanan berlangganan dari produk Niagahoster. Adapun alamat domain dari sistem kartu ini dapat diakses di www.kedisiplinan.immim.sch.id.

Keunggulan Teknologi

Tabel 1 berikut merupakan hasil simulasi perbandingan antara sistem kartu pintar berbasis RFID dan website dengan teknologi kartu pintar sebelumnya di Pesantren IMMIM Putra Makassar, dalam hal ini sistem kartu yang masih menggunakan kartu barcode dan aplikasi PC desktop.

Tabel 1. Perbandingan antara kartu RFID-Web Apps dan Barcode-Desktop Apps

No.	Kartu RFID-Web Apps	Kartu Barcode-Desktop Apps
1.	Proses administrasi pembacaan kartu membutuhkan 1-2 detik untuk diproses. Kartu RFID tinggal di tap pada reader.	Proses administrasi pembacaan kartu membutuhkan 3-5 detik untuk diproses. Kartu barcode harus discan manual oleh administrator.
2.	Kartu lebih awet karena chip RFID menyatu dengan	Kartu tidak awet karena barcode yang tercetak akan luntur

	kartu.	dalam periode tertentu.
3.	Sistem data online dan terpusat di cloud sehingga data bisa diakses kapan dan di mana saja.	Sistem data online dan hanya tersimpan di satu PC sehingga tidak admin harus datang ke tempat PC berada untuk mengakses data.

Berdasarkan Tabel 1 tersebut diketahui bahwa inovasi teknologi sistem kartu RFID-Web Apps memiliki banyak keunggulan dibandingkan sebelumnya. Dengan menggunakan teknologi sistem kartu pintar RFID-Web Apps, proses administrasi di Pesantren IMMIM Putra Makassar semakin lebih efektif. Selain itu, teknologi ini juga mampu mengoptimalkan proses monitoring data administrasi melalui sistem web online, sehingga pihak admin mampu mengakses data kapan dan di mana saja.

KESIMPULAN

Teknologi sistem kartu pintar dengan teknologi RFID mampu mengefektifkan proses administrasi di Pesantren IMMIM Putra Makassar. Selain itu, teknologi sistem kartu pintar dengan aplikasi berbasis web mampu mengoptimalkan proses monitoring data administrasi di Pesantren IMMIM Putra Makassar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Politeknik ATI Makassar dan Pesantren IMMIM Putra Makassar yang telah memberikan dukungan sehingga penelitian ini bisa diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Iskandar. Pemanfaatan Teknologi dalam Dunia Pendidikan Adalah Sebuah Keharusan. Diakses di <https://www.liputan6.com/tekno/read/4088641/pemanfaatan-teknologi-dalam-dunia-pendidikan-adalah-sebuah-keharusan>. 2019.
- [2] Pondok Pesantren IMMIM Putra Makassar. Diakses di <http://immim.sch.id/>.
- [3] Laudon, K. C. & Laudon, J. P. Management Information Systems: Managing the digital firm (11th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc. 2002.
- [4] Rainer, R. K. & Cegielski, C. G. Introduction to Information System (4th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc. 2013.
- [5] Yusuf, M. Radio Frequency Identification (RFID). Diakses di <https://sis.binus.ac.id/2014/04/12/radio-frequency-identification-rfid/>. 2014.
- [6] Welling, L., Thomson, Laura. PHP and MySQL Web Development. Sams Publishing. 2016

Bidang: Teknik Industri

Topik: Rekayasa dan Manajemen Kualitas

PENGENDALIAN KERUSAKAN KEMASAN DENGAN METODE *SIX SIGMA* PADA PRODUK CLEO PT. SARIGUNA PRIMATIRTA KAB. GOWA

Ahmad Sawal¹, Nur Linda Sari²
^{1,2}Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Makassar
sawal@atim.ac.id¹

ABSTRAK

PT. Sariguna Primatirta merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri AMDK (Air Minum Dalam Kemasan). Meskipun Departemen *Quality Control* telah melakukan *inspeksi* selama proses produksi berlangsung, namun pada bulan September 2018 sampai agustus 2019 kerusakan kemasan cleo 250 ml mencapai 18% hingga target tidak tercapai. Kemasan produk cacat pada produk Cleo 250 ml PT. Sariguna Primatirta yaitu *lid* terbuka, *cup* pecah, cacat *trimming*, *lid* bocor, *lid* miring, *inject* rusak. Tujuan penelitian di PT. Sariguna Primatirta adalah untuk mengetahui upaya pengendalian untuk menurunkan tingkat kerusakan kemasan produk Cleo 250 ml dengan menggunakan metode *six sigma*. Berdasarkan hasil analisa data dari bulan September 2018-agustus 2019, kerusakan kemasan yang sangat dominan yaitu cacat *trimming* dengan total kerusakan sebanyak 43.568 box dengan persentase kerusakan sebanyak 68,38%. Setelah melakukan tahap analisis menggunakan *Tree Diagram*, diketahui faktor penyebab cacat *trimming* yaitu faktor manusia dan mesin. Adapun usulan pada tahap *improve* dengan menggunakan PDPC yaitu melakukan perbaikan pada faktor-faktor yang mengakibatkan kerusakan kemasan.

Kata kunci: Kualitas, *six sigma*, *tree diagram*, PDPC, cacat *trimming*.

ABSTRACT

PT. Sariguna Primatirta is a company engaged in the AMDK (Bottled Drinking Water) industry. Although the Quality Control Department has conducted inspections during the production process, from September 2018 to August 2019 the damage to the 250 ml cleo packaging reached 18% until the target was not achieved. Defective product packaging in Cleo 250 ml PT. Sariguna Primatirta, namely open lid, broken cup, trimming defect, leaky lid, tilted lid, damaged inject. Research objectives at PT. Sariguna Primatirta is to determine the control efforts to reduce the level of damage to the 250 ml Cleo product packaging using the six sigma method. Based on the results of data analysis from September 2018-August 2019, the most dominant packaging damage is trimming defects with a total damage of 43,568 boxes with a damage percentage of 68.38%. After carrying out the analysis phase using a tree diagram, it is known that the factors that cause trimming defects are human and machine factors. The proposal at the stage of improve using PDPC is to make improvements to the factors that cause damage to packaging.

Keywords: Quality, six sigma, tree diagram, PDPC, defect trimming.

PENDAHULUAN

Kualitas merupakan faktor utama dalam preferensi konsumen, maka perlu adanya pengawasan yang ketat agar dapat mengurangi jumlah kerusakan pada produk. Perusahaan selalu menginginkan peningkatan produktivitas setiap tahunnya, sehingga perusahaan dapat bersaing dengan perusahaan lain di dalam industri yang sejenis. Untuk dapat bersaing, maka perusahaan harus memberikan perhatian penuh terhadap kualitas produk yang di produksi.

Pengendalian kualitas dilakukan untuk dapat meminimalisir biaya yang timbul akibat adanya kerusakan-kerusakan pada produk, serta dapat menarik konsumen karena adanya kepercayaan dan kepuasan dari konsumen terhadap produk yang dihasilkan.

PT. Sariguna Primatirta merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri AMDK (Air Minum Dalam Kemasan) yang terletak di Kawasan Timur Indonesia, tepatnya pada Jalan Poros Malino km. 25, Dusun Samaya, Desa Romangloe, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa. Produk yang dihasilkan yaitu Cleo 250 ml, Cleo Alfamart dan Alfamidi ukuran 250 ml, 550

ml dan 1500 ml, Galon Handle 19+1 Liter, Galon indomaret Handle 19+1 Liter, Cleo Klasik 330 ml dan 550 ml, Cleo Ecoshape 330 ml, 550 ml, dan 1500 ml. PT. Sariguna Primatirta (Tanobel Food) dalam pembuatan produknya sangat memperhatikan kualitas produk yang dihasilkan. Perusahaan tersebut melakukan pengendalian terhadap kualitas Cleo 250 ml mulai dari bahan baku, proses produksi hingga produk jadi. Pengendalian bahan baku dilakukan dengan membuat standar kualitas bahan baku yang akan digunakan untuk proses produksi. Pengendalian terhadap proses produksinya dilakukan dengan melakukan inspeksi terhadap kualitas produk pada saat proses produksi berlangsung, yang dilakukan oleh departemen *Quality Control* (QC) misalnya dengan melakukan pengujian terhadap kekuatan *cup* (*Drop Test*) dan menguji kekuatan seal pada produk (*Sealing Test*). Sedangkan, pengendalian yang dilakukan untuk produk jadi yaitu menyortir produk yang sesuai standar (*Good Product*) dengan yang tidak sesuai standar (*Reject Product*) agar tidak ada produk yang tidak sesuai standar masuk ke area *packing* hingga sampai ke konsumen. Akan tetapi, meskipun pihak perusahaan telah melakukan pengendalian kualitas terhadap produk Cleo 250 ml, namun masih banyak kerusakan-kerusakan pada kemasan produk hasil proses produksi.

PT. Sariguna Primatirta memiliki standar batas kecacatan produk sebesar 0,13% dari total produksinya namun pada bulan September 2018 sampai agustus 2019, kecacatan produk cleo 250 ml mencapai 18%. Sehingga, hal tersebut juga mengakibatkan target produksi Cleo 250 ml tidak tercapai. Target yang ditetapkan dalam satu tahun tersebut adalah 490.100 box sedangkan jumlah produksinya yang sesuai standar produk sebesar 352.154 box. (Data hasil produksi cleo 250 ml PT. Sariguna Primatirta). Adapun kerusakan-kerusakan pada kemasan produk yang terjadi pada PT. Sariguna Primatirta yaitu *lid* bocor, *lid* miring, *lid* terbuka, cacat *trimming*, *cup* pecah dan *inject* rusak. Untuk meminimalisir tingkat kecacatan tersebut, maka diperlukan adanya tindakan seperti menentukan masalah, mengukur tingkat kecacatan, menganalisis faktor penyebab kecacatan, meningkatkan proses dan mengontrol kinerja proses dengan menggunakan metode *Six Sigma*. *Six Sigma* disebut sebagai metode yang berfokus pada proses dan pencegahan cacat (Snee, 1999). Berdasarkan uraian diatas maka peneliti mengangkat permasalahan ke dalam penulisan tugas akhir dengan judul "Pengendalian Kerusakan Kemasan dengan Metode *Six Sigma* pada Produk Cleo 250 ml PT. Sariguna Primatirta Kab. Gowa"

METODE PENELITIAN

Metode dalam menganalisis penelitian ini, penulis menggunakan metode *Six Sigma* yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*.

Define

Define adalah tahap pertama dalam metode peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini didefinisikan masalah yang terjadi di perusahaan. Hal ini berguna untuk mengidentifikasi tahapan proses pembuatan produk dan mengidentifikasi CTQ pada produk. Pada tahap ini dilakukan identifikasi jenis – jenis cacat yang terjadi, identifikasi jumlah cacat, persentase jumlah cacat, dan pentuan *Critical To Quality* (CTQ).

Measure

Measure (Pengukuran) adalah tahap kedua dalam metode peningkatan kualitas *Six Sigma*. Dalam tahap ini akan ditentukan nilai DPOM (*Defect Per Million Oppotunities*) dan nilai *Sigma Level* untuk mengukur kinerja perusahaan saat ini. Persamaan yang digunakan adalah :

$$DPMO = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{(\text{banyaknya sampel} \times \text{jumlah CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{Nilai Sigma} = \text{Normsinv} \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1.5$$

Analyze

Analyze merupakan tahap ketiga dalam metode peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap faktor – faktor penyebab ketidaksesuaian produk. Pada tahap ini digunakan alat bantu untuk menganalisis faktor penyebab cacat yaitu menggunakan *Tree Diagram*.

Improve

Improve (Perbaikan) merupakan tahap keempat dalam metode ini. Setelah sumber – sumber dan akar penyebab dari masalah teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan (*Action Plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas. Pada tahap ini dilakukan usulan perbaikan, implementasi dari perbaikan, perhitungan DPMO dan *Sigma Level*

setelah perbaikan. Untuk melakukan usulan perbaikan maka digunakan tools yaitu PDPC.

Control

Control (Pengendalian) merupakan tahap terakhir dalam peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil didapatkan nilai DPMO dan nilai *Sigma* dari hasil perbaikan yang kemudian perbaikan tersebut dilakukan dan dikendalikan oleh pihak perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Data Produksi

Berdasarkan data produksi Cleo 250 ml yang dikumpulkan dari hasil dokumentasi catatan perusahaan selama bulan September 2018 sampai Agustus 2019. Berikut data kerusakan produk yang dimaksud dalam penelitian.

Tabel 1 Data Target dan Hasil Produksi Cleo 250 ml

No	Bulan	Target (Box)	Hasil Produksi Box (1 Box = 48 pcs)
1	Sep-18	49300	33464
2	Oct-18	37700	28740
3	Nov-18	37700	24894
4	Dec-18	34800	26863
5	Jan-19	43500	33184
6	Feb-19	43500	33516
7	Mar-19	37700	28066
8	Apr-19	40600	30897
9	May-19	40600	29179
10	Jun-19	37700	28066
11	Jul-19	40600	26964
12	Aug-19	46400	28321
Total		490100	352154

Sumber data : Departemen produksi PT. Sariguna Primatirta

Data Kerusakan Kemasan Cleo 250 ml

Berdasarkan data kerusakan kemasan produk cleo 250 ml yang diperoleh dari hasil dokumentasi catatan perusahaan selama bulan September 2018 sampai Agustus 2019 dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 2. Data Kerusakan Kemasan pada Bulan September 2018 – Agustus 2019

No	Bulan	Total Kerusakan (Box)	Jenis Kerusakan (Box)					
			Trimming	Lid Bocor	Lid Miring	Lid Terbuka	Cup Pecah	Inject Rusak
1	Sep-18	5633	3505	950	425	350	240	163
2	Oct-18	5092	3190	843	514	185	150	210
3	Nov-18	5265	3752	560	310	314	160	169
4	Dec-18	5156	3013	612	750	477	224	80
5	Jan-19	5323	3415	942	415	437	101	13
6	Feb-19	5367	3526	792	625	183	94	147
7	Mar-19	5213	3490	645	534	232	201	111
8	Apr-19	5189	3800	320	636	80	281	72
9	May-19	5422	3654	430	502	190	350	296
10	Jun-19	5285	4100	300	180	320	310	75
11	Jul-19	5300	4250	630	142	190	70	8
12	Aug-19	5478	3873	502	311	328	320	144
Total		63723	43568	7526	5344	3286	2501	1488

Sumber data : Departemen produksi PT. Sariguna Primatirta

Pembahasan

Seperti yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, bahwa untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi maka penulis akan menggunakan metode *Six Sigma* dan menggunakan alat pada *New Seven Tools* yaitu *Tree Diagram* dan *PDPC* (*Process Decision Program Chart*). Adapun tahap dalam implementasi peningkatan kualitas *Six Sigma* terdiri dari 5 langkah yaitu *DMAIC* (*Define, Measure, Analyze, Improve and control*).

Tahap Define

➤ Mengidentifikasi CTQ (*Critical to Quality*)

CTQ (*Critical to Quality*) merupakan kriteria produk yang telah ditetapkan standarnya sebagai patokan kualitas produk yang diproduksi oleh perusahaan agar dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Dalam penelitian ini data jenis kerusakan kemasan yang dikelompokkan dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. CTQ potensi Kemasan produk Cleo 250 ml

No	CTQ (<i>Critical to Quality</i>)	Keterangan
1	<i>Cacat Trimming</i>	<i>Lid</i> yang terpotong sangat lebar atau melebihi dari ukuran standar (1-4mm) yang telah ditetapkan oleh perusahaan dan <i>cup</i> terpotong
2	<i>Lid Bocor</i>	<i>Lid</i> (plastik penutup <i>cup</i>) bocor
3	<i>Lid Miring</i>	<i>Lid</i> yang terpasang bentuknya miring, tidak presisi ditengah <i>cup</i>
4	<i>Lid Terbuka</i>	<i>Lid</i> tidak menempel secara menyeluruh pada bibir <i>cup</i>
5	<i>Cup Pecah</i>	Badan <i>Cup</i> terbelah
6	<i>Inject Rusak</i>	<i>Inject</i> pada <i>lid</i> produk ada double, terbalik, dan juga pudar/tidak terbaca dengan jelas tanggal kadaluwarsa produk

Sumber Data : Departemen Produksi PT. Sariguna Primatirta

➤ Persentase Jumlah kerusakan kemasan

Dari tabel di atas, dapat dihitung jumlah cacat secara keseluruhan. Setelah di dapat persentase untuk masing-masing kerusakan kemasan pada produk maka diurutkan mulai dari persentase yang terbesar ke terkecil kerusakan kemasan yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Persentase Jumlah Cacat

No	Jenisi Kecacatan	Jumlah cacat (Box)	Persentase (%)
1	<i>Trimming</i>	43568	68.38
2	<i>Lid Bocor</i>	7526	11.81
3	<i>Lid Miring</i>	5344	8.39
4	<i>Lid Terbuka</i>	3286	5.16
5	<i>Cup Pecah</i>	2501	3.93
6	<i>Inject Rusak</i>	1488	2.34
Total		63713	100

Sumber Data : Departemen Produksi PT. Sariguna Primatirta

Berdasarkan hasil perhitungan dari tabel diatas, maka dapat diketahui bahwa jenis kecacatan *trimming* memiliki jumlah cacat terbesar yaitu sebesar 43568 Box dengan persentasi 68.38 %.

Tahap Measure

Tahap pengukuran (*Measure*) adalah tahap kedua dalam metode ini. Dalam tahap ini akan ditentukan nilai DPMO dan nilai Sigma level. DPMO (*Defect Per Million Oppurtunity*) adalah ukuran kegagalan dalam *Six Sigma* yang menunjukkan kegagalan persejuta kesempatan. Untuk nilai DPMO dan *Sigma* selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5. Nilai DPMO dan Sigma

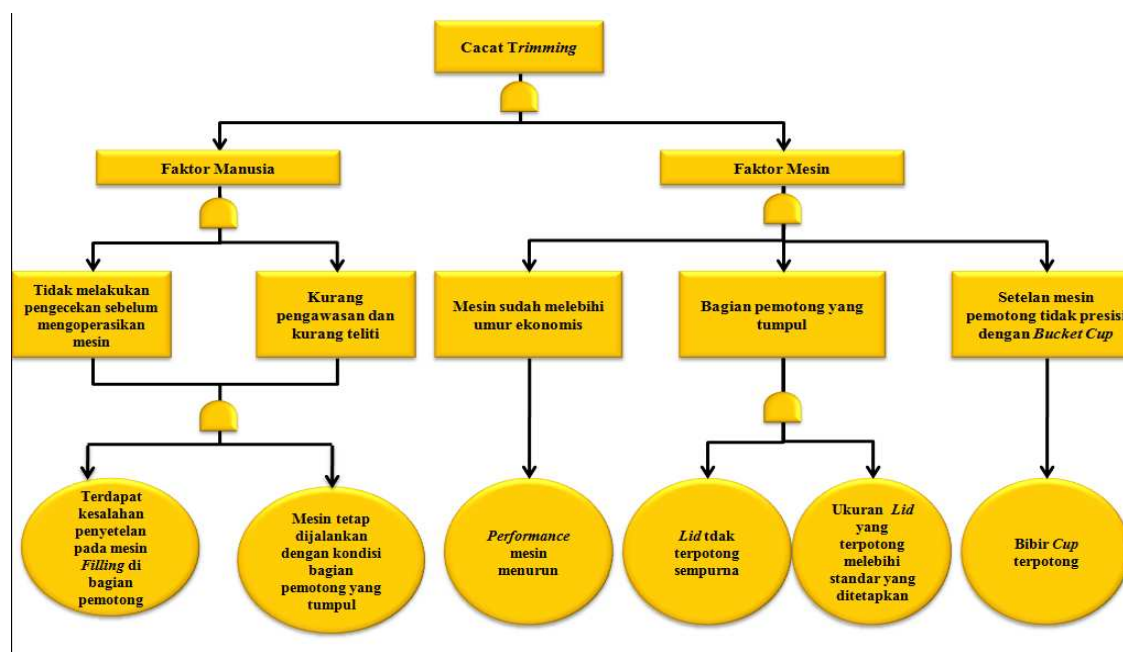
No	Bulan	Jumlah Produksi (Box)	Jumlah Cacat <i>Trimming</i> (Box)	CTQ	DPMO	<i>Sigma</i>
1	Sep-18	33464	3505	6	17456.6	3.61
2	Oct-18	28740	3190	6	18499.2	3.59
3	Nov-18	24894	3752	6	25119.8	3.46
4	Dec-18	26863	3013	6	18693.6	3.58
5	Jan-19	33184	3415	6	17151.8	3.62
6	Feb-19	33516	3526	6	17533.9	3.61
7	Mar-19	28066	3490	6	20725	3.54
8	Apr-19	30897	3800	6	20498.2	3.54
9	May-19	29179	3654	6	20871.2	3.54
10	Jun-19	28066	4100	6	24347.4	3.47
11	Jul-19	26964	4250	6	26269.6	3.44
12	Aug-19	28321	3873	6	22792.3	3.50
Total		352154	43568	6	20829.9	3.54

Sumber Data : Pengolahan Data dari *Microsoft Excel 2007*

Berdasarkan hasil perhitungan dari tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai DPMO rata – rata sebesar 20829,9 dan nilai *sigma* sebesar 3,54. Menurut Vincent Gaspersz (2002) diketahui bahwa rata – rata industri di indonesia masih berada pada tingkat sekitar 3 – 4 *sigma* dengan nilai DPMO 6.210 – 66.807. Hal ini menunjukkan bahwa kapabilitas proses penyebab cacat produk ini masih pada tingkat rata – rata industri di Indonesia. Tetapi meskipun demikian, hal ini merupakan sebuah kerugian yang cukup besar apabila tidak ditangani sebab semakin banyak produk yang gagal dalam proses produksi tentunya mengakibatkan pembengkakan biaya produksi.

Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* merupakan tahap ketiga dalam metode *Six sigma*. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap faktor penyebab cacat *trimming* yang memiliki jumlah cacat terbesar. Sebelum dilakukan langkah – langkah perbaikan, maka terlebih dahulu harus dianalisa penyebab cacat *trimming* kemasan Cleo 250 ml dengan menggunakan *tree Diagram*. Diagram pohon untuk bisa mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi cacat *trimming* tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 *tree diagram* faktor penyebab cacat *trimming*.



Gambar 1. Tree Diagram Cacat *Trimming*

Tahap *Improve*

Pada tahap ini dilakukan usulan atau tindakan perbaikan untuk melakukan peningkatan kualitas. Program keputusan proses bagan sistematis mengidentifikasi apa yang mungkin terjadi dalam rencana untuk pengembangan. Penanggulan dikembangkan untuk mencegah atau mengimbangi masalah tersebut. Pada tahap ini, untuk melakukan *improve* penulis menggunakan PDPC (*Process Decision Program Chart*). Kita dapat merevisi rencana untuk menghindari masalah atau siap dengan respon terbaik ketika sebuah masalah terjadi. Untuk diagram PDPC dapat dilihat pada gambar 2 PDPC (*Process Decision Program Chart*) *Improve* Cacat *Trimming*.

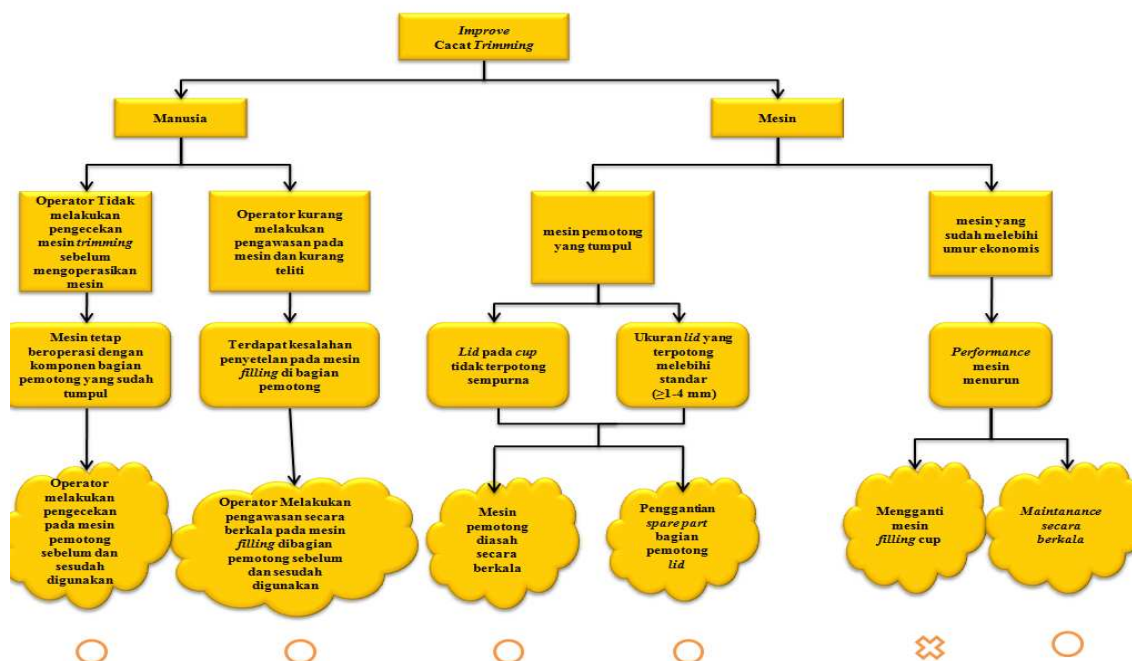
Control

Adapun tahap *control* (pengendalian) sebagai proyek *six sigma* yang menekankan terhadap pendokumentasian dan penyebaran tindakan yang dilakukan dan mempunyai tujuan untuk mengevaluasi proses perbaikan yang telah dilakukan dengan efektif dan efisien serta untuk menjaga kondisi proses agar tetap stabil dan tidak mengalami penurunan kembali. Karena pada penelitian ini tindakan perbaikan masih berupa usulan. Jadi *control* dilakukan setelah usulan perbaikan diimplementasikan.

Adapun tindakan-tindakan yang perlu dilakukan :

- 1) Melakukan pengecekan pada mesin pemotong sebelum digunakan
- 2) Melakukan pengawasan secara berkala pada setelan mesin *filling* dibagian pemotong sebelum dan sesudah digunakan
- 3) Mesin pemotong diasah secara berkala
- 4) Melakukan *maintanance* secara berkala

Melakukan perhitungan DPMO dan nilai *sigma* secara berkala tiap periodenya untuk mengetahui kemampuan proses dalam menghasilkan produk tanpa cacat per satu juta kesempatan.



Gambar 2. PDPC (*process decision program chart*) *improve* cacat *trimming*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa cacat *trimming* merupakan jenis cacat yang paling tinggi. Cacat *trimming* di pengaruhi oleh faktor manusia dan mesin.

Adapun Rekomendasi/Usulan untuk pengendalian kerusakan kemasan Cleo 250 ml:

- 1) Operator melakukan pengecekan pada mesin pemotong sebelum dan setelah digunakan
- 2) Operator melakukan pengawasan secara berkala pada mesin *filling* dibagian pemotong sebelum dan sesudah digunakan

- 3) Mesin pemotong diasah secara berkala
- 4) Pergantian *spare part* bagian pemotong *lid*
- 5) Pengawasan terhadap setelan mesin pemotong
- 6) *Maintanance* secara berkala

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Assauri, Sofjan. 1998. *Manajemen Produksi*. Edisi 4. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [2] Kho, Budi. 2016. *Pengertian Diagram pohon (Tree Diagram) dan cara membuatnya*. Yogyakarta: BPFE.
- [3] Kotler dan Keller. 2009. *Manajemen Pemasaran*. Jilid I. Edisi ke 13. Jakarta: Erlangga.
- [4] Kotler dan Keller. 2012. *Manajemen Pemasaran*. Jilid I. Edisi ke 12. Jakarta: Erlangga.
- [5] Kotler, Philip dan Kevin Lane Keller. 2012. *Prinsip-prinsip Pemasaran*. Edisi 13. Jilid 1: Erlangga Jakarta.
- [6] Louw, A. & Kimber, M. (2007). *The Power of Packing, The Customer Equity Company*. Gramedia: Jakarta.
- [7] Nasution. 2001. *Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management)*, Anggota IKPI. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [8] Prawirosentono, Suyadi. 2007. *Filosofi Baru Tentang Mutu Terpadu*. Edisi 2. Jakarta: Bumi Aksara.
- [9] Rangkuti, Freddy. 2010. *Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis: PT Gramedia Pustaka Utama Jakarta*.
- [10] Shuai, Z., & Kun, W. (2013). *New 7 QC Tools*. Dipetik 11 11.: <http://www.math.mun.ca/~variyath/New7QCtools.pdf>
- [11] Simamora, Bilson. 2007. *Panduan Riset dan Perilaku Konsumen*: Gramedia Jakarta.
- [12] Suyadi, Prawirosentono. (2002). *Filosofi baru manajemen mutu terpadu TQM*. Jakarta : Bumi Aksara.
- [13] Wijayanti, Titik. 2012. *Marketing Plan dalam Bisnis*. Edisi 1: PT Elex Media Komputindo Jakarta.
- [14] Yamit, Z. 2002. *Manajemen Kualitas Produk dan Jasa*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Ekonisia Kampus Fakultas Ekonomi UII.

Bidang: Teknik Industri Agro Topik: Ergonomi, Perancangan Sistem Kerja dan Perancangan Produk

**ANALISIS PERBAIKAN POSTUR KERJA OPERATOR
PEMASANGAN LABEL SECARA MANUAL
UNTUK MENGHINDARI RISIKO *MUSCULOSKELETAL*
(STUDI KASUS PT. SARIGUNA PRIMATIRTA KABUPATEN GOWA)**

Muhammad Basri ¹, Tazlymah Aisyah Putri ²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Makassar

muhammadbasri1968@gmail.com¹, tazlymahaisyah@gmail.com²

ABSTRAK

PT. Sariguna Primatirta merupakan salah satu pabrik pengolahan air minum dalam kemasan (AMDK) yang terletak di Jl. Poros Malino KM.25, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia. Salah satu kemasan yang digunakan adalah botol. Pada pengolahan air minum dalam kemasan botol ini terdapat bagian yaitu pemasangan label yang masih menggunakan tenaga kerja manusia dengan sikap kerja duduk dan keadaan posisi membungkuk serta kaki bergelantungan tidak ada tumpuan yang membuat pekerja mudah lelah. Dengan metode penelitian observasi, wawancara dan dokumentasi untuk mengetahui nilai postur kerja yang ergonomi pada bagian pemasangan label maka dari itu penulis ingin melakukan analisis postur kerja saat ini menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*). Berdasarkan hasil pengolahan data dengan metode RULA didapatkan hasil dari *grand score* dari dua pekerja yaitu 5 dan 6 yang artinya dibutuhkan perbaikan postur kerja segera. Pada hasil pengolahan data usulan perbaikan didapatkan *grand score* yaitu 3 yang artinya memiliki risiko lebih kecil dari sebelumnya atau perbaikan dapat dilakukan beberapa waktu kedepan.

Kata kunci: pemasangan label, *musculoskeletal*, rula, postur kerja.

ABSTRACT

PT. Sariguna Primatirta is a bottled drinking water (AMDK) processing plant located on Jl. Poros Malino KM.25, Gowa Regency, South Sulawesi, Indonesia. One of the packages used is a bottle. In the processing of bottled drinking water, it is found in the labeling section that still uses human labor with a sitting attitude and the condition and hanging legs have no support which makes workers tired easily. With the method of observation, interviews and documentation to find out the value of ergonomic work posture on the label section, therefore the author wants to do a work posture analysis when using the RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) method.

Based on the results of data processing using the RULA method, it was obtained the results from two workers, which means that immediate work posture improvement is needed. In the results of data processing, the original data manipulation is built based on data that has a smaller risk than before or improvements can be made several days in the future.

Keywords: labeling, *musculoskeletal*, rula, work posture.

PENDAHULUAN

Energi yang di perlukan pada posisi duduk lebih sedikit dari pada berdiri, karena pada saat duduk beban otot statis bertumpuh pada kaki. Operator yang bekerja dengan posisi duduk memerlukan sedikit istirahat dan lebih produktif secara potensial, selain itu operator juga kuat dan mahir.

Musculoskeletal disorder merupakan penyakit atau masalah ergonomi yang sering kita jumpai di tempat kerja khususnya pada dunia industri. Masalah ini dialami oleh pekerja yang melakukan kegiatan kerja secara berulang dan terus-menerus, pekerjaan yang bersamaan dan juga akibat dari ketidaknyamanan serta keamanan kondisi kerja.

PT. Sariguna Primatirta merupakan cabang perusahaan Tanobel Food yang bergerak dalam bidang produksi AMDK (Air

Minum Dalam Kemasan) berlokasi di Poros Malino. Proses produksi di perusahaan ini belum seluruhnya menggunakan mesin otomatis. Salah satunya saat proses pelabelan atau pemasangan label pada produksi kemasan botol.

Proses pelabelan atau pemasangan label kemasan botol hanya menggunakan 2 pekerja yang keseluruhannya adalah laki-laki. Aktivitas ini dilakukan secara terus-menerus selama 8 jam kerja setiap hari dengan jumlah produksi kurang lebih 10.000 botol. Sikap kerja yaitu duduk dengan keadaan posisi membungkuk dan kaki bergelantungan tidak ada tumpuan sehingga menyebabkan terjadinya ketidak seimbangan postur tubuh pekerja. Kondisi sikap kerja tersebut sangatlah tidak ergonomis. Keluhan sakit pada bagian tubuh pekerja yang seringkali dirasakan pada lengan, bahu, pinggul dan paha. Dari permasalahan tersebut perlu adanya evaluasi pada faktor fisik kegiatan pemasangan label sehingga dapat membuat pekerja menjadi lebih nyaman dan aman saat melakukan pekerjaan.

Dalam penelitian ini penulis akan menganalisis postur kerja dengan menggunakan metode RULA yang akan difokuskan pada tubuh bagian atas, sehingga dapat memberikan solusi bagi pekerja postur tubuh seperti apa yang ergonomis.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah penelitian studi kasus dengan cara menerapkan metode RULA yang dikembangkan oleh McAtamney dan Corlett 1993 dengan mengimplementasikan teori tersebut pada pekerja di bagian pemasangan label pada PT. Sariguna Primatirta untuk mengetahui risiko cedera yang diakibatkan dari postur tubuh para pekerja dalam melakukan pekerjaannya. Berdasarkan hal tersebut maka analisa data dengan mengukur dampak dari postur tubuh pekerja dengan menggunakan kuesioner *Nordic body map* dan sudut postur tubuh pekerja dengan menggunakan metode RULA.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Observasi langsung, dilakukan dengan mengamati proses produksi dan sistem *maintenance* yang dilakukan per usaha terutama pada mesin extruder.
- 2) Wawancara, dilakukan dengan melakukan wawancara kepada operator, dan staf yang berhubungan dengan objek yang akan diteliti.
- 3) Dokumentasi
- 4) Untuk memperoleh data dengan mengambil gambarsikap dan postur tubuh pekerja saat bekerja
- 5) Kajian pustaka, teknik pengumpulan data dengan membuka website dan membaca refrensi yang berhubungan dengan objek penelitian.
- 6) Dokumen perusahaan, Sebagai referensi pendukung dari arsip milik perusahaan.yang berkaitan dengan objek penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

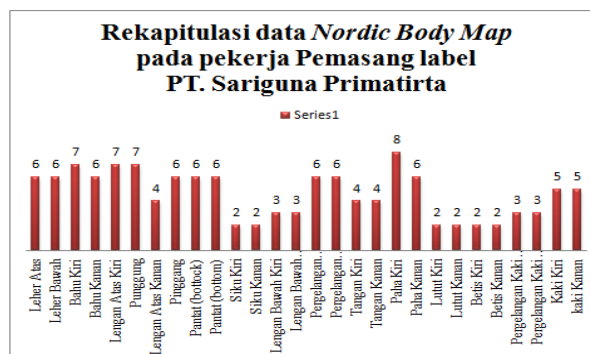
Nordic Body Map (NBM)

Tahap Pengolahan data NBM yaitu dengan membagi kuesioner NBM kepada 4 responden yang merupakan pekerja pada bagian pemasangan label, kemudian hasil kuesioner diolah dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Data pekerja

No	Nama	Umur (tahun)	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan (cm)	Lama Kerja (tahun)	Suku	Pendidikan
1	Sergio	21	57	176	3	Makassar	SMA
2	Hidayat	22	74	175	4	Makassar	SMA

Tabel 2. Hasil rekapitulasi Nordic Body Map (NBM)



Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa ada beberapa bagian tubuh yang paling banyak dirasakan oleh pekerja yaitu :

- 1) Keluhan dengan jumlah terbanyak yaitu 8 dirasakan pada bagian tubuh paha kiri.
- 2) Keluhan dengan jumlah 7 dirasakan pada bagian tubuh, yakni Bahu kiri; Lengan atas kiri ;Punggung

Keluhan tersebut terjadi akibat bagian tubuh sebelah kiri dan juga punggung merupakan tumpuan saat melakukan pemasangan label. Yang dimana pemasangan label ini dilakukan selama 8 jam dengan pemasangan label kurang lebih 10.000 botol.

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

1) Pekerja 1 Pemasangan Label



Gambar 1. Proses pemasangan label oleh pekerja 1

Grup A

➤ Lengan Atas

Berdasarkan gambar di atas (garis sudut kuning) dapat diketahui bahwa sudut pergerakan lengan atas yaitu 28°. Jadi skor RULA untuk pergerakan lengan atas sebanyak 2.

➤ Lengan Bawah

Berdasarkan gambar di atas (garis sudut hijau) dapat diketahui bahwa sudut pergerakan lengan bawah yaitu 115°. Jadi skor RULA untuk pergerakan lengan bawah sebanyak 2.

➤ Pergelangan Tangan

Berdasarkan gambar di atas (garis sudut biru) dapat diketahui bahwa sudut pergelangan tangan yaitu 30°. Jadi skor RULA untuk pergelangan tangan sebanyak 3.

➤ Putaran Pergelangan Tangan

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat telapak tangan tertekuk pada posisi tengah sehingga mendapatkan skor 1.

➤ Pembobotan Skor Grup A

Setelah kita mendapatkan skor dari bagian tubuh grup A maka dilakukan pembobotan skor kedalam tabel sebagai berikut sehingga didapatkan skor grup A pada pekerja 1 sebanyak 3.

Tabel 3. Skor grup A oleh pekerja 1

Tabel A		Pergelangan Tangan							
		1		2		3		4	
		Pergelangan Tangan Menekuk		Pergelangan Tangan Menekuk		Pergelangan Tangan Menekuk		Pergelangan Tangan Menekuk	
Lengan Atas	Lengan Bawah	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
	4	2	2	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
	4	2	3	3	3	4	4	5	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
	4	1	4	4	4	4	4	5	5
4	1	2	4	4	4	4	4	5	5
	2	2	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
	4	1	5	5	5	5	6	6	7
5	1	2	6	6	6	6	7	7	7
	2	2	6	6	6	6	7	7	7
	3	3	6	6	7	7	7	7	8
	4	1	7	7	7	7	8	8	9
6	1	2	8	8	8	8	9	9	9
	2	2	8	8	8	8	9	9	9
	3	3	9	9	9	9	9	9	9
	4	3	9	9	9	9	9	9	9

Grup B

➤ Leher

Berdasarkan gambar di atas (garis sudut merah) dapat diketahui bahwa pergerakan leher yaitu 60°. Jadi skor RULA untuk pergerakan leher sebanyak 3.

➤ Punggung

Berdasarkan gambar di atas (garis sudut ungu) dapat diketahui bahwa pergerakan punggung yaitu 30°. Jadi skor RULA untuk pergerakan punggung sebanyak 3.

➤ Kaki

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa kaki operator pemasang label tidak menyentuh permukaan lantai (bergelantung/tidak seimbang) maka diberi skor 2.

➤ Pembobotan Skor Grup B

Setelah kita mendapatkan skor dari bagian tubuh grup B maka dilakukan pembobotan skor kedalam tabel sebagai berikut sehingga didapatkan skor grup B pada pekerja 1 sebanyak 5.

Tabel 4. Skor grup B oleh pekerja 1

Tabel B	Batang Tubuh											
	1		2		3		4		5		6	
	kaki		kaki		kaki		kaki		kaki		kaki	
Leher	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Grand Score

Tahap *grand score* bertujuan untuk menggabungkan Skor C dan Skor D menjadi suatu *grand score* tunggal yang dapat memberikan panduan terhadap prioritas penyelidikan atau investigasi berikutnya. Tiap kemungkinan kombinasi Skor C dan Skor D telah diberikan peringkat, yang disebut *grand score* dari 1-7 berdasarkan estimasi resiko cedera yang berkaitan dengan pembebanan muskuloskeletal. *Grand score* dapat diformulasikan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Skor A} + \text{skor aktivitas} + \text{skor beban untuk kelompok A} = \text{skor C.}$$

$$\text{Skor B} + \text{skor aktivitas} + \text{skor beban untuk kelompok B} = \text{skor D.}$$

➤ Penambah Skor Aktivitas

Pada penelitian postur tubuh yang telah dilakukan ada pengulangan tindakan secara terus menerus lebih dari 4 kali dalam semenit maka ditambahkan skor sebanyak 1.

➤ Penambah Skor Beban

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tidak ada beban kerja berlebihan yang dilakukan, maka skor 0.

$$\begin{aligned} \text{Score C} &= \text{Score group A} + \text{Score Aktivitas} + \text{Score Beban} \\ &= 3 + 1 + 0 \\ &= 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Score D} &= \text{Score group B} + \text{Score Aktivitas} + \text{Score Beban} \\ &= 5 + 1 + 0 \\ &= 6 \end{aligned}$$

Tabel 5. Grand score pekerja 1

Score C	Nilai Akhir (Grand Total Score)								
	Score D								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7	7
9	5	5	6	7	7	7	7	7	7

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa grand score pada postur tubuh pekerja 1 pemasang label yaitu 6, maka *Action Level 3* (Skor 5 atau 6) menunjukkan bahwa dibutuhkan tindakan segera.

2) Pekerja 2 Pemasangan Label



Gambar 2. Proses pemasangan label oleh pekerja 2

Grup A

- Lengan Atas
Berdasarkan gambar di atas (garis sudut kuning) dapat diketahui bahwa sudut pergerakan lengan atas yaitu 30° . Jadi skor RULA untuk pergerakan lengan atas sebanyak 2.
- Lengan Bawah
Berdasarkan gambar di atas (garis sudut hijau) dapat diketahui bahwa sudut pergerakan lengan bawah yaitu 100° . Jadi skor RULA untuk pergerakan lengan bawah sebanyak 2.
- Pergelangan Tangan
Berdasarkan gambar di atas (garis sudut biru) dapat diketahui bahwa sudut pergelangan tangan yaitu 40° . Jadi skor RULA untuk pergelangan tangan sebanyak 3.
- Putaran Pergelangan Tangan
Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat telapak tangan tertekuk pada posisi tengah sehingga mendapatkan skor 1.
- Pembobotan Skor Grup A
Setelah kita mendapatkan skor dari bagian tubuh grup A maka dilakukan pembobotan skor kedalam tabel sebagai berikut sehingga didapatkan skor grup A oleh pekerja 2 sebanyak 3.

Tabel 6. Skor grup A oleh pekerja 2

Tabel A		Pergelangan Tangan							
Lengan Atas	Lengan Bawah	1		2		3		4	
		Pergelangan Tangan Menekuk		Pergelangan Tangan Menekuk		Pergelangan Tangan Menekuk		Pergelangan Tangan Menekuk	
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	1	4	4	4	4	4	5	5
	2	2	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	1	5	5	5	5	6	6	7
	2	2	6	6	6	6	7	7	7
	3	3	6	6	7	7	7	7	8
6	1	1	7	7	7	7	8	8	9
	2	2	8	8	8	8	9	9	9
	3	3	9	9	9	9	9	9	9

Grup B

- Leher
Berdasarkan gambar di atas (garis sudut merah) dapat diketahui bahwa pergerakan leher yaitu 70° . Jadi skor RULA untuk pergerakan leher sebanyak 3.

➤ Punggung

Berdasarkan gambar di atas (garis sudut ungu) dapat diketahui bahwa pergerakan punggung yaitu 15°. Jadi skor RULA untuk pergerakan punggung sebanyak 2.

➤ Kaki

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa kaki operator pemasang label tidak menyentuh permukaan lantai (bergelantung/tidak seimbang) maka diberi skor 2.

➤ Pembobotan Skor Grup B

Setelah kita mendapatkan skor dari bagian tubuh grup B maka dilakukan pembobotan skor kedalam tabel sebagai berikut sehingga didapatkan skor grup B oleh pekerja 2 sebanyak 4.

Tabel 7. Skor grup B oleh pekerja 2

Tabel B	Batang Tubuh											
	1		2		3		4		5		6	
	kaki		kaki		kaki		kaki		kaki		kaki	
Leher	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Grand Score

Tahap *grand score* bertujuan untuk menggabungkan Skor C dan Skor D menjadi suatu *grand score* tunggal yang dapat memberikan panduan terhadap prioritas penyelidikan atau investigasi berikutnya. Tiap kemungkinan kombinasi Skor C dan Skor D telah diberikan peringkat, yang disebut *grand score* dari 1-7 berdasarkan estimasi resiko cedera yang berkaitan dengan pembebanan muskuloskeletal. *Grand score* dapat diformulasikan dengan rumus sebagai berikut:

Skor A + skor aktivitas + skor beban untuk kelompok A = skor C.

Skor B + skor aktivitas + skor beban untuk kelompok B = skor D.

➤ Penambah Skor Aktivitas

Pada penelitian postur tubuh yang telah dilakukan ada pengulangan tindakan secara terus menerus lebih dari 4 kali dalam semenit maka ditambahkan skor sebanyak 1.

➤ Penambah Skor Beban

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tidak ada beban kerja berlebihan yang dilakukan, maka skor 0.

$$\begin{aligned}
 \text{Score C} &= \text{Score group A} + \text{Score Aktivitas} + \text{Score Beban} \\
 &= 3 + 1 + 0 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Score D} &= \text{Score group B} + \text{Score Aktivitas} + \text{Score Beban} \\
 &= 4 + 1 + 0 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

Tabel 8. Grand Score Pekerja 2

Score C	Nilai Akhir (Grand Total Score)								
	Score D								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7	7
9	5	5	6	7	7	7	7	7	7

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa grand score pada postur tubuh pekerja 2 pemasang label yaitu 5, maka *Action Level 3* (Skor 5 atau 6) menunjukkan bahwa dibutuhkan tindakan segera.

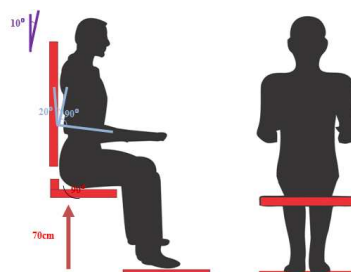
Hasil Identifikasi Berdasarkan Metode RULA dan Rekapitulasi NBM

Berdasarkan kuesioner *Nordic body map* menunjukkan bahwa ada beberapa keluhan dibagian tubuh yang sering mengalami sakit ketika melakukan pekerjaan secara terus menerus yaitu bagian tubuh paha kiri, bahu kiri, lengan atas kiri dan punggung. Hal ini terjadi akibat posisi kerja yang tidak seimbang dikarenakan hanya tubuh bagian kiri yang menjadi tumpuan saat melakukan aktivitas kerja. Ini kita dapat lihat dari hasil *grand score* pada Metode RULA yang digunakan dimana hasilnya menunjukkan bahwa dibutuhkan tindakan segera untuk menghindari keluhan *musculoskeletal* pada pekerja menjadi lebih fatal. Dan juga pada Metode RULA ini menunjukkan hasil bahwa keluhan yang sering terjadi terdapat pada bagian tubuh grup B (leher, punggung dan kaki).

Usulan Perbaikan Terhadap Pekerja Bagian Pemasangan Label

Kondisi tempat kerja yang tidak ergonomis memungkinkan adanya keluhan *musculoskeletal disorder* pada tubuh pekerja. Oleh karena itu dibutuhkan usulan perbaikan kondisi kerja untuk memperbaiki kondisi tempat kerja baik postur tubuh yang dilakukan maupun fasilitas yang akan digunakan khususnya pada kegiatan pemasangan label secara manual ini.

Dimana postur tubuh saat melakukan kegiatan pemasangan label ini leher seringkali menunduk, punggung membungkuk, lengan atas dan bawah yang bergerak secara berulang saat memasukkan label ke dalam botol dan kaki yang tidak seimbang (bergelantung) tidak sampai pada permukaan lantai. Usulan perbaikan untuk kegiatan pemasangan label secara manual ini dengan perbaikan postur kerja yang ergonomis dengan melihat worksheet pada RULA dan juga penambahan penyangga kaki dengan tinggi 70cm dari tempat duduk sebagai tumpuan kaki agar dapat membantu beban badan pekerja tidak cepat merasakan kelelahan.



Gambar 3. Usulan Perbaikan Postur Kerja

Postur kerja usulan tersebut kemudian dinilai kembali dengan metode RULA. Untuk mengetahui apakah postur tersebut lebih baik atau tidak. Hasil penilaian postur kerja usulan dengan menggunakan metode RULA dapat dilihat pada tabel 4.9 :

Tabel 9. Hasil penilaian postur kerja usulan untuk operator pemasangan label

No	Bagian Tubuh	Skor	Skor Akhir	Total Skor
1	Lengan atas membentuk sudut 20°	1	2	3
2	Lengan bawah membentuk sudut 90°	1		
3	Pergelangan tangan membentuk sudut 10°	2		
4	Penambahan skor aktivitas (berulang-ulang, lebih dari 4 kali/menit)	1	3 + 1 = 3 (Skor A)	
5	Leher membentuk sudut 0-10°	1	1	
6	Batang tubuh berada pada posisi normal 90°	1		
7	Kaki berada posisi seimbang	1		
8	Penambahan skor aktivitas (berulang-ulang, lebih dari 4 kali/menit)	1	1 + 1 = 2 (Skor B)	

Dari hasil penilaian postur kerja usulan dapat disimpulkan bahwa postur kerja perlu diperbaiki beberapa waktu kedepan atau memiliki resiko yang kecil dengan *grand score* 3. Hal ini menunjukkan bahwa postur kerja usulan lebih baik dari pada postur kerja sebelumnya yang perlu dilakukan tindakan segera.

KESIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini yaitu pada pekerja 1 didapatkan hasil skor postur tubuh grup A pada pekerja 1 adalah 3. Kemudian ditambahkan 1 skor karena adanya gerakan yang berulang sebanyak 4 kali dalam waktu satu menit. Jadi skor pada grup A adalah 4 dan didapatkan hasil skor postur tubuh grup B pada pekerja 1 adalah 5. Kemudian ditambahkan 1 skor karena adanya gerakan yang berulang sebanyak 4 kali dalam waktu satu menit. Jadi skor pada grup B adalah 6. Setelah didapatkan skor pada postur tubuh grup A dan B maka masing-masing skor dibobotkan untuk mendapatkan *grand score*. Jadi pada pekerja 1 didapatkan hasil 6, artinya tindakan yang harus dilakukan adalah perbaikan segera. Pada pekerja 2 didapatkan hasil skor postur tubuh grup A pada pekerja 2 adalah 3. Kemudian ditambahkan 1 skor karena adanya gerakan yang berulang sebanyak 4 kali dalam waktu satu menit. Jadi skor pada grup A adalah 4 dan didapatkan hasil skor postur tubuh grup B pada pekerja 2 adalah 4. Kemudian ditambahkan 1 skor karena adanya gerakan yang berulang sebanyak 4 kali dalam waktu satu menit. Jadi skor pada grup B adalah 5. Setelah didapatkan skor pada postur tubuh grup A dan B maka masing-masing skor dibobotkan untuk mendapatkan *grand score*. Jadi pada pekerja 2 didapatkan hasil 5, artinya tindakan yang harus dilakukan adalah perbaikan segera.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] McAtamney, Lynn and Corlett, E Nigel. 1993, *RULA: A Survey Method for Investigation of Work-related upper Limb Disorders*. Applied Ergonomics, vol.24 No.2, p.91-99.
- [2] N. Buchari & Selvi I.R., 2008. Usulan Perancangan Postur Kerja dengan Menggunakan Pendekatan Biomekanika dan Fisiologis pada Aktivitas Pencetakan Batu Bata. Makalah dalam Seminar Nasional Teknik Industri dan Kongres BKSTI V.
- [3] McAtamney, Lynn and Corlett, E Nigel. 1993, *RULA: A Survey Method for Investigation of Work-related upper Limb Disorders*. Applied Ergonomics, vol.24 No.2, p.91-99.

Bidang: Teknik Industri Agro Topik: Ergonomi, Perancangan Sistem Kerja dan Perancangan Produk

PENGUKURAN POSTUR TUBUH PEKERJA DENGAN METODE REBA PADA PROSES *COOKING NATA DE COCO* (STUDY KASUS PADA PT. TRI TEGUH MANUNGGAL SEJATI DI KABUPATEN GOWA)

Arminas¹, Abd Samad², Hamidah³

**^{1,2,3} Jurusan Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Makassar
arminas.atim@yahoo.com¹, Hamidah17tiab@gmail.com³**

ABSTRAK

PT. Tritегuh Manunggalsejati merupakan industri minuman ringan yang proses produksinya didominasi dengan pemindahan bahan secara manual, salah satunya pada stasiun kerja *cooking nata de coco*. Pada stasiun kerja tersebut terdapat proses pemindahan *nata de coco* kering ($\pm 20\text{Kg}$) diangkat ke bagian pengembangan dengan jarak ± 8 meter dan tinggi $\pm 1,7$ meter. Selain itu, terdapat proses pemindahan *nata de coco* hasil pengembangan ke pemasakan diangkat dengan posisi membungkuk memiliki jarak ± 6 meter dan tinggi $\pm 1,7$ meter, Kegiatan ini dilakukan secara berulang-ulang, sehingga berpotensi menimbulkan cedera otot rangka (*Musculoskeletal Disorder*) pada pekerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko cedera pada otot rangka serta memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi gangguan tersebut pada pekerja. Penelitian ini merupakan penelitian observasional menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) dan metode REBA (*Rapid Entire Body Assessment*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bagian tubuh yang dikeluhkan sangat sakit oleh operator adalah bagian punggung dan pinggang dengan tingkat risiko Level 4, artinya risiko terjadi cedera sangat tinggi dan perlu perbaikan saat ini. Adapun usulan perbaikan untuk aktivitas pemindahan *nata de coco* kering yaitu dengan mengurangi ketinggian tempat meletakkan ember *nata de coco* menjadi 0,97 meter dan untuk aktivitas pemindahan *nata de coco* hasil pengembangan dilakukan dengan menggunakan teknik pengangkatan *basic lift*.

Kata kunci: ergonomi, postur tubuh, *musculoskeletal disorder*, NBM, REBA.

ABSTRACT

PT. Tritегuh Manunggalsejati is drink industry whose production process is dominated by manual materials handling, one of which is at the cooking nata de coco workstation. At the workstation, there is a process of transfer dry nata de coco ($\pm 20\text{ kg}$) being lifted to the development section with a distance of ± 8 meters and a height of ± 1.7 meters. In addition, there is a process of transfer the developed nata de coco to cooking and is lifted in a bent position with a distance of ± 6 meters and a height of ± 1.7 meters. This research aims to determine the level of risk of injury musculoskeletal and provide recommendations for improvements to reduce the disturbance to workers. This research is an observational research using the Nordic Body Map (NBM) questionnaire and the REBA (Rapid Entire Body Assessment) method. The results showed that the parts of the body that the operator complained about were very painful were the back and hips with a Level 4 risk level, meaning that the risk of injury was very high and needed repair at this time. The proposed improvement for the activity of removing dry nata de coco is by reducing the height of the place where the nata de coco bucket is placed to 0.97 meters and for the activity of moving the nata de coco as a result of the development it is carried out using the basic lift technique.

Keywords: ergonomic, body posture, musculoskeletal disorder, NBM, REBA.

PENDAHULUAN

Suatu perusahaan atau pabrik yang memiliki kegiatan produksi pasti akan melakukan kegiatan pengangkutan dan pemindahan bahan. Pemindahan bahan yang tidak ergonomis dapat menimbulkan risiko gangguan pada otot skeletal (musculoskeletal disorders). Hal ini didukung oleh data dari Departemen Kesehatan (2005) menyatakan bahwa penyakit yang diderita pekerja sehubungan dengan pekerjaannya terhadap 9.482 pekerja di 12 kabupaten atau kota di Indonesia penyakit Musculoskeletal Disorders (16%), kardiovaskuler (8%), gangguan saraf (3%) dan gangguan Telinga, Hidung dan Tenggorokan (THT) sebanyak 1,5%. Disini dapat diketahui bahwa dari semua penyakit akibat kerja yang terjadi di setiap perusahaan di Indonesia, cedera musculoskeletal adalah penyakit yang menduduki posisi paling rentan diantara penyakit akibat kerja lainnya dengan persentase 16% (Sumiati, 2007).

PT. Triteguh Manunggalsejati merupakan industri minuman ringan di Indonesia yang memproduksi Mountea, Okky Jelly Drink, Okky Koko Drink, Jelly Drink Big dan Okky Splash dengan berbagai varian rasa. Dalam proses produksinya masih didominasi dengan pemindahan bahan secara manual. Salah satunya pada stasiun kerja cooking nata de coco. Pada stasiun kerja tersebut terdapat tiga aliran proses yaitu mulai dari pemindahan nata de coco kering ke bagian pengembangan. Setelah itu, nata de coco yang telah dikembangkan ditransfer ke bagian pemasakan dan nata de coco hasil pemasakan akan ditransfer ke Holding (Pencampuran nata de coco dengan formula yang lain). Jumlah nata de coco kering yang digunakan dalam satu shift ± 40 ember. Satu ember nata de coco kering seberat 20 Kg jadi dalam satu shift digunakan ± 800 Kg nata de coco kering. Nata de coco kering satu ember (20 Kg) setelah proses pengembangan menjadi ± 100 kg, dalam satu shift dilakukan oleh satu orang operator dengan usia berkisar 20-33 tahun. Sedangkan untuk proses ini diperlukan tiga shift kerja (8 jam/shift). Setelah dilakukan observasi awal, ditemukan bahwa terdapat gerakan yang kurang ergonomis dalam proses Cooking nata de coco yaitu pemindahan nata de coco kering seberat 20 Kg/ember dilakukan pekerja dengan mengangkat nata de coco kering ke tempat yang memiliki ketinggian $\pm 1,7$ meter. Selain itu, kegiatan pemindahan nata de coco hasil pengembangan ke bagian pemasakan nata de coco yang berjarak ± 6 meter dilakukan pekerja dengan posisi awal membungkuk. Aktivitas pemindahan nata de coco kering dan nata de coco hasil pengembangan dilakukan oleh seorang pekerja. Dari hasil wawancara awal kepada para tenaga kerja diketahui beberapa keluhan yang terkait dengan otot antara lain keluhan sakit punggung dan pinggang saat bekerja. Hal ini dapat menyebabkan cedera dalam jangka waktu lama dan memerlukan suatu metode untuk menganalisis postur kerja tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah metode REBA (Rapid Entire Body Assessment) yaitu metode untuk menganalisis postur tubuh pekerja yang meliputi bagian punggung, leher, kaki, lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan.

METODE PENELITIAN

Metode REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) yaitu metode yang dikembangkan oleh Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn McAtamney yang merupakan ergonom dari universitas Nottingham (Hignett dan Mc Atamney, 2000). Metode ini digunakan untuk menganalisis postur tubuh pekerja meliputi bagian punggung, leher, kaki, lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. tahapan-tahapan sebagai berikut (Hignett dan Mc Atamney, 2000):

- 1) Pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto. Untuk mendapatkan gambaran sikap (postur) pekerja dari leher, punggung, lengan, pergelangan tangan hingga kaki secara terperinci dilakukan dengan merekam atau memotret postur tubuh pekerja. Hal ini dilakukan supaya peneliti mendapatkan data postur tubuh secara detail (valid), sehingga dari hasil rekaman dan hasil foto bisa didapatkan data akurat untuk tahap perhitungan serta analisis selanjutnya.
- 2) Penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja. Setelah didapatkan hasil rekaman dan foto postur tubuh dari pekerja dilakukan perhitungan besar sudut dari masing – masing segmen tubuh yang meliputi punggung (batang tubuh), leher, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan dan kaki. Pada metode REBA segmen – segmen tubuh tersebut dibagi menjadi dua kelompok, yaitu grup A dan B. Grup A meliputi punggung (batang tubuh), leher dan kaki. Sementara grup B meliputi lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Dari data sudut segmen tubuh pada masing–masing grup dapat diketahui skornya, kemudian dengan skor tersebut digunakan untuk melihat tabel A untuk grup A dan tabel B untuk grup B agar diperoleh skor untuk masing–masing tabel. Kemudian skor akhir tabel A dan tabel B dimasukkan ke dalam tabel C untuk mengetahui tingkat risiko cedera musculoskeletal disorders.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nordic Body Map (NBM)

Tahap Pengolahan data NBM yaitu dengan membagi kuesioner NBM kepada 4 responden yang merupakan operator pada stasiun kerja *cooking nata de coco*, kemudian hasil kuesioner diolah kedalam empat kategori yaitu tidak sakit, agak sakit, sakit dan sangat sakit, dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Data hasil rekapitulasi Nordic Body Map (NBM)

No	Bagian-Bagian Tubuh	Presentase Kuesioner <i>Cooking nata</i>							
		TS		AS		S		SS	
		JML Pekerja	%	JML Pekerja	%	JML Pekerja	%	JML Pekerja	%
1	Sakit Leher Atas	1	25%	3	75%	0	0%	0	0%
2	Sakit leher Bawah	0	0%	3	75%	0	0%	1	25%
3	Sakit Bahu Kiri	0	0%	2	50%	2	50%	0	0%
4	Sakit Bahu Kanan	0	0%	2	50%	2	50%	0	0%
5	Sakit Lengan Atas Kiri	0	0%	0	0%	4	100%	0	0%
6	Sakit Punggung	0	0%	0	0%	0	0%	4	100%
7	Sakit Lengan Atas Kanan	0	0%	0	0%	4	100%	0	0%
8	Sakit Pinggang	0	0%	0	0%	0	0%	4	100%
9	Sakit Bawah Pinggang	0	0%	2	50%	2	50%	0	0%
10	Sakit Bokong	3	75%	1	25%	0	0%	0	0%
11	Sakit Siku Kiri	2	50%	2	50%	0	0%	0	0%
12	Sakit Siku Kanan	2	50%	1	25%	1	25%	0	0%
13	Sakit Lengan Bawah Kiri	0	0%	4	100%	0	0%	0	0%
14	Sakit Lengan Bawah Kanan	0	0%	2	50%	1	25%	1	25%
15	Sakit Pergelangan Tangan Kiri	1	25%	2	50%	1	25%	0	0%
16	Sakit Pergelangan Tangan Kanan	0	0%	2	50%	1	25%	1	25%
17	Sakit Tangan Kiri	2	50%	2	50%	0	0%	0	0%
18	Sakit Tangan Kanan	0	0%	2	50%	1	25%	1	25%
19	Sakit Paha Kiri	0	0%	3	75%	1	25%	0	0%
20	Sakit Paha Kanan	0	0%	3	75%	1	25%	0	0%
21	Sakit Lutut Kiri	2	50%	2	50%	0	0%	0	0%
22	Sakit Lutut Kanan	1	25%	3	75%	0	0%	0	0%
23	Sakit Betis Kiri	0	0%	1	25%	3	75%	0	0%
24	Sakit Betis Kanan	0	0%	1	25%	3	75%	0	0%
25	Sakit Pergelangan Kaki Kiri	1	25%	2	50%	1	25%	0	0%
26	Sakit Pergelangan Kaki Kanan	1	25%	2	50%	1	25%	0	0%
27	Sakit Telapak kaki Kiri	3	75%	0	0%	0	0%	1	25%
28	Sakit Telapak Kaki Kanan	3	75%	0	0%	0	0%	1	25%

Berdasarkan Tabel 1. diperoleh bahwa untuk kategori tidak sakit persentasi terbesar dengan nilai 75% ditunjukkan pada bagian bokong (pantat), telapak kaki kiri dan telapak kaki kanan. Selanjutnya persentase untuk kategori agak sakit sebesar 100% operator mengalami agak sakit pada lengan bawah kiri, 75% operator merasakan agak sakit pada leher atas, leher bawah, paha kiri, paha kanan dan lutut kanan. Sedangkan kategori sakit dengan persentase terbesar 100% pada bagian lengan atas kiri dan lengan atas kanan. Kategori sangat sakit memiliki persentase terbesar sebanyak 100% operator mengalami keluhan sangat sakit pada bagian punggung dan pinggang.

Rapid entire Body Assessment (REBA)

Metode REBA digunakan untuk mengukur risiko cedera pada bagian tubuh dengan cara menilai postur leher, punggung, kaki, lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Adapun yang dianalisis adalah postur tubuh keempat operator pada stasiun kerja *cooking nata de coco* dengan aktivitas pemindahan *nata de coco* kering dan pemindahan *nata de coco* hasil pengembangan.

1) Kegiatan pemindahan *nata de coco* kering

Kegiatan ini dilakukan dengan memindahkan *nata de coco* kering seberat 20 Kg/ember dari palet ke pengembangan. Jarak palet ke pengembangan ± 8 meter dan memiliki tinggi $\pm 1,7$ meter. Kegiatan ini dilakukan secara berulang-ulang selama 4-5 jam/shift.



Gambar 1. Postur tubuh pekerja pemindahan *nata de coco* kering

Tabel 2. Hasil perhitungan metode REBA Postur tubuh pekerja pemindahan *nata de coco* kering

Postur tubuh	Skor akhir grup A	Skor akhir grup B	Skor akhir grup C	Level risiko	Tindakan
Pekerja 1	9	8	13	4	Perlu perbaikan saat ini
Pekerja 2	8	6	12	4	Perlu perbaikan saat ini
Pekerja 3	8	5	12	4	Perlu perbaikan saat ini
Pekerja 4	9	6	12	4	Perlu perbaikan saat ini

Setelah dilakukan pengukuran postur tubuh seperti pada gambar 1. , selanjutnya akan dilakukan pemberian skor (*Scoring*) berdasarkan ketentuan pada metode REBA, Skor akhir postur tubuh pekerja dimasukkan ke dalam tabel skor A ditambahkan dengan skor beban. Pada aktivitas pemindahan *nata de coco* kering dengan beban 20kg dan dilakukan secara berulang ulang jadi Skor akhir tabel A = skor A + skor beban. Skor akhir postur tubuh kelompok B pekerja dimasukkan ke dalam tabel skor B. Untuk memperoleh skor akhir tabel B= skor B + skor *Coupling* . Selanjutnya, Skor akhir Pada tabel A dan Skor Akhir pada tabel B dimasukkan ke dalam tabel Skor C. kemudian, skor akhir tabel C = Skor Akhir tabel A+ Skor Akhir tabel B+ Skor aktivitas. Skor akhir C menunjukkan *Action level* 4 artinya level risiko sangat tinggi dan perlu perbaikan saat ini juga.

2) Kegiatan pemindahan nata de coco hasil pengembangan

Kegiatan pemindahan *nata de coco* hasil pengembangan seberat $\pm 20\text{kg}$ /ember ke bagian pemasakan. Jarak tangki hasil pengembangan dengan tangki pemasakan ± 6 meter dengan ketinggian $\pm 1,7$ meter.



Gambar 2. Postur tubuh pekerja pemindahan *nata de coco* hasil pengembangan

Tabel 3. Hasil perhitungan metode REBA Postur tubuh pekerja pemindahan *nata de coco* hasil pengembangan

Postur tubuh	Skor akhir grup A	Skor akhir grup B	Skor akhir grup C	Level risiko	Tindakan
Pekerja 1	10	7	13	4	Perlu perbaikan saat ini
Pekerja 2	11	7	14	4	Perlu perbaikan saat ini
Pekerja 3	10	8	14	4	Perlu perbaikan saat ini
Pekerja 4	10	9	14	4	Perlu perbaikan saat ini

Setelah dilakukan pengukuran postur tubuh seperti pada gambar 1. , selanjutnya akan dilakukan pemberian skor (*Scoring*) berdasarkan ketentuan pada metode REBA, Skor akhir postur tubuh pekerja dimasukkan ke dalam tabel skor A ditambahkan dengan skor beban. Pada aktivitas pemindahan *nata de coco* kering dengan beban 20kg dan dilakukan secara berulang ulang jadi Skor akhir tabel A = skor A + skor beban. Skor akhir postur tubuh kelompok B pekerja dimasukkan ke dalam tabel skor B. Untuk memperoleh skor akhir tabel B= skor B + skor *Coupling* . Selanjutnya, Skor akhir Pada tabel A dan Skor Akhir pada tabel B dimasukkan ke dalam tabel Skor C. kemudian, skor akhir tabel C = Skor Akhir tabel A+ Skor Akhir tabel B+ Skor aktivitas. Skor akhir C menunjukkan *Action level* 4 artinya level risiko sangat tinggi dan perlu perbaikan saat ini juga.

Pembahasan

Pemindahan *nata de coco* kering

Berdasarkan hasil analisis risiko cedera bagian tubuh pekerja dengan menggunakan metode REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) pada operator *cooking nata de coco* menunjukkan tingkat risiko cedera (*action level*) empat artinya risiko cedera *musculoskeletal disorders* sangat tinggi dan perlu adanya perbaikan secepatnya. Menurut buku pedoman pengangkatan yang ergonomis dari lembaga *Health and safety Executive* (HSE) menyatakan bahwa Batas Ketinggian mengangkat yang ergonomis untuk beban 20 Kg yaitu setinggi siku. Tujuannya untuk mengimbangi aktivitas pada otot, sehingga otot statis dapat dihindari. Oleh karena itu, pada aktivitas pemindahan *nata de coco* kering sebaiknya tempat untuk meletakkan ember *nata de coco* kering dikurangi ketinggiannya berdasarkan dimensi tubuh pekerja yaitu dari ketinggian $\pm 1,7$ meter menjadi 0,97 meter atau 97 cm. Berikut perhitungan dengan persentil (50) :

Adapun rumus persentil, sebagai berikut :

$$P_i = \frac{i(n+1)}{100} \quad (1)$$

Keterangan :

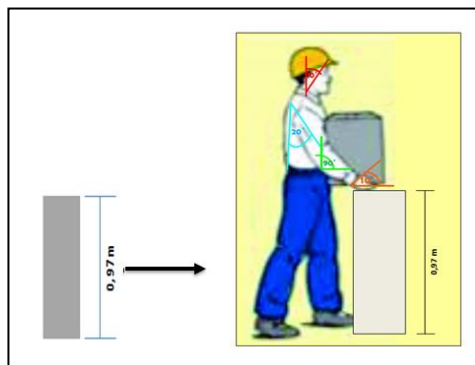
i = bilangan bulat yang kurang dari 100 (1,2,3,4,5....99)

n = banyak data

Tabel 4. data tinggi siku berdiri pekerja

No	Nama	Dimensi	Hasil Pengukuran (cm)
1	Hasan	Tinggi siku berdiri	94,3
2	Haris		96
3	Febrianto J		97,1
4	Daslan		99,7

$$\begin{aligned}
 \text{letak } P_{(50)} &= \frac{i(n+1)}{100} \\
 &= \frac{50(4+1)}{100} \\
 &= 2,5 \\
 P_{(50)} &= X_2 + 0,5(X_3 - X_2) \\
 &= 96 + 0,5(97,1 - 96) \\
 &= 96,55 \text{ cm} \approx 97 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

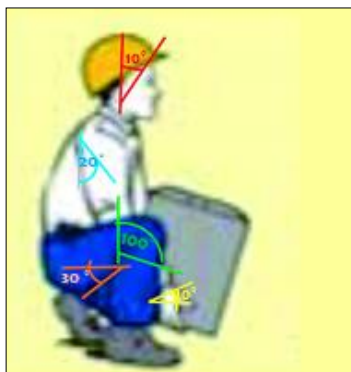


Gambar 3. Usulan postur tubuh pekerja pemindahan *nata de coco* kering

Usulan postur tubuh pekerja pemindahan *nata de coco* kering dengan besar sudut seperti pada gambar 3 Dan ketinggian tempat meletakkan ember *nata* menjadi 0,97 meter. Hasil perhitungan metode REBA dapat dilihat pada Tabel 5

Pemindahan *nata de coco* hasil pengembangan

Berdasarkan hasil perhitungan postur kerja pemindahan *nata de coco* hasil pengembangan menggunakan metode REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) pada operator *cooking nata de coco* diperoleh tingkat risiko terjadinya cedera pada *musculoskeletal disorders* berada pada *action level* empat artinya risiko terjadinya cedera sangat tinggi dan perlu adanya perbaikan secepatnya. Dalam bidang ergonomi terdapat teknik pengangkatan dasar yang ergonomis yaitu teknik *basic lift*. Hasil perhitungan dengan menggunakan metode REBA dapat dilihat pada Tabel 5. Berikut usulan postur tubuh pekerja dengan cara *basic lift* :



Gambar 4. Usulan postur tubuh pekerja pemindahan *nata de coco* hasil pengembangan

Tabel 5. Hasil perhitungan metode REBA Postur tubuh pekerja pemindahan *nata de coco* kering

Skor REBA	Level Resiko	Usulan
3	Rendah	Postur tubuh pekerja pemindahan <i>nata de coco</i> kering
4	Sedang	Postur tubuh pekerja pemindahan <i>nata de coco</i> hasil pengembangan

Setelah dilakukan perhitungan REBA untuk Usulan postur tubuh pekerja pemindahan *nata de coco* kering dan Usulan postur tubuh pekerja pemindahan *nata de coco* hasil pengembangan diperoleh hasil seperti pada Tabel 5 yaitu untuk kegiatan pemindahan *nata de coco* kering diperoleh skor REBA 3 artinya risiko terjadinya cedera *musculoskeletal* rendah. Pada kegiatan pemindahan *nata de coco* hasil pengembangan diperoleh skor REBA 4 artinya risiko terjadinya cedera *musculoskeletal* sedang.

KESIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini yaitu berdasarkan NBM Bagian tubuh yang sangat dikeluhkan sakit oleh Operator adalah bagian punggung dan pinggang. Hasil perhitungan dengan metode REBA menunjukkan skor 12-14 atau berada pada Action Level 4 yang berarti sangat berisiko cedera sehingga perlu adanya perbaikan saat ini juga karena jika aktivitas yang tidak

ergonomis tersebut dilakukan dalam jangka waktu yang panjang dan berulang-ulang akan menyebabkan *musculoskeletal disorders*. Adapun rekomendasi postur tubuh pekerja pada stasiun kerja cooking *nata de coco* dapat dilakukan dengan mengurangi ketinggian tempat untuk meletakkan ember *nata de coco* kering menjadi 0,97 meter. Selain itu, aktivitas pemindahan *nata de coco* hasil pengembangan sebaiknya dilakukan dengan menggunakan cara pengangkatan beban *basic lift* untuk meminimumkan risiko terjadinya *musculoskeletal disorders* operator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hignett, S, & Mcatamney, L.. Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205. 2000
- [2] HSE. *Manual Handling At work : A brief Guide*. Health Safety Executive. 2010
- [3] Sumiati. *Analisis Risiko low Back Pain (LBP) pada Perawat Unit Darurat dan Ruang Operasi di RS. Prikasi Jakarta Selatan*. [Skripsi]; Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Indonesia, Depok. 2007

Bidang: Teknik Industri

Topik: Rekayasa dan Manajemen Kualitas

PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU BIJI PLASTIK DENGAN METODE LEAST UNIT COST PADA PT. XYZ

Puadi Haming¹, Fitri Angreyni²

**^{1,2} Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Makassar
adilajoa@gmail.com¹**

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri manufaktur pengolahan biji plastik menjadi cup dan sedotan. Masalah yang sering terjadi yaitu keterlambatan bahan baku, hal disebabkan karena tidak adanya jadwal yang tetap dari perusahaan kapan harus melakukan pemesanan ulang kembali sehingga proses produksi tidak dapat berjalan atau terhenti. Tujuan dari penelitian ini terfokus pada kapan perusahaan dapat melakukan pemesanan kembali dengan menentukan waktu tunggu kedatangan dengan melakukan perhitungan *re-order point* dan juga mengetahui total biaya yang akan di keluarkan perusahaan.

Untuk dapat mengetahui kapan perusahaan harus melakukan pemesanan kembali maka dilakukan perhitungan *re-order point* dengan menentukan waktu tunggu kedatangan bahan baku. Selanjutnya untuk dapat mengetahui total biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk pengadaan bahan baku yaitu menggunakan metode *Least Unit Cost* (LUC) kemudian dari hasil perhitungan *re-order point* didapatkan jumlah kebutuhan perhari sebanyak 88 sak dan kebutuhan selama lead time sebanyak 440 sak dengan waktu tunggu kedatangan 5 hari, dengan demikian dapat ditetapkan 5 hari sebelum bahan baku habis perusahaan harus kembali melakukan pemesanan pada saat persediaan berada pada tingkat 440 sak. Hasil perhitungan menggunakan metode *Least Unit Cost* total biaya persediaan yang dikeluarkan sebesar Rp5.218.800 dengan frekuensi pemesanan dalam setahun yaitu sebanyak 6 kali.

Kata kunci: biji plastik, persediaan, ROP, LUC.

ABSTRACT

PT. XYZ is a company engaged in the manufacturing industry of processing plastic pellets into cups and straws. The problem that often occurs is the delay in raw materials, this is due to the absence of a fixed schedule from the company when to re-order so that the production process cannot run or stops. The purpose of this study is focused on when the company can reorder by determining the waiting time. arrival by calculating the re-order point and also knowing the total costs that will be incurred by the company.

To be able to find out when a company has to place an order again, a re-order point calculation is carried out by determining the waiting time for the arrival of raw materials. Furthermore, to be able to find out the total costs incurred by the company for raw material procurement, namely using the Least Unit Cost (LUC) method then from the calculation results re-order points obtained the number of needs per day as many as 88 sacks and needs during the lead time as many as 440 sacks with a waiting time of arrival of 5 days, thus it can be set 5 days before raw materials run out. The company must re-place orders when the inventory is at the level of 440 sacks. The results of the calculation using the Least Unit Cost method, the total cost of the inventory issued is Rp. 5,218,800 with a frequency of orders in a year, which is 6 times.

Keywords: plastic pellets, inventory, ROP, LUC.

PENDAHULUAN

Sebuah perusahaan memiliki tujuan utama yaitu memperoleh laba. Dalam proses pencapaian tujuan tersebut akan dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kelancaran produksi dan kelancaran produksi dimaksud sangat

ditentukan oleh persediaan bahan baku (material) yang optimal, karena itu setiap perusahaan harus mampu mengendalikan ketersediaan dan kesinambungan persediaan bahan untuk kelancaran produksinya. Pengendalian persediaan merupakan salah satu yang sangat penting bagi sebuah perusahaan, karena tanpa pengendalian persediaan yang tepat perusahaan akan mengalami masalah didalam memenuhi permintaan konsumen baik dalam bentuk barang maupun jasa yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut. Dengan mengendalikan persediaan secara optimal perusahaan mampu menentukan seberapa besar persediaan bahan baku yang tepat, persediaan yang optimal juga mampu mengurangi biaya pengeluaran perusahaan utamanya yang terkait dengan persediaan yaitu biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Pengendalian persediaan dilakukan untuk mengantisipasi kekurangan bahan, keterlambatan pengiriman, ataupun gagalnya pengiriman.[2]

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang Industri Manufaktur (pengolahan biji plastik menjadi cup dan sedotan/pipet). Dalam proses produksinya, ketersediaan bahan baku adalah suatu faktor penting yang harus di perhatikan, karena proses produksi akan terhenti apabila terjadi kehabisan bahan baku. Saat melakukan penelitian sering terjadi keterlambatan bahan baku. Keterlambatan bahan baku tersebut terjadi karena tidak adanya jadwal yang tetap untuk pemesanan bahan baku. Pada saat melakukan penelitian di bulan Agustus dan September terjadi 3 kali keterlambatan bahan baku karena pemesanan bahan baku baru dilakukan saat persediaan digudang sudah tidak ada lagi atau dalam kondisi habis. Hal ini sangat berpengaruh pada kelancaran produksinya, yaitu seringnya terhentinya proses produksi hingga bahan baku tiba. Pada penelitian ini terfokus pada persediaan bahan baku utama yaitu biji plastik. Kehabisan bahan baku merupakan salah satu masalah besar pada PT. XYZ. Dengan melihat permasalahan yang ada, maka perlu dilakukan pengendalian persediaan bahan baku.

Dina Rahmayanti, dkk (2013)[4] dalam penelitiannya "Optimalisasi Persediaan Bahan Baku Karet Mentah (Lateks) dengan Metode *Lot Sizing*" dengan subjek bahan baku, bertujuan untuk mengetahui besarnya ukuran pemesanan yang optimal kemudian dapat menentukan waktu pemesanan kembali (*Reorder Point*) berdasarkan batas tenggang (*Lead Time*) pemesanan dan *Level Safety Stock* dan Angger Kurniawan dkk (2017)[5] dalam penelitiannya Optimalisasi Sistem Persediaan Bahan Baku Natrium Persulfate Dengan Metode *Lot Sizing* untuk mendapatkan biaya optimum dalam persediaan bahan baku.

Untuk menjamin kelancaran dan kelangsungan produksi, maka perusahaan perlu melakukan pengendalian persediaan bahan baku dengan menentukan waktu tunggu (*lead time*) kedatangan bahan baku dan melakukan perhitungan *re-order point* agar dapat mengetahui kapan perusahaan bisa melakukan pemesanan kembali. Selanjutnya dengan menggunakan metode *Least Unit Cost* (LUC) perusahaan dapat meminimumkan total biaya persediaan yang harus dikeluarkan, yaitu dengan cara melakukan perhitungan penggabungan 2 periode atau lebih periode kemudian mengambil penggabungan periode dengan nilai terkecil perunitnya[3]. Dengan menggunakan metode ini diharapkan mampu memberi solusi terbaik bagi perusahaan.

METODE PENELITIAN

Metode dalam menganalisis penelitian ini, penulis menggunakan metode *least unit cost* dan *reorder point*.

Least Unit Cost

Least unit cost merupakan metode yang menggunakan permintaan dari periode saat ini, kemudian dievaluasi untuk menentukan jumlah lot yang diperlukan untuk periode selanjutnya. Cara menggunakan metode ini adalah memilih biaya terkecil per unitnya dari beberapa periode tertentu dengan menambahkan biaya penyimpanan total terhadap biaya pemesanannya dan kemudian mencari periode dengan biaya per unit paling kecil.

Reorder Point

Reorder point adalah sebuah titik di mana sebuah barang yang ada di gudang harus di tambah persediaannya sebelum kehabisan. Ada tiga hal yang menjadi parameter utama dalam perhitungan reorder point:

$$\text{Reorder Point} = \text{Lead Time demand (in day)} + \text{Safety Stock (in day)}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengumpulan Data

Sebagaimana yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, bahwa untuk membahas permasalahan yang ada di perusahaan yaitu tidak adanya pengendalian persediaan bahan baku dan waktu tunggu kedatangan yang optimal, serta tidak memperhitungkan kapan perusahaan dapat melakukan pemesanan kembali (*re order*). maka digunakan metode *Least Unit Cost* (LUC) dan perhitungan *Re Order Point* (ROP) PT. XYZ

Tabel 1. Biaya Pengadaan Biji Plastik/sekali pesan Tahun 2019

No	Nama Barang	Satuan	Jumlah Pesanan(sak)	Harga/sak
1	PP MASPLENE 3160	sak	1.000	17.210

Sumber : PT. XYZ 2019

Pada Tabel 1 bahan baku biji plastic PP MASPLENE 3160 diketahui harga per sak yaitu sebesar Rp 17.210 dengan jumlah pesanan sebanyak 1000 sak/sekali pemesanan.

Tabel 2. Biaya Pengadaan Biji Plastik Tahun 2019

No	Bulan	Jumlah Pesanan (sak)	Harga
1	Januari	2.000	Rp 34.420.000
2	Februar	2.000	Rp 34.420.000
3	Maret	2.000	Rp 34.420.000
4	April	2.000	Rp 34.420.000
5	Mei	3.000	Rp 51.630.000
6	Juni	2.000	Rp 34.420.000
7	Juli	3.000	Rp 51.630.000
8	Agustus	2.000	Rp 34.420.000
9	September	2.000	Rp 34.420.000
10	Oktober	2.000	Rp 34.420.000
11	November	2.000	Rp 34.420.000
12	Desember	2.000	Rp 34.420.000

Sumber Data : PT. XYZ 2019

Pada table 2 jumlah pemesanan bahan baku biji plastic pada bulan januari hingga desember di ketahui jumlah pesanan setiap bulan berbeda, pada bulan mei dan juli jumlah bertambah daripada bulan biasanya.

Adapun biaya persediaan bahan baku yang harus ditanggung oleh PT. XYZ meliputi :

Biaya pemesanan

Adapun rincian biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk setiap kali pemesanan bahan baku adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Biaya Pemesanan

No	Jenis Biaya	Biaya(Rp)
1	Biaya Bongkar Bahan	500.000/sekali pesan

Sumber Data : PT. XYZ 2019

Pada tabel 3 dapat dilihat biaya yang harus dikeluarkan perusahaan dalam melakukan setiap kali pemesanan selama tahun 2019 adalah Rp 500.000,-

Tabel 4. Biaya Pemesanan Tahun 2019

No	Bulan	Frekuensi Pemesanan	Biaya Pemesanan (Rp)
1	Januari	2	Rp 1.000.000
2	februar	2	Rp 1.000.000
3	Maret	2	Rp 1.000.000
4	April	2	Rp 1.000.000
5	Mei	3	Rp 1.500.000
6	Juni	2	Rp 1.000.000
7	Juli	3	Rp 1.500.000
8	Agustus	2	Rp 1.000.000
9	September	2	Rp 1.000.000
10	Oktober	2	Rp 1.000.000
11	November	2	Rp 1.000.000
12	desember	2	Rp 1.000.000

Sumber Data : PT. XYZ 2019

Pada tabel 4 biaya pemesanan bahan baku tahun 2019 frekuensi pemesanannya setiap bulannya sama kecuali pada bulan mei dan juli bertambah.

Biaya penyimpanan

Adapun biaya dalam melakukan penyimpanan bahan baku pada PT. XYZ diperhitungkan dalam bentuk *presentase* yaitu *presentase* dari nilai persediaan. Besarnya biaya penyimpanan bahan baku yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 1% dari harga persediaan per sak per tahun karena tidak adanya kalkulasi biaya seperti biaya administrasi gudang dan biaya cadangan bahan baku.

Tabel 5. Biaya Penyimpanan per sak

No	Biaya	Jumlah (Rp)
1	Harga/sak Rp 17.210 x 1%	172

Sumber Data : PT. XYZ 2019

Pada tabel 5 dapat dilihat biaya penyimpanan yang harus dikeluarkan perusahaan adalah Rp.172,-per sak.

Tabel 6. Daftar Kebutuhan Bahan Baku pada PT. XYZ periode Tahun 2019

No	Bulan	Jumlah kebutuhan	Jumlah pemesanan(sak)	keteramgan
1	Januari	2.180	2.000	Kekurangan
2	Februari	1.840	2.000	Kelebihan
3	Maret	2.303	2.000	Kekurangan
4	April	2.087	2.000	Kekurangan
5	Mei	2.442	3.000	Kekurangan
6	Juni	2.558	2.000	Kekurangan
7	Juli	2.381	3.000	Kekurangan
8	Agustus	1.870	2.000	Kelebihan
9	September	2.119	2.000	Kekurangan
10	Oktober	2.545	2.000	Kekurangan
11	November	2.000	2.000	Pas
12	Desember	2.000	2.000	Pas
Total		26.325	26.000	

Sumber Data : PT. XYZ Tahun 2019

Berdasarkan tabel 6 dapat diketahui total kebutuhan bahan baku perusahaan pada tahun 2019 sebanyak 26.325 sak dengan rata-rata jumlah pesanan sebanyak 2.194 sak, sedangkan total pemesanan bahan baku hanya sebanyak 26.000 sak. Maka dari data diatas total biaya persediaan (TIC) perusahaan dapat dilihat sebagai berikut :

$$TIC = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H \quad (1)$$

Keterangan :

TIC : Total persediaan

Q : Jumlah barang setiap kali pesanan

D : Permintaan tahunan barang persediaan

S : Biaya pemesanan untuk setiap kali pesanan

H : Biaya penyimpanan perunit

Dimana :

Q : 1000 sak

D : 26.325 sak

S : Rp. 500.000,-

H : Rp. 172,-

$$\begin{aligned} TIC &= \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H \\ &= \frac{26325 \text{ sak}}{1000 \text{ sak}} \text{Rp. 500.000} + \frac{1000 \text{ sak}}{2} \text{Rp. 172} \\ &= \text{Rp. 13.162.500} + \text{Rp. 86.000} \\ &= \text{Rp 13.248.500} \end{aligned}$$

Pengolahan Data

➤ Perhitungan ROP (Reorder Point)

$$\text{Kebutuhan perhari} = \frac{26325 \text{ sak}}{300 \text{ hari}} = 88 \text{ sak}$$

$$\text{Kebutuhan selama lead time} = 5 \times 88 \text{ sak} = 440 \text{ sak}$$

$$\text{ROP} = \text{Kebutuhan selama lead time} + \text{Safety Stock}$$

$$= 440 \text{ sak} + 0$$

$$= 440 \text{ sak}$$

➤ Perhitungan pengendalian persediaan dengan metode LUC

Tabel 7. Data Perhitungan Dengan metode LUC

periode	jumlah yang di pesan	periode penyimpanan	inventory	biaya simpan	biaya pesan	total biaya	biaya perunit
1	2180				500000	500000	229.36
1, 2	4020	1	1840	316480	500000	816480	203.10
1, 2, 3	6323	2	6446	1108712	500000	1608712	254.42
kombinasi periode 1 dan 2							
3	2303				500000	500000	217.11
3, 4	4390	1	2087	358964	500000	858964	195.66
3, 4, 5	6832	2	6971	1199012	500000	1699012	248.68
kombinasi periode 3 dan 4							
5	2442				500000	500000	204.75
5, 6	5000	1	2558	439976	500000	939976	188.00
5, 6, 7	7381	2	7320	1259040	500000	1759040	238.32
kombinasi periode 5 dan 6							
7	2381				500000	500000	210.00
7, 8	4251	1	1870	321640	500000	821640	193.28
7, 8, 9	6370	2	6108	1050576	500000	1550576	243.419
kombinasi periode 7 dan 8							
9	2119				500000	500000	235.96
9, 10	4664	1	2545	437740	500000	937740	201.06
9, 10, 11	6664	2	6545	1125740	500000	1625740	243.96
kombinasi periode 9 dan 10							
11	2000				500000	500000	250
11, 12	4000	1	2000	344000	500000	844000	211
kombinasi periode 11 dan 12							

Sumber Data : Data diolah 2020

Dari hasil perhitungan dengan metode Least Unit Cost di atas, didapatkan bahwa pemesanan dilakukan sebanyak 6 kali, dimana setiap kali pemesanan untuk 2 periode. Perhitungan proyeksi biaya dengan metode LUC ini adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil Perhitungan Dengan LUC

Bulan/Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kebutuhan Bersih	2180	1840	2303	2087	2442	2558	2381	1870	2119	2545	2000	2000
Lot Sizing	4020		4390		5000		4251		4664		4000	
Persediaan	1840	0	2087	0	2558	0	1870	0	2545	0	2000	0

Sumber Data : Data diolah 2020

Biaya Pesan	= 6 kali pesan x 500.000/pesan	= 3.000.000
Biaya Simpan	= 12.900 Unit x 172/unit	= 2.218.800
Total Biaya		= 5.218.800

Pembahasan

Perhitungan Re Order Point

Dari data ROP yang telah dihitung di dapatkan jumlah kebutuhan perhari sebanyak 88 sak dan kebutuhan selama *lead time* sebanyak 440 dengan waktu tunggu kedatangan yaitu 5 hari yang berarti bahwa pengantaran bahan baku dari saat pemesanan hingga barang datang dan siap di gunakan memerlukan waktu 5 hari, maka pemesanan kembali (ROP) di lakukan pada saat persediaan berada pada tingkat 440 sak.

Total biaya persediaan dengan menggunakan metode LUC

Diketahui biaya pemesanan Rp 500.000 dengan frekuensi pemesanan 6 kali, maka biaya pesan Rp 3.000.000 dan biaya simpan Rp 2.218.800 dimana total inventory sebanyak 12.900 unit dengan biaya penyimpanan 172/unit. Dari hasil perhitungan di atas dengan menggunakan metode LUC di dapatkan total biaya persediaan sebesar RP 5.218.800 yang berarti rendah di dibandingkan dengan total biaya persediaan perusahaan dan di dapatkan pula frekuensi pemesanan dalam setahun yaitu sebanyak 6 kali pemesanan dimana tiap kali pemesanan mengkaver 2 periode.

Total biaya persediaan yang di keluarkan perusahaan

Dapat diketahui total biaya kebutuhan bahan baku perusahaan pada tahun 2019 sebanyak 26.325 sak, biaya pemesanan setiap kali pesan sebesar Rp. 500.000, dengan jumlah barang setiap kali pesan sebanyak 1000 sak dan biaya penyimpanan yang dibutuhkan sebesar Rp. 172.- per pcs/hari.

Berdasarkan data diatas maka di dapatkan total biaya persediaan (TIC) perusahaan sebesar Rp 13.248.500.-. Perbandingan total biaya persediaan (TIC) perusahaan dengan total biaya persediaan (TIC) menggunakan metode LUC.

Tabel 9. Perbandingan TIC perusahaan dengan metode LUC

Variabel Pembanding	Perusahaan	LUC
Total biaya pemesanan	Rp 13.248.500	RP 5.218.800
Frekuensi pemesanan	26 Kali	6 kali

Sumber Data : Data diolah 2020

Dari tabel 9 dapat di lihat perbandingan total biaya persediaan perusahaan dan total biaya persediaan dengan menggunakan metode LUC dan dapat di ketahui juga perbandingan frekuensi pemesanan yaitu frekuensi pemesana yang di dapatkan dengan menggunakan metode LUC yaitu sebanyak 6 kali pesan sedamgkan dari perusahaan sebanyak 26 kali pesan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan persediaan bahan baku biji plastik pada PT. XYZ dapat di ketahui bahwa dari hasil perhitungan reorder point didapatkan hasil jumlah kebutuhan perhari sebanyak 88 sak dan kebutuhan selama *lead time* sebanyak 440 sak dengan waktu tunggu kedatangan atau *lead time* yaitu 5 hari. Dengan demikian, maka 5 hari sebelum bahan baku habis perusahaan harus melakukan pemesanan kembali dengan tingkat persediaan bahan baku berada pada 440 sak. Pada tahun

2019 perusahaan memesan biji plastik sebanyak 26.325 sak dengan total biaya persediaan yang harus di keluarkan sebesar Rp 13.248.500 dan frekuensi pemesanan sebanyak 26 kali pesan. Sedangkan total biaya persediaan dengan menggunakan metode *Least Unit Cost* yaitu Rp 5.218.800 dengan frekuensi pemesanan sebanyak 6 kali pesan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, Slamet. Manajemen Sumber Daya Manusia. Semarang: Unnes Press. 2007.
- [2] Assuari, Sofyan. Manajemen Produksi dan Operasi. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. 2008.
- [3] Tersine, Richard J. Principles of Inventory and Materials Management. Edisi Keempat. Prentice Hall, Inc. USA. 1994.
- [4] Dina Rahmayanti dan Ahmad Fauzan .Optimalisasi Persediaan Bahan Baku Karet Mentah (Lateks) dengan Metode Lot Sizing, Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol.12 No.1. 2013.
- [5] Angger Karuniawan, Supriyadi, Gina Ramayanti. Optimalisasi Sistem Persediaan Bahan Baku Natrium Persulfate dengan Metode Lot Sizing. Seminar Nasional Riset Terapan 2015, SENASSET 2017, Serang 12 Desember 2017

Bidang: Teknik Industri

Topik: Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja

PERBAIKAN METODE KERJA DENGAN *MOTION STUDY* PADA PEKERJAAN PERAKITAN KUMIKO

Reski¹, A. Velahyati Baharuddin², Arminas³, Rachmatiah⁴, Nur Khaerani Busri⁵,
Muhammad Basri⁶
^{1,2,3,4,5,6} Politeknik ATI Makassar
reskibahri09@gmail.com¹, andi.velahyati@atim.ac.id²

ABSTRAK

Kumiko jenis Yuzua A-LM merupakan salah satu komponen dari Butsudan. Komponen ini sering mengalami keterlambatan pengerjaan hingga harus dilakukan penambahan hari kerja untuk menyelesaikan target yang telah ditentukan. Perakitan Kumiko menjadi lama disebabkan karena tidak ada standar pengerjaan (SOP) dalam proses perakitan, oleh karena itu sangat dibutuhkan perbaikan metode kerja. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui gerakan-gerakan efektif dan tidak efektif selama proses perakitan serta untuk mengetahui besarnya waktu baku penyelesaian untuk perakitan 1 set (8 pcs) Kumiko jenis Yuzua A-LM dengan *motion study* menggunakan peta tangan kiri dan tangan kanan. Dari hasil penelitian diperoleh 2 jenis kegiatan yang tidak efektif yang dapat dihilangkan yaitu kegiatan menunggu dan kegiatan memilih. Setelah ada perbaikan metode kerja, diperoleh besarnya waktu baku untuk perakitan 1 set (8 pcs) Kumiko jenis Yuzua A-LM adalah sebesar 2.206,258 detik (36,77 menit) dari sebelumnya adalah 2.831,528 detik (47,19 menit).

Kata kunci: *motion study*, waktu baku, perakitan

ABSTRACT

Kumiko Yuzua A-LM is a component of the Butsudan. The component often suffer delays of work until additional workday is required to complete a fixed target. The Kumiko assembly is long because there is no standard of task (SOP) in the assembly, so much need for improvement of the method of work. The purpose of this study is to know the effective and ineffective movements during assembly as well as to learn the magnitude of the completion times for assembly of 1 set (8 pcs) of Kumiko, a Yuzua A-LM type with a motion study using left-hand and right-hand maps. Studies have produced two types of ineffective activities that can be eliminated – waiting activities and selected activities. After a work method was developed, a raw amount of time for the assembly of 1 set (8 pcs) of Kumiko, a Yuzua A-LM type is 2.206,258 seconds (36,77 minutes) from the previous 2.831, 528 seconds (47,19 minutes).

Keywords: motion study, standard time, assembly

PENDAHULUAN

Untuk menghadapi persaingan dunia industri yang semakin ketat menuntut perusahaan untuk terus berkembang. Perbaikan metode kerja pada kegiatan produksi dalam suatu perusahaan merupakan hal yang sangat penting untuk meningkatkan produktivitasnya dengan hasil produksi yang berkualitas dan dalam jumlah yang banyak sesuai permintaan konsumen. PT. Maruki Internasional Indonesia merupakan perusahaan manufaktur, yang memproduksi furnitur Butsudan. Pada penelitian ini, peneliti hanya fokus kepada pengerjaan salah satu komponen Butsudan yaitu perakitan 1 set (8 pcs) Kumiko dalam Unit Kumiko. Kumiko merupakan hiasan pintu Butsudan yang dirakit menggunakan tangan. Permasalahan yang ada

dalam Unit Kumiko yaitu seringnya terjadi keterlambatan pengerjaan, hingga harus dilakukan penambahan hari kerja untuk menyelesaikan target yang telah ditentukan. Perakitan 1 set (8 pcs) Kumiko menjadi lama disebabkan karena tidak ada standar pengerjaan (SOP) dalam proses perakitan, oleh karena itu sangat dibutuhkan perbaikan metode kerja.

Penulis pustaka yang dipakai untuk membantu selama penelitian dan penyusunan laporan diambil dari jurnal-jurnal penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, antara lain Analisis Elemen Gerakan pada Proses Pengupasan Kulit Ubi dengan Menggunakan Studi Gerak dan Waktu untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja oleh D. Nurhasanah, W Mawarni dan A Ginantaka, 2016, Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Djuanda[1] serta Perbaikan Metode Kerja pada Departemen Preparation Assembly di PT. XYZ oleh Yohana dan Rahmaniya Dwi Astuti, 2017, Program Studi Teknik Industri Universitas Sebelas Maret[2].

Kualitas sistem kerja yang bermuara pada produktivitas kerja dapat meningkat dengan adanya studi gerakan (motion study). Motion study adalah suatu studi tentang gerakan-gerakan yang dilakukan oleh pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya. Dengan studi ini ingin diperoleh gerakan-gerakan standar untuk penyelesaian suatu pekerjaan, yaitu rangkaian gerakan-gerakan yang efektif dan efisien. Studi mengenai ini dikenal sebagai studi ekonomi gerakan yaitu studi yang menitik beratkan pada penerapan prinsip-prinsip ekonomi gerakan (Wignjosoebroto, 2003) [3]. Peta tangan kiri dan tangan kanan merupakan suatu alat dari studi gerakan yang digunakan untuk menggambarkan semua gerakan saat bekerja dan waktu menganggur yang dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan. Menurut Sitalaksana (2006), peta tangan kiri dan tangan kanan mempunyai manfaat untuk menyeimbangkan gerakan kedua tangan serta mengurangi kelelahan, menghilangkan atau mengurangi gerakan-gerakan yang tidak efisien dan tidak produktif, sehingga akan mempersingkat waktu kerja, sebagai alat untuk menganalisis tata letak sistem kerja, sebagai alat untuk melatih pekerja yang baru dengan cara kerja yang ideal. Menurut Sitalaksana dkk (2006) waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik [4].

Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui apa saja gerakan-gerakan efektif dan tidak efektif yang terjadi dalam proses perakitan Kumiko jenis Yuzua A-LM serta untuk mengetahui berapa waktu baku (waktu standar) yang dibutuhkan untuk penyelesaian perakitan 1 set (8 pcs) Kumiko jenis Yuzua A-LM berdasarkan motion study.

METODE PENELITIAN

Langkah awal dalam penelitian ini dimulai dengan observasi dan wawancara terhadap berbagai pihak dalam Unit Kumiko untuk mendapatkan data dan informasi terkait dengan objek penelitian berupa elemen kegiatan perakitan Kumiko jenis Yuzua A-LM, kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengukuran waktu proses perakitan menggunakan jam henti (stop watch). Data yang diperoleh dimuat dalam Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan (Sekarang) kemudian menghitung waktu baku dengan memperhitungkan kelonggaran (Allowance) serta penyesuaian yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Langkah penyelesaian yaitu Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan (Sekarang) dianalisa kemudian dilakukan perbaikan metode kerja dengan membuat Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan usulan serta menghitung waktu baku usulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uraian Elemen Kegiatan Perakitan Kumiko Jenis Yuzua A-LM

Uraian elemen kegiatan serta waktu proses perakitan Kumiko jenis Yuzua A-LM pada Unit Kumiko PT. Maruki Internasional Indonesia dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Elemen Gerakan Merakit Kumiko Jenis Yuzua A-LM

Tahapan Kegiatan	Elemen Gerakan	Waktu (detik)
Tahap persiapan komponen rakitan	Mengambil 1 set Tate	2,11
	Melepas plester Tate	51,76
	Mengambil 1 set Tate tebal	2,78
	Melepas plester Tate tebal	39,32
	Mengambil 1 set Yoko tebal	3,12
	Melepas plester Yoko tebal	35,22
	Mengambil 1 set Yoko	3,05
	Melepas plester Yoko	26,37
	Mengambil lem dan memberikan lem pada	15,41

	bagian alur Yoko	
	Mengambil kayu kecil dan meratakan lem	18,37
	Mengambil kain basah dan membersihkan sisa-sisa lem	12,31
Tahap perakitan komponen	Mengambil kemudian merakit 2 buah Tate dan 14 buah Yoko	62,77
	Mengambil kemudian merakit 6 buah Tate secara berurut	107,35
Tahap akhir (pemberian lem)	Mengambil 4 pcs rakitan A7	5,04
	Mengambil lem dan member lem pada setiap bagian pinggiran rakitan A7	118,5
Tahap akhir (perakitan pinggiran Kumiko)	Mengambil kemudian merakit 2 buah Tate tebal dan A7	38,51
	Mengambil kemudian merakit 2 buah Yoko tebal dan A8	18,65
	Inspeksi	11,37

Sumber Data : Olah Data

Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan (Sekarang)

Peta tangan kiri tangan kanan menggambarkan gerakan tangan kiri dan tangan kanan dalam proses kerja. Peta ini digunakan untuk mengetahui gerakan tangan yang tidak efektif dari perakitan Kumiko jenis Yuzua A-LM sehingga perbaikan metode kerja menjadi lebih mudah dilakukan. Peta tangan kiri dan tangan kanan (sekarang) perakitan Kumiko jenis Yuzua A-LM sebelum perbaikan dapat dilihat pada lampiran 1.

Perhitungan Waktu Baku

Sebelum menetapkan waktu baku, dicari terlebih dahulu:

Waktu siklus rata-rata (W_s)

$$W_s = \dots \text{detik} \quad (1)$$

Waktu normal (W_n)

$$\begin{aligned} W_n &= W_s \times P \\ &= \dots \text{detik} \end{aligned} \quad (2)$$

Keterangan:

W_s : Waktu siklus

P : performance rating (cara persentasi)

Waktu Baku

$$\begin{aligned} W_b &= W_n + (W_n \times L) \\ &= \dots \text{detik} \end{aligned} \quad (3)$$

Keterangan:

W_n : Waktu normal

L : Kelonggaran

Tabel 2. Besarnya Kelonggaran Waktu

No.	Keterangan	Pria (%)	Wanita (%)
1	Tenaga yang dikeluarkan	3	3
2	Sikap kerja	0,5	0,5
3	Gerakan kerja	0	0
4	Kelelahan mata	2	2
5	Keadaan temperatur tempat	4	4
6	Keadaan atmosfer	0	0
7	Keadaan lingkungan yang baik	0	0
8	Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi	1,25	3,5
9	Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi yang diabaikan	5	5
Jumlah Kelonggaran (x)		15,75	18

Sumber Data : Sutamakana, 1979^[5]

Pembahasan

Berdasarkan Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan (Sekarang) didapatkan total elemen gerakan untuk perakitan Kumiko jenis Yuzua A-LM sebanyak 120 gerakan dengan total waktu siklus yaitu 2.399,6 detik. Dalam proses perakitan Kumiko jenis Yuzua A-LM ini, terdapat elemen kegiatan yang dapat dihilangkan, yaitu kegiatan tangan kiri yang menganggur/menunggu pada tahap akan memulai perakitan komponen dan juga kegiatan tangan kanan dalam tahap perakitan komponen yaitu kegiatan memilih Tate dan Yoko yang dilakukan berulang-ulang. Kegiatan ini menunjukkan situasi yang tidak efektif yang dilakukan oleh operator.

Perbaikan dapat dilakukan dengan cara mengaktifkan tangan kiri yang menganggur sehingga butuh penggabungan kerja tangan kanan dan tangan kiri. Dengan menggerakkan kedua tangan secara bersamaan bisa menghemat waktu baku/standar dan mengurangi waktu menunggu serta memaksimalkan waktu agar efektif, yaitu dengan menggabungkan proses dalam tahap perakitan komponen yaitu menjangkau 2 buah Tate oleh tangan kanan dan menjangkau 14 buah Yoko oleh tangan kiri kemudian merakitnya bersama.

Dalam pengaturan *layout* meja kerja awal (lihat lampiran 1) juga terdapat kekurangan dalam *layout* tersebut yaitu dengan tidak mempertimbangkan keseimbangan gerakan dan jangkauan tangan kiri dan tangan kanan saat perakitan berlangsung

Setelah dilakukan perbaikan metode kerja dengan Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan Usulan (lihat lampiran 2) dapat dilihat bahwa total elemen gerakan untuk perakitan Kumiko jenis Yuzua A-LM menjadi 107 gerakan yang seluruhnya merupakan gerakan efektif dengan total waktu siklus yaitu 1.869,71 detik. Selanjutnya pada pengaturan *layout* meja kerja usulan, urutan komponennya dari sebelah kanan operator (lihat lampiran 2), yaitu lem - kayu kecil - kain basah diletakkan di sebelah depan kanan operator (jangkauan normal tangan kanan) dengan jarak kurang dari 20 Inch dari operator. Pisau/cutter - Tate - Tate tebal diletakkan di bagian depan operator. Yoko dan Yoko tebal diletakkan di bagian depan sisi kiri operator. Disesuaikan dengan urutan pemakaian sehingga gerakan tangan kanan dan tangan kiri tidak akan berbenturan.

Selanjutnya pada perhitungan waktu normal dari Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan (Sekarang) dilakukan dengan cara mengalikan waktu siklus dengan *performance* (cara persentasi) sehingga didapatkan waktu normal sebesar 2.399,6 detik. Sehingga dari perhitungan waktu baku didapatkan waktu baku total untuk perakitan 1 set (8 pcs) Kumiko jenis Yuzua A-LM sebelum perbaikan sebesar 2.831,528 detik (47,19 menit).

Sedangkan perhitungan waktu normal dari Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan Usulan didapatkan waktu normal sebesar 1.869,71 detik. Kemudian dari perhitungan waktu baku didapatkan waktu baku total untuk perakitan 1 set (8 pcs) Kumiko jenis Yuzua A-LM setelah perbaikan sebesar 2.206,258 detik (36,77 menit).

KESIMPULAN

Berdasarkan motion study dengan menggunakan Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan pada proses perakitan Kumiko jenis Yuzua A-LM, terdapat 2 jenis kegiatan yang tidak efektif yang dapat dihilangkan, yaitu kegiatan menganggur/menunggu dan kegiatan memilih, yang terdapat pada tahap perakitan komponen oleh tangan kiri nomor 1-4 menganggur/ menunggu, kemudian kegiatan memilih pada tahap perakitan komponen oleh tangan kanan nomor 2, 12, 18, 24, 30, 36, 42 memilih

Tate dan nomor 6 memilih Yoko, kemudian pada tahap akhir perakitan komponen (perakitan pada bagian pinggiran Kumiko) nomor 2 memilih Tate tebal dan nomor 8 memilih Yoko tebal yang dilakukan berulang-ulang. Setelah ada perbaikan metode kerja diperoleh waktu baku untuk perakitan 1 set (8 pcs) Kumiko jenis Yuzua A-LM adalah sebesar 2.206,258 detik (36,77 menit) dari sebelumnya adalah 2.831,528 detik (47,19 menit).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurhasanah, D dkk. "Analisis elemen gerakan pada proses pengupasan kulit ubi dengan menggunakan studi gerak dan waktu untuk meningkatkan efisiensi kerja". Jurnal Pertanian, Vol 7(1): 28-34, April 2016.
- [2] Yohana dan Rahmadiyah Dwi Astuti. "Perbaikan Metode Kerja Pada Departemen Preparation Assembly Di PT. XYZ". Jurnal SIMETRIS, Vol 8(2): 747-754, November 2017.
- [3] Wignjosoebroto, S. Ergonomi Studi Gerak dan Waktu - Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja. Ed ke-1. Jakarta: Guna Widya. 2003.
- [4] Sitalaksana IZ, Angga R, Tjakraatmaja JH. Teknik Perancangan Sistem Kerja. Ed ke-2. Bandung (ID): Institut Teknologi Bandung. 2006.
- [5] Sitalaksana, Iftikar Z. Teknik Tata Cara Kerja. Bandung: Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung. 1979.

Bidang: Teknik Industri

Topik : Statistik dan Pengendalian Kualitas

STATISTICAL PROCESS CONTROL DAN ROOT CAUSE ANALYSIS UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS COCOA POWDER

Nurmafira¹, Widya Hastuti Afris², A. Velahyati Baharuddin³, Merla Madjid⁴

¹Teknik Industri Agro Politeknik ATI Makassar, ²Teknik Manufaktur Industri Agro
Politeknik ATI Makassar

nurmafira01@gmail.com¹, andi.velahyati@atim.ac.id³

ABSTRAK

Cocoa powder adalah produk jadi olahan kakao yang rentan cacat yang diakibatkan diantaranya *high mouldy* dan adanya *foreign matter* pada produk akhir. Pengendalian kualitas adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk menghasilkan produk *cocoa powder* yang berkualitas baik. Penelitian ini menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC) dan *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mengetahui penyebab masalah dan melakukan perbaikan agar kualitas *cocoa powder* dapat terkendali. Dari hasil analisa pengumpulan data jumlah produksi dan produk *reject* didapatkan rata-rata produk *reject cocoa powder* pada bulan Januari sampai Juli 2020 sebesar 34.29%. Serta pada peta kendali p diketahui bahwa terdapat proporsi kerusakan yang melewati garis batas peta kendali p, hal ini menunjukkan bahwa variasi yang dihasilkan pada beberapa kali proses produksi perusahaan berada pada kondisi yang tidak stabil atau *out of control* (tidak terkendali). Hal ini terjadi karena faktor manusia, faktor mesin, faktor metode, faktor material, dan faktor lingkungan.

Kata kunci: pengendalian kualitas, *statistical process control* (SPC), *root cause analysis* (RCA).

ABSTRACT

Cocoa powder is a finished product processed by cocoa that is susceptible to defects due to high mold and foreign objects in the final product. Quality control is one of the efforts made to produce good quality *cocoa powder* products. This study used *Statistical Process Control* (SPC) and *Root Cause Analysis* (RCA) methods to identify problems and make improvements to control the quality of *cocoa powder*. From the results of data analysis on the number of production and reject products, an average of 34.29% reject *cocoa powder* products from January to July 2020. Sources on the control chart note that there are reports of damage that cross the control line, this shows that the results of several times the company's production process are in unstable conditions or out of control (uncontrolled). This happens because of human factors, machine factors, method factors, material factors, and environmental factors.

Keywords: quality control, statistical process control (SPC), root cause analysis (RCA).

PENDAHULUAN

Kualitas merupakan salah satu komponen yang dapat menjadi modal bagi suatu perusahaan agar dapat bertahan dan bahkan mempunyai keunggulan untuk menghadapi persaingan dengan perusahaan lainnya. Kualitas itu sendiri dapat diartikan sebagai tolak ukur dari sebuah produk dalam memenuhi standar yang telah ditentukan perusahaan, seperti tidak memiliki kerusakan atau cacat yang mengakibatkan kerugian baik itu berupa waktu, material, maupun biaya dan juga dapat memuaskan pelanggan. Untuk mencapai standar kualitas pada proses produksi tentunya perusahaan harus melakukan sebuah langkah pengendalian kualitas yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kesalahan yang terjadi agar dapat dilakukan suatu tindakan perbaikan.

PT. X adalah salah satu perusahaan yang mengolah kakao dengan produk antara lain *cocoa liquor*, *cocoa butter*,

cocoa cake dan *cocoa powder*. Namun di tahun 2019 salah satu produknya adalah produk *cocoa powder* dimana masih banyak produk *reject* yaitu sebesar 34,29% dibandingkan dengan produk *cocoa butter* dan *cocoa cake* yang *reject* cuman sebesar 1% . Produk *reject cocoa powder* yang terdapat di PT. X antara lain *high mouldy* dimana produknya berjamur dan *foreign matter* yaitu adanya benda asing yang terikut ke dalam produk. Sehingga perlu dilakukan pengendalian kualitas untuk mengetahui penyebab masalah dan perbaikan yang akan dilakukan agar produk yang dihasilkan dapat terkendali.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini teknik pengolahan data yang akan digunakan menggunakan analisis metode *Statistical Process Control* (SPC) dan *Root Cause Analysis* (RCA). Dalam hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkatan *kualitas* produk tersebut menurut standar yang sesuai ditetapkan oleh perusahaan berdasarkan dengan kaidah pedoman kualitas. Teknik analisis data yang akan dibahas pada metode *Statistical Process Control* (SPC) sebagai berikut:

- 1) Pengumpulan data keseluruhan hasil produk jadi dan produk yang *reject*
- 2) Pembuatan Peta Kendali P atau *P-Chart*
- 3) Menggunakan diagram Sebab-akibat (*Cause & Effect Diagram*)

Untuk menganalisa faktor yang menyebabkan kecacatan atau kerusakan pada produk kemudian dianalisis lagi menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) dengan tools *5 Why Method*, yang merupakan alat analisis sederhana yang memungkinkan untuk menginvestigasi penyebab *reject* secara mendalam. Seperti pada penelitian terdahulu tentang bagaimana pengurangan *defect* pada sepatu dengan menggunakan metode *Statistical Process Control* kemudian dilanjutkan dengan metode *Root Cause Analysis* dalam penelitian Fajrin dan Sulistiyowati (2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Data *Statistical Process Control*

Pengumpulan Data

Langkah pertama yang dilakukan untuk menganalisa pengendalian kualitas secara statistik adalah membuat tabel jumlah produksi dan produk *reject* (produk tidak sesuai dengan standar mutu). Berikut ini data produksi selama tahun 2019. Dari tabel 1 didapatkan rata-rata produk *reject cocoa powder* pada bulan januari sampai juli sebesar 34.29% .

Tabel 1. Jumlah produksi dan *reject* pada produk *cocoa powder*

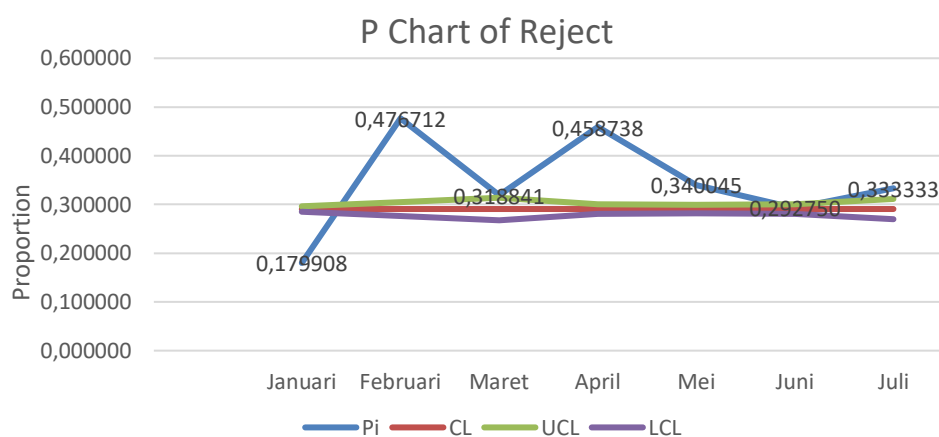
Periode	Jumlah Produksi (kg)	Reject (kg)	Persentase Reject (%)
Januari	59.475,00	10.700,00	17,99
Februari	9.125,00	4.350,00	47,67
Maret	3.450,00	1.100,00	31,88
April	20.600,00	9.450,00	45,87
Mei	22.350,00	7.600,00	34,00
Juni	18.275,00	5.350,00	29,27
Juli	4.350,00	1.450,00	33,33
Total	137.625,00	40.000,00	

Peta Kendali P (P Chart)

Peta p merupakan peta kendali yang menunjukkan proporsi *reject* pada sebuah produksi produk, dalam hal ini adalah produksi *cocoa powder*. Tabel 2 menunjukkan nilai rata-rata CL dari 7 bulan, dan nilai pi, nilai Upper Control Limit (UCL) dan nilai Lower Control Limit (LCL) tiap bulan.

Tabel 2. Perhitungan Peta Kendali P Produk *Reject*

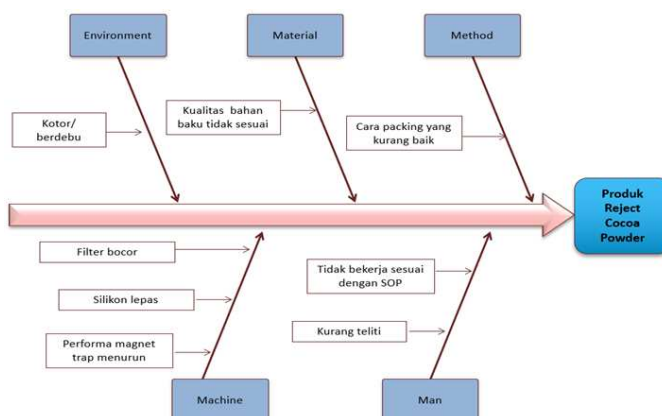
Periode	Jumlah Produksi	Reject	Pi	CL	UCL	LCL
Januari	59.475,00	10.700,00	0,179908	0,290645	0,296230	0,285059
Februari	9.125,00	4.350,00	0,476712	0,290645	0,304905	0,276385
Maret	3.450,00	1.100,00	0,318841	0,290645	0,313836	0,267454
April	20.600,00	9.450,00	0,458738	0,290645	0,300136	0,281154
Mei	22.350,00	7.600,00	0,340045	0,290645	0,299756	0,281533
Juni	18.275,00	5.350,00	0,292750	0,290645	0,300721	0,280568
Juli	4.350,00	1.450,00	0,333333	0,290645	0,311298	0,269992
Total	137.625,00	40.000,00				

**Gambar 1.** Peta Kendali P

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa terdapat proporsi kerusakan yang melewati garis batas peta kendali p, hal ini menunjukkan bahwa variasi yang dihasilkan pada beberapa kali proses produksi perusahaan berada pada kondisi yang tidak stabil atau *out of control* (tidak terkendali). Oleh sebab itu masih diperlukan analisis lebih lanjut mengapa penyimpangan ini terjadi dengan menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) untuk mengetahui penyebab dari penyimpangan/kerusakan dari produk ini.

Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Diagram*)

Identifikasi penyebab *reject* pada produk *cocoa powder* dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan diagram sebab akibat (*cause and effect diagram*).

**Gambar 2.** Diagram sebab akibat pada produk *reject cocoa powder*

Gambar 2 menunjukkan terdapat 5 faktor yang mempengaruhi produk *reject cocoa powder*, yaitu manusia, mesin, metode, material dan lingkungan.

Analisa Data Root Cause Analysis

5 why method

Dari pengumpulan data yang dilakukan, diketahui terdapat lima faktor utama penyebab terjadinya potensi kegagalan yang ditunjukkan oleh tabel 3.

Tabel 3. faktor penyebab proses kritis

Faktor	Nama Faktor
A	Manusia
B	Mesin
C	Metode
D	Material
E	Lingkungan

Tabel 4. Root Cause Analysis (RCA) 5 why method (Manusia)

Reject	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	Faktor
<i>Cocoa powder</i>	Manusia	Tidak bekerja sesuai sop Kurang teliti	Memakai aksesoris dan menggunakan handphone tidak pada waktunya	Tidak mematuhi aturan yang ada	Kurangnya pengawasan terhadap aturan yang dibuat	A,C

Dari analisa tabel 4 didapatkan hasil untuk faktor yang menyebabkan terjadinya *reject cocoa powder* adalah dari faktor manusia, karena tidak bekerja sesuai SOP, dimana ada operator yang memakai aksesoris dan menggunakan *handphone* tidak pada waktunya. Faktor penyebab tersebut kemudian dianalisa lebih jauh lagi dan didapatkan bahwa pekerja tidak mematuhi aturan yang ada karena kurangnya pengawasan. Faktor penyebab proses kritisnya adalah manusia.

Tabel 5. Root Cause Analysis (RCA) 5 why method (Mesin)

Reject	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	Faktor
<i>Cocoa powder</i>	Filter bocor	karena umur pemakaian dan juga tekanan udara purging yang besar	kurang dilakukan pemantauan pada regulator udara	Perawatan mesin yang kurang baik	Operator jarang melakukan perawatan	A,B
	Performa Magnet trap menurun	belum dibersihkan serpihan-serpihan yang melekat	banyak serpihan bawaan dari produk yang mengandung metal	serpihan terbawa dari mesin	Operator jarang melakukan perawatan	
	Silikon lepas	Vibrator yang menyebabkan getaran sehingga terjadi pelepasan silikon	Pemasangan tidak sesuai standar	Operator kurang teliti dan fokus	Kurang pengawasan	

Tabel 5 adalah hasil RCA untuk faktor mesin. Penyebab terjadinya *reject cocoa powder* dilihat dari faktor mesin adalah filter bocor karena umur pemakaian dan tekanan udara purging yang besar dan kurang dilakukan

pemantauan pada regulator udara. Setelah dianalisa lagi ternyata perawatan mesin yang kurang baik disebabkan operator jarang melakukan perawatan. Faktor mesin lainnya itu performa magnet trap menurun akibat belum dibersihkan serpihan-serpihan yang melekat. Setelah dianalisa lebih jauh, ternyata banyak serpihan bawaan dari produk yang mengandung metal yang terbawa dari mesin karena operator jarang melakukan perawatan. Untuk faktor silikon lepas yaitu karena vibrator yang bergetar sehingga terjadi pelepasan silikon. Kemudian dianalisa lagi disebabkan pemasangan tidak sesuai standar karena operator kurang teliti dan fokus, juga kurang pengawasan saat pemasangan silikon yang membuat ikut masuk ke dalam produk, dan faktor penyebab proses kritisnya adalah manusia dan mesin.

Tabel 6. Root Cause Analysis (RCA) 5 why method (Metode)

Reject	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	Faktor
<i>Cocoa powder</i>	Cara packing yang kurang baik	Terdapat celah udara pada bags	Ada sobek pada bagian bags	Operator kurang teliti dan fokus	Kurang pengawasan	A,C

Berdasarkan analisa tabel 6 untuk penyebab *reject cocoa powder* dilihat dari faktor metode adalah cara packing yang kurang baik, terdapat celah udara dan ada sobek pada bagian bags karena operator kurang teliti dan fokus karena kurang pengawasan, dan faktor penyebab proses kritisnya adalah manusia dan metode.

Tabel 7. Root Cause Analysis (RCA) 5 why method (Material)

Reject	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	Faktor
<i>Cocoa powder</i>	Kualitas bahan baku tidak sesuai	Bean berjamur	Ruang penyimpanan tinggi kelembabannya	Kurangnya pengontrolan Kelembaban dan suhu ruangan	Tidak ada jadwal tetap untuk pengontrolan	A,D

Analisa RCA untuk faktor material pada tabel 7 tersebut didapatkan hasil untuk penyebab *reject cocoa powder* dilihat dari faktor material adalah penyebabnya kualitas bahan baku tidak sesuai karena bean berjamur disebabkan ruang penyimpanan yang kelembabannya tinggi. Kemudian dianalisa lagi ternyata kurangnya pengontrolan kelembaban dan suhu ruangan disebabkan tidak ada jadwal tetap untuk pengontrolan, dan faktor penyebab proses kritisnya adalah manusia dan material.

Tabel 8. Root Cause Analysis (RCA) 5 why method (Lingkungan)

Reject	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	Faktor
<i>Cocoa powder</i>	Kotor (berdebu)	produk terbawa angin	ada produk leaking	Operator kurang teliti dan fokus	Kurang pengawasan	A,E

Berdasarkan analisa RCA faktor lingkungan pada tabel 8, untuk penyebab *reject cocoa powder* dilihat dari faktor lingkungan adalah kotor (berdebu) akibat produk terbawa angin dan ada produk leaking karena operator yang kurang teliti dan fokus disebabkan kurang pengawasan. Dan faktor penyebab proses kritisnya adalah manusia dan lingkungan.

KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

- 1) Berdasarkan hasil peta kendali p (*p-chart*) dapat dilihat bahwa ternyata kualitas produk berada diluar batas kendali yang seharusnya. Hal ini dapat dilihat pada grafik peta kendali yang menunjukkan masih banyak titik-titik yang berada diluar batas kendali dan titik tersebut berfluktuasi sangat tinggi dan tidak beraturan. Hal ini merupakan indikasi bahwa proses berada dalam keadaan tidak terkendali atau masih mengalami penyimpangan.

- 2) Faktor penyebab proses kritis yang mempengaruhi kegagalan pada proses produksi adalah manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Assauri S. 1998. Manajemen Operasi dan Produksi. LP FE UI, Jakarta.
- [2] Assauri S. 2004. Manajemen Produksi dan Operasi. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- [3] Bustami B, Nurlela. 2007. Akuntansi Biaya. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4] Chang A, Chang W. 2019. *Creative Problem Solving*. Bitread, Jawa Barat.
- [5] Doggett, A Mark,. 2005. *Root Cause Analysis : A framework for tool selection, the quality management journal*, vol.15
- [6] Fajrin M T, Sulistyowati W. 2018. Pengurangan Defect Pada Produk Sepatu Dengan Mengintegrasikan *Statistical Process Control (SPC)* Dan *Root Cause Analysis (RCA)* Studi Kasus PT.XYZ
- [7] Feigenbaum, A.V. (1986), Kendali Mutu Terpadu. Jakarta: Erlangga
- [8] Gaspersz V. 2005. *Total Quality Management*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- [9] Gaspersz V. 1998. "Statistical Process Control : Penerapan Teknik-teknik Statistika Dalam Manajemen Bisnis Total", Edisi kesatu. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [10] Handayani R. 2019. Analisa Kualitas Produk Mountea Dengan Pendekatan *Six Sigma* Dan *Failure Mode Effect Analysis*. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [11] Hansen, Mowen. 2005. Manajemen Biaya. Salemba Empat, Jakarta.
- [12] Heizer J, Rander B. 2001. Prinsip-prinsip Manajemen Operasi. Salemba Empat, Jakarta.
- [13] Heizer J, Rander B. 2006. *Operations Management*. Salemba Empat, Yogyakarta.
- [14] Jing GG. 2008. *Digging for the Root Cause*. *ASQ Six Sigma Forum Magazine* 7 (3) : 19 – 24.
- [15] Juran J.M. 1988. *Jurans Quality Control Handbook 1&1*, 4th edition, McGrawHill, Inc.
- [16] Kholmi M, Yuningsih. 2009. Akutansi Biaya. UMM, Malang.
- [17] Montgomery D.C. 2001. Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [18] Romalawati M. 2012. Pabrik Pengolahan Biji Kakao Menjadi Cokelat Bubuk (*Cocoa Powder*) Dan Lemak Cokelat (*Cocoa Butter*). Fakultas Teknologi Indutri Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Jawa Timur.
- [19] Satyadi M.A, Lau E.A & Kulsum U. 2019. *Product Quality Control Analysis Happy Gembong Bread Production In Samarinda*. Fakultas Ekonomi Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Samarinda.
- [20] Serrat O. 2017. *Knowledge Solutions: Tools, Methods, and Approaches to Drive Organizational Performance*. Springer Singapore, Singapura.
- [21] Smith, Gerald M. 2003. *Statistical Process Control and Quality Improvement*. Prentice Hall, New Jersey.
- [22] Tjiptono F, Diana A. 2003. *Total Quality Management* Cetakan Ke 8. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.

Bidang: Teknik dan Manajemen Industri Topik : Rekayasa dan Manajemen Kualitas

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK ROTI ABON DENGAN METODE *STATISTICAL QUALITY CONTROL* (SQC) DI PAO-PAO BAKERY MAKASSAR

Della Ginza Ramadhan¹, Ahmad Sawal², dan Muh. Fadel Z.A³

^{1,2,3}Politeknik ATI Makassar

della.ginza@atim.ac.id¹, sawal@atim.ac.id²

ABSTRAK

Pao – pao *bakery* merupakan salah satu IKM kota Makassar dibidang industri makanan (roti). Jumlah produksi yang dihasilkan setiap bulan sebesar 6050 bungkus. Pao-pao *bakery* belum menerapkan sistem pengendalian kualitas. Untuk meminimalkan terjadinya kecacatan produk, digunakan alat bantu *Statistical Quality Control* (SQC). Metode penelitian menggunakan deskriptif kuantitatif dimana teknik analisis statistik menggunakan 4 alat bantu dari *seven tools* (*check sheet*, diagram pareto, peta kendali, dan diagram sebab akibat). Hasil penelitian menunjukkan ada 3 jenis kecacatan produk yaitu cacat *steam*, cacat *oven*, dan cacat *forming*. Pada *P-Chart* terdapat tiga titik yang berada diluar kendali yaitu titik 5, 6 dan 16, hal ini menunjukkan terjadinya penyimpangan. Terlihat dari hasil diagram pareto jenis kerusakan yang sering terjadi adalah pada proses steam dengan jumlah 403 bungkus atau 6,6%. Hasil analisis diagram sebab akibat menunjukkan faktor manusia menjadi penyebab utama kecacatan produk. Rencana tindakan yang dilakukan perusahaan adalah melakukan pengecekan dan perawatan mesin sebelum melakukan proses produksi, menyediakan cetakan yang sesuai dengan standar IKM, melakukan pelatihan pembuatan roti bagi karyawan, membuat SOP alur proses produksi, membuat *check sheet* bahan baku, menyediakan ruangan khusus untuk proses pengembangan roti dengan suhu yang sesuai, dan melakukan pengecekan bahan baku secara berkala.

Kata kunci: Kualitas, *seven tools*, SQC

ABSTRACT

Pao-pao *bakery* is one of SMEs in Makassar that produces 6050 packets of bread every month. Pao-pao *bakery* has not implemented a quality control system. To minimize the occurrence of defects in products, Statistical Quality Control can be used. The research method uses quantitative descriptive. The results showed there were 3 types of product defects, namely steam defects, oven defects, and forming defects. On the P-Chart there are three points that are out of control, namely points 5, 6 and 16, this indicates a deviation. The results of the Pareto diagram show the type of damage that often occurs in the steam process with an amount of 403 packs or 6.6%. The results of the cause and effect diagram show that human factors are the main cause of product defects. The action plan is to check and maintain machines before carrying out the production process, provide molds that comply with IKM standards, conduct bread making training for employees, create production process flow SOPs, make check sheets of raw materials, provide a special room for the bread development process with the appropriate temperature, and check the raw materials periodically.

Keywords: quality, seven tools, SQC.

PENDAHULUAN

Globalisasi membawa dampak yang besar bagi dunia bisnis saat ini, persaingan dalam dunia bisnis semakin bertambah ketat. Persaingan yang semakin ketat ini menuntut para pelaku bisnis untuk berkembang dengan memberikan produk atau jasa yang berkualitas dan pelayanan yang baik kepada konsumen. Kualitas produk merupakan fokus utama dalam perusahaan

untuk meningkatkan daya saing produk yang harus memberi kepuasan pada konsumen. Pengendalian kualitas adalah penggunaan teknik dan kegiatan untuk mencapai, mempertahankan dan meningkatkan kualitas dari sebuah produk atau jasa. Dengan kata lain pengendalian kualitas merupakan usaha untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan perusahaan. Pao – pao *bakery* merupakan IKM yang bergerak dibidang industri makanan (roti). Jumlah produk yang dihasilkan sebanyak 6050 bungkus roti abon dalam satu bulan. Selama proses pembuatan produk sering terjadi kerusakan pada produk. Pao – pao *bakery* dalam menjalankan kegiatan proses produksi belum menerapkan sistem pengendalian kualitas, sehingga produk yang dihasilkan oleh Pao – pao *bakery* belum sepenuhnya memenuhi standar dan menyebabkan banyaknya produk roti abon yang cacat.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan pengendalian kualitas adalah metode *Statistical Quality Control* (SQC). Tujuan SQC dalam pengendalian mutu ialah untuk mengawasi produk agar sesuai dengan standar yang ditetapkan. SQC merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitori, mengandalikan, menganalisis, mengelola, dan memperbaiki produk. Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan metode SQC adalah Elmas (2017) telah melakukan penelitian tentang pengendalian kualitas dengan menggunakan metode SQC pada produksi roti di Barokah *Bakery* dimana dari hasil penelitian didapat bahwa faktor manusia menjadi faktor utama penyebab kegagalan produk. Hairiyah, Amalia & Luliyanti (2019) telah melakukan penelitian tentang pengendalian kualitas dengan menggunakan metode SQC pada produksi roti di Aremania *Bakery*, dari hasil penelitian penyebab mutu roti kurang baik yaitu faktor tenaga kerja, manusia dan mesin. Ahmad, Resmawan & Isa (2020) melakukan penelitian tentang manajemen pengendalian mutu produksi roti melalui pendekatan SQC di pabrik roti The Li Noú *Bakery*, dari hasil penelitian didapatkan penyebab utama kegagalan produk adalah faktor manusia/operator.

Dalam hal ini peneliti menggunakan 4 alat pengendalian statistik untuk menganalisis kecatatan produk roti abon di Pao-pao *bakery*. Lembar pengecekan (check sheet) adalah alat pengendalian statistik untuk mencatat data yang akan dianalisis (Haizer & Barry, 2006). Diagram pareto adalah alat pengendalian statistik untuk mengidentifikasi utama peningkatan kualitas produk dari yang paling besar ke yang paling kecil (Devani & Wahyuni, 2016). Peta kendali adalah alat pengendalian statistik untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas atau proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistik atau tidak (Haizer & Barry, 2006). Diagram sebab akibat adalah alat pengendalian statistik untuk melihat faktor-faktor yang lebih terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama tersebut (Haizer & Barry, 2006). Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis kecacatan produk yang sering terjadi dan menganalisis penerapan metode SQC dalam pengendalian kualitas roti serta merekomendasikan tindakan pencegahan yang dapat dilakukan Pao-pao *Bakery*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode analisis data secara deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan, atau menghubungkan dengan variabel yang lain sedangkan penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/ statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Sampel dalam penelitian ini adalah roti abon yang diproduksi oleh IKM sebanyak 6050 roti. Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 20 Juli 2020 hingga 28 Agustus 2020 dengan mengamati kecatatan produk roti selama 30 hari, dan juga mengamati aktivitas karyawan untuk mengetahui faktor penyebab kecatatan produk.

Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung di perusahaan yang menjadi obyek penelitian. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Wawancara. Wawancara dilakukan kepada pemilik perusahaan dan karyawan terkait proses produksi roti, mulai dari bahan baku hingga proses pemasaran produk..
- Observasi. Observasi dilakukan untuk mengamati sistem atau cara kerja karyawan yang ada, mengamati proses produksi dari awal hingga akhir, dan kegiatan pengendalian kualitas.
- Dokumentasi. Dokumentasi yang dilakukan berupa laporan kegiatan produksi, laporan jumlah produksi dan jumlah kecacatan produk roti selama 30 hari.

Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan metode *Statistical Quality Control* (SQC) dengan langkah- langkah analisis data sebagai berikut:

- 1) Lembar Pengecekan (*check sheet*). Data yang didapatkan dari hasil observasi langsung terkait data produksi dan data kecacatan produk pada proses produksi roti abon.
- 2) Membuat Diagram Pareto. Pembuatan diagram pareto dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengurutkan kerusakan produk sehingga dapat diketahui jenis cacat yang paling dominan.
- 3) Membuat Peta Kendali P (P-Chart). Peta kendali digunakan untuk membantu mendeteksi adanya penyimpangan dengan cara menetapkan batas-batas kendali:

- Upper Control Limit / batas kendali atas (UCL), merupakan garis batas atas untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan.

$$UCL = \bar{p} + 3 \frac{\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{n} \quad (1)$$

Keterangan:

$\bar{p}$: rata – rata kerusakan produk

n : jumlah produksi

- Central line / garis pusat tengah (CL), merupakan garis yang melambangkan tidak adanya penyimpangan dari karakteristik sampel.

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2)$$

Keterangan:

$\bar{p}$: rata – rata kerusakan produk

$\sum np$: jumlah total rusak

$\sum n$: jumlah total yang diperiksa

- Lower Control Limit / batas kendali bawah (LCL), merupakan garis batas bawah untuk suatu penyimpangan dari karakteristik sampel.

$$LCL = \bar{p} - 3 \frac{\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{n} \quad (3)$$

Keterangan :

$\bar{p}$: rata – rata kerusakan

n : jumlah produksi

- 4) Membuat Diagram Sebab-Akibat. Setelah diketahui masalah utama yang paling dominan dalam kecatatan roti, maka dilakukan analisis faktor penyebab kerusakan produk dengan menggunakan diagram sebab akibat (*Ishikawa diagram*), sehingga dapat menganalisis faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab kerusakan roti. Terdapat empat kategori dalam diagram sebab-akibat yaitu material, mesin atau peralatan,. Penyebab masing-masing kecacatan dikaitkan dalam setiap kategori yang diikat dalam tulang yang terpisah sepanjang cabang tersebut sehingga dapat menggambarkan akar dari permasalahan yang terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Kecacatan Produk

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada Pao-pao *bakery* didapatkan tiga pengkategorian jenis kecacatan produk roti abon yang dapat dilihat pada Gambar 1. Analisis jenis cacat produk Pao-pao *bakery* yang pertama yaitu cacat *steam* (tidak mengembang) adalah jenis cacat roti yang tidak mengembang dengan sempurna, karena kesalahan karyawan yang lupa untuk mencampurkan gula pada adonan, sehingga adonan tidak dapat mengembang dengan sempurna, hal ini juga dapat terjadi karena ragi yang telah mengering akibat penyimpanan yang terlalu lama. Jenis cacat kedua yaitu cacat oven (roti gosong) adalah cacat yang disebabkan karena suhu mesin naik dengan sendirinya pada saat proses pemanggangan, hal ini juga dikarenakan karyawan kurang teliti dalam pengecekan mesin. Jenis cacat ketiga yaitu cacat *forming* (bentuk tidak sesuai dengan standar ukuran) adalah jenis cacat yang terjadi akibat bentuk roti yang tidak sesuai dengan standar ukuran hal ini disebabkan karena karyawan kurang teliti pada saat penakaran bahan baku sehingga takaran bahan baku tidak sesuai dengan standar perusahaan.

Check Sheet Produk Cacat

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di Pao-pao *bakery* dapat diketahui jumlah kecatatan pada roti abon dengan menggunakan alat bantu *check sheet* yang dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan data pada Tabel 1, jumlah kecacatan yang

dihasilkan rata-rata 20%. Hal ini dapat menunjukkan bahwa tingkat terjadinya kecacatan dalam setiap kali produksi masih relative tinggi. Selama ini banyaknya produk cacat tidak menjadi fokus perhatian Pao-pao *bakery* karena produk cacat tersebut akan dibagikan kepada karyawan ataupun dikonsumsi sendiri.



Cacat *Steam* (Tidak Mengembang)



Cacat *Oven* (Roti Gosong)



Cacat *Forming* (Bentuk Tidak Sesuai Dengan Standar Ukuran)

Gambar 1. Jenis Cacat Produk Roti Abon

Tabel 1. *Check Sheet* Cacat Produk

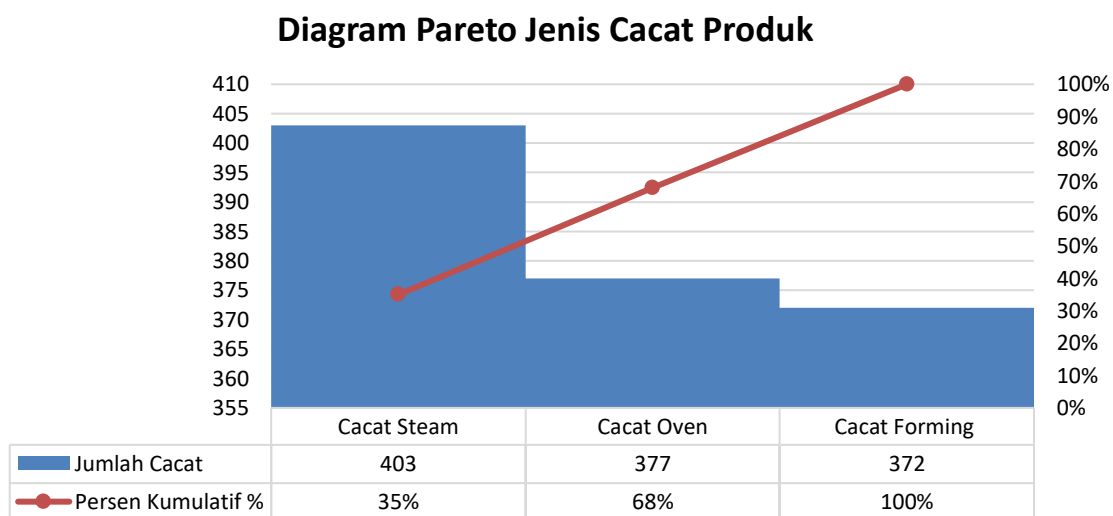
Hari ke	Jumlah Produksi	Jumlah Kecacatan	%Cacat	Hari ke	Jumlah Produksi	Jumlah Kecacatan	%Cacat
1	200	30	15%	16	100	34	34%
2	300	49	16%	17	300	49	16%
3	100	14	14%	18	200	39	20%
4	150	34	23%	19	300	38	13%
5	200	60	30%	20	250	41	16%
6	100	32	32%	21	300	53	18%
7	100	30	30%	22	150	44	29%
8	250	56	22%	23	200	43	22%
9	250	34	14%	24	200	29	15%
10	150	30	20%	25	100	28	28%
11	300	51	17%	26	300	44	15%
12	100	26	26%	27	300	55	18%
13	250	42	17%	28	200	30	15%
14	200	31	16%	29	250	44	18%
15	150	34	23%	30	100	28	28%
Rata-rata					205,17	38,76	20%

Tabel 2. Analisis Jenis Cacat Produk

Jenis Cacat	Jumlah Produk	Jumlah Cacat	Persentasi %	Persen Kumulatif %
Cacat <i>Steam</i>	6050	403	35%	35%
Cacat <i>Oven</i>	6050	377	33%	68%
Cacat <i>Forming</i>	6050	372	32%	100%
Total		1152	100	

Diagram Pareto Produk Cacat

Setelah dilakukan analisis menggunakan Tabel 2, langkah selanjutnya dilakukan analisis dengan diagram pareto. Analisis diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 2. Pada diagram pareto terlihat kecatatan yang paling besar hingga yang paling kecil secara berurutan adalah jenis cacat *steam* (tidak mengembang) yaitu sebesar 6,6%, jenis cacat oven (roti gosong) yaitu sebesar 6,2%, dan jenis cacat *forming* (bentuk roti tidak sesuai dengan standar ukuran) yaitu sebesar 6,1%.

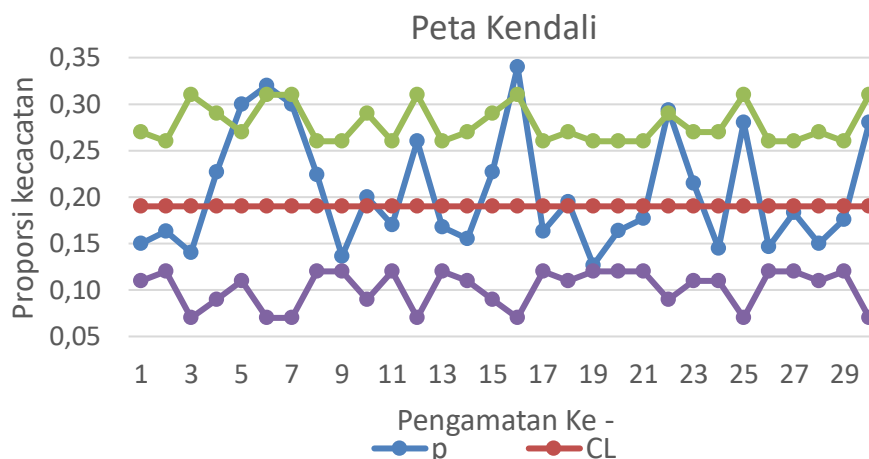


Gambar 2. Hasil Analisis Diagram Pareto

Peta Kendali Produk Cacat

Selanjutnya akan dilakukan analisis untuk mengetahui sejauh mana kecatatan yang terjadi berdasarkan batas kendali statistik melalui peta kendali. Peta kendali p mempunyai dapat membantu pengendalian kualitas produk serta memberikan informasi mengenai kapan dan dimana perusahaan harus melakukan perbaikan kualitas. Analisis tingkat kecatatan produk roti abon menggunakan peta kendali dapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan untuk melihat secara jelas tingkat kecatatan produk roti abon dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan gambar pada peta kendali p dapat dilihat bahwa data berada di luar batas kendali pada titik 5, 6 dan 16, sehingga bisa dikatakan bahwa proses tidak terkendali atau menunjukkan terdapat penyimpangan. Penyimpangan ini mengindikasikan bahwa terdapat permasalahan pada proses produksi. Penyimpangan yang terjadi dapat disebabkan oleh faktor tenaga kerja, mesin, dan metode dan material. Oleh sebab itu, masih dilakukan analisis data lebih lanjut untuk mengetahui penyebab terjadinya penyimpangan yang sudah terlihat pada peta kendali p. Faktor-faktor penyebab khusus ini akan dianalisis dengan menggunakan diagram sebab akibat untuk mengetahui penyebab dari penyimpangan produk roti abon.



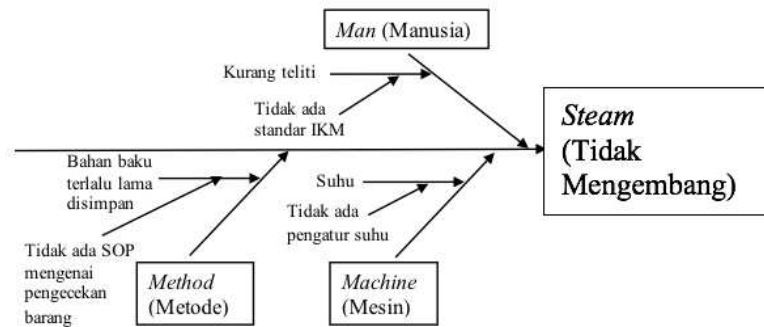
Gambar 3. Peta Kendali Produk Cacat

Tabel 3. Peta Kendali

Hari ke	Jumlah Produksi	Jumlah Kecacatan	p	CL	UCL	LCL
1	200	30	0,15	0,19	0,27	0,11
2	300	49	0,16	0,19	0,26	0,12
3	100	14	0,14	0,19	0,31	0,07
4	150	34	0,23	0,19	0,29	0,09
5	200	60	0,30	0,19	0,27	0,11
6	100	32	0,32	0,19	0,31	0,07
7	100	30	0,30	0,19	0,31	0,07
8	250	56	0,22	0,19	0,26	0,12
9	250	34	0,14	0,19	0,26	0,12
10	150	30	0,20	0,19	0,29	0,09
11	300	51	0,17	0,19	0,26	0,12
12	100	26	0,26	0,19	0,31	0,07
13	250	42	0,17	0,19	0,26	0,12
14	200	31	0,16	0,19	0,27	0,11
15	150	34	0,23	0,19	0,29	0,09
16	100	34	0,34	0,19	0,31	0,07
17	300	49	0,16	0,19	0,26	0,12
18	200	39	0,20	0,19	0,27	0,11
19	300	38	0,13	0,19	0,26	0,12
20	250	41	0,16	0,19	0,26	0,12
21	300	53	0,18	0,19	0,26	0,12
22	150	44	0,29	0,19	0,29	0,09
23	200	43	0,22	0,19	0,27	0,11
24	200	29	0,15	0,19	0,27	0,11
25	100	28	0,28	0,19	0,31	0,07
26	300	44	0,15	0,19	0,26	0,12
27	300	55	0,18	0,19	0,26	0,12
28	200	30	0,15	0,19	0,27	0,11
29	250	44	0,18	0,19	0,26	0,12
30	100	28	0,28	0,19	0,31	0,07

Diagram Sebab Akibat Cacat Produk**1) Cacat *Steam* (tidak mengembang)**

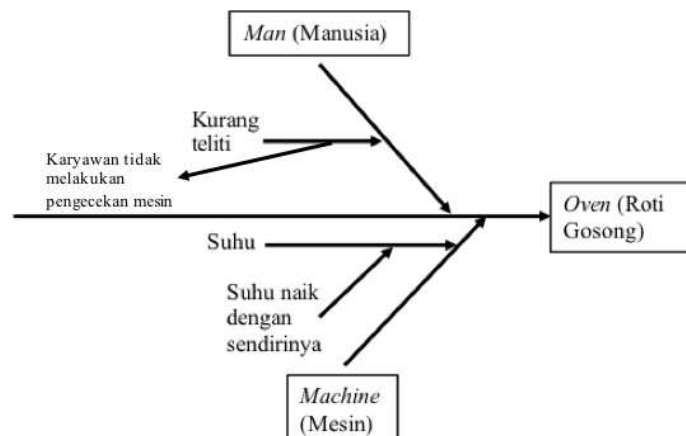
Diagram sebab-akibat terhadap kecatatan produk roti pada *steam* yaitu roti tidak mengembang dapat dilihat Gambar 4. Cacat pada *steam* (tidak mengembang) merupakan cacat yang paling besar yaitu sebesar 6,6%. Faktor-faktor yang menyebabkan roti tidak mengembang adalah faktor manusia dan metode. Hal ini bisa terjadi karena terkadang karyawan lupa mencampurkan gula pada adonan, sehingga adonan tidak dapat mengembang dengan sempurna dan juga dikarenakan ragi kering akibat penyimpanan yang terlalu lama.



Gambar 4. Diagram Sebab-Akibat Cacat Steam (Tidak Mengembang)

2) Cacat Oven (Roti Gosong)

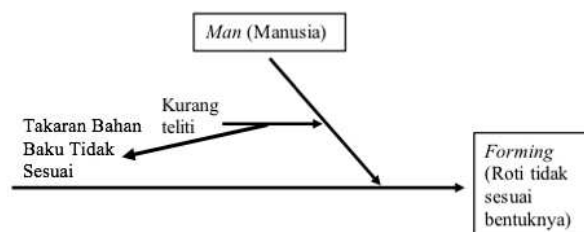
Faktor yang menjadi penyebab produk roti abon gosong pada Pao-pao *Bakery* dapat dilihat pada Gambar 5. Total jumlah cacat pada oven adalah 6,2%. Berdasarkan penelitian melalui pengamatan langsung dan wawancara diketahui bahwa faktor-faktor yang menyebabkan roti gosong adalah faktor mesin dan manusia. Faktor manusia yang teridentifikasi dalam penelitian ini adalah manusia kurang teliti dalam pengecekan mesin. Namun, faktor mesin memberikan pengaruh lebih besar pada penyebab roti gosong. Faktor mesin yang teridentifikasi dalam penelitian ini meliputi suhu pada mesin terkadang naik dengan sendirinya.



Gambar 5. Diagram Sebab-Akibat Cacat Oven (Roti Gosong)

3) Cacat *Forming* (Bentuk tidak sesuai dengan standar ukuran)

Faktor penyebab kerusakan produk roti abon pada *forming* (bentuk tidak sesuai dengan standar ukuran) di Pao-pao *bakery* disajikan pada diagram sebab akibat pada Gambar 6. Total cacat pada *forming* sebesar 6,1%. Berdasarkan hasil penelitian, faktor utama penyebab terjadinya cacat pada *forming* adalah pada faktor manusia, karena karyawan kurang teliti Ketika melakukan penakaran bahan baku sehingga takaran bahan baku tidak sesuai dengan standar perusahaan.



Gambar 6. Diagram Sebab-Akibat Cacat *Forming* (Bentuk tidak sesuai dengan standar ukuran)

Tindakan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengatasi kecacatan *steam* pada produk roti abon melakukan pengecekan bahan baku yang akan digunakan, menjaga suhu ruangan sesuai dengan standar agar roti bisa mengembang dengan

sempurna, serta meminimalkan penumpukan bahan baku digudang. Tindakan yang akan dilakukan untuk mengurangi kecacatan produk dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rencana Tindakan

No	Masalah	Tindakan
1.	Cacat <i>Steam</i> (Tidak Mengembang)	• Membuat <i>Standard Operating Procedure</i> (SOP) alur proses produksi. • Membuat <i>Check Sheet</i> bahan baku yang digunakan. • Menyediakan ruangan khusus untuk proses pengembangan roti dengan suhu yang sesuai. • Melakukan pengecekan mutu bahan baku secara berkala.
2.	Cacat <i>Oven</i> (Roti Gosong)	• Melakukan pengecekan dan perawatan mesin sebelum melakukan proses produksi.
3.	Cacat <i>Forming</i> (Bentuk Roti Tidak Sesuai dengan Standar Ukuran)	• Melakukan pelatihan pembuatan roti bagi karyawan • Menyediakan cetakan yang sesuai dengan takaran standar IKM.

KESIMPULAN

Jenis kecatatan produk dalam proses produksi di Pao-pao *bakery* adalah jenis cacat *steam* (tidak mengembang), jenis cacat oven (roti gosong), dan jenis cacat *forming* (bentuk roti tidak sesuai dengan standar ukuran). Kecatatan yang paling besar hingga yang paling kecil secara berurutan adalah jenis cacat *steam* (tidak mengembang) yaitu sebanyak 403 (6,6%), jenis cacat oven (cacat gosong) yaitu sebanyak 377 (6,2%), dan jenis cacat *forming* (bentuk roti tidak sesuai dengan standar ukuran) yaitu sebanyak 372 (6,1%). Analisis *Statistical Quality Control* (SQC) dilakukan menggunakan 4 alat pengendalian statistik dalam mengendalikan kecatatan produk roti abon yaitu lembar pangecekan (*check sheet*), diagram pareto, peta kendali, dan diagram sebab akibat. Berdasarkan hasil SQC) terdapat tiga titik yang berada di luar batas kendali, yaitu pada titik 5, 6 dan 16, sehingga bisa dikatakan bahwa proses tidak terkendali atau menunjukkan terdapat penyimpangan. Penyimpangan ini mengindikasikan bahwa terdapat permasalahan pada proses produksi. Berdasarkan diagram sebab-akibat, analisis jenis produk cacat di Pao-pao *bakery* pada proses pengovenan terkadang suhu pada mesin naik dengan sendirinya, karyawan kurang teliti pada saat pencampuran adonan sehingga takaran bahan baku tidak sesuai dengan standar perusahaan, karyawan lupa untuk mencampurkan gula pada adonan, sehingga adonan tidak dapat mengembang serta ragi yang kering akibat penyimpanan yang terlalu lama. Tindakan pencegahan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan yaitu melakukan pengecekan dan perawatan mesin sebelum melakukan proses produksi. menyediakan cetakan sesuai dengan takaran standar IKM, melakukan pelatihan pembuatan roti bagi karyawan, membuat SOP alur proses produksi, membuat *check sheet* bahan baku yang digunakan, menyediakan ruangan khusus untuk proses pengembangan roti dengan suhu yang sesuai, serta melakukan pengecekan bahan baku secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, Rahmawaty., Resmawan., dan Isa, Dwi Rahmawaty. Analisis Statistical Quality Control dalam Upaya Mengurangi Jumlah Produk Cacat di Pabrik Roti The Li NoU Bakery. *Jambura Journal of Probability and Statistics Vol.1: Gorontalo*. 2020
- [2] Ahyari, A. *Manajemen Produksi Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: BPFE. 1990.
- [3] Amirullah & Budiyo. *Pengantar Manajemen*. Graha Ilmu, Yogyakarta. 2004.
- [4] Bakhtiar, S., Tahir, S., dan Hasni, A. Analisa Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC). *Malikussaleh Industrial Engineering Journal Vol.2 No.1*, 29-36 ISSN 2302 934. 2013.
- [5] Devani, V., Wahyuni, F. Pengendalian Kualitas Kertas Dengan Menggunakan Statistical Process Control di Paper Machine 3. *Jurusan Teknik Industri : Pekan Baru*. 2016.
- [6] Elmas, Muhammad Syarif Hidayatullah. Pengendalian Kualitas Kertas Dengan Menggunakan Statistical Process Control (SQC) untuk Meminimumkan Produk Gagal pada Toko Roti Barokah Bakery . *Jurnal Penelitian Ilmu Ekonomi WIGA Vol.7: Lumajang*. 2017.
- [7] Hairiyah, Nina., Amalia, Raden Rizki., dan Luliyanti, Eva. Analisis Statistical Quality Control (SQC) pada Produksi Roti di Aremania Bakery. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri Vol. 8: Malang*. 2019.
- [8] Handoko, H. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi Dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE. 200.

- [9] Heizer, J., Barry, R. *Operations Management*. Jakarta: Salemba Empat. 2006.
- [10] Manahan, P. *Manajemen Operational (Operation Management)*. Ghalia Indonesia : Jakarta. 2004.
- [11] Parasuraman, A. *The Behavioral Consequences of Service Quality*. New Jersey : Prentice Hall. 2014.
- [12] Prawirosentono, S. *Manajemen Mutu Terpadu Total Quality Management Abad 21 Studi Kasus Dan Analisis Kiat Membangun Bisnis Kompetitif Bernuansa Market Leader*. Jakarta: Bumi Aksara. 2007.
- [13] Rambat, L., Hamdani, A. *Manajemen Pemasaran Jasa Ed.2*. Jakarta : Salemba Empat. 2006.
- [14] Rully, T., & Nurrohman, A. Peranan pengendalian mutu dengan menggunakan metode SQC dan diagram sebab akibat guna mengurangi produk cacat pada ozi aircraft models. *JIMFE (Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi)*, 5(2), 62-69. 2013.
- [15] Rusdiana. *Manajemen Operasi*. Bandung: Pustaka Setia. 2014.
- [16] Sagala, N.P. Pengendalian Kualitas Statistik Pada Tingkat Kesulitan Mata Kuliah Menggunakan Data Atribur Control Chart (P-Chart) Mahasiswa Prodi Matematika Unimed. *Jurnal Tarbiyah*, Vo. XXIV, No.1, ISSN : 0854-2627. 2017.
- [17] Sugiyono. *Metodologi Penelitian Kuantitatif Kualitatif R&D (Ed. ke-21)*. Bandung: Alfabeta. 2014.
- [18] Sulaeman. Analisa Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Produk Cacat Speedometer Mobil Dengan Menggunakan Metode QCC di PT INS. *Jurnal PASTI* Volume VII No , 71-95, 2014
- [19] Yamit, Z. *Manajemen Produksi Dan Operasi*. Yogyakarta: Ekonisia. 2011

PENENTUAN ALTERNATIF PENGOLAHAN LIMBAH MENGUNAKAN AHP (STUDI KASUS PT. X)

Andi Nurwahidah¹, Fitri Ramadhani², Mulyadi³, dan Mulyadi Ilyas⁴

^{1,2,4} Politeknik ATI Makassar, ³Universitas Hasanuddin

Nurwahidah.andi@atim.ac.id¹

ABSTRAK

PT. X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengeringan jagung. Masalah yang dihadapi oleh perusahaan saat ini yaitu kurang maksimalnya penanganan limbah jagung kering dari hasil proses produksi yang bertumpuk di gudang. Sehingga penanganan pengolahan limbah hasil produksi dengan menentukan alternatif perlu dilakukan dengan melibatkan beberapa faktor yang menjadi penilaian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan tingkat prioritas dari alternatif pengolahan limbah produksi sebagai acuan dalam pengambilan keputusan dengan menggunakan AHP (Analytical Hierarchy Process) dan BOCR (Benefit Opportunities Cost Risk). Metode yang digunakan yaitu penelitian kuantitatif deskriptif untuk membuat gambar mengenai situasi atau kejadian. Penilaian ini berdasarkan penilaian dari pemasukan tambahan, mengurangi dampak lingkungan dan mengurangi inventory, dengan melakukan penelitian langsung pada limbah yang dihasilkan pabrik tersebut. Limbah yang dihasilkan terdiri dari abu sekam, biji pecah, dan karung bekas. Hasil analisa data menggunakan metode Analytical Hierarchy Process dan Benefit Opportunities Cost Risk diperoleh limbah abu sekam untuk alternatif dibagikan ke masyarakat merupakan alternatif dengan bobot yang paling tinggi yaitu 0,27, untuk limbah biji pecah pada alternatif dijual dengan harga rendah merupakan alternatif dengan bobot paling tinggi yaitu 0,30, dan untuk limbah karung bekas pada alternatif dijual dengan harga rendah merupakan alternatif dengan bobot paling tinggi yaitu 0,32

Kata kunci : *analytical hierarchy process, benefit opportunities cost risk, limbah.*

ABSTRACT

PT. X, which is engaged in drying corn. The problem faced by the company today is the inadequate handling of dry corn waste from the accumulated production process in warehouses. So that the handling of production waste processing by determining alternatives needs to be done by involving several factors that become the assessment. The purpose of this study is to determine the priority level of alternative production waste treatment as a reference in decision making using AHP (Analytical Hierarchy Process) and BOCR (Benefit Opportunities Cost Risk). The method used is descriptive quantitative research to make pictures about situations or events. This assessment is based on an assessment of additional income, reducing environmental impact and reducing inventory. Based on the results of data analysis using the Analytical Hierarchy Process and Benefit Opportunities Cost Risk method, it was obtained that the husk ash waste for the alternative distributed to the community was the alternative with the highest weight, for the broken seed waste, the alternative sold at low price was the alternative with the highest weight high, and for used sack waste the alternative is sold at a low price which is the alternative with the highest weight.

Keywords : *analytical hierarchy process, benefit opportunities cost risk, waste.*

PENDAHULUAN

PT. X merupakan salah satu anak perusahaan, yang menyalurkan bahan pakan ternak dimana perusahaan ini bergerak dibidang pengeringan jagung. Masalah yang dihadapi oleh perusahaan saat ini yaitu kurang maksimalnya penanganan limbah. Limbah hanya bertumpuk di gudang sehingga mengurangi kapasitas gudang tersebut. Maka perlu adanya penanganan dengan menentukan alternatif pengelolaan limbah pada perusahaan tersebut yaitu dengan melibatkan beberapa faktor

yang menjadi penilaian. Penilaian ini berdasarkan pemilihan kriteria dari pemasukan tambahan, mengurangi dampak lingkungan dan mengurangi inventory, dengan melakukan penelitian langsung pada limbah yang dihasilkan perusahaan tersebut. Limbah yang dihasilkan terdiri dari abu sekam, biji pecah, dan karung bekas. jika limbah yang dihasilkan perusahaan dapat dikelola dengan baik dan benar maka investasi pengolahan limbah dapat menjadi investasi yang menguntungkan.

Limbah yang ada di PT X ini membuat tempat penyimpanan di warehouse menjadi berkurang. Beberapa alternatif solusi yang akan dipertimbangkan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu limbah dibuang, limbah dijual dengan harga rendah, limbah dijual dengan harga tinggi, limbah diolah kembali, dan limbah dibagikan ke masyarakat. Dalam pemilihan alternatif ini, ada beberapa kriteria yang harus diperhatikan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan AHP dan BOCR, dimana AHP digunakan sebagai alat untuk pemilihan alternatif pengolahan limbah sedangkan BOCR sebagai pendukung pengambilan keputusan. Peneliti terdahulu oleh [1] menggunakan metode Analytical Hierarchy Process dengan tujuan sebagai sistem pendukung keputusan dalam menentukan mahasiswa berprestasi dan penelitian oleh [2] menggunakan metode Benefit Opportunities Cost Risk dengan tujuan sebagai sistem pendukung keputusan dalam pengelolaan limbah kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini teknik pengolahan data yang diperoleh akan diolah dan dianalisa dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process dan Benefit Opportunities Cost Risk. Metode ini merupakan metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan untuk mengatasi permasalahan limbah yang terjadi. Adapun tahapan AHP yaitu:

- 1) Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
- 2) Membuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, kemudian dilanjutkan dengan kriteria-kriteria dan selanjutnya alternatif-alternatif pilihan yang akan dipilih. Dimana dalam pembuatan struktur ini terdapat masukan-masukan yang diberikan dari pihak perusahaan yaitu bagian *supervisor*.
- 3) Membentuk kuesioner perbandingan berpasangan berdasarkan Tabel 1

Tabel 1. Kuisisioner Perbandingan berpasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama penting
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting dari elemen lainnya
7	Elemen yang satu sangat penting dari elemen lainnya
9	Elemen yang satu mutlak sangat penting dari elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antaradua nilai pertimabangan yang berdekatan
Kebalikan	Jika aktivitas i mendapat satu angka dibandingkan dengan aktivitas j, maka j memiliki nilai kebalikan dibandingkan i

- 4) Melakukan analisa data berdasarkan dari hasil kuesioner.

Adapun tahapan BCOR adalah sebagai berikut:

Melakukan analisa pendukung pemilihan keputusan menggunakan BOCR untuk semua alternatif terhadap setiap elemen-elemen.

- Menentukan *benefit* untuk setiap alternatif.
- Menentukan *cost* untuk setiap alternatif.
- Menentukan *opportunities* untuk setiap alternatif
- Menentukan *risk* untuk setiap alternatif .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pertama pada penelitian ini adalah penentuan struktur hirarki untuk pengambilan keputusan dimana kriteria dan alternatif dalam struktur hirarki ini adalah hasil wawancara dengan karyawan perusahaan yaitu bagian *supervisor*. Setelah itu, didapatkan beberapa kriteria dan alternatif sebagai dasar untuk pengambilan keputusan pengolahan limbah.

Berikut ini adalah data limbah yang ada di PT. X.

Tabel 2. Identifikasi Limbah

No.	Limbah	Keterangan
1	Abu Sekam	Abu sekam dikategorikan sebagai limbah karena merupakan sisa dari hasil pembakaran sekam pada proses produksi yang disimpan di gudang dan mengurangi tempat dan tidak digunakan.
2	Biji Pecah	Biji pecah merupakan limbah yang dihasilkan dari proses penyaringan biji jagung, untuk memisahkan biji jagung yang utuh dengan biji jagung yang rusak. Biji jagung yang utuh akan berlanjut ke tahap selanjutnya sedangkan biji yang rusak akan di simpan dan di tumpuk pada gudang. Dimana biji pecah tersebut dikategorikan sebagai limbah karena perusahaan itu sendiri yang mengkategorikannya sebagai limbah.
3	Karung Bekas	Karung bekas yang tertumpuk di gudang diperoleh dari kemasan bahan baku yang dikirim dari <i>supplier</i> .

Berdasarkan penjelasan diatas maka diperoleh struktur hirarki sebagai berikut.



Gambar 1. Struktur Hierarki

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa untuk penangan limbah terdapat 3 kriteria diantaranya mengurangi inventory, pemasukan tambahan, dampak lingkungan dan 5 alternatif yang sama untuk setiap kriterianya diantaranya dibuang, dijual dengan harga rendah, dijual dengan harga tinggi, diolah kembali, dibagikan ke masyarakat.

Berdasarkan hasil perhitungan metode *Analytical Hierarchy Process*, diperoleh masing-masing nilai bobot pada setiap variabel. Dapat dilihat pada tabel 3, 4, dan 5 berikut ini.

Tabel 3. Bobot Variabel Limbah Abu Sekam

No.	Variabel	Bobot
1	Mengurangi Inventory	0,33
2	Pemasukan Tambahan	0,12
3	Dampak Lingkungan	0,55

Tabel 4. Bobot Variabel Limbah Biji Pecah

No.	Variabel	Bobot
1	Mengurangi Inventory	0,260
2	Pemasukan Tambahan	0,633
3	Dampak Lingkungan	0,106

Tabel 5. Bobot Variabel Limbah Karung Bekas

No.	Variabel	Bobot
1	Mengurangi Inventory	0,20
2	Pemasukan tambahan	0,60
3	Dampak Lingkungan	0,20

Strategi Prioritas Alternatif

Berdasarkan hasil perhitungan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), diperoleh masing-masing nilai bobot pada setiap alternatif strategi. Dapat dilihat pada tabel berikut ini.

1) Limbah Abu Sekam

Tabel 6. Bobot Alternatif Strategi Limbah Abu Sekam Pada Kriteria Mengurangi *Inventory*

No	Alternatif Strategi	Bobot
1	Dibuang	0,12
2	Dijual dengan Harga Rendah	0,25
3	Dijual dengan Harga Tinggi	0,15
4	Diolah Kembali	0,21
5	Dibagi ke Masyarakat	0,27

Tabel 7. Bobot Alternatif Strategi Limbah Abu Sekam Pada Kriteria Pemasukan Tambahan

No	Alternatif Strategi	Bobot
1	Dibuang	0,10
2	Dijual dengan Harga Rendah	0,34
3	Dijual dengan Harga Tinggi	0,22
4	Diolah Kembali	0,18
5	Dibagi ke Masyarakat	0,15

Tabel 8. Bobot Alternatif Strategi Limbah Abu Sekam Pada Kriteria Dampak Lingkungan

No	Alternatif Strategi	Bobot
1	Dibuang	0,19
2	Dijual dengan Harga Rendah	0,22
3	Dijual dengan Harga Tinggi	0,07
4	Diolah Kembali	0,22
5	Dibagi ke Masyarakat	0,29

2) Limbah Biji Pecah

Tabel 9. Bobot Alternatif Strategi Limbah Biji Pecah Pada Kriteria Mengurangi *Inventory*

No	Alternatif Strategi	Bobot
1	Dibuang	0,16
2	Dijual dengan Harga Rendah	0,36
3	Dijual dengan Harga Tinggi	0,14
4	Diolah Kembali	0,20
5	Dibagi ke Masyarakat	0,14

Tabel 10. Bobot Alternatif Strategi Limbah Biji Pecah Pada Kriteria Pemasukan Tambahan

No	Alternatif Strategi	Bobot
1	Dibuang	0,07
2	Dijual dengan Harga Rendah	0,34
3	Dijual dengan Harga Tinggi	0,22
4	Diolah Kembali	0,22
5	Dibagi ke Masyarakat	0,15

Tabel 11. Bobot Alternatif Strategi Limbah Biji Pecah Pada Kriteria Dampak Lingkungan

No	Alternatif Strategi	Bobot
1	Dibuang	0,11
2	Dijual dengan Harga Rendah	0,49
3	Dijual dengan Harga Tinggi	0,15
4	Diolah Kembali	0,15
5	Dibagi ke Masyarakat	0,22

3) Limbah Karung Bekas

Tabel 12. Bobot Strategi Alternatif Limbah Karung Bekas Pada Kriteria Mengurangi Inventory

No	Alternatif Strategi	Bobot
1	Dibuang	0,08
2	Dijual dengan Harga Rendah	0,37
3	Dijual dengan Harga Tinggi	0,18
4	Diolah Kembali	0,14
5	Dibagi ke Masyarakat	0,22

Tabel 13. Bobot Strategi Alternatif Limbah Karung Bekas Pada Kriteria Pemasukan Tambahan

No	Alternatif Strategi	Bobot
1	Dibuang	0,07
2	Dijual dengan Harga Rendah	0,40
3	Dijual dengan Harga Tinggi	0,21
4	Diolah Kembali	0,13
5	Dibagi ke Masyarakat	0,19

Tabel 14. Bobot Strategi Alternatif Limbah Karung Bekas Pada Kriteria Dampak Lingkungan

No	Alternatif Strategi	Bobot
1	Dibuang	0,22
2	Dijual dengan Harga Rendah	0,27
3	Dijual dengan Harga Tinggi	0,09
4	Diolah Kembali	0,09
5	Dibagi ke Masyarakat	0,34

Pembahasan

Prioritas Penilaian Variabel

Berdasarkan prioritas penilaian variabel yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 15. Perbandingan Kriteria Untuk Setiap Jenis Limbah

Variabel	Bobot		
	Limbah Abu Sekam	Limbah Biji Pecah	Limbah Karung Bekas
Mengurangi <i>Inventory</i>	0,331	0,26	0,20
Pemasukan tambahan	0,119	0,633	0,60
Dampak Lingkungan	0,55	0,106	0,20

Dapat dilihat pada Tabel 15 bahwa untuk limbah abu sekam diperoleh bobot pada variabel dampak lingkungan sebesar 0,55, dimana variabel dampak lingkungan merupakan bobot yang paling tinggi dibandingkan variabel yang lainnya. Untuk limbah biji pecah diperoleh bobot pada variabel pemasukan tambahan sebesar 0,633, dimana variabel pemasukan tambahan merupakan bobot yang paling tinggi dibandingkan variabel yang lainnya. Sedangkan untuk limbah karung bekas diperoleh bobot pada variabel pemasukan tambahan sebesar 0,60. Dimana variabel pemasukan tambahan lebih tinggi daripada variabel yang lainnya.

Strategi Prioritas Alternatif

Berdasarkan prioritas penilaian strategi alternatif yang telah dilakukan diperoleh bobot akhir pada tabel berikut.

Tabel 16. Alternatif Bobot Akhir Limbah Abu sekam

Alternatif	Bobot Akhir
Dibuang	0,15
Dijual dengan Harga Rendah	0,25
Dijual dengan Harga Tinggi	0,12
Diolah Kembali	0,22
Dibagi ke Masyarakat	0,27

Dari Tabel 15 diperoleh bobot akhir yang paling tinggi yaitu pada alternatif dibagikan ke masyarakat dengan nilai 0,27. Dimana lebih untuk alternatif strategi dibagikan ke masyarakat lebih diutamakan untuk limbah abu sekam daripada harus dibuang, dijual dengan harga rendah, dijual dengan harga tinggi, maupun diolah kembali.

Tabel 17. Alternatif Bobot Akhir Limbah Biji Pecah

Alternatif	Bobot Akhir
Dibuang	0,17
Dijual dengan Harga Rendah	0,30
Dijual dengan Harga Tinggi	0,16
Diolah Kembali	0,20
Dibagi ke Masyarakat	0,17

Dari Tabel 16 diperoleh bobot akhir yang paling tinggi yaitu pada alternatif dijual dengan harga rendah dengan nilai 0,30. Dimana untuk alternatif strategi dijual dengan harga rendah untuk limbah biji lebih diutamakan daripada harus dibuang, dijual dengan harga rendah, dijual dengan harga tinggi, maupun diolah kembali.

Tabel 18. Alternatif Bobot Akhir Limbah Karung Bekas

Alternatif	Bobot Akhir
Dibuang	0,16
Dijual dengan Harga Rendah	0,32
Dijual dengan Harga Tinggi	0,13
Diolah Kembali	0,11
Dibagi ke Masyarakat	0,28

Dari Tabel 18 diperoleh bobot akhir yang paling tinggi yaitu pada alternatif dijual dengan harga rendah dengan nilai 0,32. Dimana untuk alternatif strategi dijual dengan harga rendah untuk limbah biji lebih diutamakan daripada harus dibuang, dijual dengan harga tinggi, diolah kembali, maupun dibagikan ke masyarakat.

Pendukung Pemilihan Keputusan

Berdasarkan pendukung pemilihan keputusan alternatif pada struktur hirarki dapat dilihat pada tabel berikut ini. Dimana hasil dari pendukung pemilihan keputusan diperoleh untuk melihat perbandingan setiap alternatif dari hasil pengamatan dan bobot yang dihasilkan dari AHP.

Tabel 19. Pendukung Pemilihan Keputusan Dengan BCOR

Alternatif	Elemen			
	<i>Benefit</i>	<i>Cost</i>	<i>Opportunity</i>	<i>Risk</i>
Dibuang	Mengurangi tempat pada warehouse	Biaya untuk pengantaran limbah dan pembayaran wadah pembuangan		Kemungkinan adanya tumpukan sampah pada tempat pembuangan sampah.
Dijual dengan harga rendah	Mendapatkan keuntungan dari hasil penjualan serta mengurangi tempat pada warehouse		Adanya pemasukan tambahan dari hasil penjualan.	
Dijual dengan harga tinggi	Mendapatkan keuntungan dari hasil penjualan		Adanya pemasukan tambahan	Kemungkinan tidak terjual akibat terlalu mahal sehingga peminatnya sedikit
Diolah kembali	Bertambah nilai jual	Biaya pengolahan limbah	Bertambahnya pemasukan tambahan	Kemungkinan pada saat proses pengolahan adanya resiko kecelakaan kerja.
Dibagikan ke masyarakat	Perusahaan mendapatkan citra baik dari masyarakat			

Hasil analisa untuk pendukung pemilihan keputusan dapat dilihat pada Tabel 19, dimana terdapat 5 alternatif diantaranya dibuang, dijual dengan harga rendah, dijual dengan harga tinggi, diolah kembali dan dibagikan ke masyarakat. Dan terdapat elemen-elemen untuk setiap alternatif yaitu *benefit*, *cost*, *opportunities*, dan *risk*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dapat dilihat bahwa limbah abu sekam untuk alternatif dibagikan ke masyarakat merupakan alternatif yang memiliki bobot akhir yang paling tinggi yaitu 0,27. Untuk limbah biji pecah pada alternatif dijual dengan harga rendah merupakan alternatif yang memiliki bobot akhir yang paling tinggi yaitu 0,30. Sedangkan untuk limbah karung bekas pada alternatif dijual dengan harga rendah merupakan alternatif yang memiliki bobot yang paling tinggi yaitu 0,32. Analisis pendukung pemilihan keputusan mendekatkan pada subyektivitas kearah obyektivitas dari pengambilan keputusan. .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eva, Munthafa Eva dan Mubarak, Husni. *Penerapan Analytical Hierarchy Process dalam Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Mahasiswa Berprestasi*. Jurnal Siliwangi Vol.3. No.2. 2017
- [2] Yanto, Budi. *Sisten Pendukung Keputusan dalam Pemilohan Alternatif Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit Metode Analytic Network Process (ANP) dan (BCOR)*. Riau Journal Of Computer Science Vol.2/No.1/2016.

Bidang: Teknik Industri Agro

Topik : Rekayasa Industri

PENERAPAN METODE DELPHI DAN FMEA DALAM MEMINIMALISIR PENYEBAB KECACATAN PRODUK PADA PT. TRITEGUH MANUNGGALEJATI

Nur Khaerani Busri¹, Muhammad Basri², dan Atika Sari³
^{1,2,3} Politeknik ATI Makassar
khaeranibusri@atim.ac.id¹, atikasari0599@gmail.com³

ABSTRAK

PT. Tritегuh ManunggalSejati adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri minuman. Pada proses produksi di perusahaan ini masih terjadi masalah produk cacat khususnya pada produk minuman Okky Koko Drink. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan faktor yang mempengaruhi terjadinya suatu permasalahan dengan menggunakan metode Delphi serta untuk menentukan usulan perbaikan yang diperoleh dari pengolahan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode Delphi dan FMEA untuk menyelesaikan masalah yang ada. Pada metode Delphi hasil yang didapatkan yaitu pemetaan jenis kecacatan, penyebab kecacatan, sub faktor penyebab cacat dan faktor kritis yang dilakukan dengan berdiskusi bersama 3 responden (para ahli dibidangnya). Pada metode FMEA hasil yang didapatkan yaitu mengetahui nilai severity pada mode kegagalan potensial, nilai occurrence pada penyebab potensial dan mengetahui nilai detection pada proses kontrol, selanjutnya mengetahui nilai RPN (Risk Priority Number) kemudian mengurutkan nilai dari yang terbesar ke terkecil. Hasil nilai RPN yang telah diketahui dijadikan acuan dalam penyusunan usulan perbaikan.

Kata kunci: Produk cacat, metode delphi, dan FMEA

ABSTRACT

PT. Tritегuh ManunggalSejati is a company engaged in the beverage industry. In the production process at this company there are still problems with defect of products, especially in the Okky Koko Drink beverage product. The purpose of this study is to determine the factors that influence the occurrence of a problem using the Delphi method and to determine the proposed improvements obtained from the processing of the FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) method. In this study, researchers used the Delphi and FMEA methods to solve existing problems. In the Delphi method, the results obtained are mapping the types of disabilities, causes of disabilities, sub-factors causing disabilities and critical factors which are carried out by discussing with 3 respondents (experts in their fields). In the FMEA method, the results obtained are knowing the severity value in potential failure mode, the occurrence value of potential causes and knowing the detection value in the control process, then knowing the RPN (Risk Priority Number) value then sorting the values from largest to smallest. The results of the known RPN value are used as a reference in the preparation of improvement proposals.

Keywords: Defect of product, delphi method, and FMEA.

PENDAHULUAN

PT. Tritегuh ManunggalSejati merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri minuman yang memproduksi 3 jenis minuman diantaranya Okky Koko Drink, Okky Jelly Drink, Mountea dan Okky Splash dengan berbagai varian rasa. Namun pada penelitian ini hanya terfokus pada produk minuman Okky Koko Drink. Kapasitas produksi produk Okky Koko Drink di PT. Tritегuh ManunggalSejati mencapai ± 200.000 pcs/bulan. Perusahaan ini masih mempunyai permasalahan pada

banyaknya jenis dan jumlah produk cacat yang disebabkan oleh berbagai macam faktor yang menyebabkan penurunan kualitas produk. Pada setiap proses kegiatan produksi minuman Okky Koko Drink, perusahaan ini selalu mengalami kecacatan produk diluar batas toleransi yang telah ditentukan perusahaan sehingga perlu dilakukan perbaikan untuk mengurangi jumlah kecacatan produk pada setiap proses produksi.

Pengendalian kualitas yang diterapkan oleh perusahaan saat ini adalah melakukan pemeriksaan terhadap mesin dan produk serta melakukan perbaikan ulang untuk produk yang cacat. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan metode Delphi dan FMEA, dimana Delphi adalah sebuah teknik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah di perusahaan dengan menggunakan pendapat dan penilaian dari para ahli untuk menentukan faktor yang mempengaruhi terjadinya suatu permasalahan yang ada (Skutsch, 1973) sedangkan FMEA adalah metode analisis untuk mengidentifikasi kerusakan produk dan atau proses yang paling potensial dengan mendeteksi peluang, penyebabnya, efek dan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat kepentingan kerusakan (Blanchard, 2004). Metode Delphi dan FMEA ini telah banyak digunakan oleh beberapa peneliti, seperti pada penelitian Nurlita (2019) yang menggunakan metode Delphi dan FMEA untuk memperoleh potensi resiko dan perumusan strategi pengurangan cacat produk BrakeLining di PT. Indoprima Gemilang plant-2 Surabaya. Selain itu digunakan pada penelitian Lailah (2019) yang menggunakan metode Delphi dan FMEA untuk memperoleh pemetaan potensi dan perumusan strategi pengurangan cacat.

Diharapkan dengan menggunakan metode Delphi dan FMEA, penyebab terjadinya cacat pada proses produksi produk Okky Koko Drink di PT. Triteguh ManunggalSejati dapat dideteksi dan dievaluasi sehingga perusahaan dapat memperbaiki proses produksi perusahaan. Kemudian dilakukan rekomendasi usulan perbaikan dari hasil pengolahan data pada metode tersebut.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode Delphi dan FMEA. Metode Delphi digunakan untuk mencari tahu faktor penyebab, sub faktor penyebab, dan faktor kritis, dengan cara membagikan kuisioner kepada para ahli dengan memberikan opsi setuju atau tidak setuju pada kuisioner tersebut. Selanjutnya dari hasil Delphi dilanjutkan dengan menggunakan metode FMEA dengan menentukan nilai *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* oleh para ahli untuk mencari tahu faktor mana yang memiliki prioritas tinggi untuk diperbaiki dan selanjutnya diberikan usulan perbaikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan data produksi dan kecacatan produk minuman Okky Koko Drink yang dikumpulkan dari hasil dokumentasi catatan perusahaan selama bulan Januari sampai Desember 2019 seperti pada tabel 1.:

Tabel 1. Data Produksi dan Kecacatan Produk Okky Koko Drink 2019

No.	Periode (2019)	Jumlah Produksi	Jenis Kecacatan (Pcs)				
			Kurang Isi	Seal Miring	Bergerigi	Kurang Press	Cup Pecah
1	Januari	13.500	8034	2013	140	230	50
2	Februari	14.756	8595	2146	142	395	55
3	Maret	12.470	9875	171	217	100	52
4	April	10.024	6936	693	415	56	30
5	Mei	13.761	8063	2537	204	17	45
6	Juni	8.332	5182	1344	90	63	53
7	Juli	13.030	8365	936	214	395	54
8	Agustus	17.910	9698	4024	158	392	35
9	September	11.771	4654	1683	72	208	40
10	Oktober	16.870	5664	967	104	238	37
11	November	10.308	3257	1591	434	88	40
12	Desember	11.811	5264	901	1425	428	55
Total		154.543	83.587	19.006	3.615	2.160	546

Adapun deskripsi dari jenis kerusakan pada proses produksi dari hasil pengamatan dan wawancara lapangan di PT. Triteguh ManunggalSejati adalah sebagai berikut:

- 1) Kurang Press, jenis kerusakan yang terjadi karena kondisi mesin press yang tidak terlalu panas saat digunakan.
- 2) Kurang Isi, suatu jenis kerusakan yang terjadi karena takaran pada mesin yang tidak sesuai. Kurang isi yang dimaksud yaitu isi produk yang kurang dari jumlah yang telah ditetapkan yakni 150 ml.
- 3) Seal Miring, suatu jenis kerusakan yang terjadi karena penempatan seal yang miring atau tidak sejajar. Seal miring yang

dimaksud yaitu beberapa informasi yang melekat pada seal produk hilang.

- 4) Bergerigi, suatu jenis kerusakan yang terjadi karena mesin kurang tajam atau mulai tumpul. Bergerigi yang dimaksud yaitu hasil dari pemotongan seal pada pinggiran produk yang tidak rata dan bergeri tajam.
- 5) Cup pecah, suatu jenis kerusakan yang terjadi karena jatuh atau terjepit di conveyor. Cup pecah yang dimaksud yaitu cup menjadi pecah beberapa bagian hingga isi produk keluar dan tidak bias dikonsumsi.

Jenis kerusakan ini akan di olah pada metode Delphi yang dilakukan dengan beberapa tahap. Pada tahap I untuk menentukan penyebab kecacatan, pada tahap ini responden diperbolehkan untuk memberikan usulan perbaikan. Sedangkan tahap Delphi II digunakan untuk menentukan sub faktor penyebab dan merekap hasil persetujuan dari para responden tanpa adanya usulan dan untuk tahap Delphi III untuk menentukan faktor kritis dari jenis kecacatan yang kemudian para ahli memberikan opsi setuju atau tidak setuju terhadap hasil diskusi.

Metode Delphi

Tahapan metode delphi yaitu sebagai berikut :

- 1) Menentukan responden dari para ahli. Pada metode Delphi ini melibatkan 3 responden atau para ahli di PT. Triteguh ManunggalSejati. Tiga responden yang dipilih karena mereka merupakan para ahli yang sangat memahami permasalahan terjadinya kecacatan produk Okky Koko Drink pada PT. Triteguh ManunggalSejati. Pada penelitian melakukan diskusi dengan 3 responden atau para ahli yaitu 2 orang dari Admin produksi dan 1 orang dari *Maintenance planner*.
- 2) Membagikan kuisisioner tahap I yang dilakukan dengan memetakan penyebab kecacatan kemudian melakukan rekap hasil penilaian. Pada tahap ini merupakan pemberian kuisisioner terbuka yang dilakukan bersama dengan 3 responden atau para ahli yang mengerti tentang adanya masalah kecacatan produk minuman Okky Koko Drink dan melakukan brainstorming tentang faktor penyebab kecacatan kecacatan produk tersebut. Selanjutnya hasil kuisisioner terbuka tersebut direkap dan diberikan kembali kepada para responden untuk memberikan pernyataan setuju atau tidak terhadap faktor penyebab kecacatan kecacatan produk Okky Koko Drink. Hasil kuisisioner dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Kuisisioner Delphi Tahap I

Jenis Kecacatan	Penyebab Kecacatan	NR 1	NR 2	NR 3
Kurang Isi	Bukaan Valve (Kran) actuator tidak lancar	S	S	S
	Isi hopper filling tidak full	S	S	TS
	Flow dari HTST ke fillling terlalu kecil	S	S	S
	Speed mesin terlalu cepat	TS	TS	TS
	Sensor level hopper tidak terbaca	TS	S	TS
Seal Miring	Rem seal tidak berfungsi	S	S	S
	Rem seal terlalu kencang atau kendur	S	S	S
Bergerigi	Mesin Cutter tidak presisi dengan celah mould	S	S	S
	Mesin Cutter tumpul	S	S	S
	Mesin Cutter bengkok	TS	S	TS
Kurang press	Mesin cup sealer lama panas	S	S	S
	Cup sealer tidak rapat	S	S	S
	Lapisan seal tidak sesuai dengan standar	S	S	S
Cup Pecah	Produk jatuh	S	S	S
	Produk terjepit di mesin cooling dan packing	S	S	S

- 3) Membagikan kuisisioner tahap II yang dilakukan dengan memetakan sub faktor penyebab kecacatan kemudian melakukan rekap hasil penilaian. Langkah selanjutnya dari metode Delphi tahap II yaitu pada tahap ini para ahli memberikan opsi setuju atau tidak setuju dengan sub faktor penyebab yang didiskusikan. Hasil dari metode Delphi tahap II dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Kuesioner Delphi Tahap II

Jenis Kecacatan	Penyebab Kecacatan	Sub Faktor Penyebab Cacat	NR 1	NR 2	NR 3
Kurang Isi	Bukaan Valve (Kran) actuator tidak lancar	Kebersihan mesin kurang di perhatikan oleh operator	S	S	TS
	Isi hopper filling tidak full	Operator tidak teliti	TS	S	S
	Flow dari HTST ke filling terlalu kecil	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	S	S	S
	Menurunnya performansi mesin	Kurangnya pemeliharaan mesin	S	S	S
Seal Miring	Rem seal tidak berfungsi	Kurangnya pemeliharaan mesin	S	S	S
	Rem seal terlalu kencang atau kendur	Operator tidak teliti	S	TS	S
	Settingan roll seal tidak presisi dengan celah mould	Operator tidak teliti	S	S	S
Bergerigi	Mesin Cutter tidak presisi dengan celah mould	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	S	TS	S
	Mesin Cutter tumpul	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	S	S	S
Kurang press	Mesin cup sealer lama panas	Kurangnya pemeliharaan mesin	S	S	S
	Cup sealer tidak rapat	Operator tidak teliti	S	S	S
	Lapisan seal tidak sesuai dengan standar	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	TS	S	S
Cup Pecah	Produk jatuh	SOP mesin sering diabaikan	S	S	S
	Produk terjepit di mesin cooling dan packing	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	S	S	S

Tabel 4. Hasil Kuesioner Delphi Tahap III

Jenis Kecacatan	Penyebab Kecacatan	Sub Faktor Penyebab Cacat	Faktor kritis	NR 1	NR 2	NR 3
Kurang Isi	Bukaan Valve (Kran) actuator tidak lancar	Kebersihan mesin kurang di perhatikan oleh operator	Operator Filling	S	S	S
	Isi hopper filling tidak full	Operator tidak teliti	Operator Filling	S	S	S
	Flow dari HTST ke filling terlalu kecil	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	QC Lapangan	S	S	S
	Menurunnya performansi mesin	Kurangnya pemeliharaan mesin	QC Lapangan	S	TS	S
Seal Miring	Rem seal tidak berfungsi	Kurangnya pemeliharaan mesin	Operator Mesin	S	S	S
	Rem seal terlalu kencang atau kendur	Operator tidak teliti	Operator Mesin	S	S	S
	Settingan roll seal tidak presisi dengan celah mould	Operator tidak teliti	Operator Filling	S	S	S
Bergerigi	Mesin Cutter tidak presisi dengan celah mould	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	Operator Filling	S	S	S
	Mesin Cutter tumpul	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	Operator Filling	S	S	S
Kurang press	Mesin cup sealer lama panas	Kurangnya pemeliharaan mesin	Operator Mesin	TS	S	S
	Cup sealer tidak rapat	Operator tidak teliti	Operator Filling	S	S	S
	Lapisan seal tidak sesuai dengan standar	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	Operator Filling	S	S	S
Cup Pecah	Produk jatuh	SOP mesin sering diabaikan	Operator Packing	S	S	S
	Produk terjepit di mesin cooling dan packing	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	Operator Packing	S	TS	S

- 4) Membagikan kuisisioner tahap III yang dilakukan dengan memetakan faktor kritis kemudian melakukan rekap hasil penilaian. Tahap terakhir pada metode Delphi ini yaitu tahap III dimana pada tahap ini para ahli memberikan opsi setuju atau tidak setuju terhadap pemetaan faktor penyebab dan sub faktor penyebab beserta usulan baru untuk menentukan faktor kritis dari masing-masing faktor penyebab. Faktor kritis didapatkan dari hasil brainstorming bersama para ahli.

Tahap III dari metode Delphi akan dijelaskan pada tabel 4.

Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Tahapan metode delphi yaitu sebagai berikut :

➤ Mengidentifikasi mode kegagalan potensial

Mode kegagalan potensial merupakan apa saja yang mengakibatkan terjadinya kecacatan produk. Dari mode kegagalan potensial tersebut akan diketahui faktor apa yang menjadi penyebab cacat pada produk minuman Okky Koko Drink pada PT. Triteguh ManunggalSejati.

➤ Menentukan Nilai tingkat keparahan (*Severity*)

Nilai *severity* menunjukkan seberapa parah mode kegagalan dapat mempengaruhi proses selanjutnya dan seberapa parah mode kegagalan tersebut dapat menimbulkan produk cacat. Semakin besar nilai keparahan maka semakin besar juga pengaruh terhadap produk cacat.

➤ Mengidentifikasi penyebab potensial

Tujuan dari dilakukannya identifikasi penyebab kegagalan potensial adalah untuk mengetahui bagaimana dapat terjadi kegagalan-kegagalan yang sering terjadi pada proses pengemasan produk minuman Okky Koko Drink di PT. Triteguh ManunggalSejati.

➤ Menentukan nilai tingkat kejadian (*Occurrence*)

Nilai tingkat kejadian diperoleh berdasarkan atas seberapa sering kegagalan akan timbul pada proses produksi.

➤ Mengidentifikasi proses kontrol

Detection merupakan tingkat deteksi atau tindakan yang dilakukan oleh perusahaan untuk mengatasi kegagalan-kegagalan yang terjadi. Perusahaan tentunya telah melakukan beberapa pengendalian terhadap masalah kegagalan pada produk, akan tetapi masih terdapat cacat yang tinggi pada proses produksi.

➤ Menentukan nilai tingkat deteksi (*Detection*)

➤ Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Nilai RPN diperoleh dari hasil kali *Severity* (S), *Occurance* (O) dan *Detection* (D) yang telah diperoleh dari tahap sebelumnya. Berikut rekapitulasi S, O dan D serta nilai RPN pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

No.	Proses	Mode Kegagalan Potensial	Efek	Saverity	Penyebab Potensial	Occurrence	Proses Kontrol	Detection	RPN
1	Filling	Bukaan Valve (Kran) actuator tidak lancar	Produk mengalami cacat Kurang Isi	5	Kurangnya pemeliharaan mesin	5	QC Lapangan	6	150
		Isi hopper filling tidak full		5	Operator tidak teliti	4	Operator Filling	5	100
		Flow dari HTST ke filling terlalu kecil		5	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	3	QC Lapangan	6	90
		Menurunnya performansi mesin		5	Kebersihan mesin kurang di perhatikan oleh operator	5	Operator Filling	4	100
2	Filling	Rem seal tidak berfungsi	Produk mengalami cacat seal miring	7	Kurangnya pemeliharaan mesin	4	Operator Mesin	4	112
		Rem seal terlalu kencang atau kendur		7	Operator tidak teliti	4	Operator Filling	4	112
		Setingan roll seal tidak presisi dengan celah mould		7	Operator tidak teliti	6	Operator Mesin	3	126
3	Filling	Mesin Cutter tidak presisi dengan celah mould	Produk mengalami cacat bergerigi	6	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	3	Operator Filling	3	54
		Mesin Cutter tumpul		6	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	5	Operator Filling	3	90
4	Filling	Mesin cup sealer lama panas	Produk mengalami cacat kurang press	6	Kurangnya pemeliharaan mesin	3	Operator Mesin	3	54
		Cup sealer tidak rapat		6	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	4	Operator Filling	3	72
		Lapisan seal tidak sesuai dengan standar		5	Operator tidak teliti	3	Operator Filling	3	45
5	Packing	Produk jatuh	Produk mengalami cacat cup pecah	7	SOP mesin sering diabaikan	3	Operator Packing	2	42
		Produk terjepit di mesin cooling dan packing		7	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	2	Operator Packing	2	28

Berikut adalah hasil nilai RPN tertinggi dari perumusan strategi untuk mengurangi cacat seperti pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil RPN tertinggi

No.	Proses	Mode Kegagalan Potensial	Efek	Saverity	Penyebab Potensial	Occurrence	Proses Kontrol	Detection	RPN
1	Proses Filling	Bukaan Valve (Kran) actuator tidak lancar	Produk mengalami Kurang Isi	5	Kurangnya pemeliharaan mesin	5	QC Lapangan	6	150
2	Proses Filling	Setingan roll seal tidak presisi dengan celah mould	Produk mengalami Seal Miring	6	Operator tidak teliti	4	Operator Filling	3	72
3	Proses Filling	Mesin Cutter tumpul	Produk mengalami Bergerigi	6	Kurangnya pengecekan yang dilakukan oleh operator	5	Operator Filling	3	90
4	Proses Filling	Cup sealer tidak rapat	Produk mengalami Kurang press	7	Operator tidak teliti	6	Operator Filling	3	126
5	Proses Packing	Produk jatuh	Produk mengalami Cup Pecah	7	SOP mesin sering diabaikan	3	Operator Packing	2	42

Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil perolehan nilai RPN tertinggi, sehingga perlu dilakukan suatu usulan perbaikan untuk meminimalisir produk cacat yang akan terjadi. Berikut hasil dari perumusan usulan perbaikan dengan para ahli untuk mengurangi cacat dengan menggunakan pendekatan metode FMEA.

Tabel 7. Usulan Perbaikan

No	Prioritas Permasalahan	Usulan Perbaikan	NS 1	NS 2	NS 3
1	Kurang Isi	Melakukan pembersihan mesin secara terjadwal	S	S	S
		Melakukan pengecekan mesin sebelum beroperasi	S	S	S
		Operator harus lebih teliti dalam bekerja	S	S	S
2	Seal Miring	Operator harus teliti dalam pemasangan roll sealer	S	S	S
		Pemeliharaan mesin harus dilakukan secara terjadwal	S	S	S
		Mengubah sistem control manual rem seal menjadi otomatis	S	TS	S
		Mengevaluasi kinerja operator 1 bulan sekali	S	S	S
3	Bergerigi	Melakukan pengecekan mesin sebelum beroperasi	S	S	S
		Mesin cutter harus diganti apabila sudah tumpul	S	S	S
		Operator harus teliti dalam bekerja	S	S	S
		Melakukan pemeliharaan mesin secara terjadwal	S	S	S
4	Kurang press	Operator harus teliti dalam bekerja	S	S	S
		Harus dilakukan penggantian atau repair head seal setiap 1 bulan	S	S	TS
		Melakukan pemeliharaan mesin press secara terjadwal	S	S	S
		Menambah tekanan dorong press sealer	S	S	S
		Menggunakan seal yang sesuai dengan standar	S	S	S
5	Cup Pecah	Kecepatan konveyor tidak boleh terlalu cepat (sedang)	S	S	S
		Menambah tinggi railing atau pembatas produk agar tidak mudah jatuh	S	S	S
		Menambah panjang railing atau pembatas produk agar tetap pada konveyor	TS	S	S

Pada tabel 7 merupakan pemetaan usulan perbaikan untuk mengurangi cacat terhadap produk minuman Okky Koko Drink dan hampir setiap usulan yang diusulkan disetujui oleh para ahli.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dari hasil pengolahan menggunakan metode Delphi diperoleh faktor penyebab, sub faktor penyebab, dan faktor kritis, dengan cara membagikan kuisioner kepada para ahli dengan memberikan opsi setuju atau tidak setuju pada kuisioner tersebut.
- 2) Usulan Perbaikan untuk PT. Triteguh Manunggal Sejati khususnya untuk perbaikan produk minuman Okky Koko Drink yaitu:
 - Kurang isi usulan yang dapat diberikan yaitu melakukan pembersihan mesin secara terjadwal, melakukan pengecekan mesin sebelum beroperasi, dan operator harus lebih teliti dalam bekerja.
 - Seal miring usulan yang dapat diberikan yaitu operator harus teliti dalam pemasangan roll sealer, pemeliharaan mesin harus dilakukan secara terjadwal, mengubah sistem control manual rem seal menjadi otomatis dan mengavaluasi kinerja operator 1 bulan sekali.
 - Bergerigi usulan yang dapat diberikan yaitu melakukan pengecekan mesin sebelum beroperasi, mesin cutter harus diganti apabila sudah tumpul, operator harus teliti dalam bekerja dan melakukan pemeliharaan mesin secara terjadwal,
 - Kurang press usulan yang dapat diberikan yaitu operator harus teliti dalam bekerja, harus dilakukan penggantian atau repair head seal setiap 1 bulan, melakukan pemeliharaan mesin press secara terjadwal, menambah tekanan dorong press sealer, dan menggunakan seal yang sesuai dengan standar
 - Cup Pecah usulan yang dapat diberikan yaitu konveyor tidak boleh terlalu cepat (sedang), menambah tinggi railing atau pembatas produk agar tidak mudah jatuh, dan menambah panjang railing atau pembatas produk agar tetap pada konveyor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih Penulis ucapkan kepada Jurusan/Prodi Teknik Industri Agro Politeknik ATI Makassar sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Terima kasih pula kepada pihak panitia dalam hal ini bagian Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPPM) Politeknik ATI Makassar serta kepada PT. Triteguh ManunggalSejati dalam membantu dan mendukung hingga terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Blanchard (2004) dalam Yolanda. 2019. Penerapan FMEA Untuk Membantu Organisasi Dalam Menemukan Potensi Risiko. Jakarta : IPQI
- [2] Lailah, Rika ratul. 2019. Pemetaan Potensi Resiko Dan Perumusan Strategi Pengurangan Dengan Pendekatan Delphi Dan Fmea (Failure Mode And Effect Analysis). Universitas Trunojoyo Madura.
- [3] Nurlita, Adhika. 2019. Pemetaan Potensi Resiko Dan Perumusan Strategi Pengurangan Cacat Produk Brake Lining Di PT. Indoprima Gemilang Plant-2 Surabaya. Universitas Trunojoyo Madura.
- [4] Skutsch, dkk (1973) dalam Adiyatma Rum Irlan. 2018. Modul Metode Delphi. Universitas Padjadjaran

INTERVENSI SENAM LANSIA UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT KEBUGARAN BERDASARKAN DENYUT NADI LANSIA

Muhammad Surya Jaya¹, Hari Purnomo²

^{1,2} Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam
Indonesia. Jl. Kaliurang KM 14,5. Yogyakarta.
19916011@students.uii.ac.id¹

ABSTRAK

Kondisi kesehatan fisik lansia semakin menurun seiring berjalannya waktu, seperti menurunnya tingkat kebugaran. Pengukuran tingkat kebugaran pada penelitian ini menggunakan denyut nadi. Denyut nadi diukur melalui intervensi pre test dan post test dengan senam ergonomi yang dilaksanakan setiap pagi oleh Panti Wredha Tresna Abiyoso dengan jumlah sampel berdasarkan rumus pocock sebanyak 17 lansia. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan kebugaran lansia melalui intervensi senam ergonomi. Hasil penelitian menunjukkan 71% lansia mengalami peningkatan denyut nadi sehingga dapat disimpulkan intervensi dengan senam ergonomi memiliki pengaruh terhadap tingkat kebugaran lansia diukur dengan denyut nadi, sebelum intervensi rata-rata denyut nadi lansia 56 per menit sedangkan setelah intervensi meningkat menjadi 75 per menit. Sehingga, denyut nadi rendah yang dialami oleh lansia dapat diatasi dengan senam lansia.

Kata kunci: Lansia, senam ergonomi, denyut nadi.

ABSTRACT

The physical health condition of the elderly has decreased over time, such as decreased fitness levels. Measurement of fitness level in this study uses pulse. The pulse rate was measured through pre-test and post-test interventions with ergonomic exercises which are carried out every morning by the Tresna Abiyoso Wredha Home with the number of samples based on the pocock formula as many as 17 elderly. The purpose of this study was to improve the fitness of the elderly through ergonomic exercise intervention. The results showed 71% of the elderly experienced an increase in pulse rate, so it can be concluded that intervention with ergonomic exercise had an influence on the fitness level of the elderly measured by pulse, before the intervention the average pulse rate of the elderly was 56 per minute while after the intervention increased to 75 per minute. Thus, the low pulse rate experienced by the elderly can be overcome with elderly exercise.

Keywords: Elderly, ergonomic gymnastics, pulse.

PENDAHULUAN

Lansia identik dengan berbagai penurunan status kesehatan terutama status kesehatan fisik. Berbagai teori tentang proses menua menunjukkan hal yang sama. Status kesehatan lansia yang menurun seiring dengan bertambahnya usia akan memengaruhi kualitas hidup lansia [1]. Salah satu faktor yang kadang kala mengganggu kualitas hidup lansia adalah faktor tekanan darah [2]. Penelitian Domènech *et al.* [3] menunjukkan 75% lansia menderita gangguan tekanan darah. Tekanan darah yang tinggi dalam waktu lama akan menyebabkan kerusakan pembuluh darah di seluruh tubuh [4]. Manajemen tekanan darah untuk orang tua mungkin penting untuk menjaga vitalitas kognitif [5]. Salah satu terapi non farmakologis untuk menurunkan tekanan darah pada lansia adalah dengan melakukan aktifitas fisik. Aktifitas fisik yang bagus dilakukan lansia adalah olahraga, namun tidak semua olahraga baik dilakukan oleh lansia. Olahraga adalah serangkaian gerak raga yang teratur dan terencana untuk memelihara gerak yang berarti mempertahankan hidup dan meningkatkan kemampuan gerak yang berarti meningkatkan kualitas hidup [6]. Olahraga sangat bermanfaat untuk meningkatkan sirkulasi darah, menurunkan berat badan dan memproduksi cairan sinovial untuk mengurangi nyeri sendi pada lansia [7]. Penelitian Bertani *et al.* [8]

menunjukkan bahwa gangguan tekanan darah dapat diobati dengan menggunakan latihan aerobik. Salah satu terapi yang dapat diaplikasikan kepada lansia yaitu olahraga berupa senam ergonomik [9].

Senam ergonomik adalah aktivitas fisik yang dapat memperlancar sirkulasi darah dan meningkatkan denyut nadi serta dapat membakar lemak [10]. Senam ergonomik itu sendiri merupakan teknik senam dan pernapasan untuk mengembalikan atau memperbaiki posisi kelenturan sistem saraf dan aliran darah. Manfaat Senam ergonomik bisa untuk menurunkan skala nyeri sendi dan meningkatkan tarikan dan kekuatan otot serta dapat memperbaiki sirkulasi darah pada lansia [11]. Pada penelitian Priyantari [12] menunjukkan bahwa ada pengaruh senam ergonomik terhadap tekanan darah pada lansia di Panti Wredha Budhi Dharma Yogyakarta. Pada penelitian ini, Senam lansia diperuntukkan bagi lansia yang berada di panti wredha, hal ini dikarenakan masih banyak lansia yang tidak mengetahui tentang pentingnya olahraga diusia lanjut untuk tetap menjaga kualitas hidup dengan tetap aktif bergerak. Penelitian sebelumnya oleh Santos [13], Yuniartika *et al.* [14], Hamdan *et al.* [15] mengukur suatu intervensi berdasarkan tekanan darah, sedangkan pada penelitian ini menggunakan denyut nadi untuk mengetahui pengaruh senam lansia terhadap denyut nadi lansia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan menggunakan pre-eksperimental dengan rancangan one-group pretest-posttest design, untuk membandingkan hasil intervensi yang diberikan. Subjek dalam penelitian ini adalah lansia yang memenuhi kriteria inklusi Lansia >60 Tahun, lansia yang masih dapat aktif bergerak, masih dapat berkomunikasi secara verbal, dan tidak mengalami sakit berat. Jumlah populasi sebanyak 135 lansia di panti wredha tresnha abiyoso, teknik pengambilan sampel dengan menggunakan rumus *pocock* :

$$n = \frac{2(\sigma)^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2} f(\alpha, \beta) \quad (1)$$

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Tirumala *et al.* (2015) tentang ketepatan tendangan, diperoleh nilai rerata $\mu_1 = 89,35$ dan standar deviasi $\sigma = 33,71$, sedangkan kelompok perlakuan dengan harapan 30% sesuai dengan ketentuan rumus pocock diperoleh nilai $\mu_2 = 54,76$. Berdasarkan hasil perhitungan sampel di atas, diperoleh jumlah sampel awal sebanyak 15,003 untuk mengantisipasi pengurangan peserta maka hasil awal sampel ditambah $15\% \times 15,003 = 2,2$ sehingga jumlah sampel adalah $15,003 + 2,2 = 17.20$ dibulatkan 17 sampel. Dengan demikian dapat disimpulkan setiap kelompok memiliki jumlah sampel 17 orang.

Alat Yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1) OMRON Tensimeter Digital HEM 8712 Basic untuk mengukur denyut nadi lansia.
- 2) Portable Speaker Bluetooth Wireless JBL Mini 5+ sebagai audio senam ergonomic lansia.
- 3) *Form* untuk data pengukuran denyut nadi lansia
- 4) Pulpen untuk menuliskan data pengukuran denyut nadi lansia

Protokol Penelitian

➤ Sebelum Intervensi

- 1) Pengukuran denyut nadi dilakukan dengan menggunakan alat tensimeter digital. Pengukuran denyut nadi dilakukan dengan mengikuti standar pengukuran yang direkomendasikan oleh Task Force Standard, dimana para lansia sebelum dilakukan pengukuran harus beristirahat selama 10 menit. Sebelum pengukuran denyut nadi dilakukan, para lansia diberikan penjelasan mengenai alat ukur yang digunakan dan diberitahukan bagaimana rasanya ketika dilakukan pengukuran denyut nadi. Hal ini dilakukan agar para lansia tidak merasa cemas ketika dilakukan pengukuran.
- 2) Pada saat pengukuran, lengan kiri terbuka dan berada di atas permukaan meja yang rata, para lansia diharuskan duduk dengan nyaman. Manset yang digunakan sesuai dengan lengan atas sebelah kiri lansia.

➤ Pelaksanaan Senam Lansia

- 1) Peneliti mengarahkan lansia untuk mengikuti senam dengan mengatur jarak antar lansia.
- 2) Mengatur musik yang dijadikan sebagai instrumen dalam senam lansia
- 3) Senam dilaksanakan di halaman panti wredha selama 15 menit
- 4) Peneliti menjadi pemandu dalam senam lansia

➤ Setelah Intervensi

- 1) Setelah senam lansia dilakukan, peneliti mengukur denyut nadi lansia seperti pengukuran denyut nadi sebelum intervensi
- 2) Pengukuran dilakukan dengan menggunakan tensimeter digital
- 3) Mencatat hasil pengukuran

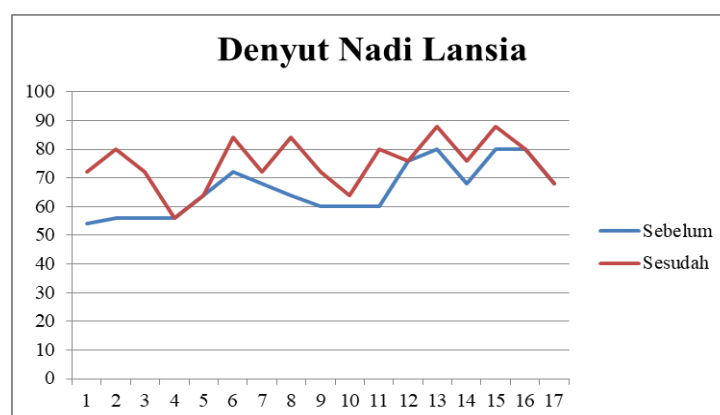
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Denyut Nadi Lansia

Pengukuran denyut nadi lansia dilakukan pada hari Kamis, 9 Juli 2020 di Panti Wredha Tresnha Abiyoso pada pukul 07.00 WIB – selesai. Berikut adalah denyut nadi lansia sebelum dan setelah melakukan senam lansia.

Tabel 1. Hasil Intervensi

Responden	Usia (Tahun)	Denyut Nadi (per menit)	
		Sebelum	Setelah
1	74	54	72
2	66	56	80
3	81	56	72
4	60	56	56
5	63	64	64
6	62	72	84
7	77	68	72
8	65	64	84
9	76	60	72
10	76	60	64
11	74	60	80
12	84	76	76
13	65	80	88
14	78	68	76
15	84	80	88
16	69	80	80
17	72	68	68



Gambar 1. Denyut nadi lansia

Berdasarkan grafik diatas 71% lansia mengalami peningkatan denyut nadi setelah intervensi senam lansia sedangkan 29% lansia tidak mengalami perubahan denyut nadi.

Uji Statistik

Tabel 2. Uji Normalitas

<i>Shapiro-wilk</i>	
Sebelum	0,088
Sesudah	0,625

Output dari tabel *test of normality* untuk data sebelum dan setelah intervensi senam lansia, yang digunakan adalah nilai sig. Shapiro-wilk dikarenakan df nya <50 maka. Sig. sebelum dan setelah adalah 0,088 dan 0,625 > 0,05 sehingga data berdistribusi normal.

Uji Wilcoxon

Hipotesis:

H0: tidak ada perbedaan setelah intervensi senam lansia terhadap tingkat kebugaran

Ha: ada perbedaan setelah intervensi senam lansia terhadap tingkat kebugaran

Nilai Asymp. Sig. (2-tailed) adalah $0.004 < 0.05$ maka H_0 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan setelah intervensi senam lansia terhadap tingkat kebugaran.

Tabel 3. Rata-rata tingkat kebugaran lansia

Denyut nadi lansia	
Sebelum	56
Sesudah	75,05

Berdasarkan tabel 3 dapat diinterpretasikan bahwa terdapat perbedaan kebugaran lansia berdasarkan denyut nadi sebelum dilakukan senam dan sesudah dilakukan senam lansia dimana sebelum dilakukan senam rata-rata yang diperoleh hasil sebesar 56 kali per menit dan sesudah latihan diperoleh hasil sebesar 75.05 kali per menit. Senam ergonomi lansia mempengaruhi denyut nadi karena melibatkan penggunaan otot-otot besar secara berulang-ulang, sehingga mengaktifkan serat otot yang diprogram untuk daya tahan, dan memanfaatkan denyut nadi sebanyak 40-85 persen dari denyut maksimum lansia [16]. Dengan olahraga, aliran darah akan meningkat dan volume darah akan kembali lagi ke jantung [17]. Karena jantung menerima volume darah yang lebih banyak, maka bilik kiri jantung akan semakin beradaptasi dan membesar [18]. Rongga yang lebih besar ini bisa menampung lebih banyak darah, dan menyembrotkan darah lebih tinggi per detak, bahkan juga ketika istirahat [19]. Berdasarkan analisis data dapat diketahui adanya perbedaan hasil antara sebelum pemberian perlakuan senam lansia dan sesudahnya. Peningkatan yang terlihat menunjukkan salah satu upaya dalam mempertahankan dan meningkatkan kondisi kebugaran pada lansia. Setelah melakukan deskripsi data selanjutnya melakukan uji hipotesa. Pengujian hipotesis dilakukan untuk menguji perbedaan sebelum dan sesudah senam dilakukan uji t. Hasil uji t diketahui nilai sig. $0.000 < 0.05$ sehingga ada pengaruh peningkatan denyut nadi terhadap tingkat kebugaran lansia.

KESIMPULAN

Berdasarkan intervensi senam lansia yang dilakukan terhadap 17 lansia di Panti Wredha Tresnha Abiyoso diketahui bahwa 71% lansia mengalami peningkatan denyut nadi. Sebelum intervensi rata-rata denyut nadi lansia 56 per menit sedangkan setelah intervensi meningkat menjadi 75 per menit. Sehingga, denyut nadi rendah yang dialami oleh lansia dapat diatasi dengan senam lansia sehingga dapat disimpulkan intervensi memiliki pengaruh terhadap tingkat kebugaran lansia diukur dengan denyut nadi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kiik, S.M., Sahar, J. & Permatasari, H. 2018. Peningkatan Kualitas Hidup Lanjut Usia (Lansia) di Kota Depok dengan Latihan Keseimbangan. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, Vol. 21, No. 2, pp.109-116.
- [2] Chen, Y., Huang, Q.F., Sheng, C.S., Lei, L., Xu, S.K., Zhang, W., Shao, S., Wang, D., Cheng, Y.B., Wang, Y. & Guo, Q.H. 2019. Cross-sectional association between blood pressure status and atrial fibrillation in an elderly Chinese population. *American journal of hypertension*, Vol. 32, No. 8, pp.777-785.
- [3] Domènech, M., Serra-Mir, M., Roth, I., Freitas-Simoes, T., Valls-Pedret, C., Cofán, M., López, A., Sala-Vila, A., Calvo, C., Rajaram, S. & Sabaté, J., 2019. Effect of a Walnut Diet on Office and 24-Hour Ambulatory Blood Pressure in Elderly Individuals: Findings From the WAHA Randomized Trial. *Hypertension*, Vol. 73, No. 5, pp.1049-1057.
- [4] Cho, N., Hoshida, S., Nishizawa, M., Fujiwara, T. & Kario, K., 2018. Relationship between blood pressure variability and cognitive function in elderly patients with good blood pressure control. *American journal of hypertension*, Vol. 31, No. 3, pp. 293-298.
- [5] Liang, X., Shan, Y., Ding, D., Zhao, Q., Guo, Q., Zheng, L., Deng, W., Luo, J., Tse, L.A. & Hong, Z., 2018. Hypertension and high blood pressure are associated with dementia among Chinese Dwelling elderly: the Shanghai aging study. *Frontiers in neurology*, Vol. 9, p. 664.
- [6] Wahyuni, T.S., Syamsudin, S. & Nurhayati, L. 2020. Penerapan senam ergonomik dalam menurunkan tekanan darah pada Ny. M dengan hipertensi. *Jurnal Keperawatan Karya Bhakti*, Vol.6, No. 1, pp. 25-34.
- [7] Siagian, M.L., Syarif, A.H., Sukur, A.W., Baga, B.M.D. & Rayuni, N.K.E., 2019. The Effect of Ergonomic Gymnastics on Joint Pain in Community-Dwelling Elderly. *Jurnal Ners*, Vol. 14, No. 3, pp. 98-102.
- [8] Bertani, R.F., Campos, G.O., Perseguin, D.M., Bonardi, J.M., Ferriolli, E., Moriguti, J.C. & Lima, N.K. 2018. Resistance exercise training is more effective than interval aerobic training in reducing blood pressure during sleep in hypertensive elderly patients. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol. 32, No. 7, pp. 2085-2090.
- [9] Suwanti, S., Purwaningsih, P. & Setyoningrum, U., 2019. Pengaruh Senam Ergonomik Terhadap Tekanan Darah Lansia dengan Hipertensi. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, Vol. 1, No. 1, pp.1-12.
- [10] Arif, F. 2018. Effectiveness of ergonomic gymnastics on decreasing blood pressure in patients with stage one hypertension, Indonesia. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 12(3), pp.280-285.
- [11] Huriah, T., Waliyanti, E., Rahmawati, A.S. & Matoka, Y.M. 2018. Ergonomic exercises to decrease joint pain scale and muscle strength in elderly. *Indonesian Nursing Journal Of Education And Clinic (Injec)*, Vol. 2, No.1, pp.118-125.
- [12] Priyantari, W. 2018. Pengaruh senam lansia terhadap tekanan darah pada lansia di panti wredha budhi dharma Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Madani Medika*, Vol. 9 No. 2, pp. 98-104. Andreas, S., Schulz, H., Volkert, J., Dehoust, M., Sehner, S., Suling, A., Ausín, B., Canuto, A., Crawford, M., Da Ronch, C. & Grassi, L. 2017. Prevalence of mental disorders in elderly people: the European MentDis_ICF65+ study. *The British Journal of Psychiatry*, Vol. 210, No. 2, pp.125-131.
- [13] Santos, C.E.V., Ribeiro, A.D.O. and Lunkes, L.C., 2019. Effects of cerebral gymnastics in cognition and subjective welfare of institutionalized elderly people. *Fisioterapia em Movimento*, Vol. 32, No. 10.
- [14] Yuniartika, W. and Muhammad, F., 2019. Family Support on the Activities of Elderly Hypertension Patients in Elderly Gymnastics Activities. *Jurnal Ners*, Vol. 14, No. 3, pp.354-357.
- [15] Hamdan, M., Wisnujono, R., Haryono, Y. and Machin, A., 2020. Association between Inactive-Gymnastics and Active Gymnastics Elderly towards Cognitive Functions Measured by The Mini-Mental State Examination (MMSE). *Medico Legal Update*, Vol. 20, No. 3, pp.470-475.
- [16] Riyanto, P., Lahinda, J., Nugroho, A.I. and Hidayat, S.H., 2020. Effect of elderly senny to elderly fitness. *Enfermería Clínica*, 30, pp.67-70.
- [17] Dedi Harfan, M., 2019. Effectiveness of Qigong Gymnastics on Decreasing Blood Glucose in Patients Diabetes Mellitus Type 2, Indonesia. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 13(3), pp.375-379.
- [18] Chaerudin, M., Ulfiana, E. and Wahyuni, E.D., 2020. The Effects of Deep Breathing on Blood Pressure Reduction in Elderly Hypertensive Patients at a Retirement Home in Surabaya. *Medico Legal Update*, 20(4), pp.343-348.
- [19] Evi, M., 2020, September. A Systematic Review: Benefits of Physical Activity in Elderly Hypertension. In *Progress in Social Science, Humanities and Education Research Symposium* (pp. 154-159). Redwhite Press.

Bidang: Teknik dan Manajemen Industri Topik : Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja

KAJIAN AWAL PENGARUH DISIPLIN DAN MOTIVASI KERJA TERHADAP KINERJA KARYAWAN DI PT. EBAKO NUSANTARA

Deni Saputra¹, Silva Ainaya², Siti Nur Afifah³
^{1,2,3} Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu
deni-saputra@kemenperin.go.id¹, silvaainaya@gmail.com²,
afifaha736@gmail.com³

ABSTRAK

Kualitas sumber daya manusia pada sebuah organisasi atau perusahaan sangat menentukan kemajuan dari perusahaan tersebut. Perusahaan yang kurang memperhatikan kualitas sumber daya manusia yang ada, memiliki risiko dapat mengalami hal-hal buruk yang terjadi di tengah tahapan proses yang dilalui oleh setiap lini perusahaan. Untuk mengurangi risiko yang mungkin terjadi akibat hal buruk, maka perusahaan perlu menerapkan standar kedisiplinan yang baik agar risiko tersebut dapat dicegah. PT. Ebako Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri furnitur yang menerapkan kedisiplinan yang baik terhadap seluruh karyawannya. Selain kedisiplinan yang baik, motivasi kerja para karyawan pun dijaga dengan baik oleh setiap pihak yang terkait. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebenaran tentang pengaruh disiplin dan motivasi kerja terhadap kinerja karyawan, khususnya di PT. Ebako Nusantara. Langkah yang dilakukan ialah mengumpulkan data dan informasi terkait topik yang diangkat, dan selanjutnya dilakukan analisis data dengan menggunakan beberapa metode. Metode analisis yang digunakan diantaranya uji validitas, uji reliabilitas, uji asumsi klasik, uji regresi linear berganda, uji F, uji t, dan uji R². Hasil dari penelitian ini berupa langkah dalam menganalisis dan mengolah data yang didapat dari hasil metode pengumpulan yang dilakukan.

Kata kunci: disiplin, motivasi kerja, kinerja, kedisiplinan, data.

ABSTRACT

The quality of human resources in an organization or company determines the progress of the company. Companies that pay less attention to the quality of existing human resources have the risk of experiencing bad things that occur in the middle of the stages of the process that each line of the company is going through. To reduce the risk that may occur due to bad things, companies need to apply good discipline standards so that these risks can be prevented. PT. Ebako Nusantara is a company engaged in the furnitur industry that applies good discipline to all its employees. In addition to good discipline, employee motivation is well maintained by all parties involved. This study aims to analyze the truth about the effect of discipline and work motivation on employee performance, especially at PT. Ebako Nusantara. The steps taken were to collect data and information related to the topics raised and then to analyze the data using several methods. The analytical methods used include a validity test, reliability test, classic assumption test, multiple linear regression test, F test, t-test, and R² test. The results of this study are in the form of steps in analyzing and processing the data obtained from the results of the collection method used.

Keywords: Discipline, work motivation, performance, discipline, data.

PENDAHULUAN

Setiap perusahaan sangat membutuhkan sumber daya manusia yang berkualitas untuk mencapai tujuan perusahaan yang sudah ditentukan [1]. Pengembangan sumber daya manusia sendiri dikatakan penting karena sumber daya manusia merupakan salah satu elemen paling penting agar sebuah organisasi atau perusahaan dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan rencana. Pengembangan sumber daya manusia adalah suatu proses peningkatan kualitas atau kemampuan manusia dalam rangka mencapai suatu tujuan [2].

Dalam pencapaian tujuan tersebut, maka perusahaan memerlukan upaya bahkan cara khusus untuk meningkatkan kinerja karyawan, misalnya dengan adanya pimpinan yang mampu mengelola sumber daya manusia yang ada di dalam perusahaan tersebut, sehingga kinerja karyawan dan efisiensi serta efektivitas kerja pun meningkat. Bukan hanya pimpinan yang mengelola sumber daya manusia, namun yang dibutuhkan juga oleh perusahaan ialah pimpinan yang mampu memotivasi dan memberi contoh kedisiplinan dalam bekerja kepada sumber daya manusia yang ada di sekitarnya.

PT. Ebako Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri furnitur yang menerapkan kedisiplinan yang baik terhadap seluruh karyawannya. Penerapan disiplin dalam kehidupan organisasi ditujukan agar semua pegawai yang ada dalam organisasi bersedia dengan sukarela mematuhi dan menaati segala peraturan dan tata tertib yang berlaku tanpa ada paksaan [3]. Disiplin merupakan latihan waktu dan batin agar segala perbuatan seseorang sesuai dengan peraturan yang ada. Dalam hal ini, kedisiplinan memiliki tiga aspek penting yaitu sikap mental, pemahaman yang baik akan aturan yang berlaku dan sikap yang menunjukkan kesungguhan hati dalam menaati aturan. Disiplin sangat penting untuk pertumbuhan organisasi, digunakan terutama untuk memotivasi pegawai agar dapat mendisiplinkan diri dalam melaksanakan pekerjaan baik secara perorangan maupun kelompok [4].

Kedisiplinan kerja perlu diterapkan di lingkungan kerja, sebab itu merupakan hal penting yang harus diperhatikan dimana hasil dan tujuan utama dari menerapkan kedisiplinan di tempat kerja adalah mengurangi masalah akibat perilaku tidak disiplin. Contohnya, keterlambatan kerja dan absensi karyawan yang seringkali menghambat bahkan menurunkan produktivitas kerja di suatu perusahaan. Ketika diterapkan secara kontinu dan tentunya adil dalam pemberian sanksi kepada pelanggar, maka disiplin kerja akan memperkuat peraturan yang telah ditetapkan perusahaan dan mampu meningkatkan moral perusahaan serta menjaga standar perusahaan termasuk sumber daya yang ada di dalamnya.

Upaya lain untuk menciptakan suatu kedisiplinan dalam suatu perusahaan yaitu dapat dilakukan melalui tata tertib yang jelas, tata kerja dan penyampaian yang sederhana sehingga dapat dengan mudah dimengerti karyawan. Dalam proses bersosialisasi dan berinteraksi, seorang pimpinan harus mampu memberikan dorongan semangat atau motivasi kepada setiap karyawan atau bawahan guna mencapai kinerja organisasi secara optimal. Saling mendukung dan memberi semangat akan memberikan pengaruh positif pada setiap karyawan dalam menyelesaikan tugas atau pekerjaannya. Motivasi sendiri merupakan sebuah bentuk apresiasi yang diberikan oleh seorang pimpinan untuk mendukung karyawan agar dapat bekerja lebih bersemangat dan lebih maksimal [5]. Teori motivasi telah dibahas dan dikonsep oleh berbagai peneliti. Tingkat motivasi seorang individu atau tim diberikan dalam tugas atau pekerjaan mereka yang dapat mempengaruhi semua aspek kinerja organisasi. Memberi motivasi untuk mengekspresikan berbagai kemampuan yang dimiliki karyawan, tidak cukup hanya dengan cara mendorong untuk berperilaku motivatif, tetapi pimpinan juga harus menjaga moral kerja agar semangat kerja tetap terjaga dan terpelihara dengan baik. Pimpinan harus menghindari ucapan maupun tindakan yang mampu membunuh motivasi karyawan yang menjadi tanggungjawabnya, karena motivasi kerja merupakan salah satu faktor yang penting dan berpengaruh pada kinerja dan produktivitas kerja suatu organisasi atau perusahaan.

Standar kinerja yang baik memiliki kriteria [6]: (1) Dapat dicapai: sesuai dengan usaha yang dilakukan pada kondisi yang diharapkan. (2) Ekonomis: biaya rendah/wajar, dikaitkan dengan kegiatan yang dicakup. (3) Dapat diterapkan: sesuai kondisi yang ada. Jika terjadi perubahan kondisi, harus dibangun standar yang setiap saat disesuaikan dengan kondisi yang ada. (4) Konsisten: akan membantu keseragaman komunikasi dan operasi keseluruhan fungsi organisasi. (5) Menyeluruh: mencakup semua aktivitas yang saling berkaitan. (6) Dapat dimengerti: diekspresikan dengan mudah, jelas untuk menghindari kesalahan komunikasi atau keambiguan, instruksi yang digunakan harus spesifik dan lengkap. (7) Dapat diukur: harus dapat dikomunikasikan dengan presisi. (8) Stabil: harus memiliki jangka waktu cukup untuk memprediksi dan menyediakan usaha yang akan dilakukan. (9) Dapat diadaptasi: harus didesain sehingga elemen dapat ditambah, dirubah, dan dibuat terkini tanpa melakukan perubahan pada seluruh struktur. (10) Legitimasi: secara resmi disetujui. (11) Seimbang:

diterima sebagai dasar perbandingan oleh yang berkaitan dengan aktivitas yang dilakukan. (12) Fokus pada pelanggan: harus terarah pada hal penting yang diinginkan pelanggan (internal dan eksternal), seperti: siklus waktu, mutu, kinerja, jadwal, biaya, dan kepuasan pelanggan [7]. Kinerja adalah kemampuan, keberhasilan atau prestasi seseorang, dalam melaksanakan suatu tugas tertentu dalam jangka waktu tertentu yang meliputi beberapa dimensi yaitu aspek profitabilitas, aspek kepuasan pelanggan, dan aspek kepuasan pemegang saham [8].

Oleh karena itu, dalam rangka meningkatkan produktivitas dan kinerja karyawan perusahaan sudah semestinya memperhatikan dan menganalisis salah satunya mengenai kedisiplinan dan motivasi kerja. Produktivitas karyawan merupakan tonggak dalam sebuah perusahaan, bukan hanya untuk menentukan persoalan hidup dan mati perusahaan tersebut, namun juga mempengaruhi bagaimana mutu dan rupa pelayanan yang diberikan kepada masyarakat [9]. Setelah mengetahui hasil analisis tersebut, maka perusahaan akan mengetahui faktor yang paling berpengaruh dan signifikan terhadap kinerja karyawan yang kemudian akan memberikan dampak positif terhadap kemajuan perusahaan.

Tabel 1. Penelitian sebelumnya

No. Literatur	Judul Penelitian	Nama Pengarang	Metode	Tahun
1	Pengaruh Motivasi Dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Konveksi IV PT. Dan Liris Di Sukoharjo.	Andi Budhi Nugroho	Kuantitatif (Statistik)	2012
2	Pengembangan SDM Melalui Motivasi Kerja di Dompot Dhuafa Yogyakarta.	Masda Putra	Kuantitatif (Statistik)	2016
3	Pengaruh Kepemimpinan, Motivasi dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Guru Madrasah Tsanawiyah Al-Huda Pekanbaru.	Manik Sudarmin	Kuantitatif (Statistik)	2015
4	Pengaruh Motivasi Kerja Dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Guru Yayasan Swadhipa Natar TP.2015/2016. 2017.	Al Fisqy Kayyash Amaliyyah	Kuantitatif (Statistik)	2017
5	Pengaruh Perilaku Kepemimpinan dan Motivasi Dalam Meningkatkan Produktivitas Kerja Karyawan PT Bank Sinarmas Tbk Cabang Banda Aceh.	Khurul Amri	Kuantitatif (Statistik)	2015
6	Determinan Yang Mempengaruhi Kinerja Karyawan Pada Bank BRI Cabang Kramat Jati Jakarta	Hepi Prayudiawan	Kuantitatif (Statistik)	2016
7	Pengaruh Kepemimpinan, Iklim Organisasi Dan Motivasi Berprestasi Terhadap Kinerja Karyawan PT> Bintang Mandiri FinanceJawa Barat	Rosmita, Kaman Nainggolan	Kuantitatif (Statistik)	2020

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Jenis pendekatan penelitian ini yaitu dengan melakukan studi literatur dari beberapa jurnal terkait dengan pengaruh disiplin dan motivasi kerja terhadap kinerja karyawan. Selain itu, metode dalam pengumpulan data dilakukan dengan pemberian kuesioner kepada para responden yang mana hasilnya merupakan data kualitatif yang harus diubah menjadi data kuantitatif dengan menggunakan skala likert. Cara menentukan skor dapat dilakukan dengan memberikan pertanyaan pada responden dan meminta untuk menjawabnya. Lalu, jawaban yang diperoleh dapat digolongkan menjadi lima kategori dan diberi nilai skor seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Skala Likert Pada Kuesioner

No.	Pernyataan	Kode	Bobot
1	Sangat Tidak Setuju	STS	1
2	Tidak Setuju	TS	2
3	Netral	N	3
4	Setuju	S	4
5	Sangat Setuju	SS	5

Selain itu, observasi lapangan pun dilakukan beserta wawancara pada pihak terkait mengenai objek yang diteliti. Sehingga *output* dari paper ini berupa langkah pengerjaan beserta metode yang siap digunakan untuk menganalisis data terkait pengaruh disiplin dan motivasi kerja terhadap kinerja karyawan perusahaan, dalam hal ini PT. Ebako Nusantara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan studi literatur dari beberapa jurnal terkait dengan pengaruh disiplin dan motivasi kerja terhadap kinerja karyawan, serta melakukan observasi lapangan dengan memberikan kuesioner dan melakukan wawancara dengan pihak perusahaan mengenai topik yang dibahas, telah dirancang langkah-langkah makro untuk diimplementasikan pada penelitian yang dilakukan nanti, diantaranya (1) Penentuan hipotesis (2) Analisis data kuantitatif yang ada merupakan penjelasan dari data yang diperoleh yakni hasil tanggapan para responden yang kemudian dimasukkan ke program analisis data (3) Penyimpulan hasil berupa faktor yang paling signifikan pengaruhnya terhadap kinerja karyawan (4) Evaluasi.

Pada penelitian ini, data kuantitatif dianalisis menggunakan beberapa metode pengujian sebagai berikut:

Uji Validitas

Pengujian validitas instrumen penelitian menggunakan teknik korelasi *Product Moment* yang dinyatakan dengan rumus [1]:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x \sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (1)$$

Keterangan:

r = Koefisien korelasi antara masing-masing pertanyaan

n = Jumlah responden

x = Skor tiap item pertanyaan

y = Skor total dari semua pertanyaan

Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas bertujuan untuk menguji ketepatan instrument pengukur dengan konsistensi diantara butir-butir pertanyaan dalam suatu *instrument*. Reliabilitas berkaitan dengan ketepatan prosedur pengukuran dan konsistensi. Metode yang digunakan pada penelitian kali ini ialah *Cronbach Alpha*, dengan nilai yang dianggap *acceptable* ialah 0,7 – 0,8 [1].

Adapun rumusnya, yaitu:

$$\alpha = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_{xi}^2}{\sigma_x^2} \right] \quad (2)$$

Keterangan:

α = *Cronbach's Coefficient Alpha*

K = Banyaknya butir pertanyaan

$\sum \sigma_{xi}^2$ = Total varian masing-masing pecahan

σ_x^2 = Varian dari total skor

Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya penyimpangan dalam model regresi. Pengujian ini meliputi:

➤ Uji Normalitas

Uji Normalitas merupakan pengujian apakah dalam sebuah model regresi variabel dependen, variabel independen atau keduanya mempunyai distribusi normal atau tidak. Model regresi yang baik adalah distribusi datanya normal atau mendekati normal. Untuk menguji normalitas dalam penelitian ini digunakan uji statistik *Kolmogorof-Smirnov* dengan kriteria yang digunakan adalah dengan kriteria yang digunakan adalah dengan membandingkan *P-Value* yang signifikannya jelas ditemukan yaitu sebesar 5% (0,05), jika nilai probabilitas yang diperoleh lebih besar dari 0,5 maka data tersebut berdistribusi normal [10].

➤ Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas bertujuan untuk menguji apakah di dalam sebuah model regresi ditemukan adanya korelasi antara variabel bebas (*independent*). Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi multikolinearitas. Pengujian ada tidaknya gejala multikolinearitas dilakukan dengan melihat nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) dan *Tolerance*. Apabila nilai VIF berada dibawah 10 dan nilai *Tolerance* lebih dari 0,10 maka diambil kesimpulan bahwa model regresi tersebut tidak terdapat masalah multikolinearitas.

➤ Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya penyimpangan asumsi klasik heteroskedastisitas yaitu adanya ketidaksamaan varian dari residual untuk semua pengamatan pada model regresi. Prasyarat yang harus terpenuhi dalam model regresi adalah tidak adanya gejala heteroskedastisitas. Salah satu metode yang digunakan ialah metode uji Park. Metode uji Park dilakukan dengan meregresikan nilai logaritma natural dari residual kuadrat ($\ln e^2$) dengan variabel independen (X_1 dan X_2).

Kriteria pengujian adalah sebagai berikut: (a) H_0 : tidak ada gejala heteroskedastisitas, (b) H_a : ada gejala heteroskedastisitas, (c) H_0 : diterima bila Signifikansi > 0,05 berarti tidak terdapat heteroskedastisitas dan H_0 ditolak bila Signifikansi < 0,05 yang berarti terdapat heteroskedastisitas.

Analisis Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linier berganda adalah, hubungan secara linear antara dua atau lebih variabel independen ($X_1, X_2, \dots, X_n$) dengan variabel dependen (Y). Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen apakah masing-masing variabel independen berhubungan positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan. Data yang digunakan biasanya berskala interval atau rasio. Persamaan regresi linear berganda sebagai berikut [10]:

$$Y' = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (3)$$

Keterangan:

Y' = Variabel dependen (nilai yang diprediksikan)

X_1 dan X_2 = Variabel independen

a = Konstanta (nilai Y' apabila $X_1, X_2, \dots, X_n = 0$)

b = Koefisien regresi (nilai peningkatan ataupun penurunan).

Uji F

Uji F digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas secara bersama-sama (simultan) terhadap variabel terikat. Signifikan berarti hubungan yang terjadi dapat berlaku untuk populasi. Penggunaan tingkat signifikansinya beragam, tergantung keinginan peneliti, yaitu 0,01 (1%) ; 0,05 (5%) dan 0,10 (10%). Hasil uji F dilihat dalam tabel ANOVA dalam kolom sig. Sebagai contoh, kita menggunakan taraf signifikansi 5% (0,05), jika nilai probabilitas < 0,05, maka dapat dikatakan terdapat pengaruh yang signifikan secara bersama-sama antara variabel bebas terhadap variabel terikat. Namun, jika nilai signifikansi > 0,05 maka tidak terdapat pengaruh yang signifikan secara bersama-sama antara variabel bebas terhadap variabel terikat [11].

Uji t

Uji t digunakan untuk menguji secara parsial masing-masing variabel. Hasil uji t dapat dilihat pada tabel *coefficients* pada kolom sig (*significance*). Jika probabilitas nilai t atau signifikansi < 0,05, maka dapat dikatakan bahwa terdapat pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat secara parsial. Namun, jika probabilitas nilai t atau signifikansi > 0,05, maka dapat dikatakan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat. Rumus uji t [1]:

$$t \text{ hitung} = \frac{b}{sb} \quad (4)$$

Keterangan:

b = koefisien regresi variabel

sb = *standart error* koefisien regresi *variable*

Uji R²

Pengujian ini digunakan untuk menghitung seberapa besar varian dari variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh variabel-variabel independen. R² yang digunakan adalah R² yang telah mempertimbangkan jumlah variabel independen dalam suatu model regresi atau disebut R² yang telah disesuaikan (*Adjusted – R²*) [1]. *Adjusted – R²* dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$Adjusted - R^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-k} \quad (5)$$

Keterangan:

Adjusted – R² = koefisien determinasi disesuaikan

R² = koefisien determinasi

n = jumlah *sample* pengamatan

k = jumlah variabel

KESIMPULAN

Disiplin dan motivasi kerja memiliki pengaruh terhadap kinerja karyawan, maka sudah seharusnya perusahaan dapat memperhatikan, mempertahankan dan memotivasi setiap pihak yang terlibat di dalam perusahaan. Dengan ditegakkannya kedisiplinan para karyawan di perusahaan, maka produktivitas kerja pun akan meningkat yang bisa berdampak pada peningkatan daya saing perusahaan itu sendiri, dalam hal ini PT. Ebako Nusantara

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nugroho, Andi Budhi. 2012. Pengaruh Motivasi Dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Konveksi IV PT. Dan Liris Di Sukoharjo. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [2] Putra, Masda. 2016. Analisis Pengembangan SDM Melalui Motivasi Kerja di Dompot Dhuafa Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- [3] Manik, Sudarmin, "Pengaruh Kepemimpinan, Motivasi dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Guru Madrasah Tsanawiyah Al-Huda Pekanbaru", Jurnal Eko & Bisnis. Vol. 6 No. 2. Desember. 2015.
- [4] Amaliyyah, Al Fisqy Kayyasa. Pengaruh Motivasi Kerja Dan Disiplin Kerja Terhadap Kinerja Guru Yayasan Swadhipa Natar TP.2015/2016. 2017. Tesis. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- [5] Amri, Khairul, "Pengaruh Perilaku Kepemimpinan dan Motivasi Dalam Meningkatkan Produktivitas Kerja Karyawan PT Bank Sinarmas Tbk Cabang Banda Aceh", Jurnal Ekonomi Manajemen dan Bisnis. Vol.3. No. 1. Juni. 2015.
- [6] Sedarmayanti, "Manajemen Sumber Daya Manusia, Reformasi Birokrasi dan Manajemen Pegawai Negeri Sipil (cetakan kelima). Bandung: PT. Refika Aditama
- [7] Prayudiawan, Hepi, "Determinan Yang Mempengaruhi Kinerja Karyawan Pada Bank BRI Cabang Kramat Jati Jakarta", Jurnal Bisnis dan Manajemen. Vol. 6 (2). Hal. 173-180. Oktober. 2016.
- [8] Rosmita, dan Nainggolan, Kaman "Pengaruh Kepemimpinan, Iklim Organisasi Dan Motivasi Berprestasi Terhadap Kinerja Karyawan PT. Bintang Mandiri Finance Jawa Barat", Jurnal Ecodemica. Vol. III. No. 2. September. 2015.
- [9] Degustia, Frilla, "Pengaruh Kompensasi Dan Motivasi Terhadap Kinerja Karyawan Pt. Bank Mega Tbk. Cabang Pekanbaru", Jurnal Plans Penelitian Ilmu Manajemen & Bisnis. Vol. 12. No. 1. Mei. 2017.

- [10] Duwi. 2011. Uji Normalitas. Dikutip 13 Agustus 2020 dari: <http://duwiconsultant.blogspot.com/2011/11/uji-normalitas.html>.
- [11] Wardana, Raditya. 2019. Perbedaan Regresi Sederhana dengan Regresi Linear Berganda. Dikutip 18 Agustus 2020 dari: <https://lifepal.co.id/media/regresi-linear-berganda/>.

**MINIMASI POTENSI *PROBLEM KANBAN SOBEK*
PADA AREA *BOXING* DI *LINE ASSEMBLY*
UNIVERSITAS NEGERI JENDERAL SOEDIRMAN**

Afi Aulia Ramadhan¹, Tigar Putri Adhiana²

^{1,2} Universitas Negeri Jenderal Soedirman

afi.ramadhan@mhs.unsoed.ac.id¹, tigar.adhiana@unsoed.ac.id²

ABSTRAK

Kualitas merupakan salah satu faktor vital bagi sebuah perusahaan. Oleh karena itu perlu adanya pengawasan terhadap kualitas setiap produk yang dihasilkan suatu perusahaan. PT. ABC merupakan salah satu perusahaan otomotif di Indonesia yang telah menerapkan kendali mutu dalam sistem produksinya. Sistem produksi yang mereka gunakan adalah sistem Kanban. Sistem Kanban adalah alat yang digunakan untuk mencapai sistem produksi tepat waktu (*Just in Time*) dimana bahan baku dikirim segera sebelum dibutuhkan untuk meminimalkan biaya persediaan. Namun demikian, terdapat beberapa cacat yang ditemukan pada kertas Kanban yang digunakan selama proses produksi. Cacat tersebut dapat menyebabkan beberapa potensi pemborosan bagi perusahaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui permasalahan Kanban yang sering terjadi selama proses produksi dan mengidentifikasi penyebab utama dari permasalahan Kanban. Proses identifikasi, analisis, dan pemberian rekomendasi mengenai permasalahan Kanban menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC). Metode SQC dibantu dengan diagram pareto, diagram kendali dan diagram tulang ikan. Dari hasil analisis diketahui bahwa masalah yang sering terjadi adalah Kanban sobek dengan persentase 44,62% dari total permasalahan dan faktor metode serta material merupakan penyebab terjadinya masalah Kanban sobek.

Kata kunci: Kualitas, pengendalian kualitas, *Statistical Quality Control*, sistem kanban, kanban sobek

ABSTRACT

Quality is one of the vital factors for a company. Therefore, it is necessary to control the quality of each product produced by a company. PT. ABC is an automotive company in Indonesia that already implements quality control in their production system. The production system they use is Kanban system. Kanban System is a tool used to achieve a production system on time (Just in Time) which materials are delivered immediately before they are required in order to minimize inventory costs. However, there are some defects found on the Kanban paper used during the production process. The defects can cause several potential waste to the company. This study objectives are to determine the Kanban problems that often occur during the production process and identify the main causes of Kanban problems. The process of identifying, analyzing, and providing recommendations regarding Kanban problems is using the Statistical Quality Control (SQC) method. The SQC method is assisted by pareto diagram, control chart and fishbone diagram. From the analysis, it is found that the often occur problem was torn Kanban with percentage 44,62% from total problems and the method and material factors were the causes of the torn Kanban problems.

Keywords: Quality, quality control, statistical quality control, kanban system, torn kanban.

PENDAHULUAN

Mutu atau kualitas adalah karakteristik menyeluruh dari suatu entitas (*"entity"*: barang, kegiatan, proses, organisasi, manusia) yang menunjukkan kemampuannya dalam memuaskan kebutuhan yang ditentukan atau dimaksudkan (ISO 8420-1992) dalam [1]. Kualitas suatu produk dapat memiliki peranan penting didalam perusahaan, karena dapat memiliki simbol kepercayaan yang bernilai di mata konsumen. Usaha yang telah dilakukan perusahaan untuk mencapai nama baik perusahaan itu sendiri tergantung dan kualitas produk yang telah dihasilkan [2]. Beragamnya keinginan konsumen menuntut perusahaan agar mampu mengendalikan kualitasnya agar tetap sesuai dengan keinginan konsumen. Untuk itu, perusahaan perlu melakukan pengendalian kualitas dalam setiap produk yang mereka buat. Mulai dari awal material didatangkan hingga produk diterima dan digunakan oleh konsumen.

Menurut Sofyan Assauri dalam [3], pengendalian kualitas adalah suatu sistem yang dikembangkan untuk menjaga standar yang *uniform* dari kualitas hasil produksi, pada tingkat biaya yang minimum dan merupakan bantuan untuk mencapai efisiensi. Kepuasan konsumen dapat memberikan kesetiaan konsumen terhadap suatu produk, yang mana juga akan memperkuat posisi perusahaan dalam persaingan pasar yang semakin ketat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC). Menurut Rully & Nurrohmah dalam [4] tujuan SQC dalam pengendalian mutu ialah untuk mengawasi produk agar sesuai dengan standar yang ditetapkan. Dengan menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) ini, dapat dilakukan pemantauan, pengendalian, analisis, dan juga perbaikan pada produk sehingga perusahaan akan lebih mudah dalam menegalkan kualitas produknya.

Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan metode SQC diantaranya adalah Maria Ivette Gomes dan Fernanda Otila Sousa Figueiredo [5] yang melakukan penelitian mengenai penerapan metode SQC pada bidang industri dan jasa. Muhammad Syarif Hidayatullah Elmas [3] melakukan penelitian mengenai pengendalian kualitas pada perusahaan Toko Roti Barokah Bakery dengan metode SQC. Penelitian yang dilakukan Nina Hairiyah, Raden Rizki Amalia dan Eva Luliyanti [4] menganalisa mengenai jenis kerusakan yang sering terjadi pada produk roti di Aremania Bakery dengan menggunakan metode SQC serta memberikan rekomendasi perbaikannya. Pada penelitian Heni Nastiti [2] dilakukan analisa pengendalian kualitas produk dengan metode SQC pada perusahaan konveksi di Depok. Pada penelitian ini, dilakukan analisa mengenai permasalahan kecacatan kertas Kanban dan penyebab utama dari permasalahan kecacatan kertas Kanban tersebut yang terjadi pada suatu perusahaan otomotif di Indonesia.

PT. ABC merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam industri otomotif. Terdapat berbagai macam departemen yang dimiliki oleh perusahaan ini. Salah satunya adalah departemen *Component Export and Vanning Division* (CEVD) yang bergerak dalam bidang ekspor komponen – komponen mobil atau biasa disebut dengan *Component Knock Down* (CKD).

Pada perusahaan ini mereka menerapkan sistem *Kanban* untuk semua elemen, mulai dari supplier hingga konsumen mereka. Pada hasil pengamatan yang telah dilakukan, ditemukan bahwa kerap terdapat *abnormality* pada sistem *Kanban* ini, yaitu kerap ditemukan kertas *Kanban* yang rusak ketika proses produksi yang dilakukan pada *line assembly*. Dengan menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) ini diharapkan dapat membantu meminimalisir terjadinya permasalahan tersebut.

METODE PENELITIAN

Terdapat 3 *tools* yang digunakan untuk membantu mengolah dan menganalisis permasalahan *Kanban* yang terjadi, yaitu sebagai berikut :

Diagram pareto

Diagram Pareto adalah grafik batang, biasanya dengan grafik batang vertikal, ditempatkan dari kiri ke kanan dengan mengurangi ketinggian. Ketinggian batang sering mewakili frekuensi masalah dalam proses produksi (jumlah cacat, kecelakaan, kegagalan, dll). Karena grafik batang ditempatkan dengan mengurangi urutan ketinggian, maka lebih mudah untuk mengidentifikasi area dengan masalah yang paling parah [5]. Pada penelitian ini, diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi kasus permasalahan *Kanban* yang paling sering terjadi dan juga untuk mengidentifikasi *supplier* dengan penemuan kasus permasalahan *Kanban* tertinggi.

Control chart

Control chart atau peta kendali merupakan salah satu dari alat QC 7 tools (7 alat pengendalian Kualitas) yang berbentuk grafik dan dipergunakan untuk memonitor atau memantau stabilitas dari suatu proses serta

mempelajari perubahan proses dari waktu ke waktu. *Control chart* memiliki *upper line* (garis atas) untuk *upper control limit* (Batas Kontrol tertinggi), *lower line* (garis bawah) untuk *lower control limit* (Batas control terendah) dan *Central line* (garis tengah) untuk Rata-rata (*average*). Pada penelitian ini *control chart* digunakan untuk memonitor permasalahan kertas *Kanban* apakah permasalahan tersebut masih dalam ambang batas atau sudah keluar dari ambang batas.

Fishbone diagram

Fishbone diagram memiliki beberapa nama dalam penyebutannya, seperti diagram tulang ikan, diagram sebab akibat, ataupun diagram Ishikawa. Diagram ini ditemukan oleh seorang ahli pengendalian kualitas asal Jepang bernama Dr. Kaoru Ishikawa, oleh sebab itu diagram ini terkadang disebut dengan diagram Ishikawa [6]. Menurut Purba dalam [7] suatu tindakan dan langkah *improvement* akan lebih mudah dilakukan jika masalah dan akar penyebab masalah sudah ditemukan. Pada penelitian ini *fishbone diagram* digunakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan yang terjadi pada kertas *Kanban*.

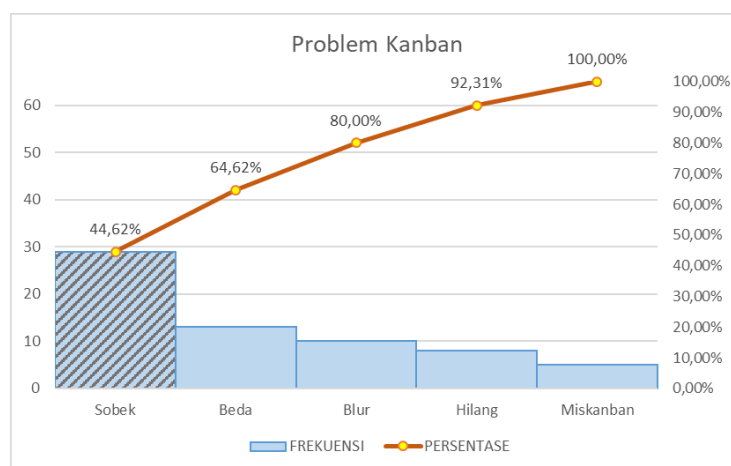
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada bagian *line assembly* di divisi *CEVD*, ditemukan beberapa jenis *abnormality* pada kertas *Kanban*. Jenis-jenis *abnormality* yang ditemukan pada kertas *Kanban* dapat dilihat pada tabel 1

Berdasarkan tabel tersebut terdapat lima jenis *abnormality* atau permasalahan yang kerap ditemukan pada kertas *Kanban*. Setelah jenis-jenis permasalahan tersebut teridentifikasi dilanjutkan dengan melakukan pengidentifikasian permasalahan yang paling sering terjadi menggunakan diagram pareto.

Tabel 1. Jenis dan frekuensi *problem Kanban*

PROBLEM	FREKUENSI
Beda <i>Kanban</i>	13
Mis <i>Kanban</i>	5
<i>Kanban</i> Blur	10
<i>Kanban</i> Sobek	29
Hilang <i>Kanban</i>	8
TOTAL	65

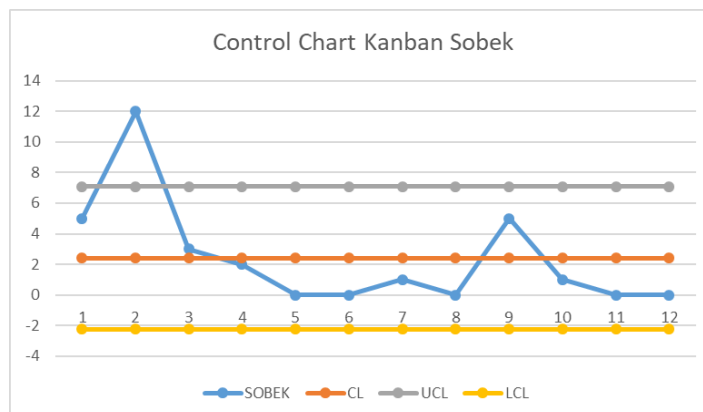


Gambar 1. Diagram pareto problem *Kanban*

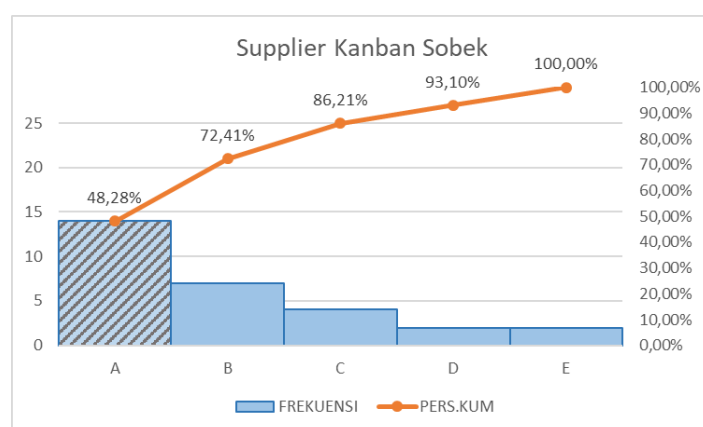
Pada diagram pareto yang terlampir pada gambar 1 dapat terlihat bahwa permasalahan kertas *Kanban* yang paling sering terjadi adalah *Kanban* sobek. Permasalahan ini terjadi sebanyak 29 kali dan menyumbang sebanyak 44,62% dari keseluruhan permasalahan. Setelah diketahui bahwa *Kanban* sobek merupakan permasalahan terbanyak selanjutnya dilakukan analisa menggunakan *control chart* untuk mengetahui kondisi permasalahan ini apakah masih dalam ambang batas atau tidak.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *control chart* terlihat pada gambar 2 bahwa terjadi lonjakan pada

minggu kedua. Oleh karena itu, permasalahan *Kanban* sobek ini harus diberi perhatian lebih lanjut. Selanjutnya, dilakukan pengidentifikasian kembali untuk menentukan *supplier* yang paling sering ditemukan permasalahan *Kanban* sobek dengan menggunakan diagram pareto kembali.



Gambar 2. Peta kendali problem Kanban sobek



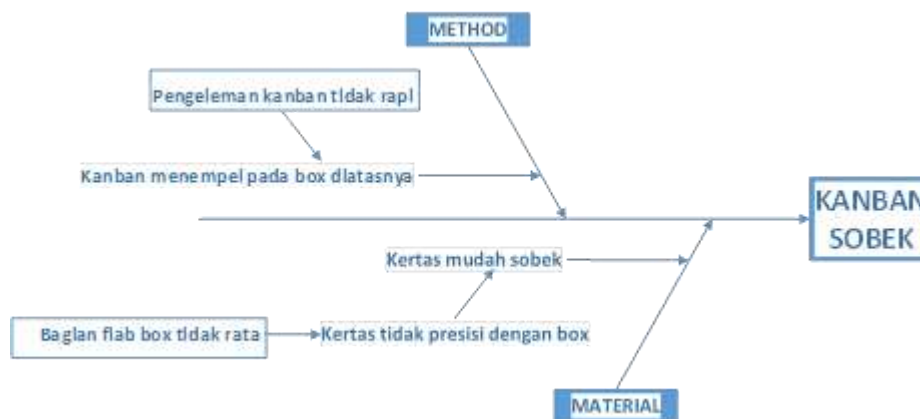
Gambar 3. Diagram pareto Kanban sobek berdasarkan supplier

Gambar 3 menunjukkan bahwa *supplier* dengan kasus *Kanban* sobek tertinggi adalah *supplier* A dengan jumlah penemuan kasus sebanyak 14 kasus dan menyumbang sebanyak 48,28% diantara *supplier* lainnya. Selanjutnya, dilakukan analisis menggunakan metode analisis 4M+1E, yaitu *method*, *machine*, *material*, *man*, dan *environment*. Pada metode ini dilakukan perbandingan antara kondisi standar dengan kondisi aktual yang terjadi untuk mengetahui penyebab permasalahan yang terjadi berdasarkan kelima faktor tadi.

Tabel 2. Analisis faktor 4M + 1E

FAKTOR	POINT CHECK	STANDART	ACTUAL	EVALUASI
METHOD	Proses pemasangan Kanban	Hasil pengeleman Kanban rapi	Pengeleman banyak yang keluar dari Kanban	X
MACHINE	Lem	Menggunakan lem yang sesuai standar	Menggunakan lem yang sesuai standar	V
MATERIAL	Box	Box dapat menopang kertas dengan sempurna	Box tidak menopang bagian tengah kertas	X
MAN	Skill	Operator memahami SOP	Operator memahami SOP	V
ENVIRONMENT	Pencahayaan	Pencahayaan area kerja cukup	Pencahayaan area kerja cukup	V
Keterangan : X = Bermasalah, V = Sesuai				

Dari tabel 2 ditemukan bahwa terdapat perbedaan kondisi standar dan aktual pada faktor *method* dan *material*. Pada faktor *method* ditemukan terdapat pengeleman kertas *Kanban* yang tidak rapi dan pada faktor *material* ditemukan bahwa posisi kertas tidak tertopang dengan sempurna. Berdasarkan kedua faktor tersebut kemudian dilakukan pengidentifikasian sumber permasalahan menggunakan *fishbone diagram*.



Gambar 4. Analisis fishbone diagram Kanban sobek

Pada faktor *material* ditemukan permasalahan pertama yaitu kertas *Kanban* yang mudah sobek, selanjutnya ditemukan alasan mengapa kertas mudah sobek yaitu karena posisi kertas tidak presisi dengan *box*. Dan terakhir, ditemukanlah sumber permasalahannya yaitu karena bagian *flab* dari *box* yang tidak rata sehingga kertas *Kanban* tidak tertopang dengan sempurna sehingga *Kanban* mudah sobek.

Pada faktor selanjutnya, yaitu faktor *method* ditemukan alasan terjadinya *Kanban* sobek karena kertas *Kanban* menempel pada tumpukan *box* yang berada di atasnya. Dan hal itu dapat terjadi karena pengeleman *Kanban* yang tidak rapi. Banyak ditemukan pengeleman kertas *Kanban* yang keluar dari ukuran kertas seharusnya sehingga lem tersebut dapat melebar dan menyebabkan kertas tertempel pada *box* di atasnya ketika *box* ditumpuk.

Untuk faktor *method* rekomendasi yang diusulkan adalah dengan membuat *key point* pada SOP agar operator mengetahui bagaimana cara pengaplikasian lem yang benar dan juga titik mana saja yang perlu diaplikasikan dengan lem sehingga tidak terjadi pemborosan material. Selain itu, perlu juga dilakukan pengawasan yang lebih intens kepada para operator agar tetap mengikuti SOP dalam pengerjaan tugasnya sehingga *key point* yang sudah dibuat dapat diterapkan dengan baik oleh para operator.

Sementara, untuk faktor *material* rekomendasi yang diusulkan adalah dengan memindahkan posisi kertas *Kanban* yang sebelumnya ditempelkan pada bagian *flab* menjadi ditempelkan pada bagian tengah *box*. Karena pada bagian tengah *box* potensi kertas untuk tertindih dan akhirnya sobek pada saat pemindahan karena kertas *Kanban* menempel pada *box* diatasnya ketika ditumpuk.

KESIMPULAN

Terdapat 5 jenis *problem* yang ditemukan pada penelitian ini, yaitu *Kanban* sobek, beda *Kanban*, *Kanban* blur, hilang *Kanban*, dan juga mis*Kanban*. Dengan menggunakan diagram pareto dan juga *control chart* ditemukan bahwa problem terbanyak adalah *Kanban* sobek dengan persentase 44,62% dan kasus *Kanban* sobek terbanyak berasal dari *supplier* A dengan persentase sebesar 48,28%.

Dengan menggunakan analisis factor 4M+1E dan juga menggunakan *fishbone diagram* ditemukan penyebab dari *problem Kanban* sobek ini berasal dari faktor *method*, yaitu karena ditemukannya pengeleman kertas *Kanban* yang tidak rapi pada *box* sehingga kertas *Kanban* tersebut menempel pada *box* diatasnya ketika dilakukan penumpukan. Kemudian, faktor *material* juga menjadi sumber penyebab dari terjadinya *Kanban* sobek, yaitu karena pada bagian *flab* *box* tidak rata sehingga kertas *Kanban* tidak tertopang dengan sempurna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan *terima* kasih ditujukan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala dan seluruh pihak atas segala dukungan, bantuan, perhatian, bimbingan, serta do'a yang telah diberikan selama proses penelitian berlangsung dari awal penelitian hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. H. Fitriyan and A. Salim, "Pengendalian Kualitas dengan Metode Acceptance Sampling (Studi kasus : AMDK ADENI Pamekasan)," vol. 6, no. 2, pp. 159–165, 2011.
- [2] H. Nastiti, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Statistical Quality Control," *Sustain. Compet. Advant.*, vol. 4, no. 1, p. 43, 2014, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [3] M. S. Hidayatullah Elmas, "Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (Sqc) Untuk Meminimumkan Produk Gagal Pada Toko Roti Barokah Bakery," *Wiga J. Penelit. Ilmu Ekon.*, vol. 7, no. 1, pp. 15–22, 2017, doi: 10.30741/wiga.v7i1.330.
- [4] N. Hairiyah, R. R. Amalia, and E. Luliyanti, "Analisis Statistical Quality Control (SQC) pada Produksi Roti di Aremania Bakery," *Ind. J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 8, no. 1, pp. 41–48, 2019, doi: 10.21776/ub.industria.2019.008.01.5.
- [5] M. I. Gomes and F. O. S. Figueiredo, "Statistical quality control in services," *Conf. Sess. Cl. Sci. Acad. das Ciências Lisboa*, 2017, doi: 10.1504/IJSTM.2004.006282.
- [6] H. Murnawan and Mustofa, "Perencanaan Produktivitas Kerja dari Hasil Evaluasi Produktivitas dengan Metode Fishbone di Perusahaan Percetakan Kemasan PT.X," *J. Tek. Ind. HEURISTIC*, vol. Volume 11, no. 1, pp. 27–46, 2014, [Online]. Available: <https://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/HEURISTIC/article/view/611/555>.
- [7] E. Kusnadi, "Fishbone Diagram dan Langkah-langkah Pembuatannya," pp. 1–6, 2008, [Online]. Available: http://rizal.blog.undip.ac.id/files/2009/08/2013_Fishbone-Diagram-dan-Langkah.pdf%0Ahttp://hardipurba.com/2008/09/25/diagram-fishbone-dari-ishikawa.html.

ANALISIS PERBANDINGAN TINGKAT STRESS LANSIA PENSIUNAN DAN TUNA KARYA

Rezki Amelia Aminuddin. A.P¹, Hari Purnomo²

^{1,2} Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam
Indonesia. Jl. Kaliurang KM 14,5. Yogyakarta.
19916015@students.uii.ac.id¹

ABSTRAK

Peningkatan umur lansia menambah persoalan yang di alami sehingga menyebabkan stres yang tinggi serta perubahan psikososial seperti pensiun juga menjadi salah satu penyebab depresi, kecemasan, dan stress yang dialami lansia. Tujuan dari penelitian adalah menganalisis perbandingan tingkat stress lansia pensiunan dan lansia tuna karya dengan menggunakan metode *Depression Anxiety Stress Scal*. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata tingkat stress lansia tuna karya sebesar 15,70 tergolong ringan sedangkan lansia pensiunan tergolong sedang dengan rata-rata 19,05. Tingkat stress dan tingkat kecemasan lansia pensiunan lebih tinggi dibandingkan dengan lansia tuna karya sedangkan tingkat depresi keduanya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Tingginya skor pada tingkat stress lansia pensiunan disebabkan oleh beberapa faktor antara lain sulit beristirahat, mudah marah hingga perubahan psikososial serta perubahan fisik.

Kata kunci: Lansia, tingkat stres, DASS, *cause effect diagram*.

ABSTRACT

Increasing the age of the elderly adds to the problems they experience, causing high stress and psychosocial changes such as retirement which is also one of the causes of depression, anxiety and stress experienced by the elderly. The purpose of this study was to analyze the comparison of the stress level of retired elderly and unemployed elderly using the Scal Depression Anxiety Stress Method. The results showed that the average stress level of the unemployed elderly was 15.70 which was classified as mild, while the elderly retirees were classified as moderate with an average of 19.05. The stress level and anxiety level of the retired elderly were higher than the elderly who were unemployed, while the depression level between the two did not show a significant difference. The high score on the stress level of the retired elderly is caused by several factors, including difficulty resting, irritability, psychosocial changes and physical changes.

Keywords: Elderly, stress level, DASS, *cause effect diagram*.

PENDAHULUAN

Lansia mengalami penurunan daya pikir maupun aktivitas serta gangguan pada fisik atau motorik. Lansia sering mengeluh terhadap penyakit yang dideritanya, hal ini memerlukan perhatian khususnya anak dan keluarga agar masa lansia berkualitas. Lansia yang kekurangan perhatian dari anak dan keluarganya cenderung merasa kesepian dan dapat memicu stres. Meningkatkan harapan hidup penting bagi kesehatan fisik dan kesehatan mental di usia tua [1]. Peningkatan umur lansia menambah persoalan yang di alami sehingga menyebabkan stres yang tinggi. Penelitian Reynolds *et al.* [2] menemukan tingkat prevalensi gangguan jiwa pada lansia disebabkan oleh stres ringan maupun berat saat ini mulai dari 1 hingga 18%. Stanhope & Lancaster [3] mengatakan bahwa risiko biologi, risiko terkait usia, risiko sosial dan lingkungan serta risiko perilaku atau gaya hidup merupakan tiga karakteristik risiko kesehatan yang dialami oleh lansia. Lansia identik dengan berbagai penurunan status kesehatan terutama status kesehatan fisik [4]. Status kesehatan lansia yang menurun seiring dengan bertambahnya usia akan memengaruhi kualitas hidup lansia [5]. Sejalan dengan penelitian Karepowan *et al.* [6] dimana pada lansia terjadi penurunan kekuatan, pendengaran, penglihatan, daya ingat sebesar serta kelenturan masing-masing 88%, 67%, 72%, 61%, dan 64%. Lansia dapat merasakan kelelahan walaupun jarang melakukan aktivitas fisik [7]. Ketidakesesuaian kondisi lansia dengan harapan mereka dapat menyebabkan lansia mengalami depresi [8].

Menurut Höltege *et al.* [9], lebih dari 20% lansia di dunia, menderita depresi dan kecemasan. Stres merupakan reaksi fisiologis dan psikologis yang terjadi jika seseorang merasakan ketidakseimbangan antara tuntutan yang dihadapi dengan kemampuan untuk mengatasi tuntutan tersebut [10]. Kesepian dan gejala depresi memiliki keterkaitan terhadap stres yang dirasakan oleh lansia [11]. Depresi dan kecemasan seringkali mengganggu tidur [12]. Dampak sosial seperti sering menyebabkan stres tambahan [13]. Perubahan psikososial juga menimbulkan tekanan pada lansia, misalnya ketika lansia mulai pensiun [14]. Lansia berisiko efek negatif dari stres, kecemasan dan depresi dan semua faktor ini harus diidentifikasi [15]. Gejala depresi lebih terkait dengan kecemasan yang seringkali dialami oleh lansia [16].

Lansia yang mengalami perubahan psikososial seperti pensiun, dapat dilakukan pengukuran tingkat stres dengan menggunakan Depression Anxiety Stress Scale (DASS 42). DASS dirancang untuk mendefinisikan, memahami, dan mengukur lebih lanjut semua keadaan emosi signifikan saat ini dan secara klinis [17]. Penelitian sebelumnya mengenai stres lansia oleh Dewi dan Purnomosidi [18], Piadehkhousar *et al.* [19], Selo dan Putri [20] belum ada yang menggunakan metode *Depression Anxiety Stress Scale* untuk mengetahui tingkat stres yang dialami lansia dan belum ada perbandingan tingkat stres terkait dengan perbandingan tingkat stres lansia pensiunan dengan lansia tuna karya. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat stres yang dialami oleh lansia akan di analisa dengan menggunakan *cause and effect diagram*.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian menggunakan jenis penelitian deskriptif komparatif dengan desain *cross-sectional*. Subjek dalam penelitian ini adalah lansia yang memenuhi kriteria inklusi Lansia >60 Tahun, masih dapat menulis dan membaca, pensiunan atau tuna karya, masih dapat berkomunikasi, tidak mengalami sakit berat, dan tidak memiliki riwayat depresi. Objek penelitian adalah tingkat stres yang dialami oleh lansia berdasarkan parameter dalam *Depression Anxiety and Stress Scale* (DASS) yaitu depresi, kecemasan, dan stres. Jumlah populasi sebanyak 164 lansia yang terdiri dari 135 lansia di Panti Sosial Tresna Wredha Adiyoso dan 29 lansia di Panti Wredha Hanna, teknik pengambilan sampel dengan menggunakan teknik sampling kuota, yaitu teknik untuk menentukan sampel dari populasi yang memenuhi kriteria inklusi sampai jumlah yang diinginkan, sehingga dalam penelitian ini jumlah sampel sebanyak 40 lansia yang terbagi 20 lansia dengan status pensiunan dan 20 lansia tuna karya.

Prosedur Penelitian

Tahap Persiapan

- 1) Mempersiapkan perizinan kepada pihak terkait, yaitu Panti Sosial Tresna Wredha Adiyoso dan Panti Wredha Hanna.
- 2) Setelah mendapat persetujuan dari semua pihak terkait, peneliti kemudian Menyiapkan kuesioner *Depression Anxiety and Stress Scale* (DASS 42) sebanyak 40 rangkap.
- 3) Kuesioner DASS 42 yang digunakan seperti pada gambar 1.

Tahap Pengumpulan Data

- 1) Sebelum melakukan penelitian, peneliti menjelaskan tujuan penelitian dan cara pengisian kuesioner kepada responden. Responden dalam penelitian ini yaitu Lansia >60 Tahun, masih dapat menulis dan membaca, pensiunan atau tuna karya, masih dapat berkomunikasi, tidak mengalami sakit berat, dan tidak memiliki riwayat depresi.
- 2) Setelah memahami tujuan penelitian, responden yang setuju diminta mengisi surat pernyataan kesediaan menjadi responden penelitian bagi yang bersedia berpartisipasi dalam kegiatan penelitian.
- 3) Peneliti melakukan wawancara pada Lansia di Panti Sosial Tresna Wredha Adiyoso pada hari Rabu dan Kamis tanggal 8-9 Juli 2020 dan Panti Wredha Hanna pada hari Senin, 12 Juli 2020.
- 4) Jika kuesioner sudah diisi, kemudian peneliti melihat kelengkapan dari kuesioner untuk dilakukan pengolahan dan analisa data.
- 5) Peneliti melakukan pengolahan data sesuai kebutuhan.

Kuesioner***Depression Anxiety Stress Scales (DASS 42)*****Keterangan:**

0 : Tidak ada atau tidak pernah

1 : Sesuai dengan yang dialami sampai tingkat tertentu, atau kadang-kadang

2 : Sering

3 : Sangat sesuai dengan yang dialami, atau hampir setiap saat.

No.	Aspek Penilaian	0	1	2	3
1.	Menjadi marah karena hal-hal kecil/sepele				
2.	Mulut terasa kering				
3.	Tidak dapat melihat hal yang positif dari suatu kejadian				
4.	Merasakan gangguan dalam bernapas (napas cepat, sulit bernapas)				
5.	Merasa sepertinya tidak kuat lagi untuk melakukan suatu kegiatan				
6.	Cenderung bereaksi berlebihan pada situasi				
7.	Kelemahan pada anggota tubuh				
8.	Kesulitan untuk relaksasi/bersantai				
9.	Cemas yang berlebihan dalam suatu situasi namun bisa lega jika hal/situasi itu berakhir				
10.	Pesimis				
11.	Mudah merasa kesal				
12.	Merasa banyak menghabiskan energi karena cemas				
13.	Merasa sedih dan depresi				
14.	Tidak sabaran				
15.	Kelelahan				
16.	Kehilangan minat pada banyak hal (misal: makan, ambulasi, sosialisasi)				
17.	Merasa diri tidak layak				
18.	Mudah tersinggung				
19.	Berkeringat (misal: tangan berkeringat) tanpa stimulasi oleh cuaca maupun latihan fisik				
20.	Ketakutan tanpa alasan yang jelas				
21.	Merasa hidup tidak berharga				
22.	Sulit untuk beristirahat				
23.	Kesulitan dalam menelan				
24.	Tidak dapat menikmati hal-hal yang saya lakukan				
25.	Perubahan kegiatan jantung dan denyut nadi tanpa stimulasi oleh latihan fisik				
26.	Merasa hilang harapan dan putus asa				
27.	Mudah marah				
28.	Mudah panik				
29.	Kesulitan untuk tenang setelah sesuatu yang mengganggu				
30.	Takut diri terhambat oleh tugas-tugas yang tidak biasa dilakukan				

31.	Sulit untuk antusias pada banyak hal				
32.	Sulit mentoleransi gangguan-gangguan terhadap hal yang sedang dilakukan				
33.	Berada pada keadaan tegang				
34.	Merasa tidak berharga				
35.	Tidak dapat memaklumi hal apapun yang menghalangi anda untuk menyelesaikan hal yang sedang Anda lakukan				
36.	Ketakutan				
37.	Tidak ada harapan untuk masa depan				
38.	Merasa hidup tidak berarti				
39.	Mudah gelisah				
40.	Khawatir dengan situasi saat diri Anda mungkin menjadi panik dan memperlakukan diri sendiri				
41.	Gemetar				
42.	Sulit untuk meningkatkan inisiatif dalam melakukan sesuatu				

- Skala depresi : 3, 5, 10, 13, 16, 17, 21, 24, 26, 31, 34, 37, 38, 42.
- Skala kecemasan : 2, 4, 7, 9, 15, 19, 20, 23, 25, 28, 30, 36, 40, 41.
- Skala stress : 1, 6, 8, 11, 12, 14, 18, 22, 27, 29, 32, 33, 35, 39.

Gambar 1. Kuesioner DASS 42

Tahap Analisis Data

Tahap analisis dilakukan sesuai dengan analisis data metode DASS 42. Adapun tahap analisisnya adalah sebagai berikut :

- 1) Data diinput sesuai hasil kuesioner DASS 42
- 2) Menghitung skor setiap subvariabel. Skor dari depresi, kecemasan, dan stres dihitung dengan menjumlahkan skor untuk item yang relevan .

Item dari skala depresi adalah pertanyaan nomor 3, 5, 10, 13, 16, 17, 21, 24, 26, 31, 34, 37, 38, 42.

Item skala kecemasan pertanyaan nomor 2, 4, 7, 9, 15, 19, 20, 23, 25, 28, 30, 36, 40, 41.

Item skala stres adalah pertanyaan nomor 1, 6, 8, 11, 12, 14, 18, 22, 27, 29, 32, 33, 35, 39 dengan pilihan jawaban 0-3.

Nilai 0 tidak pernah sama sekali, 1 kadang-kadang, 2 sering, dan 3 sering sekali.

Setelah menjawab seluruh pertanyaan, skor dari skala diakumulasikan sehingga mendapat total skor untuk skala depresi, kecemasan, dan stres seperti di bawah ini:

Tabel 1. Skor Pengukuran Depresi, Kecemasan, dan Stres

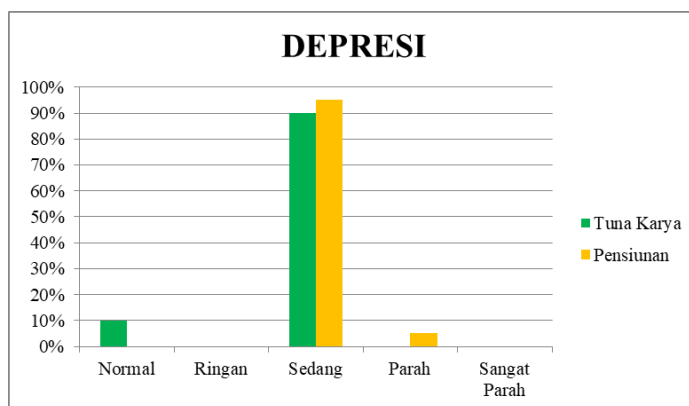
	Depresi	Kecemasan	Stres
Normal	0-9	0-7	0-14
Ringan	10-13	8-9	15-18
Sedang	14-20	10-14	19-25
Berat	21-27	15-19	26-33
Sangat Parah	28+	20+	34+

Sumber : Piadehkuhsar et al. (2017)

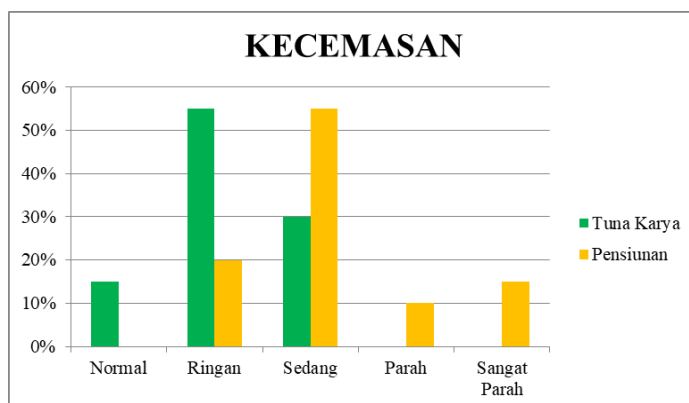
HASIL DAN PEMBAHASAN

Depresi adalah gangguan suasana hati (*mood*) yang ditandai dengan perasaan sedih yang mendalam dan rasa tidak peduli. Stress adalah reaksi seseorang baik secara fisik maupun emosional (mental/psikis) apabila ada perubahan dari lingkungan yang mengharuskan seseorang menyesuaikan diri. Kecemasan adalah keadaan emosional yang tidak menyenangkan, berupa respon-respon psikofisiologis yang timbul sebagai antisipasi bahaya yang tidak nyata atau khayalan, tampaknya disebabkan oleh konflik intrapsikis yang tidak disadari secara langsung. *Depression Anxiety and Stress Scale 42* (DASS 42) adalah kuesioner untuk menilai depresi, rasa cemas dan stress. Kuesioner ini bukan sebagai alat bantu diagnosis namun sebagai alat untuk menentukan tingkat keparahan kondisi stress.

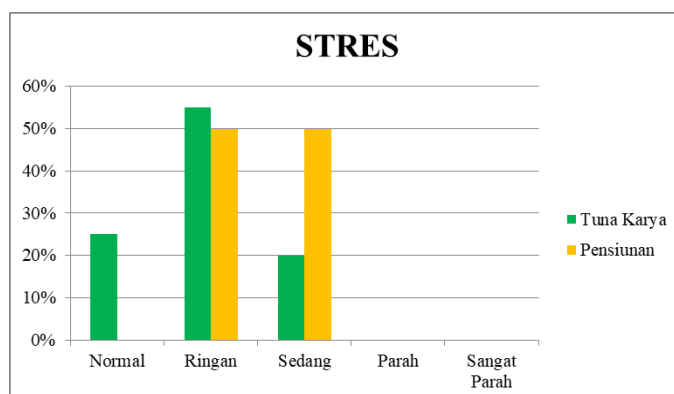
Berdasarkan hasil pengolahan data terhadap 40 lansia yang terdiri dari 20 lansia tuna karya dan 20 lansia pensiunan yang diolah dengan menggunakan metode DASS 42 diperoleh perbandingan tingkat depresi, kecemasan, dan stress seperti pada gambar 2, gambar 3, dan gambar 4.



Gambar 2. Tingkat Depresi lansia Tuna Karya & Lansia Pensiunan



Gambar 3. Tingkat Kecemasan lansia Tuna Karya & Lansia Pensiunan



Gambar 4. Tingkat Stress lansia Tuna Karya & Lansia Pensiunan

Berdasarkan hasil kuesioner pada indikator depresi diketahui bahwa 10% lansia tuna karya memiliki tingkat depresi yang

normal sedangkan 90% lainnya memiliki tingkat depresi sedang. Lansia pensiunan 95% memiliki tingkat depresi pada kategori sedang dan 5% memiliki tingkat depresi pada kategori parah. Hasil kuesioner pada indikator kecemasan diketahui bahwa 15% lansia tuna karya memiliki tingkat kecemasan yang normal, 55% kategori ringan dan 30% termasuk kategori sedang. Lansia pensiunan yang memiliki tingkat kecemasan ringan adalah 20%, 55% kecemasan sedang, 10% lansia memiliki kecemasan yang parah, dan 15% lansia pensiunan memiliki tingkat kecemasan pada kategori sangat parah. Hasil kuesioner pada indikator stres diketahui bahwa 25% lansia tuna karya memiliki tingkat stres yang normal, 55% tingkat stres pada kategori ringan dan 20% lansia tuna karya dengan tingkat stres sedang. Tingkat stres Lansia pensiunan termasuk dalam kategori ringan dan sedang dengan persentase masing-masing kategori 50%.

Pengukuran Depresi, Kecemasan dan Stress

Tabel 2. Uji *T Test*

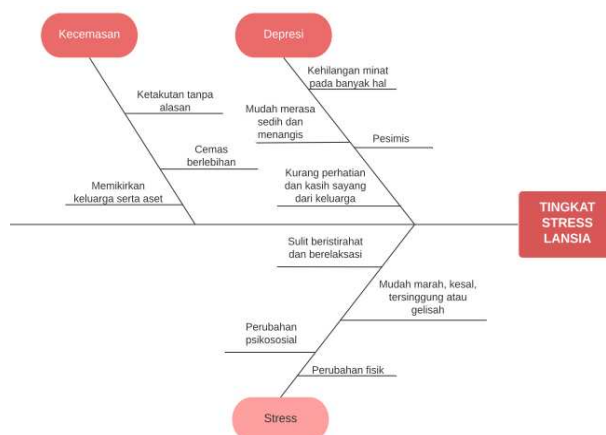
<i>independent samples test</i>	
<i>Depresi</i>	0,300
<i>Kecemasan</i>	0,000
<i>Stress</i>	0,007

Tabel 3. Kategori DASS

	Rata-Rata		Interpretasi	
	Tuna Karya	Pensiunan	Tuna Karya	Pensiunan
<i>Depresi</i>	16,75	17,85	Sedang	Sedang
<i>Kecemasan</i>	8,80	13,45	Ringan	Sedang
<i>Stress</i>	15,70	19,05	Ringan	Sedang

Tingkat depresi lansia tuna karya dan pensiunan rata-rata berada pada kategori sedang. Berdasarkan tabel output *independent samples test* diketahui nilai signifikansi sebesar $0,300 > 0,05$, maka H_0 diterima, sehingga tidak terdapat perbedaan tingkat depresi antara lansia pensiunan dan lansia tuna karya. Rata-rata tingkat kecemasan lansia pensiunan lebih tinggi daripada lansia tuna karya hal ini ditunjukkan pada nilai mean yang menunjukkan tingkat kecemasan lansia pensiunan pada kategori sedang dan lansia tuna karya pada kategori ringan. Berdasarkan tabel output *independent samples test* diketahui nilai sig. (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$, maka tidak cukup kuat untuk menerima H_0 , sehingga terdapat perbedaan tingkat kecemasan antara lansia pensiunan dan lansia tuna karya. Rata-rata tingkat stres lansia pensiunan lebih tinggi daripada lansia tuna karya hal ini ditunjukkan pada nilai mean yang menunjukkan tingkat stres lansia pensiunan pada kategori sedang dan lansia tuna karya pada kategori ringan dengan nilai sig. (2-tailed) sebesar $0,007 < 0,05$, maka tidak cukup kuat untuk menerima H_0 , sehingga terdapat perbedaan tingkat stres antara lansia pensiunan dan lansia tuna karya.

Cause Effect Diagram



Gambar 5. Cause Effect Diagram Tingkat Stress Lansia

Berdasarkan *cause effect diagram* diketahui tingkat stress lansia dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu depresi, kecemasan, dan stress. Depresi dipengaruhi oleh kehilangan minat pada banyak hal, pesimis, mudah merasa sedih dan menangis, dan kurang perhatian dan kasih sayang dari keluarga. Faktor kecemasan dipengaruhi oleh ketakutan tanpa alasan, cemas berlebihan, dan memikirkan keluarga serta aset. Stress dipengaruhi oleh sulit beristirahat dan berelaksasi, perubahan psikososial, perubahan fisik, dan mudah marah, kesal, tersinggung atau gelisah.

Rekomendasi

Tingginya angka depresi, kecemasan, dan stress menunjukkan bahwa di usia senja sebaiknya para Lansia tuna karya dan lansia pensiunan lebih dekat dengan keluarga dan kerabat serta diberikan aktivitas yang dapat menghibur secara bathin dan psikologis, seperti pencerahan qolbu, karaoke maupun senam ergonomi lansia.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dengan metode DASS dapat ditarik kesimpulan bahwa tingkat stres dan tingkat kecemasan pada lansia pensiunan lebih tinggi dibandingkan dengan lansia tuna karya sedangkan tingkat depresi keduanya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Tingginya skor pada tingkat stress lansia pensiunan disebabkan oleh beberapa faktor antara lain sulit beristirahat, mudah marah hingga perubahan psikososial serta perubahan fisik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andreas, S., Schulz, H., Volkert, J., Dehoust, M., Sehner, S., Suling, A., Ausín, B., Canuto, A., Crawford, M., Da Ronch, C. & Grassi, L. 2017. Prevalence of mental disorders in elderly people: the European MentDis_ICF65+ study. *The British Journal of Psychiatry*, Vol. 210, No. 2, pp.125-131.
- [2] Reynolds K, Pietrzak RH, El-Gabalawy R, Mackenzie CS, & Sareen J. 2015. Prevalence of psychiatric disorders in U.S. older adults: findings from a nationally representative survey. *World Psychiatry*, Vol. 14, pp. 74–81.
- [3] Stanhope, M. & Lancaster, J. 2016. Public health nursing population centered health care in the community 9th Ed. Missouri: Elsevier.
- [4] Ghotbabadi, S.S. & Alizadeh, K.H. 2018. The Effectiveness of Spiritual-Religion Psychotherapy on Mental Distress (Depresi, Anxiety and Stress) In the Elderly Living In Nursing Homes. *Health, Spirituality and Medical Ethics*, Vol. 5, No.1, pp. 20-25. Badan Pusat Statistik. 2020. Data Lansia. Jakarta. Di akses dari www.bps.go.id pada tanggal 5 Juni 2020.
- [5] Kiik, S.M., Sahar, J. & Permatasari, H. 2018. Peningkatan Kualitas Hidup Lanjut Usia (Lansia) di Kota Depok dengan Latihan Keseimbangan. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, Vol. 21, No. 2, pp.109-116.
- [6] Karepowan, S. R., Wowor, & Man Katuuk, M. 2018. Hubungan kemunduran fisiologis dengan tingkat stres pada lanjut usia di Puskesmas Kakaskasen Kecamatan Tomohon Utara. *Jurnal keperawatan*, Vol. 6, No.1, pp. 1-7.
- [7] Rahman, S. 2016. Faktor-faktor yang mendasari stres pada Lansia. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, Vol.16, No. 1, pp. 1-7.
- [8] Banjongwadee, M., Wongpakaran, N., Wongpakaran, T., Pipanmekaporn, T., Punjasawadwong, Y. and Mueankwan, S., 2020. The role of perceived stress and cognitive function on the relationship between neuroticism and depression among the elderly: a structural equation model approach. *BMC psychiatry*, Vol. 20, No. 1, p.25.
- [9] Hölte, J., Samper-Ternent, R., García-Peña, C. and Gutiérrez-Robledo, L.M., 2020. A longitudinal study on multidimensional resilience to physical and psychosocial stress in elderly Mexicans. *Journal of aging and health*, p.0898264320932777.
- [10] Marsa, R., Younesi, S.J., Barekati, S., Ramshini, M. and Ghyasi, H., 2020. A Comparative Study on Stress, Anxiety and Depression Between Nursing-Home Elderly Residents and Home-dwelling Elderly People. *Iranian Journal of Ageing*, Vol. 15, No. 2, pp.176-187.
- [11] Huang, L.J., Du, W.T., Liu, Y.C., Guo, L.N., Zhang, J.J., Qin, M.M. & Liu, K. 2019. Loneliness, stress, and depressive symptoms among the Chinese rural empty nest elderly: A moderated mediation analysis. *Issues in mental health nursing*, Vol. 40, No. 1, pp. 73-78.
- [12] Kaunang, V.D., Buanasari, A. & Kallo, V. 2019. Gambaran tingkat stres pada lansia. *Jurnal Keperawatan*, Vol. 7, No. 2.
- [13] Gholamzadeh, S., Pourjam, E. & Kalyani, M.N. 2019. Effects of continuous care model on depression, anxiety, and stress in Iranian Elderly in Shiraz. *International Journal of Community Based Nursing and Midwifery*, Vol. 7, No. 1, p.13.
- [14] Erwanto, R. & Asmarani, F.L. 2019. The progressive muscle relaxation and deep breathing as effective procedures in reducing the stress levels on Older People. *Indonesian Journal of nursing and midwifery*, Vol. 6, No. 1, pp. 42-48.
- [15] Sobhani, A., Shahnazi, H. & Mostafavi, F. 2018. The efficiency of theory-based education on mental health subscales in Elders: application of theory of planned behavior. *Iranian Journal of Health Education and Health Promotion*, Vol. 6, No. 4, pp. 367-375.

- [16] Heidari, M., Borujeni, M.G., Abyaneh, S.K. and Rezaei, P., 2019. The effect of spiritual care on perceived stress and mental health among the elderlies living in nursing home. *Journal of religion and health*, Vol. 58, No. 4, pp.1328-1339.
- [17] Višnjić, A., Veličković, V., Sokolović, D., Stanković, M., Mijatović, K., Stojanović, M., Milošević, Z. & Radulović, O. 2018. Relationship between the manner of mobile phone use and depression, anxiety, and stress in university students. *International journal of environmental research and public health*, Vol. 15, No.4, p.69.
- [18] Dewi, N. & Purnomosidi, F. 2019. The role of depression, anxiety and stress against hypertension in the elderly. *Psycho Idea*, Vol. 17, No. 2, pp.139-144.
- [19] Piadehkouhsar, M., Ahmadi, F., Khoshknab, M.F. & Rasekhi, A.A. 2019. The effect of orientation program based on activities of daily living on depression, anxiety, and stress in the elderly. *International journal of community based nursing and midwifery*, Vol. 7, No. 3, p.170.
- [20] Selo, J., Candrawati, E. & Putri, R.M. 2017. Perbedaan Tingkat Stres pada Lansia di Dalam dan di Luar Panti Werdha Pangesti Lawang. *Nursing News: Jurnal Ilmiah Keperawatan*, Vol. 2, No.3.

Bidang: Teknik dan Manajemen Industri Topik: Manajemen Industri dan Kerekayasaan

PENGUNAAN *SOCIAL MEDIA ADVERTISING* MELALUI INSTAGRAM UNTUK MENINGKATKAN MINAT BELI KONSUMEN PADA PRODUK FURNITUR DI ERA *NEW NORMAL*

Agnes Efrata Saragih¹, Yogi Akbar Sunardiansyah²
^{1,2} Politeknik Industri Furnitur Dan Pengolahan Kayu
efrataagnes@gmail.com¹, ask.yogiakbar@gmail.com²

ABSTRAK

Tingginya angka kasus *Covid-19* di Indonesia memberikan dampak buruk bagi berbagai sektor industri termasuk industri manufaktur furnitur. Disisi lain, era *digital* menawarkan kemudahan bagi industri manufaktur furnitur agar dapat tetap bersaing secara sehat dengan kompetitor dan mempertahankan keberlangsungan perusahaannya ditengah pandemi. Pertukaran data dan informasi dengan konsumen dapat dilakukan dalam waktu yang sangat singkat dengan menggunakan jaringan internet. Media berbasis internet yang sangat dekat dengan keseharian masyarakat saat ini adalah media sosial. Dengan media sosial, seseorang dapat membagikan konten dalam berbagai bentuk dan berbagai tujuan, salah satunya untuk memasarkan suatu produk atau jasa. Instagram merupakan salah satu media sosial yang dapat membantu strategi pemasaran karena menyediakan fitur *ads* dan menduduki peringkat atas sebagai media sosial dengan pengguna aktif terbanyak. Fitur *ads* di Instagram dilengkapi dengan berbagai *tools pendukung* sehingga suatu pemasaran dapat terlaksana secara efektif. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisa deskriptif menggunakan studi literatur. Maka hasil dari studi literatur ini adalah munculnya ide penggunaan *social media advertising* melalui Instagram pada industri manufaktur furnitur sebagai strategi pemasaran daring guna berkompetisi secara sehat dan mempertahankan keberlangsungan perusahaan di tengah pandemi, terlebih di era *new normal*.

Kata kunci: Internet, furnitur, media sosial, instagram, *new normal*.

ABSTRACT

The high number of Covid-19 cases in Indonesia has adversely affected various industrial sectors including the furniture manufacturing industry. On the other hand, the digital era offers convenience for the furniture manufacturing industry to remain healthy with competitors and maintain the sustainability of the companies during a pandemic. Data and information exchange with consumers can be done in a very short time by using the internet network. Internet-based media that is very close to people's daily life today is social media. With social media, one can share content in various forms and for various purposes, one of which is to market a product or service. Instagram is one of the social media that can help marketing strategies because it provides ads features and tops the list as social media with the most active users. Ads feature on Instagram is equipped with various supporting tools so that marketing can be carried out effectively. The method used in this research is the descriptive analysis method using the literature study. So the result of this literature study is the emergence of the idea of using social media advertising through Instagram in the furniture manufacturing industry as an online marketing strategy to compete healthily and maintain the sustainability of the company during a pandemic, especially in the new normal era.

Keywords: Internet, furniture, social media, instagram, new normal.

PENDAHULUAN

Tingginya angka kasus *Covid-19* di Indonesia mendesak pemerintah untuk mengimbau masyarakat agar tetap dirumah saja dan melaksanakan *WFH (Work From Home)* guna memutus mata rantai persebaran pandemi ini. Beberapa sektor industri seperti F&B (*food and beverage*) mengalami dampak positif dari kehadiran pandemi dan imbauan serta regulasi pemerintah baru-baru ini, namun tak sedikit pula sektor industri lainnya yang mengalami dampak negatifnya, salah satunya adalah industri manufaktur furnitur.

Sektor manufaktur furnitur harus berusaha lebih keras untuk memperbaiki kondisi dan mempertahankan keberlangsungan perusahaan. Persaingan yang ketat juga menuntut pelaku bisnis furnitur untuk segera merubah strategi pemasaran guna mempertahankan *market share*. Alternatif strategi yang paling memungkinkan di masa pandemi adalah *online marketing*. Selain untuk menghindari kontak langsung dengan pelanggan untuk menghindari penularan *Covid-19*, *online marketing* juga memberikan kemudahan bagi produsen dan konsumen memotong jalur distribusi. Sehingga harga penjualan bisa ditekan lebih rendah, untuk meningkatkan minat beli konsumen. Dilansir dari *Global Web Index*, rata-rata masyarakat Indonesia menghabiskan waktu selama 7 jam 59 menit setiap harinya untuk mengakses internet. Hal tersebut menyebabkan pemasaran *online* atau yang lebih dikenal dengan istilah *digital marketing* memiliki potensi besar untuk berkembang.

Menurut Kleindl & Burrow (2005), *digital marketing* adalah proses perencanaan dan pelaksanaan dari ide atau pemikiran konsep, harga, promosi, dan distribusi. Sedangkan menurut Heidrick & Struggles (2009:1), *digital marketing* adalah perkembangan *digital marketing* melalui web, telepon genggam, dan perangkat *games*, menawarkan akses baru periklanan yang tidak digembor-gemborkan dan sangat berpengaruh. Dari kedua penjelasan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa *digital marketing* adalah suatu kegiatan pemasaran atau penawaran suatu produk/jasa untuk periklanan suatu produk/jasa secara *online*.

Media sosial merupakan salah satu media berbasis internet yang sangat dekat dengan keseharian masyarakat saat ini. Dilansir dari *Global Web Index*, rata-rata masyarakat Indonesia menghabiskan waktu di media sosial selama 3 jam 25 menit setiap harinya. Maka dari itu, banyak perusahaan yang menggunakannya sebagai media untuk melakukan pemasaran atau promosi daring. Strategi *digital marketing* yang menggunakan media sosial tersebut dikenal sebagai *SMM (Social Media Marketing)*. *Social media marketing* adalah salah satu strategi pemasaran yang digunakan oleh pebisnis untuk menjadi bagian dari suatu jaringan dengan orang-orang melalui internet atau *online* [1]. Ada beberapa aktivitas pemasaran daring dalam lingkup *SMM* yang biasa dilakukan oleh *marketer*, yaitu: (1) *endorse*, (2) *paid promote*, (3) *social media advertising*. *Social Media Advertising* adalah strategi pemasaran daring dengan menggunakan fitur *ads* yang tersedia di media sosial.

Implementasi *social media advertising* kerap dianggap lebih efektif dan menguntungkan karena merupakan *targeted marketing*. Artinya, *marketer* dapat menetapkan target audiens yang akan melihat suatu iklan di media sosial. Audiens yang menjadi target tersebut dapat dipilih berdasarkan lokasi geografis, umur, dan sebagainya. Selain itu, *social media advertising* dapat pula disebut sebagai iklan *PPC (Pay Per Click)* di media sosial. Hal ini membuat *marketer* dapat menyiapkan *budget* iklan terlebih dahulu namun tidak perlu membayarnya jika iklan tersebut tidak diklik oleh audiens.

Instagram adalah salah satu media sosial yang memiliki fitur *ads* dan pengguna aktif yang sangat banyak. *Instagram Ads* dilengkapi dengan *analytic tool* yang disebut *Instagram Insight* sehingga *marketeers* dapat melakukan *controlling* terhadap konten yang sedang atau telah dipromosikan serta menjadikannya bahan evaluasi untuk melakukan promosi atau pembuatan iklan di kemudian hari. *Insight tersebut* berisi data-data terkait konten yang sedang atau telah dipromosikan seperti jumlah akun yang telah melihat iklan, frekuensi iklan dilihat, dan jumlah klik terhadap tombol yang ditampilkan pada iklan. Menurut data dari *Global Web Index* pada akhir tahun 2019, sebanyak 79% penduduk Indonesia aktif menggunakan Instagram sehingga menempatkannya pada peringkat ke-4 sebagai media sosial dengan pengguna aktif terbanyak di Indonesia. Dengan jumlah audiens tersebut, Instagram mampu memberikan kontribusi positif bagi pemasaran daring.

Minat beli adalah tahap kecenderungan responden untuk bertindak sebelum keputusan membeli benar-benar dilaksanakan [2]. Terdapat 4 indikator terjadinya minat beli, yaitu: (1) minat transaksional adalah minat untuk membeli suatu barang atau jasa, (2) minat referensial adalah minat untuk mereferensikan suatu barang atau jasa kepada orang lain, (3) minat preferensial adalah minat yang menggambarkan perilaku seseorang yang memiliki preferensi utama pada suatu produk atau jasa, (4) minat eksploratif adalah minat yang menggambarkan perilaku seseorang yang selalu mencari informasi untuk mendukung sifat-sifat positif dari produk tersebut [3].

Istilah furnitur berasal dari bahasa Prancis yakni *fourniture*, yang berarti perabotan rumah tangga [4]. Furnitur merupakan istilah yang berbeda dengan mebel, namun keduanya merujuk pada benda yang sama seperti meja,

kursi, lemari, dan sebagainya.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisa deskriptif menggunakan studi literatur berupa data sekunder yang bersumber dari beberapa jurnal dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Penelitian terdahulu tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Penelitian terdahulu yang relevan

No.	Nama Peneliti dan Asal Instansi	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Nurfitriani (Universitas Riau)	Pengaruh Social Media Marketing Melalui Official Account Line Alfamart Terhadap Minat Beli Konsumen	Terdapat pengaruh antara social media marketing melalui official account LINE Alfamart terhadap minat beli konsumen sebesar 17,5%. Sementara sisanya sebesar 82,5% lagi dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak dimasukkan dalam penelitian.
2.	Muhammad Aqsa (STIE Muhammadiyah Palopo)	Pengaruh Iklan Online Terhadap Sikap dan Minat Beli Konsumen Secara Online di Kota Palopo (Survei pada pengguna internet di Kota Palopo)	Variabel iklan online mendapat persepsi yang baik dan mempengaruhi sikap konsumen secara signifikan. Begitu juga dengan variabel sikap konsumen yang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap minat beli secara online.
3.	Deru R. Indika dan Cindy Jovita (Universitas Padjadjaran)	Media Sosial Instagram Sebagai Sarana Promosi Untuk Meningkatkan Minat Beli Konsumen	Variabel media sosial Instagram menunjukkan bahwa komunikasi foto yang dikemas secara kreatif menjadi salah satu faktor yang cukup penting dalam menarik perhatian konsumen. Aplikasi media sosial Instagram yang menonjolkan sharing foto atau gambar terbukti punya korelasi kuat dalam memengaruhi minat beli konsumen.
4.	Lubiana Mileva dan Achmad Fauzi DH	Pengaruh Social Media Marketing Terhadap Keputusan Pembelian (Survei Online pada Mahasiswa Sarjana Jurusan Ilmu Administrasi Bisnis Angkatan 2014/2015 Fakultas Ilmu Administrasi Universitas Brawijaya yang Membeli Starbucks Menggunakan Line)	Variabel bebas yaitu Content Creation (X1), Content Sharing (X2), Connecting (X3), dan Community Building (X4) berpengaruh signifikan (sebesar 52,4%) terhadap variabel terikat yaitu Struktur Keputusan Pembelian (Y).
5.	Meri Junia dan Udung Noor Rosyad (Universitas Islam Bandung)	Kajian Hubungan Antara Iklan di Media Sosial dengan Minat Beli Konsumen	Variabel X1 (daya tarik pesan iklan secara rasional) memiliki hubungan positif yang cukup signifikan dengan variabel Y (minat beli konsumen). Variabel X2 (daya tarik pesan iklan secara emosional) memiliki hubungan positif yang signifikan dengan variabel Y (minat beli konsumen).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan teknologi dan dunia digital turut berpartisipasi dalam pertumbuhan industri terkhusus pada kegiatan pemasaran. Pemanfaatan *digital marketing* dapat mengefisiensikan perusahaan terutama dalam biaya untuk memasarkan atau mempromosikan produk perusahaan, disamping jangkauannya yang sangat luas [5].

Selain itu, aktivitas *digital marketing* dapat memberikan peluang untuk mewujudkan kegiatan baru dalam pemasaran tradisional dari *non-electronic* bergeser menjadi *electronic platform* [6].

Di sisi lain, Indonesia yang telah memasuki masa *new normal* turut membuat para *marketeer* beralih dari pemasaran tradisional atau konvensional ke *digital marketing* guna mengubah ancaman bisnis menjadi peluang bisnis. Salah satu cakupan dari peralihan tersebut adalah mentransfer anggaran pemasaran ke basis *online*, namun tetap memegang teguh prinsip *low budget-high impact*.

Implementasi *digital marketing* dapat dilakukan melalui berbagai *platform online*, salah satunya adalah media sosial. Manfaat yang dirasakan adalah komunikasi dengan para pelanggan dan pemasok lebih intens serta efektif dan efisien, karena dapat berkomunikasi langsung selama 24 jam/*real time* [7]. Namun, perlu diingat bahwa media sosial hanyalah sarana atau medium untuk mempermudah pelaksanaan pemasaran *online* saja. Hal ini berarti ada elemen lain yang harus diperhatikan untuk membuat suatu iklan di media sosial mendapat *engagement* yang tinggi. Elemen-elemen tersebut adalah foto produk yang menarik dan pesan atau informasi yang terkandung dalam konten iklan. Alasan pentingnya foto produk yang menarik antara lain: (1) mempengaruhi persepsi konsumen, (2) meningkatkan *branding*, (3) menjadi mesin penjual, (4) mampu mempertahankan pelanggan lama, (5) merupakan alat untuk menumbuhkan kepercayaan konsumen [8]. Sedangkan alasan elemen informasi dalam konten turut berperan penting adalah karena menurut hasil penelitian Nurfitriani (2016) yang berjudul “Pengaruh *Social Media Marketing* Melalui *Official Account Line* Alfamart Terhadap Minat Beli Konsumen”, kejelasan pesan, kemudahan akses, dan isi pesan yang selalu *up-to-date* dapat menimbulkan minat untuk membeli [9]. Hal tersebut didukung pula dengan adanya penelitian Junia dan Rosyad (2017) yang berjudul “Kajian Hubungan Antara Iklan di Media Sosial dengan Minat Beli Konsumen”. Menurut hasil penelitian tersebut, ada hubungan/korelasi yang positif antara daya tarik pesan iklan secara rasional dengan minat beli konsumen. Nilai korelasi positif artinya jika daya tarik pesan iklan secara rasional ditingkatkan maka minat beli konsumen akan meningkat dan sebaliknya jika daya tarik pesan iklan secara rasional dikurangi maka minat beli konsumen akan menurun [10]. Selain itu, hasil penelitian Aqsa (2017) yang berjudul “Pengaruh Iklan *Online* Terhadap Sikap dan Minat Beli Konsumen Secara *Online* di Kota Palopo (Survei pada pengguna internet di Kota Palopo)” bahwa persepsi konsumen tentang suatu produk yang dipromosikan baik maka akan membentuk sikap yang baik pula dalam benak konsumen. Sikap yang baik tersebut akan mendorong minat dari konsumen untuk melihat, mencari informasi tentang produk tersebut dan akhirnya akan menumbuhkan minat untuk membeli produk tersebut [11].

Disisi lain, hasil penelitian Mileva dan Fauzi (2018) yang berjudul “Pengaruh *Social Media Marketing* Terhadap Keputusan Pembelian (Survei *Online* pada Mahasiswa Sarjana Jurusan Ilmu Administrasi Bisnis Angkatan 2014/2015 Fakultas Ilmu Administrasi Universitas Brawijaya yang Membeli Starbucks Menggunakan *Line*)” menunjukkan bahwa ada beberapa elemen lain dalam *Social Media Marketing* seperti *content creation*, *content sharing*, *connecting*, dan *community building* yang berpengaruh signifikan secara bersama-sama terhadap struktur keputusan pembelian [12]. Konsumen lebih memercayai konten yang menarik dan mewakili profil bisnis suatu perusahaan, untuk itulah *marketeer* harus menyiapkan kreasi konten yang baik. Gunelius (2011:59-62) mengemukakan bahwa membagikan konten kepada komunitas sosial dapat membantu memperluas jaringan sebuah bisnis serta dapat menyebabkan penjualan secara langsung maupun tidak langsung. Berikutnya, elemen *connecting* memiliki peran yang penting pula dalam *social media marketing*. Elemen *connecting* adalah salah satu perkembangan bisnis yang paling efektif dan signifikan pada abad ke-21 dan memberikan cara yang berbeda untuk berinteraksi dengan orang lain yang memiliki minat yang sama [13]. Disisi lain, menurut teori yang dikemukakan oleh Gunelius (2011:61), *community building* yang dilakukan dengan membangun *online community* di internet yang memiliki kesamaan minat dapat terjadi dengan adanya *social networking*.

Selanjutnya, penggunaan Instagram sebagai jenis media sosial untuk melakukan promosi *online* adalah pilihan yang tepat. Menurut penelitian Deru R. Indika dan Cindy Jovita (2017) yang berjudul “Media Sosial Instagram Sebagai Sarana Promosi Untuk Meningkatkan Minat Beli Konsumen”, aplikasi media sosial Instagram yang menonjolkan *sharing* foto atau gambar terbukti punya korelasi kuat dalam memengaruhi minat beli [14].

Selain jenis konten yang dibagikan dan pemilihan media sosial untuk menjalankan *social media advertising* seperti yang telah disampaikan sebelumnya, terdapat pula strategi *digital marketing* lainnya yang dapat diterapkan, yaitu mengubah model pembayaran. Ketika seorang *marketer* telah mampu menjangkau pelanggan potensial yang memiliki minat beli transaksional, tentu penjualan dapat terjadi apabila model pembayaran yang tersedia dapat memudahkan konsumen dalam menyelesaikan transaksi jual-beli. Model pembayaran yang dimaksud adalah pembayaran *online* ataupun jenis uang *online (e-money)* seperti OVO, GoPay, Dana, ShopeePay, Kredivo, dan lain-lain.

KESIMPULAN

Beralihnya kegiatan pemasaran konvensional ke *digital marketing* dapat berdampak positif bagi industri karena lebih efektif untuk mencapai pelanggan potensial dalam waktu yang singkat. Implementasi *digital marketing* merupakan bentuk adaptasi industri dalam menghadapi pandemi *Covid-19*. Pelaksanaan *digital marketing* jenis *social media advertising* melalui media sosial *Instagram* terbukti memudahkan *marketeer* untuk menjangkau pelanggan potensial yang menjadi target pemasaran seperti lokasi geografis dan umur. Maka dari itu, sektor industri manufaktur furnitur sangat mungkin untuk mengimplementasikan *social media advertising* melalui *Instagram* sebagai strategi pemasaran daring guna berkompetisi secara sehat dan mempertahankan keberlangsungan perusahaan ditengah wabah *Covid-19*, terlebih di era *new normal* seperti saat ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan rahmat-Nya, tim penulis dapat menyelesaikan makalah ini. Terima kasih pula kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu tim penulis dalam penyusunan makalah ini. Semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi para pembaca terutama pelaku industri manufaktur furnitur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] As'ad, H. Abu-Rumman. The Impact of Social Media on Brand Equity: An Empirical Study on Mobile Service Provider in Jordan. *Applied Science Private University, Review of Integrative Business and Economics Research* 3(1):315-326. 2014.
- [2] Suryadi, Cindi Ekaputri. 2018. Pengaruh *Celebrity Endorser* Terhadap Minat Beli Konsumen (Studi Kasus pada Mahasiswa Pendidikan IPS UIN Syarif Hidayatullah Jakarta). Skripsi. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- [3] Setiawati, Mila. 2015. Pengaruh Media Sosial Terhadap Minat Beli Konsumen Studi Kasus Mahasiswa Manajemen Universitas Pasir Pengaraian. Skripsi. Riau: Universitas Pasir Pengaraian.
- [4] Yordanus. 2013. Kajian Material Dan Motif Ragam Hias pada Kursi Tamu: Studi Kasus CV Jepara Lestari Furniture Art di Sanggau Ledo, Kalimantan Barat. Skripsi. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- [5] Oktaviani, Femi dan Rustandi, Diki. Implementasi *Digital Marketing* dalam Membangun *Brand Awareness*. *Jurnal Profesi Humas* 3(1):1-20. 2018.
- [6] Sutejo, Bertha S. *Internet Marketing: Konsep dan Persoalan Baru Dunia Pemasaran*. *Jurnal Manajemen Maranatha* 6(1):41-57. 2016.
- [7] Pradiani, T. Pengaruh Sistem Pemasaran *Digital Marketing* Terhadap Peningkatan Volume Penjualan Hasil Industri Rumahan. *JIBEKA* 11(2):46-53. 2017.
- [8] Suryani, Dewi. Kumpulan Tips Praktis Untuk UMKM Beradaptasi dalam Merespon Dampak *Covid-19*: 5 Tips Pentingnya Foto Produk Yang Menarik untuk Usaha *Online* UMKM. Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah Republik Indonesia. 2020.
- [9] Nurfitriani. Pengaruh *Social Media Marketing* Melalui *Official Account Line* Alfamart Terhadap Minat Beli Konsumen. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik* 3(2):1-18. 2017.
- [10] Junia, Meri dan Rosyad, Udung Noor. Kajian Hubungan Antara Iklan Di Media Sosial dengan Minat Beli Konsumen. *Universitas Islam Bandung: Prosiding Manajemen Komunikasi*: 55-60. 2015.
- [11] Aqsa, Muhammad. Pengaruh Iklan *Online* Terhadap Sikap dan Minat Beli Konsumen Secara *Online* di Kota Palopo (Survei pada pengguna internet di Kota Palopo). *Universitas Cokroaminoto Palopo: Prosiding Seminar Nasional*: 82-93. 2017.
- [12] Mileva, Lubiana dan Fauzi DH., Ahmad. Pengaruh *Social Media Marketing* Terhadap Keputusan Pembelian (Survei *Online* pada Mahasiswa Sarjana Jurusan Ilmu Administrasi Bisnis Angkatan 2014/2015 Fakultas Ilmu Administrasi Universitas Brawijaya yang Membeli *Starbucks* Menggunakan *Line*). *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)* 58(1):190-199. 2018.
- [13] Alsubagh, Helal. The Impact of Social Networks on Consumers Behaviours. *International Journal of Business and Social Science* 6(1):209-216. 2015.
- [14] Indika, Deru R., dan Jovita, Cindy. Media Sosial *Instagram* Sebagai Sarana Promosi untuk Meningkatkan Minat Beli Konsumen. *Jurnal Bisnis Terapan Politeknik Ubaya* 1(1):25-32. 2017.

KAJIAN AWAL STRATEGI PEMASARAN PT. SUKSES SEMPURNA FURNINDO

Nur Hidayatul Ahwaliyah¹, Peni Shoffiyati², dan Lirensa Artifa³

^{1,2,3} Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan kayu

ahwaliyahh@gmail.com¹, peni_rey@yahoo.com², lirensa.kireina26@gmail.com³

ABSTRAK

Memasarkan produk dan melakukan penjualan adalah tujuan yang terpenting bagi sebuah usaha. begitu juga dengan PT. Sukses sempurna furnindo yang tidak hentinya dalam melakukan promosi penjualan dalam kegiatan pemasaran. PT. Sukses Sempurna Furnindo adalah perusahaan industri yang bergerak dibidang furniture yang berlokasi di daerah Jepara. Persaingan yang ketat di daerah Jepara yang dikenal sebagai kota ukir itu membuat perusahaan ini harus melakukan strategi pemasaran yang efektif dan tepat. Dengan adanya strategi pemasaran yang efektif dan tepat maka perusahaan dapat mencapai tujuan, baik jangka pendek maupun jangka panjang. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui langkah-langkah untuk menentukan strategi pemasaran atau jenis strategi pemasaran yang efektif dengan merancang strategi pemasaran dan diterapkan oleh perusahaan serta menguji efektivitas strategi pemasaran dengan konsep bauran pemasaran. Peneliti menggunakan jenis penelitian studi pustaka dengan pendekatan kualitatif. Studi pustaka yang digunakan yaitu data sekunder berupa jurnal atau literatur sejenisnya yang akan menghasilkan data dan informasi mengenai strategi pemasaran yang dapat diterapkan oleh PT. Sukses Sempurna Furnindo dengan memperhatikan jenis strategi pemasaran yang efektif, sehingga memudahkan dalam pengawasan kegiatan dan dapat menciptakan koordinasi tim yang baik. Dengan demikian perusahaan dapat menaikkan penjualan dan dapat bersaing dengan perusahaan sejenis lainnya.

Kata kunci: Strategi pemasaran, jenis strategi pemasaran, bauran pemasaran

ABSTRACT

Marketing products and making sales are the most important goals for a business. Likewise with PT. Sukses Sempurna Furnindo that keeps on doing sales promotions in marketing activities. PT. Sukses Sempurna Furnindo is an industrial company engaged in furniture located in the Jepara area. The intense competition in the Jepara area which is known as the carving city has made this company have to implement an effective and precise marketing strategy. With the existence of an effective and precise marketing strategy, the company can achieve its goals, both short and long term. The purpose of this study is to determine the steps to determine the effective marketing strategy or type of marketing strategy by designing a marketing strategy and implemented by the company and testing the effectiveness of marketing strategies with the concept of the marketing mix. Researchers used a type of literature study research with a qualitative approach. The literature study used is secondary data in the form of journals or similar literature which will produce data and information about marketing strategies that can be applied by PT. Sukses Sempurna Furnindo by paying attention to the types of effective marketing strategies, making it easier to monitor activities and can create good team coordination. Thus the company can increase sales and can compete with other similar companies.

Keywords: Marketing strategy, types of marketing strategies, marketing mix.

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini perkembangan ilmu pengetahuan dan perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat dan modern ini seharusnya perusahaan dapat menciptakan strategi pemasaran yang efektif. Tujuan utama didirikannya perusahaan yaitu untuk menghasilkan laba atau keuntungan demi kemajuan dari segi finansial untuk suatu perusahaan. Dengan adanya strategi pemasaran yang efektif dan tepat maka perusahaan dapat mencapai tujuan, baik jangka pendek maupun jangka panjang.

Strategi pemasaran mempunyai peranan penting untuk mencapai keberhasilan usaha, oleh karena itu bidang pemasaran berperan besar dalam merealisasikan rencana usaha. Hal ini dapat dilakukan, jika perusahaan ingin mempertahankan dan meningkatkan penjualan produk atau jasa yang mereka produksi. Dengan melakukan strategi pemasaran yang akurat melalui pemanfaatan peluang dalam meningkatkan penjualan, sehingga posisi atau kedudukan perusahaan dipasar dapat ditingkatkan atau dipertahankan [10]. Dan akan mengalami peningkatan serta mempunyai daya saing tinggi. Sehubungan dengan hal tersebut pelaksanaan pemasaran modern mempunyai peranan penting sebagai penunjang langsung terhadap peningkatan laba perusahaan. Strategi pemasaran harus jelas dan terarah tentang kegiatan yang akan dilakukan untuk memaksimalkan penjualan di setiap kesempatan pada beberapa pasar sasaran.

Dalam rangka untuk memperluas pangsa pasar yang luas diperlukan strategi bauran pemasaran atau yang biasa dikenal dengan *marketing mix*. Bauran pemasaran didefinisikan sebagai elemen suatu kontrol organisasi yang dapat digunakan untuk memenuhi atau untuk berkomunikasi dengan konsumen [7]. Konsep bauran pemasaran tradisional (*traditional marketing mix*) terdiri dari 4P yaitu *Product* (produk), *Price* (harga), *Promotion* (promosi), *Place* (tempat atau lokasi). Sementara itu, untuk pemasaran jasa perlu bauran pemasaran yang diperluas (*expanded marketing For services*) dengan penambahan unsur *non-traditional marketing mix*, yaitu *People* (orang), *Process* (proses) dan *Physical Evidence* (bukti fisik), sehingga menjadi tujuh unsur (7P) [5].

Sebelum melakukan penjualan produknya, perusahaan harus memperhatikan faktor-faktor, salah satunya yaitu produk yang ditawarkan diterima dengan baik oleh konsumen. Maka dari itu PT. Sukses sempurna Furnindo menawarkan produk furnitur dengan harga yang ditentukan harus diukur sesuai dengan pendapatan dan pertumbuhan perusahaan. promosi yang dilakukan harus dapat menyampaikan informasi produk yang diproduksi oleh perusahaan dengan baik dan sebagaimana promosi merupakan kegiatan menyampaikan informasi tentang produk yang bersifat membujuk, mempengaruhi dan mengingatkan. Dengan demikian produk dapat diterima konsumen dan mendapatkan *feedback* yang positif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui langkah-langkah untuk menentukan strategi pemasaran atau jenis strategi pemasaran yang efektif yang dirancang dan diterapkan oleh perusahaan serta menguji efektifitas dengan konsep bauran pemasaran guna memaksimalkan penjualan sehingga perusahaan dapat bersaing dengan perusahaan sejenis lainnya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif. Jenis pendekatan penelitian ini adalah deskriptif kualitatif yang dimaksudkan untuk memperoleh informasi mengenai strategi pemasaran yang digunakan di PT. Sukses Sempurna Furnindo. Dan kemudian dikaitkan dan diverifikasi serta dianalisis dengan menggunakan teori-teori Manajemen Pemasaran. Data yang digunakan yaitu data sekunder berupa jurnal dan literatur yang berkaitan dengan penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan beberapa literatur yang telah dicari, terdapat 4 literatur utama yang dianggap paling relevan dengan topic yang dibahas.

Tabel 1. Perbandingan literatur utama.

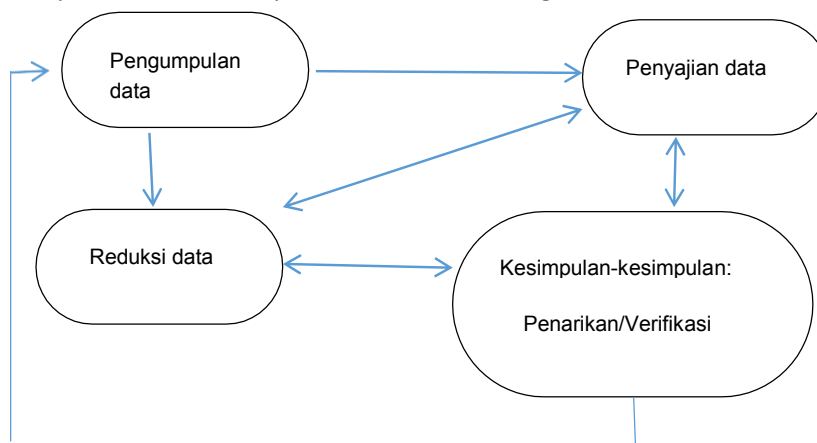
No	Literatur	Judul	Hasil
1	[1]	Perancangan Strategi Pemasaran pada Produk Anyaman Pandan	Strategi pemasaran yang akan dikembangkan dan mendapatkan perhatian lebih pada faktor promosi dan produk, karena kedua faktor ini mempunyai nilai positif dan signifikan terhadap minat beli konsumen dan omset penjualan dibandingkan dengan faktor yang lainnya, dan ini menjadi dasar strategi pemasaran yang akan dilakukan pada <i>home industry</i> Saiyo Sakato, agar target dan keinginan tercapai.

2	[7]	Analisis Strategi Pemasaran Dalam Meningkatkan Jumlah Penjualan Rumah di Aitami Residence Jatiranggon	Strategi pemasaran yang diterapkan oleh Aitami Residence Jatiranggon berdasarkan perumusan strategi pemasaran yang terdiri dari bauran pemasaran dan pasar sasaran maka dapat diambil kesimpulan bahwa : pasar sasaran dari Aitami Residence adalah daerah padat penduduk seperti jakarta, bekasi dan daerah sekitarnya karna dengan meningkatnya jumlah penduduk secara otomatis jumlah kebutuhan tempat tinggal akan meningkat.
3	[8]	Pengaruh Bauran Pemasaran (Marketing Mix) Terhadap Pengambilan Keputusan Menginap di The Sun Hotel Madiun	Strategi Bauran Pemasaran (<i>Marketing Mix</i>) yang terdiri dari Produk (<i>product</i>), Harga (<i>price</i>), Tempat (<i>place</i>), Promosi (<i>promotion</i>), Orang (<i>people</i>), Bukti Fisik (<i>physical evidence</i>), dan Proses (<i>process</i>) berpengaruh secara parsial maupun secara simultan terhadap Pengambilan Keputusan Menginap di The Sun Hotel Madiun.
4	[10]	Analisis Strategi Pemasaran dalam Meningkatkan Volume Penjualan Produk pada PT. Proderma Sukses Mandiri	Dalam melakukan strategi pemasaran PT. Proderma Sukses Mandiri menerapkan <i>segmentasi</i> , <i>targetting</i> dan <i>positioning</i> dengan benar dan tepat. Lalu Proderma menggunakan Bauran Pemasaran (<i>Marketing Mix</i>) 7P yang terdiri dari strategi produk (<i>product</i>), strategi harga (<i>price</i>), strategi penentuan lokasi (<i>place</i>), strategi promosi (<i>promotion</i>), strategi manusia (<i>people</i>), strategi sarana fisik (<i>physical evidence</i>), dan proses (<i>process</i>).

Berdasarkan hasil studi literatur dan survey lapangan dengan melakukan wawancara kepada pihak yang terkait untuk mengetahui kondisi yang sebenarnya mengenai proses pemasaran pada perusahaan, telah dirancang langkah-langkah untuk menganalisis data penerapan strategi pemasaran dengan menggunakan pendekatan kualitatif. Menurut (Ulber Silalahi, 2009: 339) Terjadi secara bersamaan berarti reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi sebagai sesuatu yang saling jalin menjalin merupakan proses siklus dan interaksi pada saat sebelum, selama, dan sesudah pengumpulan data dalam bentuk sejajar yang membangun wawasan umum yang disebut “analisis”[9]. Metode ini terdiri dari tiga langkah yaitu (1) Analisis Data, (2) Perancangan Strategi Pemasaran, dan (3) Uji Efektivitas (4) Evaluasi dan perbaikan berkelanjutan.

Analisis Data

Menurut Miles & Huberman (1992: 16) analisis terdiri dari tiga alur kegiatan yang terjadi secara bersamaan yaitu: reduksi data, penyajian data, penarikan kesimpulan/verifikasi [4]. Adapun ketiga langkah ini sebagai berikut : Miles dan Huberman (1992:20) menggambarkan proses analisis data penelitian kualitatif sebagai berikut.



Gambar 1. Proses Analisis Data Penelitian Kualitatif
Sumber : Jurnal, Vol. 17 No. 33, Januari – Juni 2018 [6].

1) Reduksi Data

Reduksi data merupakan proses pemilihan, pemusatan perhatian pada penyederhanaan, pengabstrakan, transformasi data kasar yang muncul dari catatan-catatan lapangan (Miles dan Huberman (1992:16)) [4]. Reduksi data meliputi: (1) meringkas data, (2) mengkode, (3) menelusur tema, (4) membuat gugus-gugus. Caranya: seleksi ketat atas data, ringkasan atau uraian singkat, dan menggolongkannya ke dalam pola yang lebih luas [6]. Data yang direduksi merupakan seluruh data mengenai permasalahan penelitian.

Tabel 2. Matrik SWOT Analisa 4 Strategi)

EFAS	STRENGTHS (S)	WEAKNESSES (W)
IFAS	Faktor-faktor kekuatan internal	Faktor-faktor kelemahan internal
OPPORTUNITIES (O)	STRATEGI SO	STRATEGI WO
Faktor peluang eksternal	Ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang	Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang
THREATS (T)	STRATEGI ST	STRATEGI WT
Faktor ancaman eksternal	Ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman	Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman

Sumber : Jurnal Ikraith-Humaniora, Vol. 1, No. 2, November 2017 [7].

Peneliti melakukan reduksi data yang kegiatannya mencakup unsur-unsur spesifik termasuk 1) proses pemilihan data atas dasar tingkat relevansi dan kaitannya dengan setiap kelompok data, 2) menyusun data dalam satuan-satuan sejenis, pengelompokan data ini juga dapat diekuivalenkan sebagai kegiatan kategorisasi/variabel, dan 3) membuat koding data sesuai dengan kisi-kisi kerja penelitian.

2) Penyajian Data

Setelah data di reduksi, langkah analisis selanjutnya adalah penyajian data. Penyajian data merupakan sebagai sekumpulan informasi tersusun yang memberikan kemungkinan adanya penarikan kesimpulan dan pengambilan tindakan (Miles dan Huberman, 1992 : 17) [4]. Penyajian data dapat dilakukan dalam bentuk uraian naratif, bagan, hubungan antar kategori, tabel serta diagram alur. Pada langkah ini, peneliti berusaha menyusun data yang relevan sehingga informasi yang diperoleh dapat disimpulkan dan memiliki makna tertentu untuk menjawab masalah penelitian. Penyajian data akan dianalisis yaitu menguraikan seluruh konsep yang ada hubungannya dengan pembahasan penelitian [2].

3) Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian kualitatif mungkin dapat menjawab rumusan masalah yang dirumuskan sejak awal, tetapi mungkin juga tidak, karena seperti telah dikemukakan bahwa masalah dan rumusan masalah dalam penelitian kualitatif masih bersifat sementara dan akan berkembang setelah penelitian berada dilapangan [7].

Perancangan Strategi Pemasaran

Setelah dilakukan analisa terhadap hasil pengolahan data, maka dapat diketahui minat beli konsumen terhadap produk furnitur, langkah selanjutnya yaitu perancangan atau merancang strategi pemasaran yang tepat bagi PT. Sukses Sempurna Furnindo, berdasarkan hasil pengolahan data regresi linier berganda [1].

Perusahaan dapat memilih dari empat strategi peliputan pasar (Tjiptono, 1997, p.65 [3] :

- 1) *Undifferentiated marketing*, strategi ini menganggap bahwa pasar yang ada adalah pasar yang kebutuhannya sama sehingga tidak ada segmen-segmen dalam tiap individu.
- 2) *Differentiated marketing*, pihak produsen membuat beberapa produk atau jasa yang memiliki ciri dan karakteristik berbeda-beda.
- 3) *Concentrated marketing*, strategi ini memfokuskan pada satu karakteristik yang dianggap sangat berpotensi.

- 4) *Multisegment marketing*, perusahaan memilih dua atau lebih segmen pasar dan menyusun bauran pemasaran yang terpisah bagi setiap segmen tersebut [3].

Uji Efektivitas

Analisa uji efektifitas digunakan untuk melihat keefektifitan strategi pemasaran yang diperoleh dari pengolahan data dengan menggunakan bauran pemasaran (*marketing mix*) 7P pada produk furnitur PT. Sukses Sempurna Furnindo [1].

KESIMPULAN

Strategi pemasaran merupakan sasaran kebijakan dan aturan yang memberikan arahan kepada pelaku usaha yang bertujuan untuk dapat menghadapi lingkungan dan persaingan yang selalu berubah setiap waktunya dengan pola yang terencana dan terstruktur. Dengan menggunakan strategi pemasaran yang tepat dapat membuat koordinasi lebih efektif dan dapat mengawasi kegiatan pemasaran. Serta didukung dengan penerapan bauran pemasaran (*marketing mix*) yang dapat mengetahui siapa konsumen dan pasar sasaran yang akan dituju. Dengan demikian strategi pemasaran dapat digunakan untuk memaksimalkan penjualan dan dapat meningkatkan daya saing tinggi bagi perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami haturkan kepada segenap tim dari civitas akademika Politeknik Akademi Teknik Industri Makassar. Harapan kami, karya ini dapat diterima dalam Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) VII 2020 dan dapat menambah wawasan serta pengetahuan mahasiswa. Penyusun mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Dewi, Agusrianal. Perancangan Strategi Pemasaran pada Produk Anyaman Pandan. Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, Vol. 11, No. 2, pp. 175 – 184, Juni 2014
- [2] F. L. Wahidatul. Strategi Pemasaran dalam Meningkatkan Penjualan Tahu Baxo Ibu Pudji Ungaran dalam Perspektif Ekonomi Islam. *Skripsi S1*. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, UIN Walisongo, 2018.
- [3] Karolina, R. M. Surjani dan E. D. Rinawiyanti. Perancangan Strategi Pemasaran Berbasis Perilaku Konsumen di Toko Swiss Jaya, Jember. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, Vol.2, No.1, 2013.
- [4] M. B. Mathew, M. Huberman. 1992. Analisis Data Kualitatif. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- [5] M. Andi. Analisis Pengaruh Bauran Pemasaran (7P) Terhadap Keputusan Konsumen Untuk Menginap di Kamar Superior di Hotel Orchardz Gajah Mada Pontianak. *Jurnal Ilmiah*.
- [6] R. Ahmad. Analisis Data Kualitatif. *Jurnal*, Vol. 17 No. 33, Januari – Juni 2018.
- [7] S. Devi, T. Rosa. Analisis Strategi Pemasaran Dalam Meningkatkan Jumlah Penjualan Rumah di Aitami Residence Jatiranggon. *Jurnal Ikraith-Humaniora*, Vol. 1, No. 2, November 2017.
- [8] S. Muhammad, M. Taali. Pengaruh Bauran Pemasaran (Marketing Mix) Terhadap Pengambilan Keputusan Menginap di The Sun Hotel Madiun. *Jurnal Epicheirisi*, Vol. 2, No. 1, 2018.
- [9] U. Silalahi. 2009. Metode Penelitian Sosial. Bandung : PT. Refika Aditama.
- [10] Z. Irfan. Analisis Strategi Pemasaran dalam Meningkatkan Volume Penjualan Produk pada PT. Proderma Sukses Mandiri. *Skripsi S1*. Program Studi Ekonomi Syariah, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, UIN Syarif Hidayatullah. 2018.

STUDI PENDAHULUAN PERHITUNGAN WAKTU BAKU PADA DEPARTEMEN ROUGH MILL PADA KOMPONEN BAR STOOL DI PT. EBAKO NUSANTARA

Panji Ibnu Sina¹, Meydita Putri Pramesti², Deni Saputra³
^{1,2,3} Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu
**panjiibnusina@gmail.com¹, putripramesti05@gmail.com², deni-
saputra@kemenperin.go.id³**

ABSTRAK

Kemajuan teknologi semakin hari semakin berkembang. Teknologi dengan kemampuan baru telah ditemukan dan membantu proses produksi semakin cepat. Kemajuan teknologi akan membuka persaingan antar perusahaan semakin besar. Perusahaan yang tidak bisa menjaga kualitas, harga dan kepercayaan dari pelanggan secara tidak langsung akan ditinggalkan dan beralih ke perusahaan yang dapat menjaga mutu produk dan mutu perusahaannya. PT. Ebako merupakan salah satu perusahaan furnitur yang menerapkan sistem *make to order*. Tantangan penerapan sistem *make to order* terletak pada pengaturan proses produksi. Permintaan yang banyak dan secara bersamaan akan mengakibatkan *waiting list* apabila tidak ditangani dengan penjadwalan produksi yang baik. Perlu dilakukan kerja efektif dan efisien agar semua permintaan dapat dipenuhi. Penelitian ini mengusulkan kajian awal penerapan konsep perhitungan waktu baku. Tiga langkah utama pada penerapan penghitungan waktu baku disusun berdasarkan teori *stopwatch time study* dan *Workload Analysis*. Langkah pertama adalah analisa kecakupan data di mana ada dua faktor yang mempengaruhinya yaitu *Confidence Level*, dan yang kedua *Degree of Accuracy*. Langkah kedua merupakan analisa keberagaman data. Langkah ketiga merupakan analisa perhitungan waktu baku. Dilakukannya perhitungan waktu baku dalam perusahaan dapat berperan penting guna meningkatkan produktivitas sebuah perusahaan. Hasil penelitian ini merupakan langkah dari metode *stopwatch time study* dan *Workload Analysis*.

Kata kunci: persaingan, *waiting list*, perhitungan waktu baku, *stopwatch time study*, *workload analysis*.

ABSTRACT

Technology are increasingly developing day by day. Technologie with new capabilities have been discovered and help to speed up the production process. This technological advancement will open up the competition between companies even bigger. Companies that cannot maintain quality, price and trust from customers will indirectly be abandoned and turn to companies that can maintain product quality and the quality of their companies. PT. Ebako is a furniture company that applies a "make to order" system. Challenge in implementing the make to order system lies in managing the production process. High and simultaneously demand will result a waiting list if not handled with a good production scheduling. It is necessary to work effectively and efficiently so that all requests can be fulfilled. This study proposes a preliminary study of the application of the standard time calculation concept. The three main steps in the application of standard time calculation are prepared based on the theory of the "stopwatch time" study and Workload Analysis. The first step is data coverage analysis in which there are two factors that influence it, namely the (Confidence Level), and the second is (Degree of Accuracy). The second step is analysis of data diversity. The third step is the analysis of the standard time calculation. Doing the calculation of the standard time in the company can play an important role in increasing the productivity of a company. The results of this research are a step from the "stopwatch time" study method and Workload Analysis.

Keywords: competition, waiting list, standard time calculation, stopwatch time study, workload analysis.

PENDAHULUAN

Pada era teknologi yang pesat dan terus berkembang saat ini mendorong teknologi yang digunakan pada industri semakin canggih dan beragam. Berbagai macam teknologi tersebut dapat dilihat pada perusahaan-perusahaan manufaktur, terutama pada perusahaan-perusahaan di bidang furnitur. Teknologi tersebut sudah digunakan dari awal proses hingga produk itu siap dikemas dan dikirim, sehingga waktu proses produksi dapat ditentukan dari teknologi yang digunakan dalam sebuah perusahaan.

Munculnya perusahaan-perusahaan baru dengan menerapkan manajemen produksi yang baik dapat menjadi ancaman bagi perusahaan yang sudah lama beroperasi. Antar perusahaan satu dengan perusahaan lain akan menciptakan iklim persaingan yang ketat untuk menjaga keberlangsungan produksi tetap terjaga. Perusahaan dituntut untuk mampu bersaing dan berkompetisi secara sehat dalam segi kualitas, harga, serta pelayanan dengan melakukan perbaikan secara terus-menerus dan berkesinambungan. Salah satu hal yang penting untuk dilakukan dalam menjaga kualitas pelayanan kepada konsumen adalah memastikan waktu proses produksi untuk setiap produk adalah sama. Apabila waktu proses produksi tersebut berbeda untuk setiap proses produksi yang menghasilkan produk yang sama, maka perusahaan tersebut tidak akan bisa mengukur secara tepat berapa produk yang akan dihasilkan dalam kurun waktu tertentu. Hal ini terjadi karena tidak adanya standar waktu dalam melakukan sebuah pekerjaan dari setiap divisi yang ada pada perusahaan tersebut. Tidak adanya standar waktu tersebut akan berakibat kepada kepuasan konsumen, baik dalam kepuasan menunggu barang sesuai waktu yang dijanjikan, maupun jumlah yang dibutuhkan oleh konsumen yang bisa diberikan oleh perusahaan.

PT. Ebako Nusantara merupakan salah satu perusahaan furnitur yang bergerak di industri manufaktur. Perusahaan ini menerapkan sistem *make to order*, dimana perusahaan akan memproduksi sesuai dengan pesanan dari konsumen. Sehingga waktu produksi dan kualitas dari sebuah produk adalah hal yang paling dijaga oleh PT. Ebako Nusantara. Produk yang diproduksi PT. Ebako Nusantara pada umumnya dapat dikategorikan sebagai *interior furniture*. PT. Ebako Nusantara memproduksi produk furnitur seperti *bar stool*, *dining table*, *occasion chair*, *armchair*, dll.. *Bar stool* adalah produk yang paling diminati oleh konsumen dibanding dengan produk yang lainnya. *Bar Stool* memiliki desain yang santai dan menarik. Produk ini pada umumnya digunakan pada *cafe* sebagai tempat berkumpul.

Pada implementasinya PT. Ebako Nusantara mengalami beberapa masalah dalam hal memenuhi permintaan pesanan dari konsumen. Selain itu dikarenakan banyaknya penerimaan order dari berbagai konsumen dalam waktu yang bersamaan, juga memiliki andil dalam terkendalanya perusahaan dalam memenuhi jumlah pesanan di waktu yang telah disepakati sebelumnya. Ditambah masih ada pada beberapa divisi dan jenis pekerjaan yang tidak mempunyai standar waktu (waktu baku) dalam mengerjakan setiap pekerjaan, sehingga membuat jumlah produk yang dihasilkan terutama *bar stool* jika diukur dan dibandingkan dalam kurun waktu tertentu akan berbeda-beda jumlahnya. Dari beberapa masalah yang ada penulis ingin melakukan penelitian pengukuran waktu baku pada departemen Rough Mill khususnya Komponen *bar stool*.

Tujuan dari perhitungan waktu baku produksi pada departemen Rough Mill khususnya Komponen *bar stool* ialah untuk dapat menghasilkan waktu yang tepat dan standar dalam melakukan proses produksi sehingga pengiriman barang kepada konsumen tepat waktu. Dengan mengalokasikan peralatan dan tenaga kerja yang sesuai maka diharapkan nantinya akan diperoleh total penyelesaian waktu terkecil dan akan dijadikan standar dalam pengerjaan dari sebuah proses produksi. Dengan total penyelesaian terkecil dan standar, diharapkan dapat meminimalkan terjadinya keterlambatan dalam memproduksi produk *bar stool*.

Waktu Standar (*standard time*) atau waktu baku merupakan jumlah waktu yang harus di ambil oleh pekerja yang memenuhi syarat untuk menyelesaikan sebuah tugas spesifik, bekerja pada tingkat yang berkelanjutan, menggunakan metode, alat dan perlengkapan, bahan baku, dan pengaturan tempat kerja yang sudah ada [3]. Waktu baku sangat diperlukan untuk Man power planning (perencanaan kebutuhan tenaga kerja), Estimasi biaya-biaya upah karyawan/ pekerja, Penjadwalan produksi dan penganggaran, Perencanaan sistem pemberian bonus dan insentif bagi karyawan/ pekerja yang berprestasi, Indikasi keluaran (*output*) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja [4]

Secara singkat pengukuran waktu kerja adalah metode penerapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang berkontribusi dengan unit output yang dihasilkan. Untuk menghitung waktu baku (*standart time*) penyelesaian pekerjaan guna memilih alternative metode kerja terbaik, maka perlu diterapkan prinsip-prinsip dan teknik-teknik

pengukuran kerja (*work measurement* atau *time study*). Waktu baku ini merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan[5]. Dengan demikian maka waktu baku yang dihasilkan dalam aktifitas pengukuran kerja ini dapat digunakan sebagai alat untuk membuat rencana penjadwalan kerja yang menyatakan berapa lama kegiatan itu harus berlangsung dan berapa output yang dihasilkan serta berapa pula jumlah tenaga kerja untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Pengukuran waktu baku dapat dibedakan menjadi dua yaitu pengukuran secara langsung dan pengukuran secara tidak langsung[6]. Pengukuran waktu langsung merupakan pengukuran yang dilakukan secara langsung di tempat dimana pekerjaan yang diukur sedang berlangsung. Ada dua metode yang digunakan pada pengukuran langsung yaitu metode jam henti (*Stopwatch Time Study*) dan metode work sampling. Hasil pengukuran Metode Stopwatch Time Study akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan yang akan dipergunakan sebagai waktu standar penyelesaian suatu pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama. Dalam pengukuran kerja, hal-hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran (dalam hal ini tentu saja waktu baku) tersebut digunakan dalam kaitannya dengan proses produksi. *Work Sampling*, *Ratio Delay Study*, atau *Random Delay Study* adalah suatu teknik kerja untuk mengadakan sejumlah pengamatan terhadap aktivitas kerja dari mesin, proses atau pekerja/operator.

Pengukuran waktu tidak langsung pengukuran waktu kerja dilakukan dengan melakukan analisis berdasarkan perumusan serta berdasarkan data-data waktu yang telah tersedia berupa waktu baku (*elemental standard time data*) dan data waktu gerakan (*predetermined motion time data*) [7]. Pengukuran waktu secara tidak langsung dapat dilakukan dengan menggunakan data waktu baku dan dengan menggunakan data waktu gerakan. Metode pengukuran secara tidak langsung yaitu merekam pekerjaan yang dilakukan oleh operator menggunakan alat bantu (video) dan kemudian mencatat waktu operasinya di lain tempat kemudian menganalisisnya menggunakan metode tabel PMTS, MOST, dan sebagainya. Waktu-waktu yang diamati dicatat berdasarkan jarak antar tempat kerja dan elemen-elemen kerja yang sedetail mungkin dengan syarat masih bisa diamati dan diukur. Kemudian dari hasil pengamatan dan pengukuran tersebut akan didapatkan waktu baku ataupun distribusi waktu operator untuk mengerjakan pekerjaan tersebut.

Beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan sebelumnya terkait waktu baku diantaranya yang dilakukan oleh Widagdo yang menggunakan jam henti (*stopwatch*) pada produk *pulley* di CV. Putra Mandiri Jakarta, didapatkan hasil Selisih waktu siklus sebesar 234,5 menit yang didapatkan dari waktu siklus terbesar pada bagian painting sebesar 240 menit dan waktu siklus terkecil pada bagian Pengukuran di penutup kiri dan kanan sebesar 5,5 menit [8]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Sari, diantaranya waktu baku pada bagian filling, proses meletakan pot dalam mesin KM SPA : 0,061 menit/4 pcs, proses menutup pot : 0,044 menit/pcs [9]. Pengukuran selanjutnya didapatkan kesimpulan kapasitas produksi sebelum adanya waktu baku hanya 140 *amplimesh*, setelah dihitungnya waktu baku mengalami peningkatan menjadi 195 *amplimesh* atau sebesar 39,52%, 2) Untuk membuat 1 buah produk *amplimesh* pada proses racking departemen powder coating. membutuhkan waktu baku sebanyak 2 menit 9 detik [10]. Dari beberapa studi literatur yang ada penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “Studi Pendahuluan Perhitungan Waktu Baku Pada Departemen Rough Mill Pada Komponen Bar Stool Di PT. Ebako Nusantara”.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan melakukan studi literatur dari beberapa jurnal terkait dengan perhitungan waktu baku. Selain itu, observasi langsung juga dilaksanakan untuk menganalisis sistem yang sedang berjalan serta melihat kondisi riil. Output dari paper ini berupa metode dan langkah-langkah yang akan dilaksanakan dalam penelitian selanjutnya dalam mengukur waktu baku pembuatan komponen bar stool sehingga meminimalisir terjadinya *waiting list*.

Tabel 1. Daftar perbandingan Literatur

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1	Yuri Delano Regent Montororing	Usulan Penentuan Waktu Baku Proses Racking Produk Amplimesh Dengan Metode Jam Henti Pada Departemen Powder Coating	- Menghitung Rata-rata sub grup - Menghitung standar Deviasi - Melakukan Uji Normalitas - Melakukan Uji Keseragaman - Uji kecukupan data - Perhitungan waktu siklus - Perhitungan waktu baku - Perhitungan waktu normal	Waktu roses racking produk amplimesh di departemen powder coating .
2	Panji Ibnu Sina	Studi Pendahuluan Perhitungan Waktu Baku Pada Departemen Rough Mill Pada Komponen Bar Stool Di PT. Ebako Nusantara	- Stopwatch Time Study - Analisa Uji Kecukupan Data - Analisa Uji Keseragaman Data	Metode dan langkah-langkah selanjutnya dalam mengukur waktu baku pembuatan komponen bar stool sehingga meminimalisir terjadinya <i>waiting list</i> .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil studi literatur dan survey lapangan serta wawancara kepada pihak perusahaan untuk mengetahui kondisi riil dari proses produksi, telah dirancang langkah-langkah untuk perhitungan waktu baku dengan menggunakan jam henti (*stopwatch timestudy*), WLA (*Workload Analysis*). Pengolahan data ini terdiri dari tiga langkah yaitu (1) pengukuran waktu kerja dengan jamhenti (*Stopwatch Time Study*)(2) analisa uji kecukupan data, (3) analisa uji keseragaman data, (4) analisa perhitungan waktu baku

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (Stopwatch Time Study)

Pengukuran waktu dengan jam henti (Stopwatch Time Study) diaplikasikan baik pada pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan secara singkat maupun pada pekerjaan sifatnya berulang-ulang (*repetitive*). Langkah-langkah yang diperlukan sebelum dan saat melakukan pengukuran [11] adalah sebagai berikut:

- 1) Penetapan Tujuan Pengukuran
- 2) Melakukan penelitian Pendahuluan
- 3) Memilih dan melatih Operator
- 4) Mengurai pekerjaan atas elemen-elemen
- 5) Menyiapkan perlengkapan pengukuran.
- 6) Melakukan pengukuran

Analisa Uji Kecukupan Data

Ada 2 faktor yang mempengaruhi kecukupan data yang pertama tingkat kepercayaan (*Confidence Level*), dan yang kedua tingkat ketelitian (*Degree of Accuracy*). Dalam aktivitas pengukuran kerja biasanya akan diambil 95% *confidence level* dan 5% *degree of accuracy*. Hal ini berarti bahwa sekurang-kurangnya 95 dari 100 dari harga rata-rata dari yang dicatat/diukur dari suatu elemen kerja akan mengalami penyimpangan tidak akan lebih dari 5% dengan demikian didapat formula sebagai berikut:

$$N' = \left(\frac{20\sqrt{N} \cdot \sum j^2 - (\sum j)^2}{\sum x_j} \right)^2 \quad (1)$$

Kesimpulan dari perhitungan yang diperoleh yaitu :

- 1) Apabila $N' \leq N$ (jumlah pengamatan teoritis lebih kecil atau sama dengan pengamatan yang sebenarnya

dilakukan), maka data tersebut dinyatakan telah mencukupi untuk tingkat keyakinan dan derajat ketelitian yang diinginkan tersebut, sehingga data tersebut dapat diolah untuk mencari waktu baku.

- 2) Tetapi jika sebaliknya, dimana $N' > N$ (jumlah pengamatan teoritis lebih besar dari jumlah pengamatan yang ada), maka data tersebut dinyatakan tidak cukup. Agar data tersebut dapat diolah untuk mencari waktu baku, maka data pengamatan harus ditambah lagi sampai lebih besar dari jumlah data pengamatan teoritis.

Analisa uji keseragaman data

Analisa keseragaman data ini dilakukan dengan menggunakan control yang diperoleh dari pengamatan. Data-data yang didapat dari pengamatan kemudian dikelompokkan kedalam beberapa sub grup dan diselidiki apakah rata-rata sub grup tersebut berada dalam batas control. Formulasi uji keseragaman data adalah sebagai berikut:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma_x \quad (2)$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma \quad (3)$$

Dimana :

$\bar{x}$ = rata-rata waktu elemen kerja

σ = standar deviasi

Analisa perhitungan waktu baku

Jika pengukuran-pengukuran telah selesai, yaitu semua data yang didapat memiliki keseragaman yang dihendaki, dan jumlahnya telah memenuhi tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan, maka selesailah kegiatan pengukuran waktu. Langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut sehinggamemberikan waktu baku. Cara untuk mendapatkan waktu baku dari data yang terkumpul itu adalah sebagai berikut:

- 1) Hitung waktu siklus yang tidak lain adalah waktu penyelesaian rata-rata selama pengukuran

$$WS = \frac{\sum x_i}{N} \quad (4)$$

Dimana :

Ws: Waktu siklus

Xi : Jumlah waktu tercatat

N: Jumlah pengamatan

- 2) Waktu normal adalah waktu penyelesaian pekerjaan yang diselesaikan oleh pekerja dalam kondisi wajar dan kemampuan rata-rata. Setelah diketahui besarnya waktu siklus untuk setiap elemen kerja maka dapat dilakukan perhitungan waktu normal. Rumus yang digunakan dalam perhitungan waktu normal adalah sebagai berikut:

$$W_n = W_s \times p \quad (5)$$

Dimana p adalah faktor penyesuaian. Faktor ini diperhitungkan jika pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan kecepatan tidak wajar sehingga hasil perhitungan waktu perlu disesuaikan atau dinormalkan dulu. Tujuannya adalah untuk mendapatkan waktu siklus rata-rata yang wajar. Jika pekerja bekerja dengan wajar, faktor penyesuaiannya, p, sama dengan 1. Jika bekerjanya terlalu lambat maka untuk menormalkannya pengukur harus member harga $p < 1$, dan sebaliknya $p > 1$, jika dianggap bekerja cepat.

- 3) Waktu baku adalah merupakan waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya yang dikerjakan dalam sistem kerja terbaik saat itu. Setelah perhitungan di atas selesai, waktu baku bagi penyelesaian pekerjaan kita dapatkan dengan:

$$W_b = W_n (1 + I) \quad (6)$$

Dimana *I* adalah kelonggaran atau *allowance* yang diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya di samping waktu normal. Kelonggaran ini diberikan untuk tiga hal, yaitu kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa fatigue, dan gangguan-gangguan yang mungkin terjadi yang tidak dapat dihindarkan oleh pekerja. Umumnya kelonggaran dinyatakan dalam persen dari waktu normal.

KESIMPULAN

Perhitungan waktu baku produksi merupakan elemen penting dalam sebuah produksi untuk meningkatkan produktivitas. Dengan pengimplementasian teori *stopwatch timestudy* dan WLA (*Workload Analysis*) mampu menghasilkan waktu baku produksi sehingga tidak terjadi *waiting list* dan pengiriman barang untuk customer pun dapat dilaksanakan dengan tepat waktu, karena perusahaan dapat memperkirakan berapa jangka waktu barang dibuat dan dapat dikirim kepada pelanggan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami haturkan kepada segenap tim dari civitas akademika Politeknik Akademi Teknik Industri Makassar. Harapan kami, karya ini dapat diterima dalam Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) VII 2020 dan menjadi salah satu rujukan yang positif dalam menambah wawasan/ pengetahuan mahasiswa dan segenap *civitas akademika* dalam mengupayakan peningkatan industri khususnya di industri furnitur. Penyusun mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan semua pihak yang telah banyak membantu penulis agar dapat menyelesaikan karya ilmiah ini dengan baik dan benar. Peribahasa "*Tidak ada gading yang tak retak*" dengan hati terbuka penulis akan menerima kritik dan saran demi kemajuan dan kesempurnaan karya ilmiah yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Johanes, A. Penjadwalan Produksi di Line B Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith. Jurnal Dinamika Teknik. Vol 8 No. 1: 7-15. 2014.
- [2] Wignjosoebroto, Sritomo. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu. Guna Widya. Jakarta. 2008.
- [3] Stevenson, W.J., Chuong, S.C. Manajemen Operasi Perspektif Asia, Edisi 9, Salemba Empat and MC Graw Hill Education, Jakarta. 2014.
- [4] Wignjosoebroto, Sritomo. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Guna Widya. Surabaya. 2003.
- [5] Rinawati dkk. Penentuan Waktu Standar Dan Jumlah Tenaga Kerja Optimal Pada Produksi Batik Cap. Jurnal Teknik Industri Undip, Vol. VII, No 3. September 2012.
- [6] Wignjosoebroto, Sritomo. Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu. Surabaya : Penerbit Guna Widya. 2002.
- [7] Chase, Richard B., Nicholas J. Aquilano, F. Robert Jacobs, Productions and Operations Management : Manufacturing and Services, Eighth Edition, Irwin McGraw-Hill, Boston, 1998.
- [8] W. G. Utomo, "Analisis Perhitungan Waktu Baku Dengan Menggunakan Metode Jam Henti Pada Produk Pulley," *J. PASTI*, vol. XII, no. 2, pp. 169–183, 2016.
- [9] E. M. Sari and M. M. Darmawan, "Pengukuran Waktu Baku Dan Analisis Beban Kerja Pada Proses Filling Dan Packing Produk Lulus," *Asimetrik*, vol. 2, no. 1, pp. 51–61, 2020.
- [10] R. Delano, Yuri Montororing, "Usulan Penentuan Waktu Baku Proses Racking Produk Amplimesh Dengan Metode Jam Henti Pada Departemen Powder Coating," *J. Tek. Univ. Muhammadiyah Tangerang*, vol. 7, no. 2, pp. 53–63, 2018.
- [11] Satalaksana, Iftikar Z, Anggawisastra, Ruhana. Tjakraatmadja, Jann H, Teknik Perancangan Sistem kerja, Bandung : ITB, 2006.

Bidang: Teknik dan Manajemen Industri Topik: Rekayasa dan Sistem Produksi /Manufaktur

**ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN *LINE H* MENGGUNAKAN METODE
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)
PADA *PRESS-WELDING DIVISION PT. X***

Ayu Anggraeni Sibarani¹, Nurul Inayah²

^{1,2} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman,
Blater, Purbalingga
ayu.anggraeni.sibarani@unsoed.ac.id¹, nurul.inayah2702@gmail.com²

ABSTRAK

Mesin merupakan salah satu faktor krusial dalam menjamin kelancaran suatu proses produksi dalam rangka pemenuhan permintaan konsumen. PT X adalah salah satu perusahaan otomotif di Indonesia yang memiliki divisi *Press & Welding* dengan produksi berupa *part-part* mobil dan truk. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, masih dijumpai beberapa masalah terkait mesin berupa *breakdown* dan *speed losses*. Kerusakan pun menyebabkan terjadinya produk cacat. Mesin produksi PT X yang menghadapi masalah tersebut, yaitu mesin *line H*. Perbaikan yang dapat dilakukan untuk masalah tersebut, yaitu dengan *Total Productive Maintenance (TPM)* menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efektivitas mesin yang digunakan melalui OEE, menghitung nilai faktor *Six Big Losses* dan mengetahui akar penyebab masalah yang dominan dari faktor *Six Big Losses* dengan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*) serta memberikan usulan perbaikan. Hasil perhitungan menunjukkan rata-rata nilai OEE selama enam bulan, yaitu Februari 2019 – Juli 2019 pada mesin di *line H* sebesar 61,77%. Nilai tersebut masih di bawah standar yang sudah ditetapkan oleh JIPM yaitu 85%. Faktor dominan yang mempengaruhi rendahnya efektivitas mesin adalah *reduce speed losses* dengan persentase sebesar 54,41%, dan *setup and adjustment* dengan persentase sebesar 31,31%.

Kata kunci: *Overall equipment effectiveness, six big losses, total productive maintenance.*

ABSTRACT

Machines are one of the crucial factors in ensuring the smooth running of a production process and the success of a company in order to meet consumer demand. PT X is one of the automotive companies in Indonesia which has a *Press & Welding* division with the production of car and truck parts. Based on the observations made, several machines-related problems were still encountered, such as breakdowns and speed losses. The machine failure that occurs also causes defective products. The production machine at PT X that faces this problem is the *H line* machine. Improvements that can be made to this problem are by using *Total Productive Maintenance (TPM)* through the *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* method. This study aims to measure the effectiveness of the machines used through OEE, calculate the value of the *Six Big Losses* factor and determine the root cause of the dominant problem of the *Six Big Losses* factor with a fishbone diagram and provide suggestions for improvements. The calculation results show the average OEE value for six months, from February 2019 - July 2019 on *line H* machines is 61.77%. This value is still below the standard set by JIPM, which is 85%. The dominant factors that cause machine effectiveness was low are *reduce speed losses* with a percentage of 54.41%, minutes and *setup and adjustment* with a percentage of 31.31%.

Keywords: *Overall equipment effectiveness, six big losses, total productive maintenance.*

PENDAHULUAN

Mesin menjadi suatu faktor krusial dalam menjamin suatu kelancaran proses produksi. Keadaan mesin-mesin harus selalu diperhatikan dan perlu dilakukan perawatan secara berkala agar selalu dalam kondisi yang baik. Peningkatan utilitas mesin atau peralatan seoptimal mungkin dan memperpanjang umur ekonomisnya merupakan salah satu usaha perbaikan pada industri manufaktur [1]. Mesin dapat bekerja secara efektif apabila mampu melakukan proses produksi selama jangka waktu yang telah disediakan tanpa mengalami gangguan, bekerja sesuai dengan kecepatan yang ditentukan, dan menghasilkan produk-produk yang baik sesuai standar yang telah ditetapkan [2].

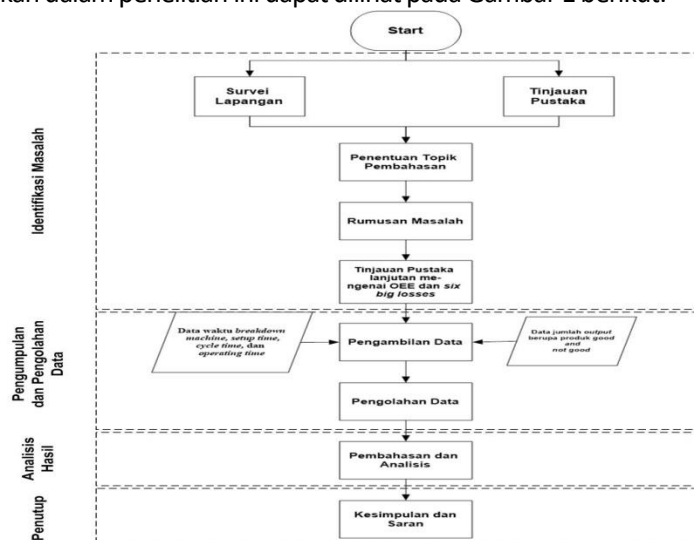
PTX merupakan salah satu perusahaan manufaktur bidang otomotif di Indonesia. Salah satu divisi PT X, yaitu *Press & Welding* memproduksi part-part untuk mobil dan truk. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa permintaan akan part sangat tinggi sehingga mengharuskan mesin untuk bekerja sebaik mungkin sehingga produktivitas meningkat dengan menghasilkan kualitas dan kuantitas yang maksimal. Namun, pada PT X terkadang jumlah produksi yang dihasilkan tidak memenuhi atau kurang dari target yang sudah direncanakan. Hal ini disebabkan oleh mesin yang tidak bekerja secara optimal serta mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi dapat berupa *breakdown machine* dan *speed loss*. Selain itu, kerusakan pada mesin pun menyebabkan terjadinya produk cacat. Mesin yang sering menghadapi kendala tersebut, yaitu mesin *line H*.

Sebuah mesin yang mengalami *downtime*, *speed losses*, atau menghasilkan produk yang cacat menunjukkan bahwa mesin tidak bekerja secara efektif [3] maka diperlukan adanya perbaikan. Perbaikan tersebut dapat dilakukan melalui berbagai cara, salah satunya melalui penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM). Salah satu pendekatan dalam TPM yang digunakan, yaitu dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE bertujuan untuk mengukur tingkat efektivitas dalam pemakaian suatu mesin atau peralatan atau sistem dengan memperhitungkan *availability*, *performance* dan *quality* [4]. Menurut [5], [6] penggunaan metode OEE mampu meningkatkan efektivitas mesin. Beberapa penelitian terkait dengan OEE diantaranya dilakukan oleh [4] & [7]. Pengukuran OEE juga digunakan untuk mengetahui kelemahan yang dimiliki perusahaan, serta sebagai dasar dan penguat keputusan akan perbaikan ataupun *improvement* [7]. Perhitungan *Six Big Losses* dilakukan untuk mencari faktor yang berpengaruh dari enam faktor *Six Big Losses* yang ada. Menurut [8],[9] enam faktor tersebut meliputi *breakdown*, *waiting*, *minor stoppages*, *reduced speed*, *quality defects* dan *start-up losses* yang diklasifikasikan menjadi tiga kelompok besar berupa *downtime losses*, *speed losses*, serta *defect losses*.

Berdasarkan *six big losses* ini dapat diketahui penyebab rendahnya nilai OEE dan kemudian dianalisis menggunakan diagram pareto untuk mengetahui kerugian yang paling dominan mempengaruhi tingkat efektivitas mesin. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melakukan analisis pada PT X, mengetahui nilai OEE, mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab menurunnya efektivitas mesin dan mengidentifikasi faktor - faktor dominan dari faktor *Six Big Losses* serta melakukan analisis terhadap faktor yang memberikan kontribusi paling besar dengan menggunakan diagram pareto. Dilanjutkan dengan analisis *losses* yang paling dominan secara lebih rinci dengan *cause and effect/ fishbone* diagram agar ditemukan akar penyebab atau permasalahan dari ketidakefektifan mesin serta memberikan rekomendasi dengan berdasarkan diagram *cause and effect/ fishbone* untuk mengatasi permasalahan utama.

METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Flowchart penelitian

Penelitian dilakukan di divisi *Press & Welding* PT X yang berlokasi di Sunter, Jakarta Utara. Metode yang digunakan untuk pengumpulan data dalam penelitian ini, yaitu observasi lapangan dan wawancara. Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data dari bulan Februari 2019 hingga Juli 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), perhitungan *six big losses*, pembuatan diagram pareto, serta pembuatan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*).

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengukur efektivitas mesin yang didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama yaitu, *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality* [1]. Sebelum menghitung *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) maka dilakukan perhitungan dari tiga rasio utama terlebih dahulu sebagai berikut:

1) *Availability*

Availability yaitu rasio yang menunjukkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan [1], [3]. Nilai *Availability* diperoleh menggunakan persamaan (1).

$$Availability = \frac{Operating Time}{Loading Time} \times 100\% \quad (1)$$

Data yang digunakan dalam pengukuran nilai *availability rate* ini adalah *production time* yaitu jumlah jam kerja dan *downtime machine*. Rekapitulasi hasil perhitungan *availability* dapat dilihat pada Tabel 1. Perhitungan *availability* pada bulan Februari 2019 sebagai berikut :

$$Availability = \frac{Operating Time}{Loading Time} \times 100\%$$

$$Availability = \frac{15209,39}{18240} \times 100\%$$

$$Availability = 83,38\%$$

Tabel 1. Hasil perhitungan *availability rate*

Bulan (2019)	Loading Time (menit)	Operating Time (menit)	Breakdown machine (menit)	Setup Time (menit)	Availability Rate (%)
Februari	18240	15209,39	697,68	2332,93	83,38%
Maret	9576	7806,85	539,77	1229,38	81,53%
April	9576	7931,52	763,23	881,25	82,83%
Mei	10944	9574,64	337,53	1031,83	87,49%
Juni	7752	6681,32	376,03	694,65	86,19%
Juli	10488	8798,67	584,33	1105	83,89%
Rata-rata	11096	9333,73	549,76	1212,51	84,22%

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 1, nilai *availability* dari mesin *line H* pada periode Februari 2019 – Juli 2019 berada diantara 81,53% hingga 87,49% dengan nilai rata-rata sebesar 84,22%. Secara keseluruhan nilai *availability* mesin *line H* masih berada di bawah nilai *availability* yang ditetapkan oleh JIPM sebesar 90%.

2) *Performance Efficiency*

Performance Efficiency adalah rasio yang menunjukkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang [5]. Perhitungan *performance efficiency* dilakukan dengan menggunakan persamaan (2).

$$Performance Efficiency = \frac{Processed Amount \times Ideal Cycle Time}{Operating Time} \times 100\% \quad (2)$$

Data yang digunakan dalam pengukuran *performance efficiency* adalah *output*, *ideal cycle time*, dan *operating time*. Tabel hasil perhitungan *Performance Efficiency* dapat dilihat pada Tabel 2. Perhitungan *performance efficiency* pada bulan Februari 2019 sebagai berikut :

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{68122 \times 0,2183}{15209,39} \times 100\%$$

$$\text{Performance Efficiency} = 99,23\%$$

Tabel 3. Hasil perhitungan *performance efficiency*

Bulan (2019)	Jam Kerja (menit)	Operating Time (menit)	Total Produksi (unit)	Cycle Time (menit)	Performance Ratio (%)
Februari	18240	15209,39	69122	0,2183	99,23%
Maret	9576	7806,85	54450	0,1134	79,10%
April	9576	7931,52	55595	0,114	79,89%
Mei	10944	9574,64	59765	0,1144	71,44%
Juni	7752	6681,32	35895	0,0814	43,72%
Juli	10488	8798,67	50280	0,1193	68,16%
Rata-rata	11096	9333,73	54184,5	0,1268	73,59%

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 2, nilai *performance efficiency* dari mesin *line H* pada periode Februari 2019 – Juli 2019 berada diantara 43,72% hingga 99,23% dengan nilai rata-rata sebesar 73,52%. Secara keseluruhan nilai *performance efficiency* mesin *line H* masih berada di bawah nilai *performance efficiency* yang ditetapkan oleh JIPM sebesar 95%.

3) Rate of Quality

Rate of Quality merupakan rasio yang menunjukkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang dengan kondisi yang baik/sesuai standard [1],[3]. *Rate of Quality* dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

$$\text{Rate of Quality} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\% \quad (3)$$

Data-data yang digunakan dalam perhitungan *rate of quality*, yaitu *output*, *reject*, dan *good product*. Tabel hasil perhitungan *rate of quality* dapat dilihat pada Tabel 3. Perhitungan *rate of quality* pada bulan Februari 2019 sebagai berikut:

$$\text{Rate of Quality} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$$

$$\text{Rate of Quality} = \frac{69122 - 40}{69122} \times 100\%$$

$$\text{Rate of Quality} = 99,94\%$$

Tabel 4. Hasil perhitungan *rate of quality*

Bulan (2019)	Total Produksi (unit)	Produk Defect (unit)	Produk Good (unit)	Rate Of Quality Product (%)
Februari	69122	40	69082	99,94%
Maret	54450	15	54435	99,97%
April	55595	16	55579	99,97%

Bulan (2019)	Total Produksi (unit)	Produk Defect (unit)	Produk Good (unit)	Rate Of Quality Product (%)
Mei	59765	17	59748	99,97%
Juni	35895	11	35884	99,97%
Juli	50280	26	50254	99,95%
Rata-rata	54184,5	20,83	54163,67	99,96%

Berdasarkan Tabel 3, nilai *rate of quality* dari mesin *line H* pada periode Februari 2019 – Juli 2019 berada diantara 99,95% hingga 99,97% dengan nilai rata-rata sebesar 99,96%. Secara keseluruhan nilai *rate of quality* yang didapatkan sudah dikatakan ideal dan memenuhi standar JIPM yaitu 99%. Hal ini berarti bahwa mesin tersebut memiliki kemampuan yang optimal dalam memproses dan menghasilkan produk yang sesuai standar mutu meskipun masih terdapat beberapa *defect* yang dihasilkan.

4) Perhitungan OEE

Setelah didapatkan nilai untuk masing-masing ketiga rasio utama yaitu, *availability rate*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*, maka yang selanjutnya adalah menghitung nilai OEE untuk bulan Februari 2019 sampai dengan Juli 2019. Perhitungan OEE didapatkan dari hasil perkalian *availability rate*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*, seperti pada persamaan (4).

$$OEE = Availability (\%) \times Performance Efficiency (\%) \times Rate of Quality (\%) \quad (4)$$

Hasil perhitungan nilai OEE dapat dilihat pada Tabel 4. Perhitungan OEE pada bulan Februari 2019 sebagai berikut:

$$OEE = Availability (\%) \times Performance Efficiency (\%) \times Rate of Quality (\%)$$

$$OEE = 83,38\% \times 99,23\% \times 99,94\%$$

$$OEE = 82,69\%$$

Tabel 5. Nilai *overall equipment effectiveness* (OEE)

Bulan (2019)	Availability Rate (%)	Performance Ratio (%)	Rate Of Quality Product (%)	OEE (%)
Februari	83,38%	99,23%	99,94%	82,69%
Maret	81,53%	79,10%	99,97%	64,47%
April	82,83%	79,89%	99,97%	66,15%
Mei	87,49%	71,44%	99,97%	62,48%
Juni	86,19%	43,72%	99,97%	37,67%
Juli	83,89%	68,16%	99,95%	57,15%
Rata-rata	84,22%	73,59%	99,96%	61,77%

Berdasarkan Tabel 4, didapatkan rata-rata nilai OEE selama bulan Februari 2019-Juli 2019, yaitu sebesar 61,77%. Persentase tersebut masih terbilang cukup kecil dan belum memenuhi standar dari JIPM sebesar 85%. Perbandingan nilai OEE standar JIPM dengan nilai OEE mesin-mesin di *line H* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 6. Perbandingan nilai OEE standar JIPM dengan nilai OEE mesin *line H*

Rasio Utama	OEE Standar JIPM ($\geq$ %)	OEE Mesin <i>line H</i> (%)
<i>Availability (AV)</i>	90%	84,22%
<i>Performance Efficiency (PE)</i>	95%	73,59%
<i>Rate Of Quality (RQ)</i>	99%	99,96%
<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	85%	61,77%

Jika dilihat pada Tabel 5, persentase nilai-nilai mesin *line H* masih di bawah standard dari JIPM, yaitu untuk nilai *Availability*, *Performance Efficiency*, dan rata-rata nilai OEE. Rendahnya nilai *availability* dan *performance efficiency* menyebabkan nilai OEE mesin rendah dibandingkan nilai standardnya atau dapat dikatakan OEE belum ideal.

Six Big Losses

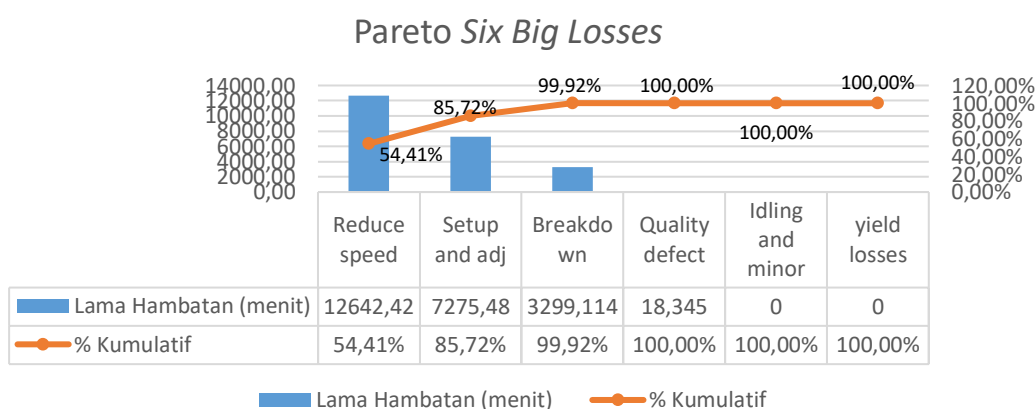
Setelah mendapatkan nilai *overall equipment effectiveness* (OEE), selanjutnya adalah melakukan proses identifikasi terhadap *Six Big Losses*. Analisa terhadap *Six Big Losses* dilakukan agar perusahaan dapat mengetahui besarnya kontribusi dari masing-masing faktor pada *Six Big Losses* yang mempengaruhi tingkat efektivitas penggunaan mesin *line H*. Persentase perhitungan dari *six big losses* dari bulan Februari 2019 - Juli 2019 yang sudah diurutkan dari terbesar hingga terkecil dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 7. Hasil perhitungan *six big losses* dari bulan Februari 2019 - Juli 2019

<i>Six Big Losses</i>	<i>Time Losses (menit)</i>	<i>% Losses</i>	<i>% Cumulative Losses</i>
<i>Reduce Speed</i>	12642,42	54,41%	54,41%
<i>Setup and Adjustment</i>	7275,48	31,31%	85,72%
<i>Breakdown</i>	3299,11	14,20%	99,92%
<i>Quality Defect</i>	18,35	0,08%	100%
<i>Idling and Minor</i>	0	0%	100%
<i>Yield Losses</i>	0	0%	100%
TOTAL	23235,36	100%	

Diagram Pareto

Setelah dihitung untuk waktu kerugian (*time losses*) dan persentase dari masing-masing *losses*, % *losses* dikumulatifkan sehingga dapat dibuat diagram pareto untuk mengetahui permasalahan utama dan yang akan diselesaikan terlebih dahulu. Gambar 2 berikut ini menunjukkan diagram pareto untuk menganalisis kerugian yang paling berpengaruh terhadap efektivitas mesin.



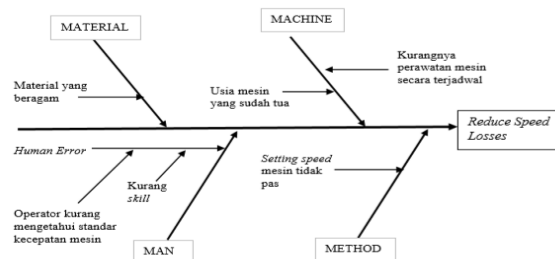
Gambar 2. Diagram pareto *six big losses*

Menurut aturan Pareto, nilai persentase kumulatif yang mendekati atau sama dengan 80% merupakan prioritas [10]. Dapat dilihat dari kumulatif persentasenya bahwa ada dua kerugian yang paling dominan dan mempengaruhi efektivitas mesin sesuai dengan prinsip pareto 80/20 yaitu, *reduce speed* sebesar 54,41%, dan *setup and adjustment* sebesar 31,31%. Kedua kerugian tersebut menjadi permasalahan yang harus diteliti untuk dapat dilakukan perbaikan sehingga dapat meningkatkan efektivitas mesin yang digunakan dan dapat mengurangi kerugian-kerugian pada waktu proses.

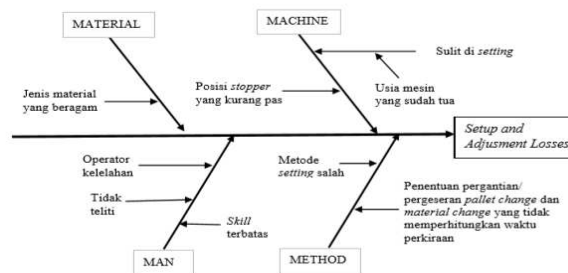
Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*)

Diagram sebab akibat atau yang dikenal pula sebagai *fishbone* diagram merupakan diagram digunakan untuk menganalisis

faktor-faktor penyebab kerusakan dengan cara menemukan dan mendeskripsikan faktor-faktor tersebut. Penguraian dilakukan sedemikian rupa sehingga elemen-elemen yang diidentifikasi dan dipastikan sebagai penyebab masalah akan dijadikan dasar dilakukan program perbaikan [11]. Menurut [12] penyebab masalah ini berasal dari berbagai sumber misalnya, manusia, material, mesin, metode dan lingkungan. Setelah diketahui bahwa penyebab rendahnya nilai OEE adalah *reduce speed* dan *setup and adjustment* untuk mengetahui akar penyebabnya dilakukan dengan menggunakan *fishbone* diagram seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Fishbone diagram *reduce speed losses*



Gambar 4. Fishbone diagram *setup and adjustment losses*

Untuk meningkatkan nilai OEE mesin *line H*, perlu usaha perbaikan secara kontinu. Berdasarkan *fishbone* diagram yang dibuat diketahui bahwa penyebab *losses* yang terjadi karena empat kategori, yaitu manusia, mesin, metode, dan material. Rekomendasi atau usulan yang dapat diberikan untuk melakukan perbaikan dapat dilihat pada Tabel 7 yang merupakan usulan perbaikan yang dapat diberikan untuk mengatasi masalah kerugian *Reduce Speed* sedangkan Tabel 8 merupakan usulan perbaikan yang dapat diberikan untuk mengatasi masalah kerugian *Setup and Adjustment*.

Tabel 8. Usulan perbaikan *reduce speed losses*

Faktor	Usulan Perbaikan
<i>Man</i>	Pelatihan atau <i>training</i> untuk menambah pengetahuan operator
<i>Machine</i>	1. Memeriksa atau mengganti <i>spare part</i> mesin secara rutin 2. Pembersihan berkala pada mesin produksi/ membuat jadwal perawatan mesin (<i>preventive maintenance</i>) untuk mencegah terjadinya penurunan kecepatan mesin
<i>Method</i>	Adanya standar tentang <i>speed</i> aktual mesin
<i>Material</i>	Dijadwalkan untuk proses produksinya berdasarkan bentuk, bahan, ukuran <i>material</i> yang memiliki jenis hampir serupa agar pengaturan kecepatan mesin dapat dilakukan lebih mudah dan mencegah adanya penurunan kecepatan pada mesin

Tabel 9. Usulan perbaikan *setup and adjustment losses*

Faktor	Usulan Perbaikan
<i>Man</i>	Pelatihan operator dan memberi wawasan tentang <i>setup</i> mesin
<i>Machine</i>	1. Penerapan kegiatan <i>preventive maintenance</i> 2. Penjadwalan perawatan mesin secara berkala tidak hanya saat rusak saja
<i>Method</i>	1. Mempersiapkan alat dan material yang diperlukan di dekat area mesin agar waktu <i>setup</i> yang digunakan tidak banyak 2. Mengatur pemakaian <i>hand pallet truck</i>

	3. Mengatur tata letak tempat <i>dies</i> (<i>dies store</i>) sesuai dengan waktu penggunaannya dan memperkirakan waktu pergantian <i>dies</i> agar saat <i>setup dies</i> tidak menghabiskan waktu yang lama
<i>Material</i>	Pengelompokkan urutan proses material agar penyettingan menjadi lebih mudah

Rekomendasi atau usulan yang diberikan ini untuk meningkatkan tingkat efektivitas mesin, yaitu dengan eliminasi *six big losses* melalui perbaikan terhadap penyebab dasar dari kerugian yang paling dominan, mengembangkan program pemeliharaan untuk menjaga dan mempertahankan agar mesin tetap berada pada kondisi terbaiknya, serta meningkatkan kemampuan pengoperasian dan pemeliharaan mesin dengan cara melakukan pelatihan kepada semua operator mesin.

KESIMPULAN

Nilai rata-rata *availability* sebesar 84,42%, *performance efficiency* sebesar 73,59%, serta *rate of quality* sebesar 99,96%. Berdasarkan perhitungan ketiga rasio utama diperoleh nilai rata-rata OEE pada mesin *line H*, yaitu 61,77%, dengan Nilai ini berada di bawah nilai standar JIPM untuk OEE sebesar 85% sehingga dianggap masih rendah. Rendahnya nilai OEE pada mesin menunjukkan bahwa mesin tersebut tidak bekerja dengan efektif. Faktor utama yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE pada mesin *line H* adalah *reduce speed* dengan nilai sebesar 54,41%, dan *setup and adjustment* sebesar 31,31%. Berdasarkan analisa menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone*) dapat diketahui penyebab rendahnya nilai OEE mesin *line H* meliputi 4 kategori, yaitu manusia, mesin, material, dan metode. Perusahaan perlu melakukan perbaikan secara berkesinambungan untuk meningkatkan nilai OEE atau efektivitas dari mesin yang dimiliki

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saiful, S., Rapi, A., & Novawanda, O. *Pengukuran Kinerja Mesin Defektor I dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Studi Kasus pada PT. Perkebunan XY)*. *Journal of Engineering and Management Industrial System* 2(2): 5–11. 2014.
- [2] Suliantoro, H., Susanto, N., Prastawa, H., Sihombing, I., & Mustikasari, A. Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng. *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri* 12(2): 105-118. 2017.
- [3] Nakajima, S. *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance (preventative maintenance series)*. Hardcover. ISBN 0-91529-923-2. 1988.
- [4] Nursubiyantoro, Eko., Puryani, Puryani., & Rozaq, Muhammad Isnaini. Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) dalam Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Jurnal Optimasi Sistem Industri* 9(1): 24-32. 2016.
- [5] Vijayakumar, S. R., & Gajendran, S. Improvement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Injection Molding Process Industry. *IOSR J Mech Civil Eng* 2(10): 47 -60. 2014.
- [6] Jain, A., Bhatti, R. S., & Singh, H. OEE Enhancement in SMEs Through Mobile Maintenance: a TPM Concept. *International Journal of Quality & Reliability Management* 32(5): 503 -516. 2015.
- [7] Pratama, Hendra., Sutaarga, Ossa., dan Rohman, Zainur. Analisis Produktivitas Mesin *Body Hydraulic One Stroke 30T* Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Di PT. SEL-SEM Tbk., Tangerang. *Journal Industrial Manufacturing* 5(1): 83-94. 2020.
- [8] Ahuja, I P S., dan Khamba, J.S., Total productive maintenance: literature review and directions. *Journal of Quality & Reliability Management* 25(7): 709-756. 2008.
- [9] Dutta, Subhankur., dan Dutta, Ajoy Krishna., A Review on the experimental study of Overall Equipment Effectiveness of various machines and its improvement strategies through TPM implementation. *International Journal of Engineering Trends and Technology* 36(5): 224-232. 2016.
- [10] Hadiguna, R. *Manajemen Pabrik: pendekatan sistem untuk efisiensi dan efektivitas*. Jakarta. Bumi Aksara, 2009.
- [11] Borris, Steve. *Total Productive Maintenance: Proven Strategies and Techniques to Keep Equipment Running at Maximum Efficiency*. McGraw Hill Professional. 2006.
- [12] Fardani, Fiki., Yusuf, Muhammad., dan Asih, Endang Widuri., Analisis Total Productive Maintenance (TPM) pada Mesin Shaving Guna Mengurangi Six Big Losses dengan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM). *Jurnal. REKAVASI* 5(2): 101-107. 2017.

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PROSES PERCETAKAN
KORAN SERAMBI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE
STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC) DI PT. ACEH MEDIA
GRAFIKA CABANG ACEH BARAT DAYA**

Sofiyanurriyanti¹, Rita Hartati², M. Matridi³, Agus Ardiyansyah⁴

^{1,2,3} Universitas Teuku Umar, ⁴BPBD Provinsi Jawa Timur

Sofiyanurriyanti@utu.ac.id¹, Ritahartati@utu.ac.id², m_ardian@yahoo.co.id³

ABSTRAK

PT. Aceh Media Grafika Cabang Aceh Barat Daya merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri percetakan dan penerbitan di Serambi Indonesia. Kecacatan yang paling tinggi untuk parameter koran kabur yaitu terjadi pada Bulan November 2019 yaitu sebesar 2565 Ekp/Bulan, hal ini disebabkan penyerapan tinta yang kurang baik sehingga produk dianggap tidak layak terbit, biasanya terjadi pada saat awal percetakan, karena pada saat awal percetakan, tinta pada mesin cetak masih pekat sehingga menyebabkan beberapa hasil cetakan terlihat kabur selain hal itu juga settingan mesin yang tidak pas juga menyebabkan hasil cetak menjadi kabur, untuk cacat karena koran tidak register yaitu terjadi pada bulan Agustus 2019 dengan total koran yang tidak register sebesar 1438 Ekp/Bulan, tingginya koran tidak register atau posisi layout koran agak menggeser atau miring, ditandai dengan simbol yang berbentuk garis silang sebagai simbol acuan yang terletak pada pertengahan koran yang menjadi lipatan tidak sejajar atau melebar, hal ini disebabkan karena pekerja kurang fokus dalam memasang *layout* dan mengatur mesin, untuk cacat koran terpotong terjadi Bulan Desember 2019 dengan total koran yang terpotong sebesar 1969 Ekp/Bulan, koran yang terpotong pada saat tahap pemotongan (*cutting*) oleh mesin tidak sesuai layout dimana terdapat tulisan ataupun gambar yang terpotong tidak rapi, hal ini disebabkan oleh operator yang kurang cermat dalam mengecek settingan mesin dan ketajaman pisau pemotong sehingga menyebabkan potongan koran tidak rapi, masalah tersebut perlu ditindaklanjuti dengan pengendalian kualitas statistik menggunakan metode *Statistical Quality Control*.

Kata kunci: surat kabar, kecacatan, SQC.

ABSTRACT

PT. Aceh Media Grafika Branch Aceh Barat Daya is a company engaged in the printing and publishing industry in Serambi Indonesia. The highest defect for blurred newspaper parameters occurred in November 2019, which was 2565 Ekp / month, this was due to poor ink absorption so that the product was deemed unfit for publication, usually occurred at the beginning of printing, because at the beginning of printing, ink on the printing machine it is still thick so that it causes some of the printed results to look blurry besides that also the wrong machine settings also cause the print to be blurry, for defects because the newspaper does not register, which happened in August 2019 with a total of unregistered newspapers of 1438 Ekp / The month, the height of the newspaper does not register or the position of the newspaper layout is slightly shifted or tilted, marked by a symbol in the form of a cross as a reference symbol located in the middle of the newspaper which is not parallel or widening, this is because workers are less focused in installing the layout and arranging engine, for core defects truncation occurred in December 2019 with a total cut of 1969 Ekp / Month, newspapers that were cut during the cutting stage by a machine did not match the layout where there was an untidy cut text or image, this was caused by an inaccurate operator In checking the machine settings and the sharpness of the cutting blades that cause the pieces of newspaper to be untidy, these problems need to be followed up with statistical quality control using the *Statistical Quality Control* method.

Keywords: newspaper, defect, statistical quality control.

PENDAHULUAN

Industri kertas merupakan salah satu komoditi bahan baku utama macam Industri di Indonesia. Kertas banyak digunakan untuk bahan baku utama maupun bahan penolong (*overhead*) berbagai produk domestik. Menurut Kementerian Perindustrian Republik Indonesia bahwa konsumsi kertas domestik masih didominasi oleh industri pencetakan buku, yaitu sebesar 22%, koran dan surat kabar 15-17%, dan sisanya untuk industri pengemasan (Kemenperin, 2016).

Surat kabar atau koran merupakan salah satu media informasi yang sangat dikenal di kalangan masyarakat Indonesia maupun di dunia. Sebelum adanya media komunikasi elektronik saat ini seperti surat kabar melalui aplikasi online, televisi, radio surat kabar yang menjadi informasi terlebih dahulu yang sudah ada. Namun fungsi dari surat kabar bukan hanya memberikan informasi saja namun juga dapat sebagai media informasi periklanan baik produk maupun jasa. Seiring berjalannya waktu industri surat kabar saat ini di wilayah Indonesia sudah menjadi persaingan ketat dalam melakukan pangsa pasar terhadap masyarakat. Sebagian media cetak sekarang banyak berkembang yang tidak tahan lama yang menjadi bersaing dengan memperrebutkan pembaca lokal melalui edisi lokal.

Persaingan yang ketat dan memerlukan strategi bisnis yang kuat pada produk suatu perusahaan memperoleh keunggulan dan mampu bersaing di pasar. Kualitas produk merupakan faktor kunci pertama untuk membawa keberhasilan didalam bisnis, pertumbuhan perusahaan serta peningkatan pada posisi bersaing. Sehingga produsen dituntut untuk dapat menghasilkan produk yang berkualitas karena pada kenyataannya produk yang dihasilkan tidak memenuhi kriteria standar yang ada dan sesuai. Pengendalian proses percetakan merupakan usaha untuk melakukan standarisasi disegala aspek dan unsur didalam proses produksi cetak seperti standarisasi mesin cetak, proses produksi cetak, alur proses produksi, standarisasi kertas, tinta, bahan baku, mesin cetak bahkan hingga standarisasi ketrampilan atau keahlian teknis produksi.

Seiring dengan banyaknya permintaan terhadap produk-produk, pengendalian kualitas merupakan salah satu taktik dan strategi perusahaan global dan merupakan kunci keunggulan bersaing. Pengendalian kualitas ini merupakan salah satu teknik untuk membantu perusahaan dalam mengetahui suatu kelayakan kualitas produk sesuai dengan batas batas kontrol yang telah di tentukan. Pengendalian kualitas ini merupakan suatu proses untuk mempertahankan kinerja proses produksi yang berkualitas yang dapat dilihat pada bahan baku, proses produksi, produk jadi, maupun perbaikan yang dapat dilakukan (Assauri, 2013). Standarisasi keterampilan atau keahlian teknis produksi ini dapat dilihat pada pengendalian pada proses percetakan yang dapat dilihat pada segala aspek dan unsurnya (Ginting, 2017).

PT. Aceh Media Grafika Cabang Aceh Barat Daya merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri percetakan dan penerbitan koran Serambi Indonesia yang ada di Wilayah Aceh dan sekitarnya. Peminat koran Serambi Indonesia ini bagi masyarakat Aceh sangat cukup tinggi dikalangan masyarakat salah satunya suatu media informasi yang bermanfaat. Faktor penting yang harus dijaga oleh perusahaan adalah kualitas produk agar menjaga daya saing dan loyalitas konsumen terhadap minat konsumen pada Serambi Indonesia. Berdasarkan hasil survey dan wawancara di lapangan masalah yang sering dialami pihak perusahaan adalah sering terjadinya kecacatan pada proses percetakan koran seperti cacat diakibatkan koran kabur, cacat diakibatkan koran tidak *register* (koran miring) dan cacat akibat koran terpotong, apabila masalah ini tidak ditangani dengan segera mungkin maka akan berdampak kerugian untuk pihak perusahaan.

Banyaknya metode yang membahas mengenai kualitas dengan karakteristiknya masing-masing, untuk mengukur seberapa besar tingkat kerusakan produk pada proses percetakan koran Serambi Indonesia yang dapat diterima oleh suatu perusahaan dengan menentukan batas toleransi dari cacat proses percetakan koran yang dihasilkan dalam penelitian ini menggunakan metode pengendalian kualitas secara statistik yaitu metode *Statistical Quality Control* (SQC) (Bakhtiar, 2013).

Penelitian sejenis yang dilakukan juga oleh Ilham, (2012) di PT. Bosowa Media Grafika Tribun Timur, yaitu Penerapan Metode SQC (*Statistical Quality Control*) guna mengurangi jumlah produk cacat pada percetakan koran, menunjukan bahwa pengendalian kualitas produk masih belum terkendali hal ini dibuktikan dengan rata-rata kerusakan produk sebesar 4.47 % per hari.

Penelitian sejenis yang dilakukan juga oleh Ilham, (2012) di PT. Bosowa Media Grafika Tribun Timur, yaitu Penerapan Metode SQC (*Statistical Quality Control*) guna mengurangi jumlah produk cacat pada percetakan

koran, menunjukkan bahwa pengendalian kualitas produk masih belum terkendali hal ini dibuktikan dengan rata-rata kerusakan produk sebesar 4.47 % per hari.

Menurut Sofiyanurriyanti (2019), Pengendalian Kualitas merupakan hal yang sangat penting didalam usaha guna untuk meminimalisir jumlah produk cacat untuk dapat menghasilkan produk yang berkualitas sehingga tercapainya tingkatan jumlah cacat produk Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu Six Sigma.

Tupan dan Hatumena, 2017 pada penelitiannyatentang Analisis Pengendalian Kualitas Produk Koran Dengan Metode Six Sigma dan Swot Pada PT. Percetakann Fajar Utama Intermedia Cabang Ambon tujuan penelitian ini mengetahui faktor penyebab tingkat kecacatan dan memberikan usulan perbaikan. Selain perbaikan secara internal, prancangan strategi secara general juga perlu dilakukan, metode yang digunakan adalah metode Swot dengan memiliki tingkat perhitungan pada sigma 3.20 dengan kemungkinan kerusakan 444386.30 sejuta produksi (DPMO).

Disamping itu tujuan penelitian yang dilakukan pada perusahaan Serambi Indonesia ini adalah Menentukan faktor yang mempengaruhi kecacatan produk pada proses percetakan koran Serambi Indonesia, Menentukan persentase kecacatan yang paling dominan pada proses percetakan koran Serambi Indonesia, Menentukan perbaikan dari ketidaksesuaian kualitas produk pada proses percetakan koran Serambi Indonesia dengan menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) di PT. Aceh Media Grafika Cabang Aceh Barat Daya.

Definisi Kualitas

Kualitas merupakan keseluruhan karateristik produk dan jasa dari pemasaran, rekayasa, pembikininan dan pemeliharaan untuk membuat produk dan jasa yang digunakan untuk memenuhi harapan pelanggan (Hardjosudarmo, 2014). sedangkan menurut Hana (2015) mendefinisikan bahwa kualitas dibagi menjadi 8 antara lain :

- 1) Kinerja (*performance*)
- 2) Feature
- 3) Keandalan (*reliability*)
- 4) Kesesuaian Pelayanan (*conformance to specification*)
- 5) Daya tahan (*durability*)
- 6) Kemampuan pelayanan (*service ability*)
- 7) Keindahan Produk
- 8) Kualitas yang dirasakan (*perceived*)

Alat Pengendalian Kualitas

Terdapat ada 7 alat bantu pengendalian kualitas menurut Bortianady, 2018 sebagai berikut:

- 1) Lembar Pemeriksaan (*Check Sheet*)
- 2) *Stratification* (Stratifikasi atau Pengelompokan Data)
- 3) Histogram
- 4) *Control Chart*
- 5) Diagram Pareto
- 6) *Scatter Diagram*
- 7) Diagram Sebab Akibat

Statistic Quality Control (SQC)

Menurut Heizer, 2015 *Statistic Quality Control* (SQC) merupakan Metode statistik yang menerapkan teori probabilitas dalam pengujian atau pemeriksaan sampel pada kegiatan pengawasan kualitas produk. *Statistical Quality Control* (SQC) adalah cabang atau bagian daripada pengendalian kualitas, dimana proses pengendalian ini adalah dengan mengumpulkan data, menganalisis dan menginterpretasikan data yang digunakan pada kegiatan pengendalian kualitas (Haryono, 2016).

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan teknik yang disusun secara teratur yang digunakan oleh seorang peneliti untuk mengumpulkan data. Berdasarkan sifatnya, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian tindakan (*action research*). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan usulan perbaikan terhadap kualitas produk koran serambi Indonesia yang sering mengalami kecacatan pada proses percetakannya.

Pendahuluan

Mencari latar belakang permasalahan yang ada di perusahaan, penelitian terdahulu, tujuan dari penelitian dilakukan

Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk melihat atau meninjau pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan atau mengumpulkan data pustaka tentang analisis pengendalian kualitas dengan menggunakan *Statistical Quality Qontrol*, serta mempelajari teori- teori literatur yang berhubungan dengan pengendalian kualitas.

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan beberapa metode atau teknik dan instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data diantaranya adalah:

- Metode observasi, yakni melakukan pengamatan langsung terhadap pengendalian kualitas koran.
- Teknik dokumentasi, yaitu mencatat prosedur pemeriksaan dan hasil pengukuran seperti data cacat koran kabur, cacat koran register dan cacat koran terpotong
- Wawancara dengan pekerja pengepakan tentang proses pengendalian kualitas percetakan koran pada saat proses.

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode pengendalian kualitas statistik dengan alat bantu aplikasi Minitab 17. Data yang diambil adalah data jumlah produksi koran, data data jumlah produk cacat.

1) Check Sheet

Data yang diperoleh dari perusahaan terutama data produksi dan data produk rusak pada proses percetakan koran kemudian diolah menjadi tabel secara rapi sehingga memudahkan dalam memahami data tersebut hingga bisa dilakukan analisis lebih lanjut.

2) Stratifikasi (Stratification)

Stratifikasi merupakan proses pengelompokan data kecacatan yang terjadi pada proses produksi.

3) Membuat Histogram

Histogram dibuat dalam bentuk grafis balok yang memperlihatkan distribusi nilai yang diperoleh dalam bentuk angka.

4) Membuat Peta Kendali P (P-chart) Penggunaan peta kendali p dapat mengetahui kerusakan produk tersebut sehingga dapat diperbaiki sengan segera mungkin. Adapun langkah-langkah dalam membuat peta kendali p sebagai berikut :

- Menghitung persentase kerusakan

$$p = \frac{np}{N} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan :

np : Jumlah produk gagal

N : Jumlah yang diperiksa

p : Hari Pengamatan

- Membuat Peta Kendali

Peta pengendali (*control chart*) tersebut memisahkan penyebab penyimpangan dari batas standar yang telah ditetapkan melalui peta batas kendali.

5) Membuat Diagram Pareto

Pembuatan diagram pareto untuk mengidentifikasi, mengurutkan dan menyisihkan kerusakan produk sehingga dapat diketahui jenis kerusakan yang paling dominan pada hasil produksi.

6) Membuat Diagram Pencar

Pembuatan *Scatter* diagram digunakan dalam pengolahan data untuk melakukan pengujian terhadap seberapa kuat hubungan antara 2 (dua) variabel serta menentukan jenis hubungan dari 2 variabel apakah hubungan

positif dalam pengendalian kualitas produk, hubungan negatif ataupun tidak ada hubungan sama sekali.

7) Membuat Diagram Sebab Akibat

Pembuatan diagram sebab akibat digunakan untuk menganalisis faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab kerusakan produk.

8) Analisis dan Evaluasi

Hasil pengolahan data selanjutnya akan dilakukan analisis dan evaluasi pemecahan masalah mengenai pengendalian kualitas produk.

9) Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir dari penelitian ini ditarik kesimpulan dan diberikan saran-saran baik untuk kepentingan praktisi, pihak perusahaan maupun untuk penyempurnaan bagian penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Data Produksi Koran Serambi

Berikut data produksi percetakan Koran Serambi pada Bulan Januari- Desember Tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1. Data Produksi Koran Serambi Indonesia

Bulan	Produksi Koran Serambi Indonesia (Ekp)
Januari 2019	53.250
Februari 2019	55.750
Maret 2019	53.250
April 2019	56.450
Mei 2019	53.850
Juni 2019	51.800
Juli 2019	57.350
Agustus 2019	56.350
September 2019	57.820
Oktober 2019	55.830
November 2019	58.460
Desember 2019	57.640

Data Jenis Kerusakan Produk

Data jenis kerusakan produk percetakan Koran Serambi Indonesia Januari-Desember Tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data Jenis Kerusakan Produk Koran Serambi Indonesia 2019

Bulan	Jenis Kerusakan Produk Koran Serambi Indonesia		
	Koran Kabur (Ekp)	Koran Tidak Register (Ekp)	Koran Terpotong (Ekp)
Januari 2019	2218	1123	1824
Februari 2019	2088	1254	1613
Maret 2019	2180	1432	1945
April 2019	2540	1129	1568
Mei 2019	2380	1136	1725

Juni 2019	2524	1085	1570
Juli 2019	2132	1245	1945
Augustus 2019	2465	1438	1780
September 2019	2241	1324	1836
Oktober 2019	2348	1183	1942
November 2019	2565	1125	1780
Desember 2019	2458	1139	1969

Pengolahan Data

Proses pengolahan dan analisa data dilakukan dengan metode *Statistical Quality Control* (SQC) pendekatan tersebut akan dijabarkan secara bertahap sebagai berikut.

Pembuatan *Check Sheet*

Adapun hasil pengumpulan dan pengolahan data melalui *check sheet* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.berikut:

Tabel 3. Pembuatan Check Sheet

Bulan	Jumlah Produksi (EKP)	Jenis Parameter Cacat pada Produksi Koran Serambi Indonesia			Jumlah Produk Cacat (EKP)
		Koran Kabur (Ekp)	Koran Tidak Register (Ekp)	Koran Terpotong (Ekp)	
Januari 2019	53.250	2218	1123	1824	5165
Februari 2019	55.750	2088	1254	1613	4955
Maret 2019	53.250	2180	1432	1945	5557
April 2019	56.450	2540	1129	1568	5237
Mei 2019	53.850	2380	1136	1725	5241
Juni 2019	51.800	2524	1085	1570	5179
Juli 2019	57.350	2132	1245	1945	5322
Agustus 2019	56.350	2465	1438	1780	5683
September 2019	57.820	2241	1324	1836	5401
Oktober 2019	55.830	2348	1183	1942	5473
November 2019	58.460	2565	1125	1780	5470
Desember 2019	57.640	2458	1139	1969	5566
Total	667800	28139	14613	21497	64249
Rata-Rata	55650	2345	1218	1791	5354

Berdasarkan pada Tabel *Check Sheet* diatas menunjukan bahwa jumlah produksi koran yaitu sebesar 667800 Ekp dengan rata-rata kerusakan untuk koran kabur sebesar 2345 Ekp, untuk koran tidak register rata-rata yaitu sebesar 1218 Ekp dan untuk koran terpotong rata-rata yaitu sebesar 1791 Ekp.

Stratifikasi (Pengelompokan Data Jenis Kecacatan)

Stratifikasi bertujuan untuk mengelompokkan data kedalam kelompok-kelompok yang lebih memiliki karakteristik jenis kecacatan pada produk koran Serambi Indonesia. Adapun contoh perhitungan persentase pada kerusakan koran tersebut sebagai berikut

$$\text{Koran Kabur} = \frac{2345}{5354} \times 100 = 43,80\%$$

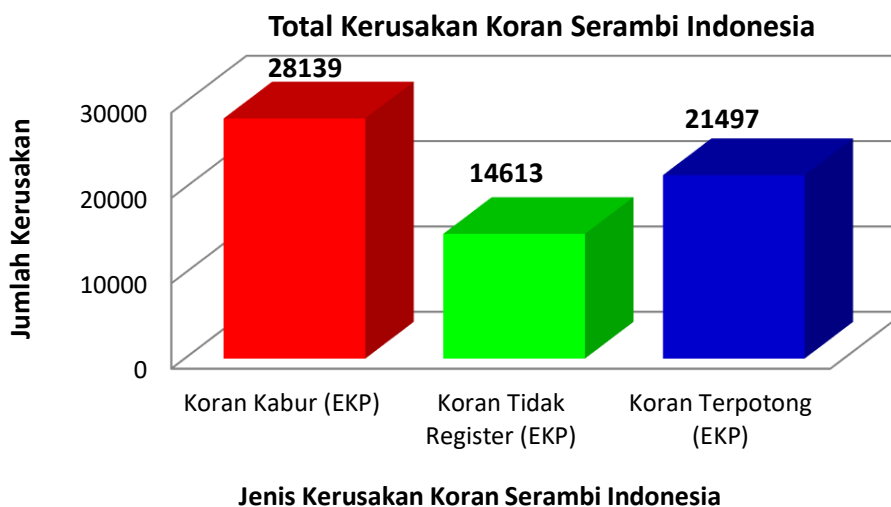
Tabel 4. Jumlah Kerusakan Produk Koran Periode Januari – Desember 2019

No	Jenis Kerusakan Produk Koran	Jumlah Rata-Rata Kerusakan	Persentase Kecacatan (%)
1.	Koran Kabur	2345	43.80
2.	Koran Tidak <i>Register</i>	1218	33.45
3.	Koran Terpotong	1791	22.75
Total		5354	100

Berdasarkan pada Tabel 4. diatas menunjukan bahwa presentase kerusakan yang paling dominan yaitu Koran kabur dengan persentase sebesar 43,807%, untuk kerusakan terbesar kedua yaitu koran terpotong dengan persentase sebesar 33,45% dan kecacatan terkecil yaitu pada jenis jenis kerusakan koran tidak register dengan persentase sebesar 33,45%.

Pembuatan Histogram

Setelah *check sheet* dibuat, maka langkah selanjutnya adalah membuat histogram. Histogram ini berguna untuk melihat jenis kerusakan yang paling banyak terjadi. Berikut ini Histogram yang dibuat berdasarkan Tabel 5. berikut.

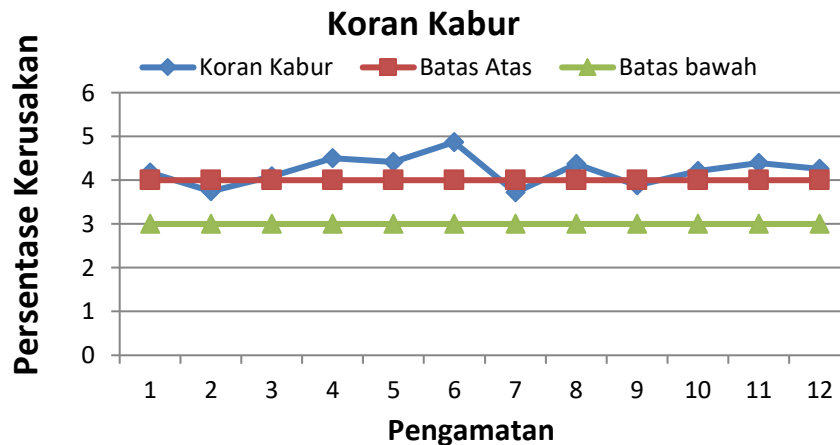
**Gambar 1.** Histogram Kerusakan Koran Serambi indonesia Bulan Januari-Desember 2019

Berdasarkan dari Gambar 1. Histogram kerusakan produk koran Serambi Indonesia Cabang Abdyia tersebut, dapat kita lihat jenis kerusakan koran Serambi Indonesia yang paling sering terjadi adalah Koran Kabur dengan total kerusakan yaitu sebesar 28139 Ekp. Jumlah kerusakan terbanyak kedua adalah Koran Terpotong dengan total kerusakan sebanyak 21497 Ekp dan jumlah kerusakan terkecil yang diakibatkan koran tidak register yaitu sebesar 14613 Ekp.

Peta Kendali

Persentase kerusakan produk digunakan untuk melihat persentase kerusakan produk pada tiap sub-group (tanggal).

$$p = \frac{2218}{53250} \times 100 = 4,17\%$$

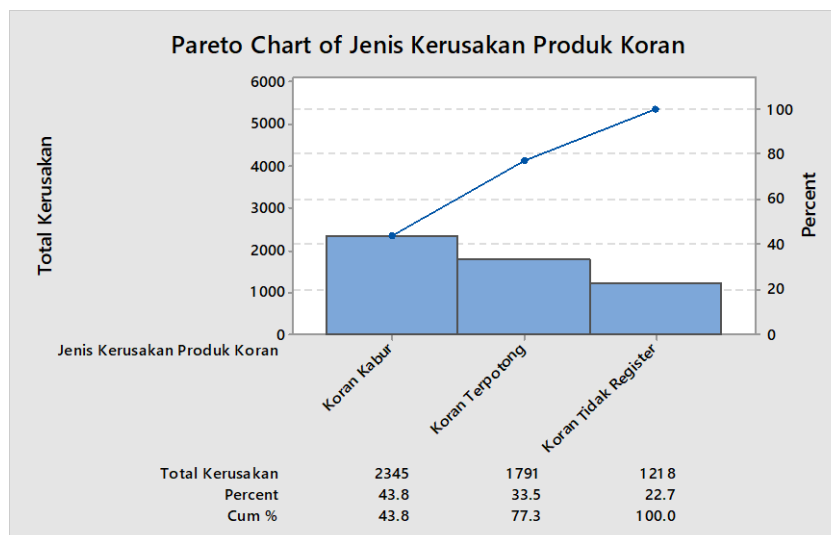


Gambar 2. Peta Kendali pada Koran Kabur

Terdapat 9 Titik yang berada diluar batas kendali yaitu pada titik 1,2,4, 5, 6, 8, 10, 11 dan titik ke 12 atau sampel ke 12 sedangkan titik yang berada didalam batas kendali yaitu 3 titik diantaranya titik ke 2, 7 dan titik ke 9, berdasarkan hal tersebut sehingga bisa dikatakan bahwa proses tidak terkendali, karena adanya titik yang berfluktuasi dan tidak beraturan hal ini menunjukkan bahwa koran kabur masih belum terkendali dan melebihi dari batas standar yang ditentukan yaitu 3-4% batas standar toleransi kecacatan yang telah ditetapkan perusahaan.

Pembuatan Diagram Pareto

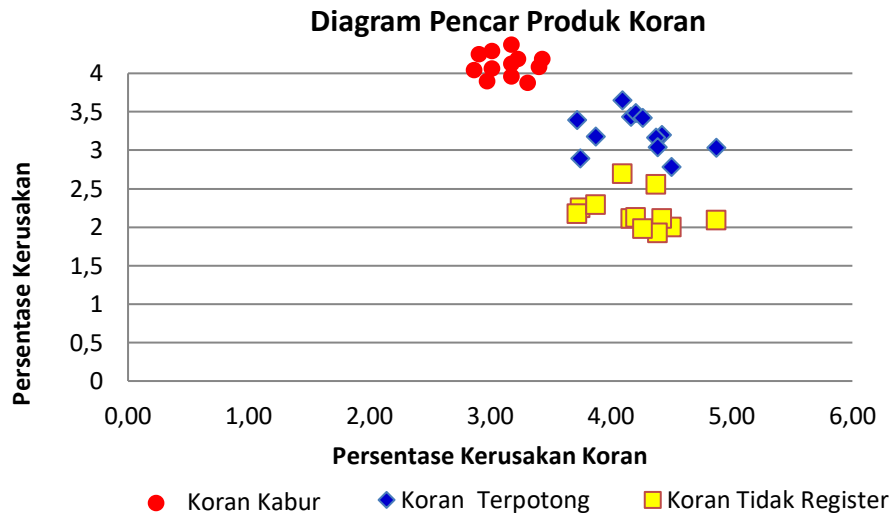
persentase kerusakan yang paling dominan yaitu koran kabur dengan tingkat persentase sebesar 43,80%, kerusakan koran yang dominan kedua yaitu koran terpotong dengan tingkat persentase sebesar 33,45% dan kerusakan koran terkecil yaitu koran tidak register dengan tingkat persentase sebesar 22,75%.



Gambar 3. Diagram Pareto

Pembuatan Scatter Diagram

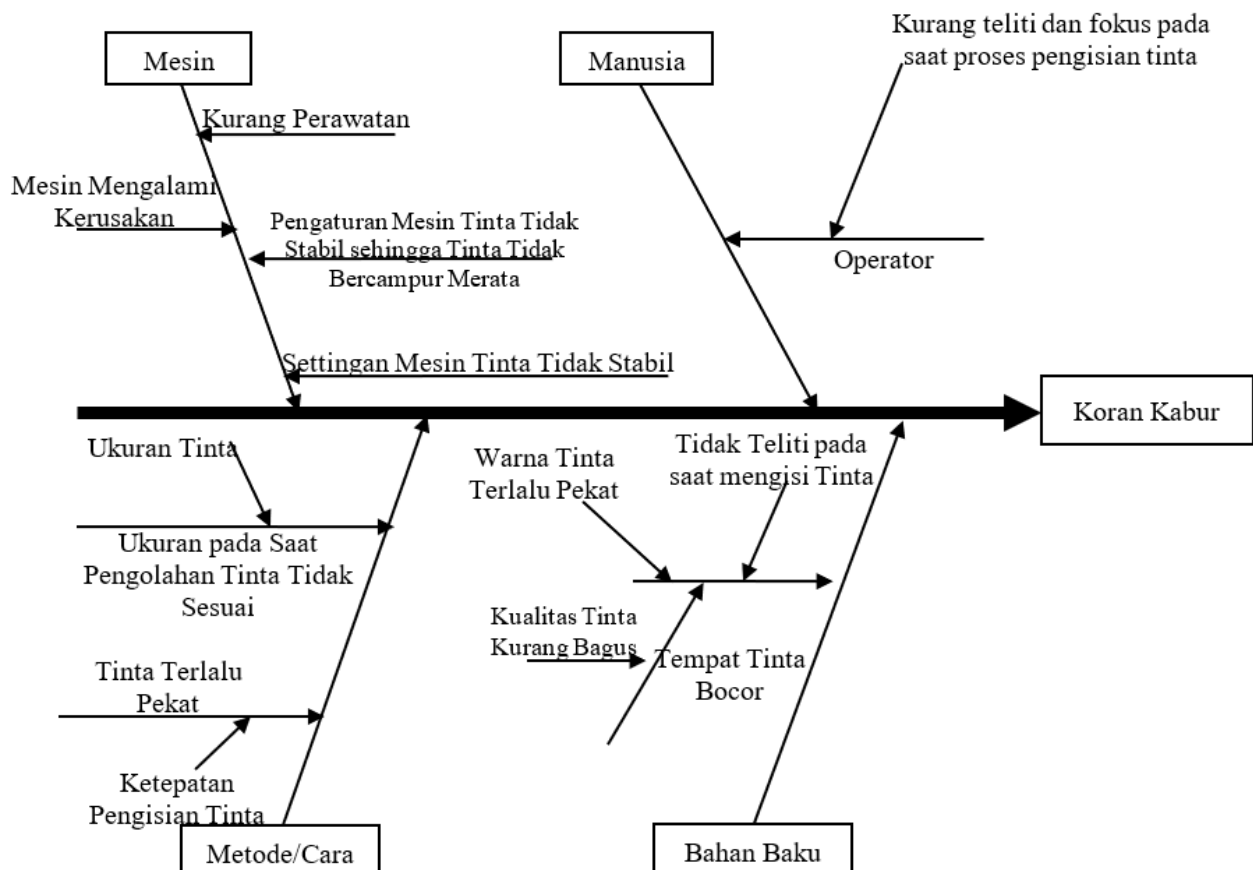
Pembuatan *Scatter Diagram* yaitu untuk melihat jumlah perbandingan yang diakibatkan kerusakan akibat Koran Kabur, kerusakan karena Koran Terpotong dan kerusakan yang disebabkan karena Koran Tidak Register dapat dilakukan dengan menggunakan *scatter digram*.



Gambar 4. Scatter Diagram

Diagram Sebab Akibat Koran Kabur

Hal ini di sebabkan terjadi pada saat awal percetakan, karena pada saat awal percetakan, tinta pada mesin cetak masih pekat (belum terlalu cair) sehingga menyebabkan beberapa hasil cetakan terlihat kabur, selain itu, faktor lainnya yang menyebabkan tinta menjadi kabur adalah takaran tinta yang tidak pas yang di sebabkan oleh pekerja yang kurang fokus. Settingan mesin yang tidak pas juga menyebabkan hasil cetak menjadi kabur.



Gambar 5. Fishbone Diagram

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis maka diperoleh beberapa kesimpulan diantaranya:

- 1) Faktor yang mempengaruhi kecacatan pada proses percetakan koran Serambi Indonesia yang di dominasi jenis kerusakan koran kabur dengan total kerusakan yaitu sebesar 28139 Ekp sedangkan jumlah kerusakan terbanyak kedua adalah koran karena terpotong dengan total kerusakan sebanyak 21497 Ekp dan jumlah kerusakan terkecil yang diakibatkan koran tidak register yaitu sebesar 14613 Ekp.
- 2) Persentase kecacatan yang sering terjadi atau kerusakan tertinggi pada proses percetakan koran yaitu disebabkan karena koran kabur dengan tingkat persentase sebesar 43,80%, kerusakan tertinggi yang kedua disebabkan karena koran terpotong dengan tingkat persentase sebesar 33,45% dan kerusakan yang disebabkan koran tidak register dengan tingkat persentase sebesar 22,75% dari jumlah produksi koran sebesar 667800 Ekp.
- 3) Berdasarkan diagram sebab akibat pada perbaikan yang perlu dilakukan oleh PT. Aceh Media Grafika Cabang Aceh Barat Daya untuk menekan dan mengurangi jumlah kerusakan yang terjadi pada proses percetakan koran Serambi Indonesia yang dapat dilakukan yaitu dengan membuat tim pengawas yang bertugas mengawasi dan mengecek ulang kinerja operator sehingga dapat mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh human error, bahan baku tinta yang digunakan diperiksa kembali apakah tinta itu masih sesuai spesifikasi yang ditentukan atau tidak, perawatan mesin secara rutin juga sangat penting tidak hanya dilakukan ketika mesin mengalami kerusakan (preventive maintenance) dan menambah fasilitas diruang percetakan untuk mengurangi dampak suhu ruangan yang panas yang disebabkan oleh mesin dan cuaca seperti kipas angin selain hal itu melaksanakan briefing secara rutin disetiap awal dan akhir kerja agar instruksi kerja yang diberikan bisa terserap dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Assaury. 2013. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: LPFEUI.
- [2] Bakhtiar. Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC). *Jurnal Engineering Industrial*. Vol. 2, No. 2. 2013.
- [3] Ilham. 2012. Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan Menggunakan Statistical Quality Control (SQC). *Tugas Akhir*. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makasar.
- [4] Hardjosoedarmo. 2014. *Total Quality Management Edisi Revisi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [5] Hana, 2015. *Pengendalian Kualitas Aplikasi pada Industri Jasa dan Manufaktur dengan Lean Six Sigma dan Servqual*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [6] Heizer, Jay dan Barry Render. *Manajemen Operasi* ed7. Jakarta: Salemba Empat. 2015.
- [7] Haryono. Analisis Pengendalian Kualitas Statistika pada Produksi Pipa Electric Resistance Welded (ERW) di PT. X. *Jurnal Sains*. Vo. 5, No. 2. 2016.
- [8] Ginting. 2017. Pengendalian Kualitas Pada Tepung Beras dengan Metode Statistical Quality Control (SQC) dan Taguchi Method di PT Aroma Mega Sari. *Tugas Akhir*. Program Pascasarjana Unviversitas Sumatera Utara Medan.
- [9] Sofiyanurriyanti dan Mahasin. Penerapan Metode Six Sigma (DMAIC) Pada UMKM Kerudung di Desa Sukowati Bungah Gresik. *Jurnal Optimalisasi*. Vol 5 Nomor 2 Tahun 2019.
- [10] Tupan, J dan Hatumena Y. Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Koran Dengan Metode Six Sigma dan Swot Pada PT. Percetakan Fajar Utama Intermedia Cabang Ambon. *Jurnal Arika*. Vol 11 No. 1. 2017.

ANALISA KERUSAKAN PADA FINAL DRIVE BACKHOE LOADER 580 SN CASE

Muh. Taufik¹, Faisal²

¹² Politeknik Negeri Samarinda

muh.taufik@gmail.com¹, faisyal@polnes.ac.id²

ABSTRAK

Teknologi otomotif khususnya pada alat berat sangat cepat, sehingga hal ini mendorong manusia untuk selalu belajar. Hal ini untuk menjamin kesiapan pemakaian untuk pengerjaan dan juga masih minimnya pengetahuan tentang kerusakan yang sering terjadi dan belum mempunyai dalam memperbaiki dan juga merawat. Penelitian ini bertujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi kerusakan, mengetahui perawatan dan perbaikan yang tepat dan menganalisa kerusakan Front Final Drive Planetary Gear Backhoe Loader Case 580 SN. Pada penelitian ini menggunakan metode observasi lapangan dengan melakukan pengamatan secara langsung dengan mencari penyebab terjadinya kerusakan dan cara mengatasi kerusakan terhadap komponen Front Final Drive Planetary Gear serta melakukan metode tanya jawab sehingga ditemukan suatu permasalahan yang terjadi pada Final Drive. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa dengan Kerusakan Final Drive Backhoe Loader Case 580 SN disebabkan kurangnya pelumas Final Drive pada saat dijalankan, dikarenakan O-Ring Final Drive mengalami keausan sehingga pelumas merembes keluar. Akibatnya komponen Planetary Gear mengalami keausan, gesekan yang tinggi sehingga Planet Gear mengalami kerusakan yang menimbulkan suara berisik pada Front Final Drive ketika dijalankan. Komponen Final Drive mengalami kerusakan maka harus diganti dengan yang baru, jika dibiarkan akan menimbulkan suara berisik, roda tidak bisa bergerak jika komponen Planetary Gear ada yang pecah sehingga mengganggu operator saat bekerja. Untuk mencegah terjadinya kerusakan dini maka harus dilakukan pemeriksaan harian dan perawatan berkala pada Front Final Drive Planetary Gear yaitu memeriksa kondisi komponen Final Drive Planetary Gear dan mengganti minyak pelumas setiap 1000 jam kerja dan melakukan pemeriksaan harian pada unit yang dioperasikan khususnya pada Front Final Drive untuk mencegah terjadinya kerusakan yang tidak terduga.

Kata kunci: *Backhoe loader 580 SN, final drive, planetary gear.*

ABSTRACT

Automotive technology, especially in heavy equipment, is very fast, so it encourages people to always learn. This is to ensure the readiness to use for work and also the lack of knowledge about the damage that often occurs and the inability to repair and maintain. To find out more about how to deal with damage to Final Drives. This research aims to be achieved in this research is to identify the damage, know the proper maintenance and repair and analyze the damage to Front Final Drive Planetary Gear Backhoe Loader Case 580 SN. In this study using the field observation method by making direct observations by looking for the cause of the damage and how to overcome the damage to the Front Final Drive Planetary Gear components as well as using the question and answer method so that a problem that occurs in the Final Drive is found. The results indicated that the Final Drive Backhoe Loader Case 580 SN was damaged due to a lack of Final Drive lubricant at the time of running, due to wear and tear on the Final Drive O-Ring so that the lubricant seeps out. As a result, the Planetary Gear components experience wear, high friction so that the Planet Gear is damaged which causes noise on the Front Final Drive when running. The Final Drive component is damaged so it must be replaced with a new one, if it is left it will cause noise, the wheels cannot move if Planetary Gear components have broken, which disturbs the operator while working. To prevent premature damage, daily checks and periodic maintenance must be carried out on the Planetary Gear Front Final Drive, which is to check the condition of the Planetary Gear Final Drive components and replace the lubricating oil every 1000 hours of work and carry out checks daily on the

unit that is operated especially on the Front Final Drive to prevent unexpected damage.

Keywords: *Final drive, planetary gear, 580 SN backhoe loader*

PENDAHULUAN

Penggunaan alat berat pada zaman ini sekarang sangat dibutuhkan, karena alat berat tersebut diperlukan bagi setiap industri yang ada diseluruh dunia. Kalimantan Timur pada khususnya, dimana di bumi eta mini banyak sekali sumber daya alam yang sangat melimpah, seperti batu bara, kayu, minyak bumi, dan lain- lainnya. Maka industri alat berat pun saling berkompetisi meningkatkan performa unit/engine yang diproduksinya sesuai perkembangan teknologi saat ini. Perawatan dan pemeliharaan terhadap unit/engine untuk menjaga performa tetap prima.

Backhoe Loader adalah salah satu dari unit alat berat yang didesain untuk dapat melaksanakan salah satu fungsi dan kegiatan proses kontruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan tenaga manusia, seperti: mengangkut, mangangkat, memuat, memindahan, menggali, mencampur, dan seterusnya dengan cara mudah, cepat, hemat dan aman.

Backhoe Loader salah satu dari unit alat berat yang didesain untuk dapat melaksanakan salah satu fungsi dan kegiatan proses kontruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan tenaga manusia, seperti: mengangkut, mangangkat, memuat, memindahan, menggali, mencampur, dan seterusnya dengan cara mudah, cepat, hemat dan aman. Dengan berbagai macam pekerjaan yang berat sehingga unit ini lebih membutuhkan Power yang besar dari pada kecepatan, pada unit ini menggunakan penggerak akhir yang di sebut Planetary Gear [3].

Terjadinya kerusakan pada komponen Final Drive Planetary Gear disebabkan tidak dilakukanya perawatan secara teratur, yaitu tidak dilakukanya pergantian oli secara berkala. Sehingga Gear tidak terlumasi dengan sempurna, kemudian Gear mudah panas lama kelamaan Gear aus dan berakibat kerusakan pada komponen Final Drive Planetary Gear tersebut [3]

Dengan berbagai macam pekerjaan yang berat sehingga unit ini lebih membutuhkan Power yang besar dari pada kecepatan, unit ini menggunakan penggerak akhir yang di sebut Planetary Gear. Terjadinya kerusakan pada komponen Final Drive Planetary Gear disebabkan tidak di lakukanya perawatan secara teratur, yaitu tidak dilakukanya pergantian oli secara berkala. Sehingga Gear tidak terlumasi dengan sempurna, kemudian Gear mudah panas lama kelamaan Gear aus dan berakibat kerusakan pada komponen Final Drive Planetary Gear tersebut.

Pada penelitian sebelumnya adalah [3]., dimana dalam penelitiannya menggunakan metode observasi kelapangan dengan melakukan pengamatan secara langsung dengan mencari penyebab terjadinya kerusakan dan cara mengatasi kerusakan terhadap komponen Front Final Drive Planetary Gear serta melakukan metode tanya jawab sehingga ditemukan suatu permasalahan yang terjadi pada Front Final Drive Planetary Gear. Kerusakan Front Final Drive Planetary Gear Backhoe Loader Case 580 SN disebabkan kurangnya pelumas Final Drive pada saat dijalankan, dikarenakan O-Ring Final Drive mengalami keausan sehingga pelumas merembes keluar.

Dan penelitian lainnya adalah [2] dimana Hasil dari analisa menunjukkan terjadinya noise pada final drive adalah pecahnya komponen pada final drive planetary gear, dari pecahnya komponen planetary gear itu terbawa putaran yang menimbulkan noise (komponen beradu). Sedangkan yang menyebabkan pecahnya gear dari analisa adalah tidak di lakukanya perawatan secara teratur, yaitu tidak di lakukanya pergantian oli secara teratur. Sehingga gear tidak terlumasi dengan sempurna, gear mudah panas lama kelamaan gear aus dan berakibat kerusakan.

Dari Kedua literatur diatas ini menunjukkan adanya SN disebabkan kurangnya pelumas Final Drive pada saat dijalankan. Untuk mengatasi masalah kerusakan tersebut diatas maka penelitian ini akan menitik berat pada penyelesaian masalah kerusakan yang disebabkan pelumas Final Drive dan tidak di lakukanya perawatan secara teratur.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilaksanakan di PT. Probesco Disatama cabang samarinda, penelitian ini juga dilakukan di salah satu perusahaan customer dari PT. Probesco yaitu PT. Karya Teknik Plantation yang berada di kawasan sebulu, guna memonitoring Unit dan melakukan pemeriksaan visual sebelum komponen Final Drive dibawa ke Workshop PT. Probesco Disatama

Teknik pengambilan data

1. Studi Kepustakaan

Studi Kepustakaan merupakan pengumpulan materi atau teori yang berkaitan dengan permasalahan, terutama pada metode penelitian yang akan digunakan, yang diperoleh dari buku, jurnal, literature, schematic, ataupun internet.

2. Wawancara

Wawancara merupakan salah satu teknik pengambilan data yang dilakukan secara bertatap muka langsung dengan narasumber atau operator unit untuk menggali informasi mengenai masalah yang terdapat pada unit yang dioperasikannya mengenai Front Final Drive. Dan juga melakukan wawancara kepada mekanik yang berkompeten dalam masalah yang terkait sebagai bahan bimbingan ataupun referensi dalam melakukan penelitian atau perbaikan pada Front Final Drive.

3. Observasi (Pengamatan)

Observasi (pengamatan-) langsung dilakukan untuk mengetahui gangguan yang terjadi terhadap komponen dengan mengandalkan indra penglihatan apakah terdapat rembesan oli yang keluar dari Final Drive. Langkah berikutnya adalah dengan organoleptic menggunakan indra pendengaran, yaitu dengan meminta kepada operator untuk mengoperasikan unit dengan gerakan maju mundur pada unit yang dioperasikan untuk mengetahui ada atau tidak adanya suara berisik yang berasal dari objek penelitian (Front Final Drive).

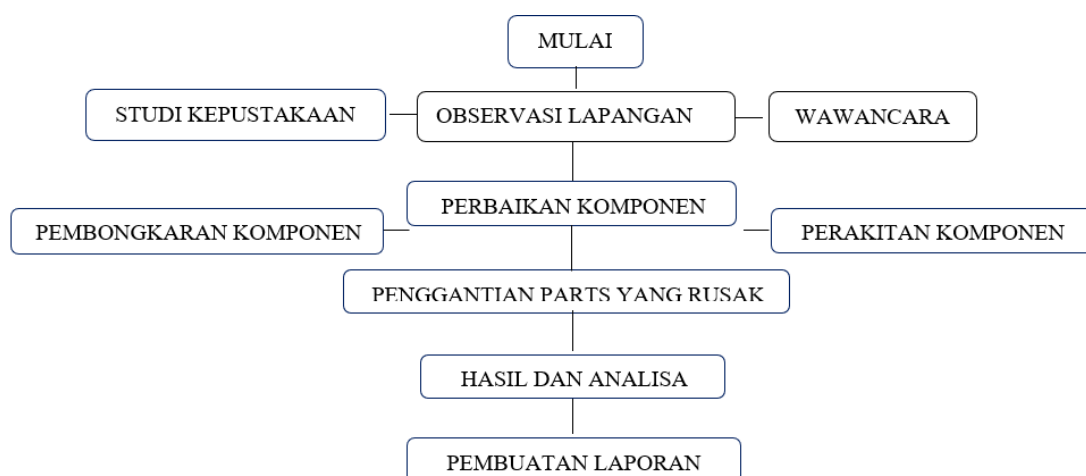
Metode Deskriptif Analisis

Metode penelitian yang dipilih adalah deskriptif analisis, adapun pengertian dari metode deskriptif analitis adalah suatu metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Penelitian deskriptif analitis ini mengambil masalah atau memusatkan perhatian kepada masalah-masalah sebagaimana adanya saat penelitian dilaksanakan. Hasil penelitian yang kemudian diolah dan dianalisis untuk diambil kesimpulannya. Penelitian dilakukan dalam rangka untuk mencari dan mengumpulkan data guna mendapatkan suatu gambaran fakta- fakta yang jelas tentang kerusakan pada Front Final Drive Backhoe Loader 580 SN CASE.

Alat Dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain adalah alat pelindung diri (APD) dan peralatan (tools). Dimana alat pelindung diri ini berfungsi untuk mengurangi potensi terjadinya kecelakaan yang fatal, adapun Alat Pelindung diri yang umum digunakan yaitu, Safety shoes, Safety Helmet, Safety Glasses dan Peralatan (Tools) yang dimaksud adalah Socket Set, Combination Wrench, Tools box, jack, Allen key, Consumable kit. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Front Final Drive Backhoe Loader 580SN CASE, dimana pada unit ini menggunakan Final Drive Planetary Gear baik roda depan maupun roda belakang.

Flowcart Pengerjaan penelitian



Gambar 1. Flowchart penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Visual Inspection (Pengamatan Secara Visual)

Proses perbaikan yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengamatan secara visual terlebih dahulu terhadap gangguan yang terjadi kemudian melakukan pembongkaran pada Final Drive Backhoe Loader Case 580 SN agar terlihat jelas bagian yang mengalami kerusakan. Setelah itu melakukan perbaikan dengan mengganti komponen yang Planetary Gear mengalami kerusakan.

Tabel 1. Indikator kerusakan

Nama bagian	Cara pemeriksaan	Saat komponen mengalami kerusakan
Final Drive	- Dengan mendengarkan secara teliti saat Unit di operasikan dengan gerakan maju dan mundur. - Dengan melihat secara kasat mata pada final drive	Terdengar suara berisik pada bagian Final Drive roda depan sebelah kanan yang kemungkinan besar terdapat masalah pada Planetary Gear. Terlihat rembesan oli pada celah Final Drive yang kemungkinan besar terdapat adanya kerusakan pada o-ring final drive.

Remove Final Drive



Gambar 2. Menguras oli Planetary Gear

- Menguras oli Planetary Gear
- Membuka baut penguras menggunakan stang kunci *Shock*
- Memindahkan oli bekas pada bak penampungan
- Memasang kembali baut penguras
- Membongkar Roda



Gambar 3. Membongkar Roda

- Mengganjal roda terlebih dahulu
- Mengendurkan 8 buah baut roda menggunakan kunci *Shock* 22 mm
- Mendongkrak *Axle Housing* menggunakan dongkrak buaya
- Melepas semua baut pengikat roda menggunakan kunci *Shock* 22 mm, kemudian melepas roda.

➤ *Disassemble Final Drive*



Gambar 4. Disassemble Final Drive

- Melepas 8 buah *stud Housing Planet Gear* pada *Final Drive* menggunakan kunci L (*Allen Key*)
- lepas *Carrier Planet Gear*



Gambar 5. Kondisi Carrier Planet Gear yang terlepas

- kemudian melepas *Planet Gear*.
- Kemudian melepas 10 baut pengikat pada *Ring Gear* menggunakan kunci *Shock* 17 mm, kemudian lepas *Ring Gear*



Gambar 6. Ring gear terlepas

Akibat yang ditimbulkan jika final drive mengalami kerusakan

Kerusakan pada komponen Final Drive apabila di biarkan akan dapat menyebabkan timbulnya suara berisik bahkan kemungkinan juga roda tidak dapat berputar apabila terdapat komponen yang pecah, hal ini tentu saja menghambat produksi perusahaan dan kinerja operator.

Langkah Pemasangan

Setelah melakukan proses pembongkaran dan pemeriksaan, dimana terdapat kerusakan pada *Planet Gear* yang sudah tidak layak pakai lagi. Langkah selanjutnya yaitu melakukan pemasangan pada komponen *Front Final Drive Planetary Gear* sekaligus mengganti komponen- komponen yang rusak dengan yang baru. Adapun langkah pemasangan komponen *Front Final Drive Planetary Gear* yaitu:

1. Assemble Final Drive

- Memasang *Planet Gear* pada *Housing*,
- Memasang *Ring Gear*
- Memasang *Roller Bearing* pada HUB
- Menempatkan *Housing Planetary Gear* pada HUB
- memasang 8 buah *Stud Housing Planetary Gear* menggunakan kunci L.

2. Memasang roda

- Menempatkan roda pada Hub *Final Drive* kemudian memasang 8 baut pengikat roda menggunakan kunci Shock 22 mm.
- Merilis dongkrak pada Axle Housing.
- Mengencangkan baut pengikat roda menggunakan kunci Shock 22 mm.

3. Mengisi oli *Final Drive*

- Membuka baut pengisian menggunakan stang kunci Shock
- Mengisi oli SAE 140 sebanyak 1 Liter
- Menutup baut pengisian menggunakan extention kunci Shocket

Hasil Akhir Analisa

Hasil akhir analisa menunjukkan kerusakan komponen *Final Drive* disebabkan oleh beberapa hal, seperti berikut; Terjadinya Corrosion (korosi) pada setiap komponen planetary yang disebabkan kurangnya pelumasan.



Gambar 7. komponen mengalami korosi (berkarat)



Gambar 8. *Roller bearing* mengalami korosi (berkarat)

Terjadinya *Sludge* (lumpur oli), hal ini dapat terjadi karena terdapat reaksi antara oli dengan oksigen. Hal ini menyebabkan bertambahnya kekentalan oli dan terbentuknya karat, ketika oli mulai teroksidasi tingkat keasaman oli juga semakin tinggi. *Sludge* adalah zat yang berwarna gelap dan meninggalkan deposit pada pelumasan.



Gambar 9. komponen yang mengalami *Sludge*

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pada *Final Drive Backhoe Loader 580 SN CASE*, dapat diambil kesimpulan bahwa kurangnya pelumasan pada *Final Drive* mengakibatkan terjadinya kontak pada komponen dengan pelumasan yang kurang sehingga menyebabkan gesekan dengan temperatur yang tinggi.

O-Ring yang mengalami keausan menciptakan celah pada *Final Drive* sehingga oli merembes keluar melalui celah tersebut, hal ini yang dapat menyebabkan berkurangnya volume oli sehingga pelumasan pada *Final Drive* berkurang, sehingga udara dapat masuk dan berreaksi dengan oli yang ada didalam *Final Drive*. Oli yang berreaksi dengan oksigen dapat menyebabkan meningkatnya kekentalan oli dan terbentuknya karat (korosi).

Kurangnya perhatian pada *Final Drive* dimana oli yang berreaksi dengan udara (oksigen) dapat menimbulkan *Sludge* atau zat berwarna gelap yang meninggalkan deposit pada pelumasan yang dapat membentuk kerak dari oli ataupun lumpur oli yang bersifat lengket.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Politeknik Negeri Samarinda (P2M POLNES) yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti, dan mendapatkan dana penelitian dengan skema Penelitian Strategis Politeknik serta segala pihak yang telah mendukung demi kelancaran berjalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] CASE Construction BL 580 SN specs 2018, Form No. CCE201810580SN Replaces Form No. CCE201710580SN, 2018
- [2] Diyanto, Ferly. "Analisa *Final Drive Planetary Gear Wheel Loader XCMG ZL 50GN*". Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2015.
- [3] https://www.researchgate.net/publication/337630291_PENYEBAB_KERUSAKAN_DAN_PERAWATAN_FRONT_FINAL_DRIVE_PLANETARY_GEAR_BACKHOE_LOADER_CASE_580_SN
- [4] Parts Catalog Tractor Loader Backhoe CASE, Print No. 84300161 Issued 2/2011. CNH America LLC, Racine, WI 53404 U.S.A.

Bidang: Teknik Mesin Topik: Konversi, Simulasi & Pemodelan Energi Proses Teknik Mesin

PENGEMBANGAN KINCIR ANGIN SUMBU VERTIKAL KELENGKUNGAN 90° DENGAN PENAMBAHAN SUDU PENGARAH

Peri Pitriadi¹, Muh. Iqbal Mukhsen²

¹² Politeknik Negeri Ujung Pandang

peri_pitriadi@poliupg.ac.id, iqbal.mukhsen@poliupg.ac.id

ABSTRAK

Salah satu upaya untuk meningkatkan kinerja kincir angin sumbu vertikal khususnya di putaran, maka diperlukan modifikasi atau pengembangan berupa pemasangan sudu pengarah. Dengan pemasangan sudu pengarah diharapkan dapat mengurangi torsi negatif yang dihasilkan dan mengarahkan angin ke sudu cekung kincir. Rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah bagaimana mengetahui karakteristik putaran kincir angin sumbu vertikal kelengkungan 90° dengan adanya penambahan sudu pengarah. Pengujian karakteristik putaran kincir angin dilakukan secara eksperimen, yaitu dengan melakukan pengamatan atau pengukuran terhadap variabel yang ditentukan untuk mengetahui karakteristik putaran kincir angin sumbu vertikal tipe sudu 90° dengan sudu pengarah. Pengamatan dilakukan pada kecepatan angin yang berbeda dengan variasi posisi sudu pengarah. Variasi yang dimaksud adalah posisi pembukaan dari 0° sampai 50° pada kecepatan angin 3,2 m/s sampai 4,2 m/s. Hasil penelitian untuk kecepatan angin yang berbeda, diperoleh bahwa pada kecepatan angin 4,2 m/s pada pembukaan sudu pengarah 50° nilai putaran poros tertinggi 96,2 rpm dan untuk kecepatan angin terendah 3,2 m/s pada pembukaan sudu pengarah 50° diperoleh nilai putaran poros kincir terendah 63,3 rpm. Jadi pengaruh dari sudu pengarah yang dipasang adalah semakin besar pembukaan sudu yang diberikan maka putaran poros kincir juga akan semakin besar. Selain itu semakin besar kecepatan angin yang diberikan putaran kincir yang dihasilkan juga akan semakin besar.

Kata kunci: Kincir angin, sumbu vertikal, sudu pengarah.

ABSTRACT

One of the efforts to improve the performance of vertical axis windmills, especially in rotation, it is necessary to modify or develop the installation of guide blades. By installing the guide blade, it is hoped that it can reduce the negative torque generated and direct the wind to the concave blade of the wheel. The formulation of the problem to be resolved in this study is how to determine the characteristics of the windmill's rotation with a vertical axis of 90° curvature in the presence of directional blades. Testing the characteristics of windmill rotation is carried out experimentally, namely by observing or measuring the specified variables to determine the rotation characteristics of the vertical axis windmill type 90° blade with a directional blade. Observations were made at different wind speeds with variations in the position of the guide blade. The variation in question is the opening position from 0° to 50° at wind speeds of 3.2 m/s to 4.2 m/s. The results of the study for different wind speeds, it was found that at the wind speed of 4.2 m/s at the opening of the guide blade 50° the highest rotation value of the shaft was 96.2 rpm and for the lowest wind speed of 3.2 m/s at the opening of the guide blade 50°. the lowest value of the wheel shaft rotation is 63.3 rpm. So the effect of the guide blade that is installed is that the greater the opening of the blade is given, the greater the rotation of the wheel shaft. Also, the greater the wind speed given the resulting windmill rotation will be greater.

Keywords: Windmill, vertical axis, guide blades.

PENDAHULUAN

Angin adalah salah satu sumber energi yang dapat dimanfaatkan, selain ramah lingkungan, ketersediaannya di alam tak terbatas. Energi yang dapat dimanfaatkan dari angin adalah energi kinetik yang diubah menjadi energi mekanik atau gerak. Dalam pemanfaatan angin sebagai sumber energi terutama sebagai energi gerak, dibutuhkan alat yang berfungsi sebagai penangkap energi dari angin yang dikenal sebagai kincir angin (wind mill). Potensi energi angin di Indonesia berdasarkan data BMKG yaitu rata-rata kecepatan angin 10,28 m/s (Sumber: www.bmkg.go.id). Oleh karena itu diperlukan sistem konversi energi angin (SKEA) yang sesuai dengan profil kecepatan angin di Indonesia. Untuk memanfaatkan Energi angin tersebut digunakan kincir angin yang saat ini banyak digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Prinsip dasar kerja dari kincir angin untuk pembangkitan listrik adalah mengubah energi mekanik dari angin menjadi energi putar pada kincir, lalu putaran kincir digunakan untuk memutar generator yang akan menghasilkan listrik.

Salah satu jenis kincir anginnya adalah kincir Angin Sumbu Vertikal memiliki poros atau sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Kelebihan utama susunan ini adalah kincir tidak harus diarahkan ke angin untuk menghasilkan energi listrik. Kelebihan ini sangat berguna di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi. Kincir angin sumbu vertikal mampu memanfaatkan angin dari berbagai arah serta memiliki kemampuan self-starting yang bagus, sehingga hanya membutuhkan angin dengan kecepatan rendah untuk dapat memutar rotor dari turbin angin ini. Selain itu, torsi yang dihasilkan kincir angin jenis sumbu vertikal relatif tinggi.

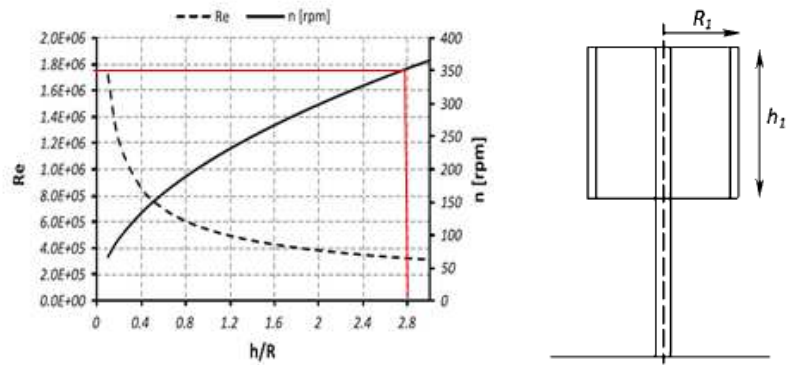


Gambar 1. Kincir angin sumbu vertikal secara sederhana

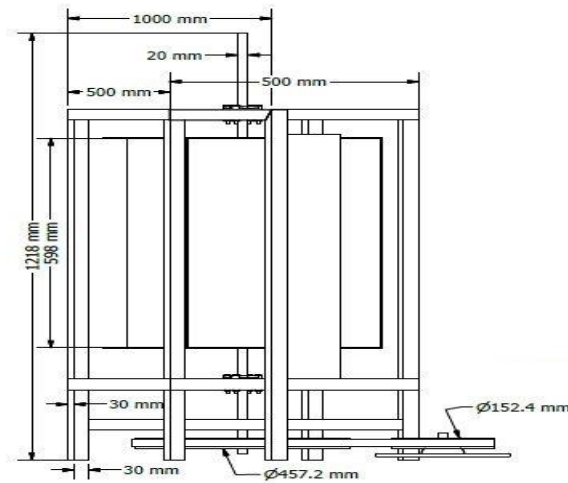
Salah satu upaya untuk meningkatkan kinerja kincir khususnya di putaran, maka diperlukan modifikasi atau pengembangan berupa pemasangan sudu pengarah. Dengan pemasangan sudu pengarah diharapkan dapat mengurangi torsi negatif yang dihasilkan dan mengarahkan angin ke sudu cekung kincir. Berdasarkan latar belakang maka penulis merumuskan masalah yaitu bagaimana mengetahui karakteristik putaran kincir angin sumbu vertikal kelengkungan 90° dengan adanya penambahan sudu pengarah.

METODE PENELITIAN

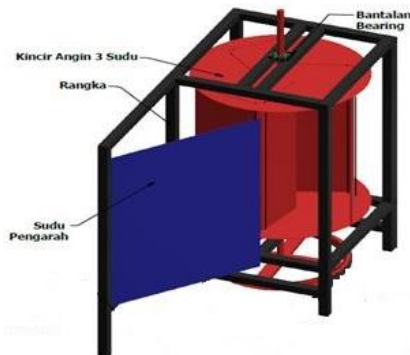
Langkah pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah melakukan perancangan dan pembuatan kincir angin sumbu vertikal tipe sudu 90° dengan sudu pengarah. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen, yaitu dengan melakukan pengamatan atau pengukuran terhadap variabel yang ditentukan untuk mengetahui kemampuan kerja kincir angin sumbu vertikal tipe sudu 90° dengan memasang sudu pengarah. Kincir angin sumbu vertikal tipe sudu 90° merupakan pengembangan dari kincir angin savonius konvensional yang berdasarkan hasil penelitian terdahulu memiliki koefisien power 0,4. Pengembangan dilakukan dengan menambahkan sudu pengarah. Bentuk sudu, kincir angin sumbu vertikal tipe sudu 90° dirancang dengan aspek rasio $(h / R) = 2,8$ dan overlap yaitu $\frac{e}{D} = 0,2$.



Gambar 2. Pengaruh aspek rasio (h / R) = 2,8 pada kinerja VAWT



Gambar 3. Dimensi model kincir angin sumbu vertikal tipe sudut 90° dengan 3 sudut



Gambar 4. Komponen kincir angin sumbu vertikal kelengkungan sudu 90° dengan penambahan sudu pengarah



Gambar 5. Kincir angin sumbu vertikal kelengkungan sudu 90° dengan penambahan sudu pengarah

Setelah itu dilakukan pengujian yang dilakukan secara eksperimen, yaitu dengan melakukan pengamatan atau pengukuran terhadap variabel yang ditentukan untuk mengetahui karakteristik putaran kincir angin sumbu vertikal tipe sudu 90° dengan sudu pengarah. Pengamatan dilakukan pada kecepatan angin yang berbeda dengan variasi posisi sudu pengarah. Variasi yang dimaksud adalah posisi pembukaan dari 0° sampai 50° pada kecepatan angin 3,2 m/s sampai 4,2 m/s.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data pengujian pada kecepatan angin 3,2 m/s

No	Kecepatan Angin (m/s)	Posisi Sudu Pengarah	Putaran Poros Kincir Angin (rpm)
1	3,2	0°	37.2
2	3,2	10°	41.3
3	3,2	20°	50.1
4	3,2	30°	53.0
5	3,2	40°	58.2
6	3,2	50°	63.3

Tabel 2. Data pengujian pada kecepatan angin 3,6 m/s

No	Kecepatan Angin (m/s)	Posisi Sudu Pengarah	Putaran Poros Kincir Angin (rpm)
1	3,6	0°	40.1
2	3,6	10°	44.3
3	3,6	20°	53.4
4	3,6	30°	62.4
5	3,6	40°	65.2
6	3,6	50°	80.6

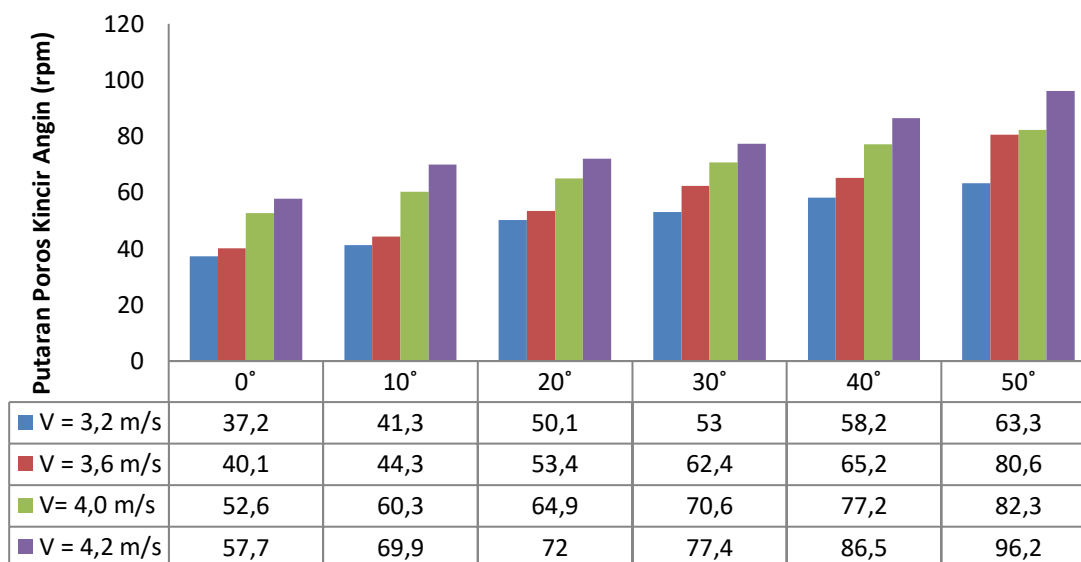
Tabel 3. Data pengujian pada kecepatan angin 4,0 m/s

No	Kecepatan Angin (m/s)	Posisi Sudu Pengarah	Putaran Poros Kincir Angin (rpm)
1	4.0	0°	52.6
2	4.0	10°	60.3
3	4.0	20°	64.9
4	4.0	30°	70.6
5	4.0	40°	77.2
6	4.0	50°	82.3

Tabel 4. Data pengujian pada kecepatan angin 4,2 m/s

No	Kecepatan Angin (m/s)	Posisi Sudu Pengarah	Putaran Poros Kincir Angin (rpm)
1	4.2	0°	57.7
2	4.2	10°	69.9
3	4.2	20°	72.0
4	4.2	30°	77.4
5	4.2	40°	86.5
6	4.2	50°	96.2

Pembahasan



Gambar 6. Hubungan antara Kecepatan Angin dengan putaran poros Kincir Angin

Untuk pembukaan sudu 0° atau kincir tanpa sudu pengarah dengan kecepatan angin 4,2 m/s diperoleh nilai putaran kincir 57,7 rpm dan pada pembukaan sudu pengarah 50° diperoleh putaran kincir 96,2 rpm. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pada kecepatan angin yang sama dengan pembukaan sudu pengarah yang berbeda, memberikan pengaruh besarnya putaran yang dihasilkan kincir. Artinya semakin besarnya pembukaan sudu pengarah, maka putaran kincir akan semakin besar pada kecepatan angin konstan atau sama.

Berdasarkan data hasil penelitian untuk kecepatan angin yang berbeda, diperoleh bahwa pada kecepatan angin 4,2 m/s pada pembukaan sudu pengarah 50° nilai putaran poros tertinggi 96,2 rpm dan untuk kecepatan angin terendah 3,2 m/s pada pembukaan sudu pengarah 50° diperoleh nilai putaran poros kincir terendah 63,3 rpm. Dari data yang ditampilkan pada gambar.6, maka dapat disimpulkan bahwa pemasangan sudu pengarah pada kincir mampu meningkatkan putaran kincir angin seiring dengan kenaikan kecepatan angin yang menumbuk sudu kincir angin.

KESIMPULAN

Pengaruh dari sudu pengarah yang dipasang adalah semakin besar pembukaan sudu yang diberikan maka putaran poros kincir juga akan semakin besar. Hal ini disebabkan torsi negatif yang dihasilkan berkurang dan sudu pengarah membantu mengarahkan angin ke sudu cekung kincir. Selain itu semakin besar kecepatan angin yang diberikan putaran kincir yang dihasilkan juga akan semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budi F. dkk. Kincir angin poros vertikal sebagai alternatif penggerak pompa irigasi perkebunan di desa karyamukti. Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung, 6(3): 1-6. 2011.
- [2] Fitrandi R. & Siregar I. Karakteristik turbin angin savonius 2 dan 3 blade dengan menggunakan bantuan guide vane. Jurnal Teknik Mesin, 7(2): 125-131. 2014.
- [3] Haqqi M. dkk. Rancang bangun turbin angin vertikal jenis savonius dengan variasi jumlah blade terintegrasi circular shield untuk memperoleh daya maksimum. Jurnal Teknik Pomits, 6(1): 1-6. 2013.
- [4] Marnoto. Peningkatan efisiensi kincir angin poros vertikal melalui sistem melalui buka tutup sirip 3 sudu. Jurnal Teknik Mesin, 8(2):122-129. 2011.
- [5] Pradana A. dkk. Rancang bangun turbin angin vertikal jenis savonius dengan variasi profil kurva blade untuk memperoleh daya maksimum. Jurnal Teknik POMITS, 6(1): 1-6. 2013.
- [6] Sarjono B. dkk. Pengaruh perubahan jumlah blade spiral 5 & 3 terhadap performa kincir angin savonius dengan bentuk blade spiral. Majalah Ilmiah STTR Cepu, 7(1): 1693 – 7066. 2011.
- [7] Setiawan A. dkk. Pengaruh jarak celah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros vertikal savonius. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 8(4): 1-8. 2012.

Bidang: Teknik Mesin

Topik: Rekayasa dan Perancangan

PENGARUH PARAMETER ARUS PENGELASAN LAS TITIK TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN SAMBUNGAN AISI 304 STAINLESS STEEL

Ariyanto¹, Abd. Nasser Arifin², Muh. Aqdar³, Arman⁴
^{1,2,3,4} Politeknik ATI Makassar
Ariyanto@atim.ac.id¹

ABSTRAK

Las titik adalah salah satu jenis pengelasan yang banyak di gunakan di industri, salah satu parameter yang mempengaruhi kekuatan sambungan las titik adalah arus pengelasan, arus pengelasan juga mempengaruhi kekasaran permukaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui arus yang paling tepat untuk sambungan las AISI 304 stainless steel. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu eksperimental, dengan memvariasi arus pengelasan diharapkan akan diketahui arus yang tepat untuk sambungan las yang memiliki kekasaran permukaan yang tepat. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa ada hubungan yang sangat signifikan antara variasi arus dengan kekasaran permukaan.

Kata kunci: Las titik, AISI 304 stainless steel, sambungan, parameter, arus.

ABSTRACT

Spot welding is one type of welding that is widely used in industry, one of the parameters that affects the strength of the point weld joint is the welding current, the welding current also affects the surface roughness. The purpose of this study was to determine the most appropriate current for welding joints AISI 304 stainless steel. The research method used in this research is experimental, by varying the welding current it is hoped that the correct current will be known for welded joints that have the right surface roughness. The results showed that there was a very significant relationship between current variations and surface roughness.

Keywords: Point welding, AISI 304 stainless steel, joints, parameters, currents.

PENDAHULUAN

Las titik adalah salah satu jenis pengelasan yang banyak di gunakan di industri salah satu parameter yang mempengaruhi kekuatan sambungan las titik adalah arus pengelasan[1]. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan yaitu [2]meneliti pengaruh variasi arus listrik terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro sambungan las titik logam dissimilar stainless steel dan baja karbon menemukan bahwa kondisi terbaik terjadi pada arus listrik 70 A. [3]meneliti optimasi las titik sambungan dual phase DP600 dan AISI 304 stainless steel menemukan bahwa variasi arus adalah parameter yang paling berpengaruh terhadap kekuatan Tarik geser sambungan las. Namun sejauh pengetahuan kami, belum ada informasi penelitian yang mencari tahu hubungan antara parameter arus dengan kekasaran permukaan AISI 304 stainless steel. Pada penelitian ini tujuannya adalah untuk mengetahui arus yang paling tepat untuk sambungan las AISI 304 stainless steel dengan ketebalan masing-masing 1 mm. dengan memvariasi arus pengelasan diharapkan akan diketahui arus yang tepat untuk sambungan las yang memiliki kekasaran permukaan yang paling baik.

METODE PENELITIAN

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah AISI 304 Stainless steel, dengan ketebalan 1 mm, sambungan yang digunakan adalah lap joint. Ukuran spesimen yaitu : Panjang 100 mm dan lebar 30 mm, kedua pelat di las dengan menggunakan las titik dengan parameter pengelasan sebagai berikut :

Tabel 1. Variasi arus dan waktu pengelasan

No	Arus Las (kA)	Waktu pengelasan (siklus)
1	6	4
2	6	6
3	6	8
5	7	4
6	7	6
7	7	8

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengujian ke kasaran

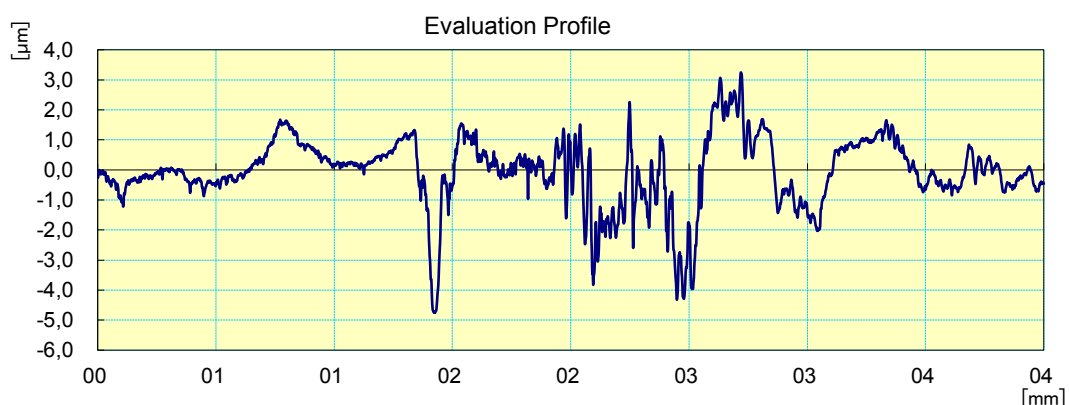
Tabel 2. Arus 6 kA dengan Variasi waktu pengelasan 4,6,8

No	Arus (kA)	Waktu (siklus)	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	6	4	0.823	1.068	5.081
2	6	6	3.311	4.609	19.477
3	6	8	7.921	9.566	36.652

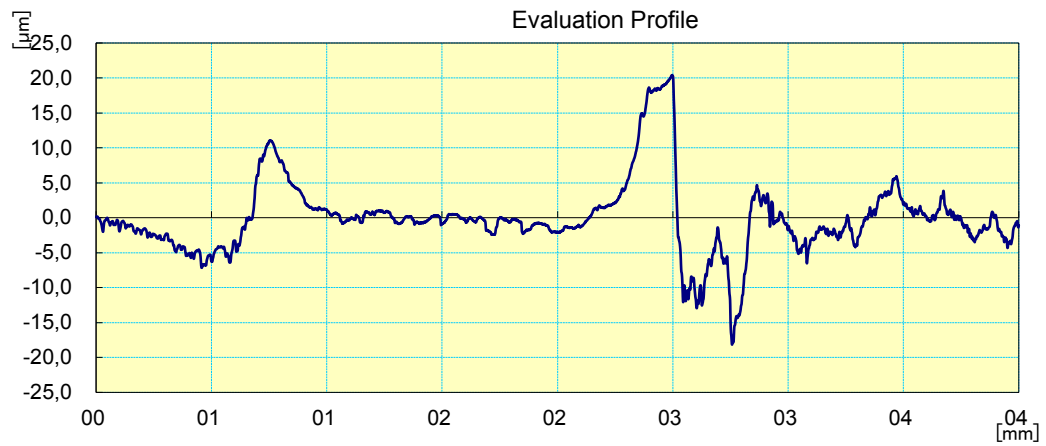
Tabel 3. Arus 7 kA dengan variasi waktu pengelasan 4,6,8

No	Arus (kA)	Waktu (siklus)	Ra (μm)	Rq (μm)	Rz (μm)
1	7	4	0.661	0.844	3.838
2	7	6	1.183	1.543	8.286
3	7	8	0.479	0.612	2.518

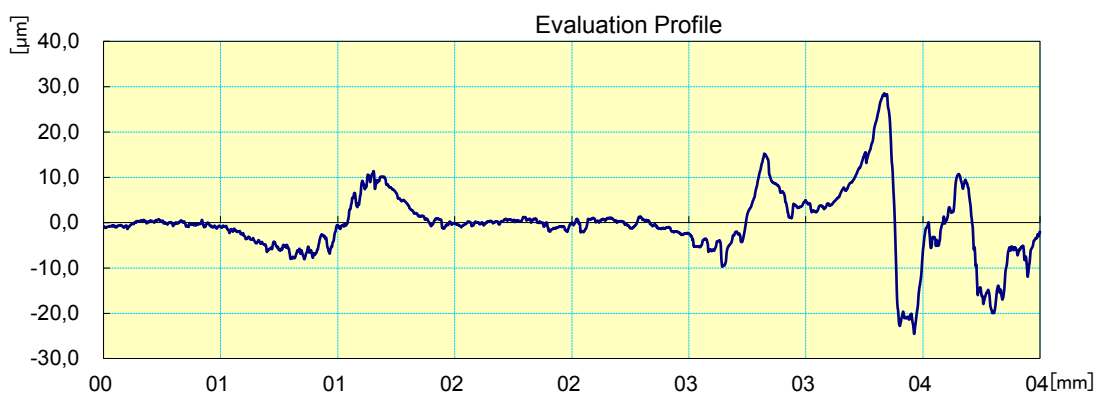
Grafik pengujian ke kasaran



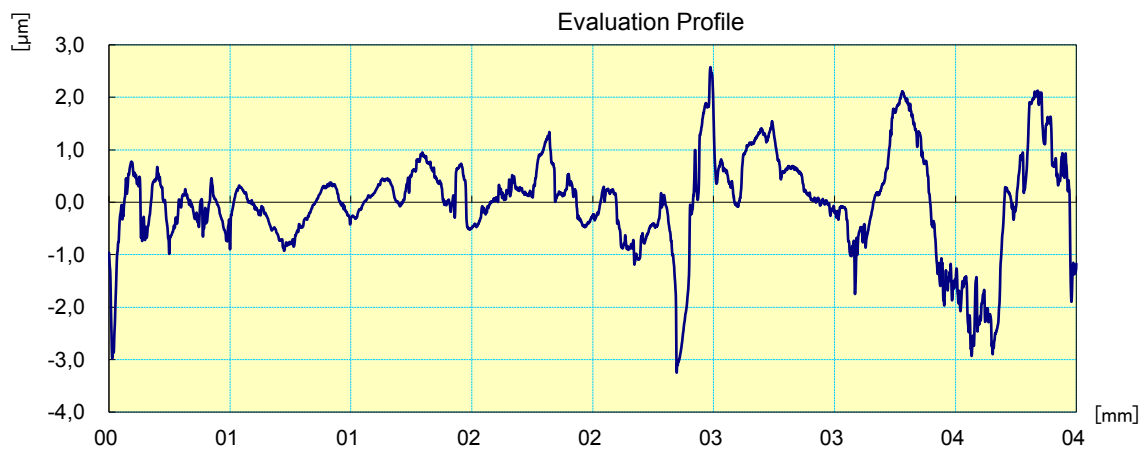
Gambar 1. Arus 6 kA dan waktu 4 siklus



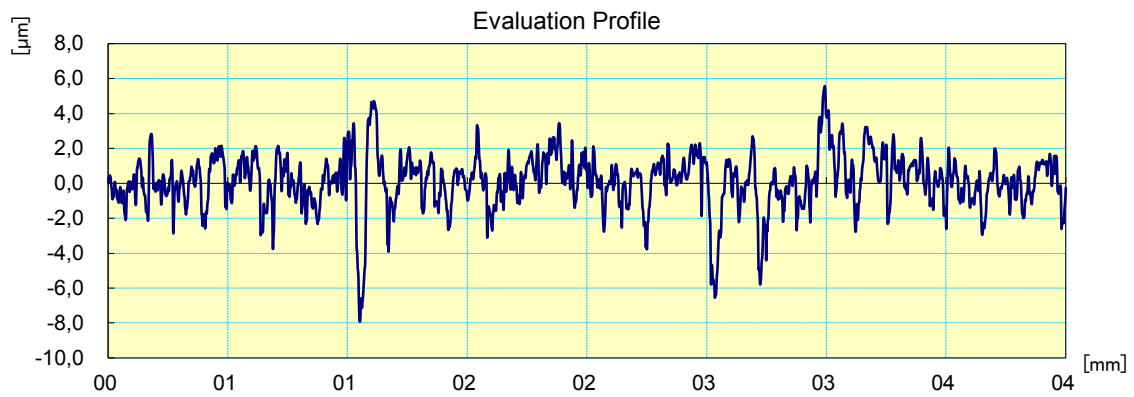
Gambar 2. Arus 6 kA dan waktu 6 siklus



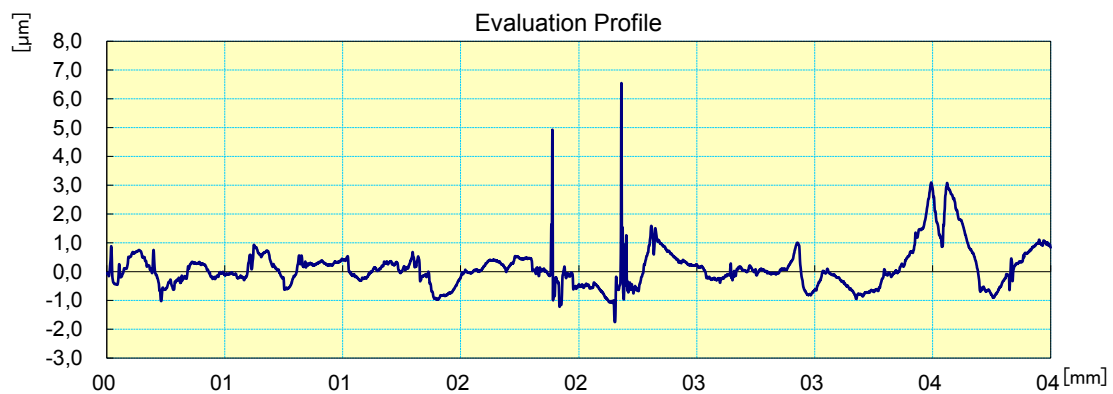
Gambar 3. Arus 6 kA dan waktu 8 siklus



Gambar 4. Arus 7 kA dan waktu 4 siklus



Gambar 5. Arus 7 kA dan waktu 6 siklus



Gambar 6. Arus 7 kA dan waktu 8 siklus

Pembahasan

Pada gambar 1,2 dan 3 memeprihatkan dengan arus 6 kA dan Variasi waktu 4,6 dan 8 terlihat bahwa semakin tinggi arus maka ke kasaran permukaanya semakin kasar. Pada gambar 4,5 dan 6 memeprihatkan dengan arus 7 kA dan Variasi waktu 4,6 dan 8 terlihat bahwa semakin tinggi arus maka ke kasaran permukaanya semakin kasar.

KESIMPULAN

Pengaruh parameter pengelasan berbanding lurus dengan ke kasaran permukaan, semakin tinggi arus maka semakin kasar permukaan pengelasan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada direktur dan jajaranya yang mendanai penelitian ini, serta teman-teman yang memberi sumbangsi pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Chen, W. Xue, Y. Jia, S. Shen, and G. Liu, "Microstructure and mechanical property of WC-10Co/RM80 steel dissimilar resistance spot welding joint," *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 776, no. January, p. 139008, 2020, doi: 10.1016/j.msea.2020.139008.
- [2] A.Amin, "Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Sambungan Las Titik (Spot Welding) Logam Dissimilar Stainless Steel Dan Baja Karbon Rendah," *J. Tek. Mesin, Politek. Kota Baru, Kalimantan Selatan.*, vol. 02, no. 02, pp. 63–67, 2017, [Online]. Available: file:///C:/Users/lenovo/Downloads/853-1680-1-SM.pdf.
- [3] S. H. Mousavi Anijdan, M. Sabzi, M. Ghobeiti-Hasab, and A. Roshan-Ghiyas, "Optimization of spot welding process parameters in dissimilar joint of dual phase steel DP600 and AISI 304 stainless steel to achieve the highest level of shear-tensile strength," *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 726, no. April, pp. 120–125, 2018, doi: 10.1016/j.msea.2018.04.072.

PERANCANGAN DAN KONSTRUKSI MESIN EKSTRUSI SAMPAH PLASTIK JENIS POLYPROPYLENE DAN POLYETHYLENE TEREPHTHALATE BERBASIS OTOMASI

Muhammad Luthfi Sonjaya¹, Mutmainnah², Muh. Farid Hidayat³

¹³ Teknik Manufaktur Industri Agro, Politeknik ATI Makassar

² Otomasi Sistem Permesinan, Politeknik ATI Makassar

**mluthfi.sonjaya@atim.ac.id¹, mutmainnah@atim.ac.id²,
faridhidayat006@gmail.com³**

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh jumlah sampah plastik yang semakin meningkat, desain mesin ekstrusi yang lebih efisien dan pemanfaatan otomasi pada mesin ekstrusi. Fokus penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan mesin ekstrusi sampah plastik membentuk filamen dimana mesin berbasis otomasi. Jenis plastik yang diteliti ialah gelas plastik (polypropylene) dan botol plastik (polyethylene terephthalate). Proses penelitian ini dimulai dengan perancangan, analisis kebutuhan, pembuatan mesin, pemograman, dan uji fungsi mesin. Sistem otomasi yang digunakan ialah menggunakan aplikasi android dengan menghubungkan bluetooth ke smartphone. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa suhu optimal yang didapatkan dalam mengekstrusi gelas plastik (polypropylene) ialah 190°C dan botol plastik yang dicampur dengan gelas plastik (polyethylene terephthalate dan polypropylene) ialah 190°C. Selain itu, waktu yang dibutuhkan dalam proses ekstrusi ialah 31 menit 19 detik untuk polypropylene dan 31 menit 23 detik untuk polyethylene terephthalate dan polypropylene.

Kata kunci: Mesin ekstrusi, sampah plastik, polypropylene, polyethylene terephthalate, barrel.

ABSTRACT

This research was occurred due to the increasing amount of plastic waste, the efficiency of extrusion machine designs, and the use of automation in extrusion machines. The focus of this research was to design and develop a plastic waste extrusion machine which was an automation-based machine to make filaments. The types of plastic studied were plastic cups (polypropylene) and plastic bottles (polyethylene terephthalate). The research process begun with designing needs analysis, manufacturing machine, programming and testing machine function. The automation system used was an android application by connecting Bluetooth to a smartphone. From the research results, it was found that the optimal temperature obtained in extruding plastic cups was a plastic glass (polypropylene) was 190 °C and a plastic bottle that was mixed to plastic cups (polyethylene terephthalate and polypropylene) was 190 °C. In addition, the time needed in the extrusion process was 31 minutes 19 seconds for polypropylene and 31 minutes 2 seconds for polyethylene terephthalate and polypropylene.

Keywords: Extrusion machine, plastic waste, polypropylene, polyethylene terephthalate, barrel.

PENDAHULUAN

Plastik saat ini merupakan salah satu isu lingkungan yang sangat diperhatikan oleh setiap negara di dunia. Hal ini dikarenakan plastik yang sudah tidak digunakan termasuk kategori polusi lingkungan yang bisa mengakibatkan bencana dan kepunahan. Sumber efek negatif dari plastik ialah toxic yang tersedia pada plastik itu sendiri [1]. Efek tersebut tentunya akan mempengaruhi keadaan lingkungan, manusia dan biota laut.

Berdasarkan laporan penelitian yang ditulis oleh College of Engineering, University of Georgia (UGA), USA, bahwa sekitar 275 juta ton sampah plastik dihasilkan di 192 negara pesisir pada tahun 2010 yang mana dari 4,8 hingga 12,7 juta ton sampah plastik memasuki area lautan [2]. Dari penelitian tersebut, Indonesia merupakan negara terbesar kedua setelah China yang menghasilkan sampah plastik. Jumlah sampah plastik yang tak dikelola dengan baik oleh Indonesia diprediksi oleh UGA ialah

3,22 juta ton. Data lain yaitu bahwa sekitar 0,48 hingga 1,29 juta ton dari sampah plastik diduga mencemari lautan. Sampah plastik saat ini banyak ditemukan di daerah lautan. Hal ini dikarenakan sampah plastik yang umumnya dari daratan masuk menuju lautan. Sampah plastik tersebut menuju lautan melalui drainase atau sungai-sungai sekitar lautan. Menurut data yang disusun oleh The Ocean Cleanup Foundation, Belanda, bahwa sampah plastik menyebar ke lautan melalui sungai sekitar 1,15 hingga 2,41 juta ton setiap tahunnya [3]. Umumnya 20 sungai yang terkena polusi merupakan sungai-sungai yang berlokasi di Asia.

Dampak yang bisa ditimbulkan oleh keberadaan sampah plastik ialah pencemaran lingkungan karena polusi plastik bisa bertahan hingga bertahun-tahun lamanya [4]. Selain itu sampah plastik juga akan mengganggu makhluk hidup baik di darat maupun di lautan. Ketika sampah plastik tertimbun maka akan mencemari tanah dan air tanah, kemudian ketika sampah plastik di lautan akan mencemari air laut beserta menghancurkan rantai makanan makhluk hidup laut. Lebih lanjut, ketika sampah plastik dibakar maka akan menghasilkan gas yang akan mencemari udara dan membahayakan pernapasan manusia.

Namun, hingga saat ini penanganan sampah plastik belum terlalu diperhatikan oleh beberapa industri manufaktur dalam memproduksi barang. Karena para pelaku industri manufaktur tidak menempatkan fokus utama pada isu lingkungan. Selain itu, beberapa industri hanya menggunakan plastik sebagai bahan dalam produksi tanpa memikirkan untuk mendaur ulang (recycling) menjadi produk baru. Hal tersebut mengakibatkan tidak adanya penanganan sampah plastik dari industri itu sendiri, padahal tingkat produksi sampah plastik di dunia terus meningkat hingga sekitar 381 juta ton di tahun 2015 [5].

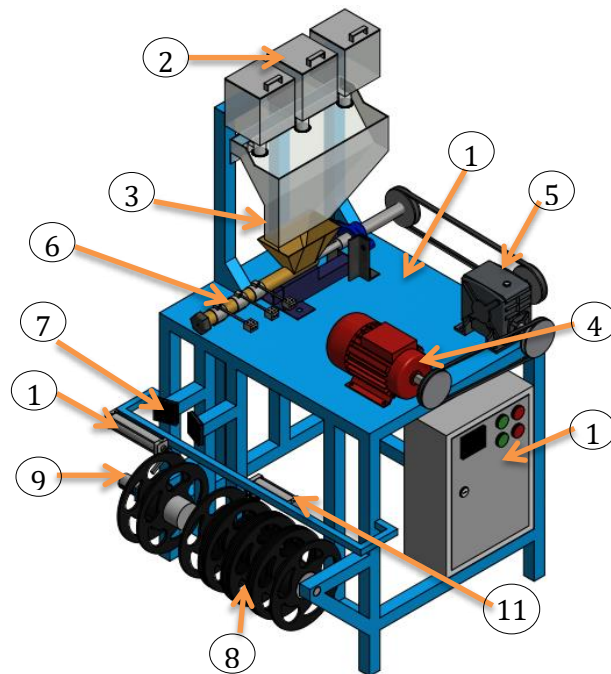
Untuk mengurangi sampah plastik tersebut, para peneliti mulai berinovasi melalui mesin ekstrusi sampah plastik. Bhavesh Variya dkk. Telah merancang mesin ekstrusi plastik yang akan digunakan untuk mendaur ulang plastik [6]. Proses inti dalam mengekstrusi plastik ialah pemanasan plastik. Suhu saat pemanasan plastik bisa diatur berdasarkan sensor yang digunakan pada mesin. Jialin Xu dkk. meneliti tentang pengaturan temperatur pada pemanas ekstrusi plastik berdasarkan simulasi [7]. Sehingga, sebuah mesin untuk mengekstrusi sampah plastik merupakan solusi terbaik untuk mengurangi keberadaan sampah plastik saat ini. Adapun tujuan dari penelitian ini ialah membuat mesin ekstrusi sampah plastik berbasis otomasi. Dimana jenis plastik yang diteliti ialah polypropylene (PP) dan polyethylene terephthalate (PET). Adapun keluaran dari mesin ekstrusi ini ialah berbentuk filamen pintalan tali.

METODE PENELITIAN

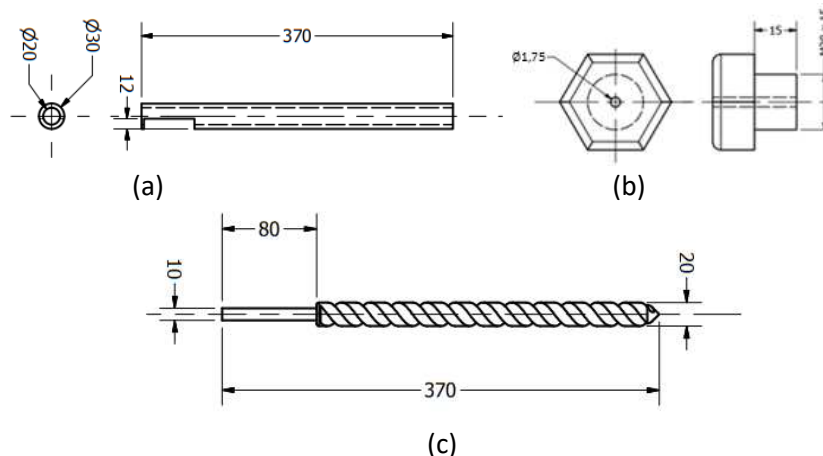
Proses perancangan mesin pada penelitian ini menggunakan *software Autodesk Inventor*. Dimulai dari menganalisis komponen yang digunakan seperti; (1) rangka, (2) tempat penampungan cacahan sampah plastik, (3) *hopper*, (4) motor AC, (5) *gearbox*, (6) barrel, (7) kipas, (8) gulungan filamen, (9) motor DC, (10) silinder pneumatik 1, (11) silinder pneumatik 2, dan (12) *panel box*.

Komponen utama dari mesin ekstrusi ini ialah barrel. Fungsi dari barrel merupakan wadah pada saat proses ekstrusi berlangsung. Terdapat beberapa komponen pada barrel seperti heater yang berfungsi untuk memanaskan cacahan plastik, lead screw sebagai pengantar lelehan plastik dan nozzle sebagai pencetak filamen hasil ekstrusi. Untuk nozzle terdapat lubang dibagian tengah. Ada dua ukuran lubang yang bisa digunakan yaitu 1.75 mm dan 3 mm.

Peralatan yang digunakan dalam proses manufaktur mesin ialah mesin-mesin produksi, mesin las listrik, alat-alat elektronika, alat bantu mekanik (obeng, tang, kunci pas dan kunci L), alat ukur (varnier caliper, mistar baja, dan multimeter). Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan mesin seperti besi pejal, besi plat, besi hollow, bearing, transmisi pulley-belt, dan akrilik. Selain itu, untuk bahan elektronik yang digunakan ialah motor AC kapasitas ¼ HP dan putaran 1400 Rpm yang digunakan untuk menghantarkan lelehan plastik, motor DC dengan kapasitas 75 Rpm digunakan untuk memutar gulungan filamen dan motor servo digunakan sebagai pembuka saluran cacahan plastik pada tempat penampungan juga sebagai pencekam gulungan filamen (gripper). Bahan elektronik lainnya seperti silinder pneumatik double acting dengan panjang stroke 250 mm, band heater dengan maksimum suhu hingga 500°C per heater, thermocouple, thermostat, proximity, dan Arduino uno sebagai pengontrol motor dan sensor-sensor yang digunakan. Selain itu, konsep mesin ini ialah menggunakan aplikasi android sebagai media pengatur mesin dengan memanfaatkan penghubung module bluetooth HC-05 ke smartphone.

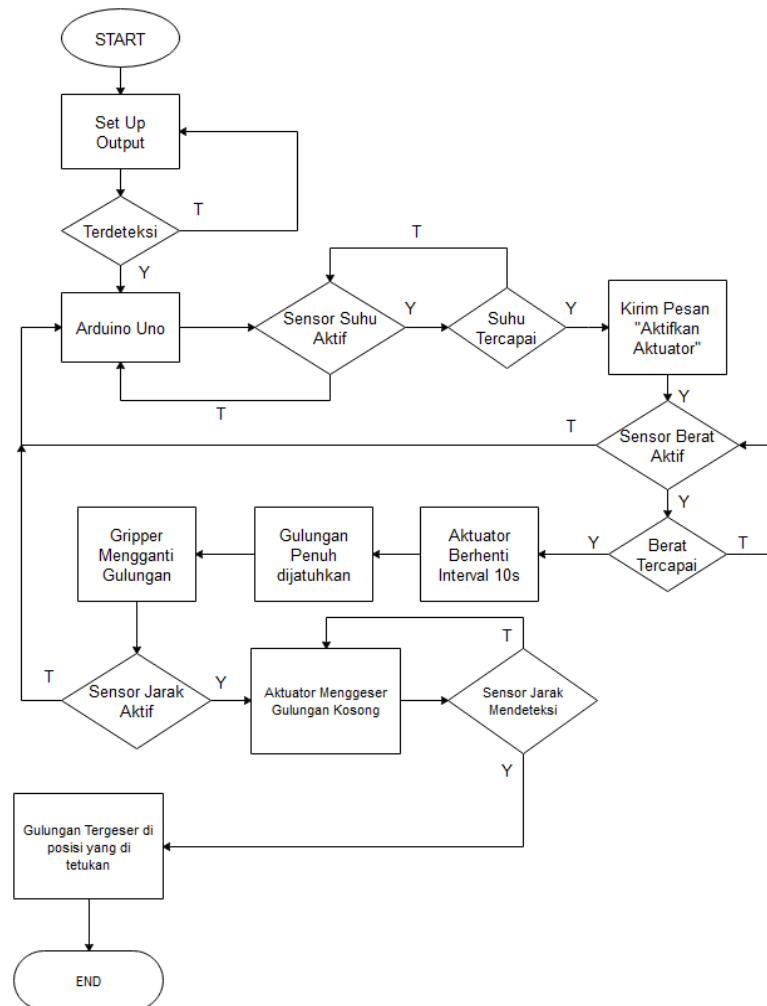


Gambar 1. Desain mesin ekstrusi sampah plastik otomatis



Gambar 2. Desain (a) barrel, (b) nozzle, dan (c) lead screw

Tahapan dalam mengoperasikan mesin ekstrusi otomatis ini ialah; (1) *set up* mesin di aplikasi android yang dihubungkan dengan *bluetooth*, (2) Ketika perintah telah diterima mikrokontroler, mesin ekstrusi aktif dan *band heater* memulai memanasi *barrel* hingga suhu yang diatur pada *set up* sebelumnya (3) *Thermocouple* berfungsi untuk mengukur suhu yang dikontrol oleh *thermostat* (4) Ketika nilai suhu di *thermostat* telah tercapai sesuai dengan yang diatur maka motor AC mulai aktif *ON* (5) Ketika nilai suhu di *thermostat* telah tercapai sesuai dengan yang diatur, maka pada saat itu juga jenis cacahan sampah plastik yang akan digunakan masuk kedalam *hopper* (6) Ketika motor *ON*, *lead screw* berputar yang berfungsi untuk mengantar lelehan plastik (7) Cacahan plastik mulai dipanasi oleh *band heater*, lalu lelehan sampah plastik diantarkan ke *nozzle* oleh *lead screw* (8) Lelehan sampah plastik keluar dari *nozzle* membentuk filamen, kemudian diberikan proses pendinginan dengan menggunakan *fan* (9) Menggulung filamen yang sudah terektrusi yang diputar oleh motor DC (10) Ketika motor DC pemutar gulungan berhenti sesuai waktu, selanjutnya gulungan filamen yang sudah terisi diganti dengan gulungan filamen yang kosong menggunakan sistem *arm sliding robot*. Pada sistem ini menggunakan 2 pneumatik, 1 *gripper robot*, 1 motor DC, dan 1 sensor *ultrasonic* dimana langkah-langkahnya sebagai berikut; Pneumatik 1 mendorong gulungan filamen yang sudah terisi kemudian jatuh dan siap di *packaging*. Selanjutnya, *gripper robot* menjepit gulungan yang masih kosong kemudian mengantarkan gulungan tersebut menuju posisi pengisian filamen. Ketika pneumatik 2 telah kembali menutup, maka motor DC yang terletak di gulungan *stock* mendorong gulungan hingga sensor *ultrasonic* terbaca.



Gambar 3. Algoritma mesin ekstrusi otomatis

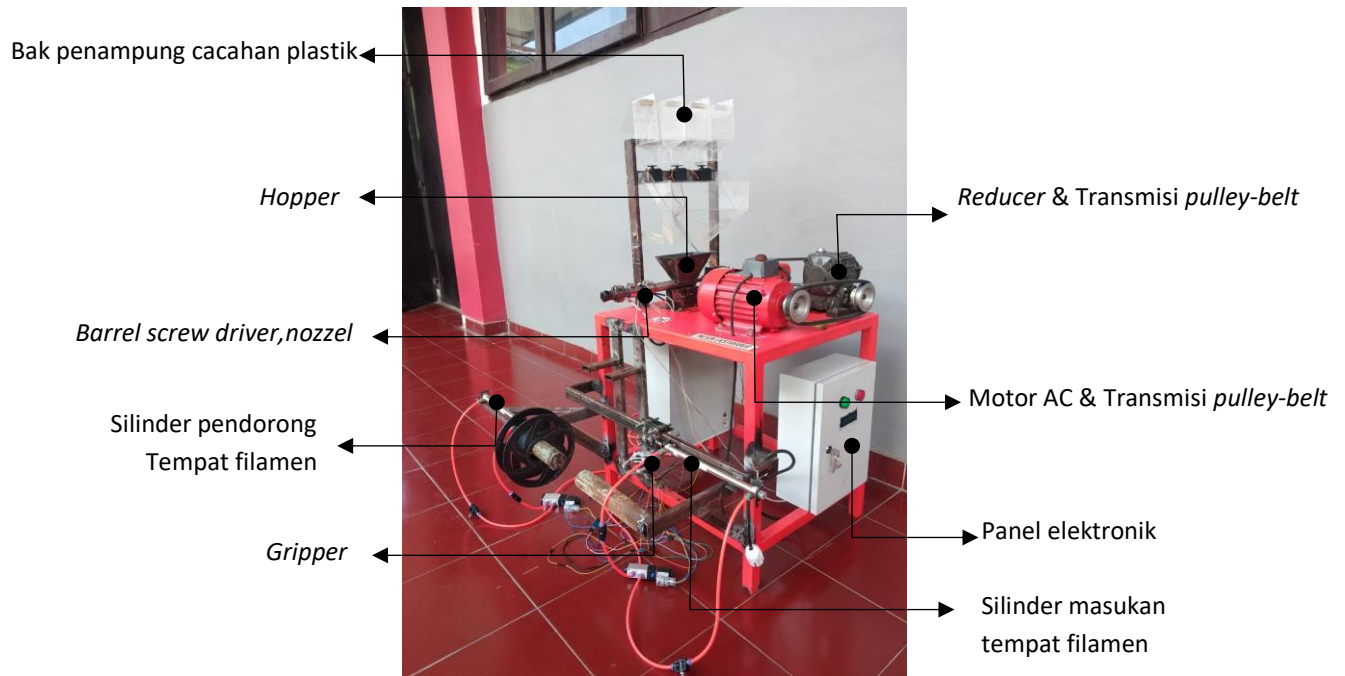
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan

Konstruksi Mesin

Proses penggabungan (*assembly*) setiap komponen menggunakan metode pengelasan SMAW dan metode mur baut. Komponen pertama yang digabungkan ialah barrel yang di las dengan dudukannya. Dimanaudukan barrel dibuat lubang untuk menyambungkan *barrel* dan dudukannya ke rangka. Setelah itu dipasangkan *screw* didalam barrel.

Proses penggabungan komponen ke rangka menggunakan metode mur baut. Beberapa komponen yang digabungkan ialah *barrel* dan dudukannya, *bearing*, motor listrik, dan *gearbox*. Setelah menempatkan komponen-komponen tersebut diatas rangka, dilakukan pemasangan *pulley* pada komponen motor listrik, *gearbox* dan pada poros *screw*. Kemudian dilakukan pemasangan *belt* dengan memperhatikan *alignment* dari sisi *pulley*.



Gambar 4. Mesin ekstrusi otomatis

Elektronik dan Kontrol

Sistem otomasi pada penelitian ini terbagi menjadi 2 jenis yaitu proses ekstrusi dan proses penanganan filamen hasil ekstrusi (*handling*). Pada proses ekstrusi, komponen yang dikendalikan ialah 3 buah motor servo, motor AC, LCD 16x2, *relay 2 ch*, dan 3 buah *heater*. Adapun kendali utama ialah Arduino uno AT Mega 2560. Kemudian input yang digunakan ialah *thermocouple* dan *module bluetooth HC-05* yang akan terkoneksi dengan *MIT APP inventor*. Sedangkan pada proses penanganan filamen, komponen yang digunakan ialah motor servo, 2 buah katup 5/2, 2 buah silinder 250 mm, motor DC, relay 220 V dan *gripper*. Adapun kendali utama untuk pengontrolan ialah Arduino uno AT Mega 2560 dan input yang digunakan ialah sensor *infrared* dan *push button* yang terkoneksi dengan *relay*.



Gambar 5. Tampilan aplikasi di android

Aplikasi *MIT Inventor* berfungsi untuk menciptakan sistem kontrol berbasis android. Aplikasi tersebut dikembangkan oleh *Massachusetts Institute of Technology* dan dapat diakses melalui web. Desain aplikasi yang dibuat menampilkan *button motor extruder*, *button* yang terkoneksi dengan *bluetooth*, *set waktu*, *reset waktu*, tampilan waktu tunda, *set suhu*, pembacaan suhu *heater*, dan tombol katup penampungan cacahan plastik. Untuk

menghubungkan aplikasi android dengan mikrokontroler digunakan *module bluetooth HC-05*. Fungsi dari *bluetooth HC-05* ialah mengirim informasi secara serial ke mikrokontroler.

Pengujian mesin telah dilakukan dengan menghitung waktu rata-rata yang dibutuhkan selama pengoperasian. Adapun waktu yang dibutuhkan untuk memanasi *barrel* ialah pada tabel 1. Selain itu, fungsi motor servo, motor AC dan *band heater* beroperasi secara normal saat pengujian. Selama pengujian, total waktu selama ekstrusi ialah 20 menit. Sedangkan berat cacahan plastik yang digunakan ialah tergantung dari total waktu ekstrusi

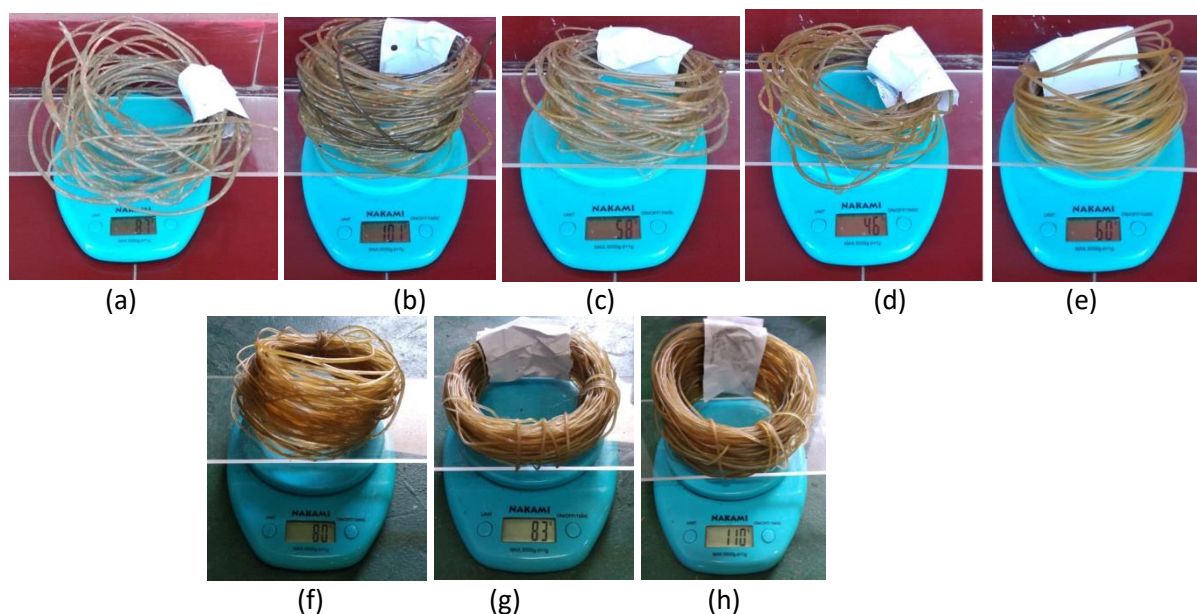
Tabel 1. Waktu pemanasan barrel

No	Temperatur (°C)	Waktu (Menit)	Range konstan suhu
1	150	6,34	147,50 – 156,00
2	160	7,00	155 – 167,50
3	170	7,30	164 – 179
4	180	8,37	176,50 – 186,25
5	190	10,9	183 – 192
6	200	10,48	193,25 – 208,25
7	210	11,10	206,25 – 215
8	220	13,13	216,50 – 224,75

Hasil Ekstrusi

Proses pengambilan data dilakukan pada dua jenis plastik sebagai bahan yaitu cacahan gelas plastik (PP) dan cacahan botol plastik (PET). Setiap jenis plastik tersebut disimpan terpisah di bak penyimpanan cacahan. Beberapa alat yang digunakan dalam pengambilan data ialah; mesin ekstrusi dengan *nozzle* 3 mm, stopwatch, timbangan digital 5 kg, dan varnier caliper digital.

Pada Gambar 6 terlihat perbandingan hasil ekstrusi gelas plastik berbentuk filamen. Percobaan dilakukan dengan membandingkan suhu panas *barrel* dalam melelehkan cacahan plastik yaitu dari suhu 150°C hingga 220°C. Dari visual terlihat bahwa suhu 190°C memiliki bentuk filamen yang sempurna. Berbeda halnya dengan suhu 150°C hingga 180°C yang mana memiliki bercak putih yang menandakan plastik tidak terleleh secara sempurna. Namun untuk filamen tersktrusi suhu 200°C hingga 220°C memiliki struktur tidak lurus sebaik 190°C.



Gambar 6. Hasil ekstrusi cacahan gelas plastik dengan *nozzle* 3mm suhu (a) 150°C, (b) 160°C, (c) 170°C, (d) 180°C, (e) 190°C, (f) 200°C, (g) 210°C, (h) 220°C

Tabel 2. Data hasil ekstrusi cacahan gelas plastik (PP)

No	Suhu (°C)	Waktu filamen ketika keluar dari <i>nozzle</i> (Menit)	Hasil lelehan			Total waktu (Menit)	Berat (gram)
			Padat (Ya/Tidak)	Berkelanjutan (Ya/Tidak)	Tekstur (Lurus/Tidak lurus)		
1	150	2,45	Ya	Ya	Lurus	30	87
2	160	2,43	Ya	Ya	Lurus	30	101
3	170	2,40	Ya	Ya	Lurus	20	57
4	180	2,28	Ya	Ya	Lurus	20	46
5	190	1,10	Ya	Ya	Lurus	20	60
6	200	1,25	Ya	Ya	Tidak	20	80
7	210	1,08	Ya	Ya	Tidak	20	83
8	220	1,08	Ya	Ya	Tidak	20	110

Pada Tabel 2 terlihat data hasil ekstrusi gelas plastik dengan pengaturan variasi suhu. Semua suhu yang diatur dari 150° hingga 220° bisa melelehkan cacahan gelas plastik. Adapun waktu ekstrusi tercepat ialah 220° dan paling lama ialah 150°. Pada pengambilan data dihitung pula berat hasil ekstrusi gelas plastik. Dari data tersebut bisa diambil patokan berapa berat cacahan gelas plastik yang dibutuhkan saat akan mengekstrusi.

Tabel 3. Ukuran diameter filamen gelas plastic

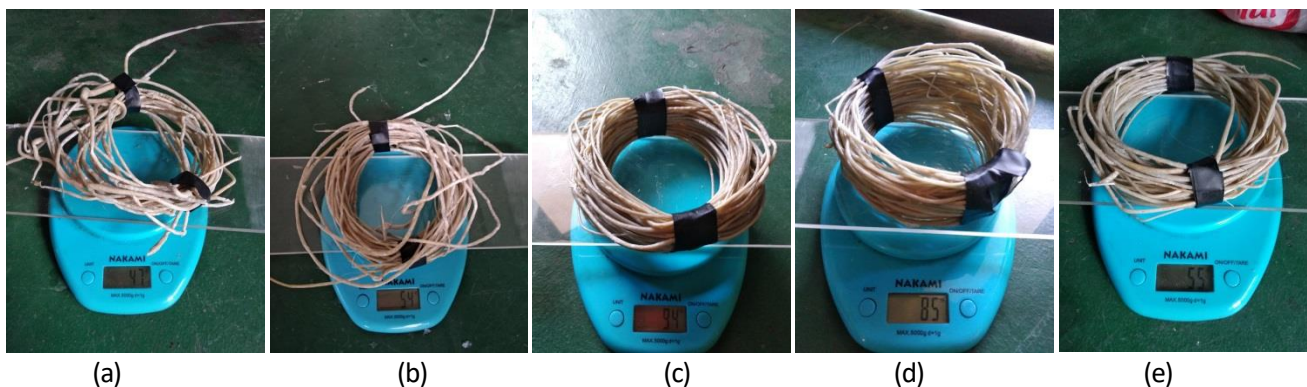
No	Suhu (°C)	Percobaan (Kali)	Diameter filamen padat (mm)	
			Nilai	Rata-rata
1	150	1	3,78	3,73
		2	4,10	
		3	3,31	
2	160	1	3,05	2,76
		2	2,35	
		3	2,90	
3	170	1	3,06	2,74
		2	2,90	
		3	2,28	
4	180	1	2,26	2,69
		2	2,88	
		3	2,94	
5	190	1	2,53	2,57
		2	2,81	
		3	2,38	
6	200	1	2,35	2,38
		2	2,12	
		3	2,67	
7	210	1	1,42	1,85
		2	2,16	
		3	1,99	
8	220	1	2,46	2,68
		2	2,85	
		3	2,75	

Pada tabel 3 terlihat ukuran diameter hasil ekstrusi gelas plastik. Adapun ukuran *nozzel* sebagai pencetak yang digunakan ialah 3 mm. sehingga hasil ekstrusi tidak boleh lebih dari 3 mm dan kurang dari 2,5 mm. Proses

pengukuran filamen menggunakan *varnier caliper* digital merek Mitutoyo toleransi 0,05 mm. Alat ukur ini digunakan agar mendapatkan nilai yang akurat. Hasil pengukuran didapatkan bahwa suhu 160°C, 170°C, 180°C dan 190°C memiliki diameter filamen kisaran 2,5 mm hingga 3 mm. Sedangkan suhu 150°C memiliki diameter filamen 3,73 mm yang melebihi diameter *nozzel*. Selain itu 200°C, 210°C, dan 220°C memiliki ukuran filamen yang sangat kurang dari ukuran *nozzel*.

Pada gambar 7 terlihat perbandingan hasil ekstrusi dari perbandingan antara botol plastik (PET) dan gelas plastik (PP) berbentuk filamen. Percobaan penggabungan antara PET dan PP dilakukan karena botol plastik berbahan dasar PET tidak membentuk filamen padat saat diekstrusi. Berbeda halnya dengan gelas plastik PP yang memiliki struktur padat ketika dibentuk menjadi filamen. Adapun perbandingan penggabungan ialah 65% gelas plastik PP dan 35% botol plastik PET. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan suhu panas *barrel* dalam melelehkan cacahan plastik yaitu dari suhu 150°C hingga 220°C. Dari visual terlihat bahwa suhu 190°C memiliki bentuk filamen yang lebih sempurna dibandingkan dengan filamen yang lain. Namun untuk suhu 150°, 160°C, dan 220°C tidak mengeluarkan filamen sama sekali. Berbeda halnya dengan suhu 170°C dan 180°C yang mana memiliki bentuk yang tidak beraturan yang menandakan plastik tidak terleleh secara sempurna. Namun untuk filamen teresktrusi suhu 200°C dan 210°C memiliki struktur tidak lurus sebaik 190°C.

Pada Tabel 4 terlihat data hasil ekstrusi pencampuran antara botol plastik dan gelas plastik dengan pengaturan variasi suhu. Dari suhu yang diatur dari 170°C hingga 210°C bisa melelehkan cacahan gelas plastik. Namun untuk suhu 220°C terlalu cair sehingga menghasilkan lelehan yang tidak berkelanjutan. Sedangkan untuk 150°C dan 160°C tidak mengeluarkan lelehan plastik sama sekali. Pada pengambilan data dihitung pula berat hasil ekstrusi gelas plastik. Dari data tersebut bisa diambil patokan berapa berat cacahan gelas plastik yang dibutuhkan saat akan mengekstrusi.



Gambar 7. Hasil ekstrusi cacahan botol plastik dan gelas plastik dengan nozzel 3 mm suhu (a) 170°, (b) 180°, (c) 190°, (d) 200°, (e) 210°

Tabel 4. Data hasil ekstrusi cacahan gabungan botol plastik dan gelas plastik (PET dan PP)

No	Suhu (°C)	Waktu filamen ketika keluar dari nozzle (Menit)	Hasil lelehan			Total waktu (Menit)	Berat (gram)
			Padat (Ya/Tidak)	Berkelanjutan (Ya/Tidak)	Tekstur Lurus/ Tidak lurus)		
1	150						
2	160						
3	170	1,31	Ya	Ya	Lurus	20	47
4	180	1,22	Ya	Ya	Lurus	20	54
5	190	1,14	Ya	Ya	Lurus	20	94
6	200	0,59	Ya	Ya	Tidak	20	85
7	210	1,10	Ya	Ya	Tidak	20	55
8	220	1,06	Tidak	Tidak	Tidak		

Pada Tabel 5 terlihat ukuran diameter hasil ekstrusi penggabungan PET dan PP. Adapun ukuran *nozzel* sebagai pencetak yang digunakan ialah 3 mm. Sehingga hasil ekstrusi tidak boleh lebih dari 3 mm dan kurang dari 2,5 mm. Proses pengukuran filamen menggunakan *varnier caliper* digital merek Mitutoyo toleransi 0,05 mm. Alat ukur ini

digunakan agar mendapatkan nilai yang akurat. Hasil pengukuran didapatkan bahwa suhu 170°C hingga 210°C memiliki diameter filamen kisaran 2,5 mm hingga 3 mm. Namun, untuk suhu 170°C dan 180°C memiliki bagian diameter yang diatas 3 mm. selain itu, untuk suhu 220°C terdapat bagian diameter filamen yang dibawah 2,5 mm. hal tersebut membuat permukaan filamen tidak terlalu rata. Berbeda halnya dengan suhu 190°C dan 200°C yang memiliki range diameter 2,5 mm hingga 3 mm.

Tabel 5. Ukuran diameter filamen gabungan botol plastik dan gelas plastik (PET dan PP)

No	Suhu (°C)	Percobaan (Kali)	Diameter filamen padat (mm)	
			Nilai	Rata-rata
1	170	1	3,04	2,66
		2	3,40	
		3	2,55	
2	180	1	2,10	2,51
		2	3,30	
		3	2,13	
3	190	1	2,68	2,64
		2	2,73	
		3	2,52	
4	200	1	2,50	2,63
		2	2,74	
		3	2,66	
5	210	1	2,44	2,59
		2	2,80	
		3	2,55	

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, perancangan dan pembuatan mesin ekstrusi otomatis untuk cacahan sampah plastik jenis polyethylene terephthalate (PET) dan polypropylene (PP) telah dilakukan. Dari pengujian didapatkan suhu optimal untuk mengekstrusi plastik PP ialah 190°C dan untuk mengekstrusi plastik PET dicampur dengan PP dengan perbandingan 35:65 ialah 190°C. Selain itu, total waktu yang dibutuhkan untuk mengekstrusi plastik PP pada saat pengujian ialah 31 menit 19 detik dan untuk plastik PET dicampur PP ialah 31 menit 23 detik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Industri (BPSDMI) Kementerian Perindustrian Republik Indonesia atas bantuan biaya melalui program SPIRIT 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Okunola A, O. Kehinde I, A. Oluwaseun, dan A. Olufiropo E, "Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal: A Review," *J. Toxicol. Risk Assess.*, vol. 5, no. 2, 2019.
- [2] J. R. Jambeck, Q. Ji, Y.-G. Zhang, D. Liu, D. M. Grossnickle, dan Z.-X. Luo, "Plastic waste inputs from land into the ocean," *Science (80-.)*, vol. 347, no. 6223, hal. 764–768, 2015.
- [3] L. C. M. Lebreton, J. Van Der Zwet, J. W. Damsteeg, B. Slat, A. Andrady, dan J. Reisser, "River plastic emissions to the world's oceans," *Nat. Commun.*, vol. 8, hal. 1–10, 2017.
- [4] N. Karuniastuti, "Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan dan Lingkungan," *Forum Teknol.*, vol. 03, no. 1, 2013.
- [5] R. Geyer, J. R. Jambeck, dan K. L. Law, "Production , use , and fate of all plastics ever made," no. July, hal. 25–29, 2017.
- [6] L. B. Variya, M. Bhavik, P. Harshil, P. Jenish, dan G. Hardik, "Plastic Extruder Machine," vol. V, no. 02, hal. 53–54, 2018.
- [7] J. Xu, G. Zuo, J. Chen, dan M. Wan, "A rapid control prototyping system design for temperature control of plastic extruder based on labview," in *2011 International Conference on Electronics, Communications and Control, ICECC 2011 - Proceedings*, 2011

Bidang: Teknik Kimia Mineral

Topik: Rekayasa dan Perancangan Proses Teknik Kimia

PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN KOH DALAM PEMBUATAN TAWAS DARI LIMBAH SERBUK ALUMINIUM DARI INDUSTRI PEMOTONGAN LOGAM

Flaviana Yohanala P.T.¹, Muhammad Habib Ikramullah², dan Sariwahyuni³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar

flaviana.yohanala@atim.ac.id¹, habibikramullah@gmail.com²,

srwahyuni4@gmail.com³

ABSTRAK

Industri pemotongan logam merupakan salah satu industri yang banyak terdapat di Makassar. Salah satu produk utama perusahaan tersebut adalah hollow. Pada proses pembuatan hollow tersebut dihasilkan limbah serbuk aluminium yang hanya dibuang. Limbah aluminium tersebut dapat dimanfaatkan salah satunya untuk membuat tawas. Penelitian ini bertujuan untuk memastikan potensi pemanfaatan limbah serbuk aluminium dalam pembuatan tawas dan mengetahui konsentrasi larutan KOH optimal yang dapat digunakan dalam pembentukan tawas tersebut. Metode yang dilakukan meliputi preparasi sampel, pembuatan tawas dan pengujian tawas. Dalam pembuatan tawas, dilakukan pelarutan aluminium dengan KOH dengan variabel konsentrasi 10%, 20%, dan 30%. Setelah itu direaksikan dengan H₂SO₄ dan dikristalisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah serbuk aluminium yang berasal dari industri pemotongan logam berpotensi untuk dimanfaatkan dalam pembuatan tawas. Dimana diperoleh bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH semakin banyak bobot tawas yang dihasilkan. Bobot tawas tertinggi diperoleh dengan menggunakan limbah serbuk aluminium sebanyak 2 gram dan konsentrasi larutan KOH 30% menghasilkan tawas sebanyak 21,90 gram. Tawas yang dihasilkan tersebut kemudian diuji kemampuannya untuk menjernihkan air sungai dan larutan KMnO₄. Pada pengujian tersebut terlihat adanya perubahan warna menjadi jernih dan terbentuknya flok.

Kata kunci: Limbah, serbuk aluminium, tawas, KOH, penjernihan.

ABSTRACT

The metal cutting industry is one of the many industries found in Makassar. One of the company's main products is hollow. In the hollow-making process, aluminum powder waste is produced which is only thrown away. One of the ways to use this aluminum waste is to make alum. This study aims to ensure the utilization of aluminum powder waste produced in the manufacture of alum and to determine the optimal KOH concentration that can be used in the formation of alum. The method used includes sample preparation, alum manufacture and alum testing. In the preparation of alum, a variable concentration of KOH solutions was used 10%, 20%, and 30%. The results showed that the aluminum powder waste has the potential to be used in the manufacture of alum. Where it is found that the higher the KOH concentration the more alum weight is produced. The highest weight of alum was obtained using aluminum powder waste as much as 2 grams and a concentration of 30% KOH solution to produce alum as much as 21.90 grams. The alum produced is then tested for its ability to purify river water and KMnO₄ solution. In this test, it was seen that there was a change in color to become clear and the formation of flocs.

Keywords: Waste, aluminum powder, alum, KOH, purification.

PENDAHULUAN

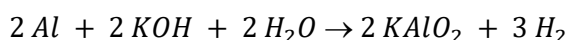
Industri pemotongan logam merupakan salah satu industri yang banyak terdapat di Makassar. Salah satu produk utama perusahaan tersebut adalah *hollow*. *Hollow* diproduksi dengan memasukkan lembaran *coil* kedalam alat pembentuk

gelombang. Pada proses pembentukan tersebut dihasilkan limbah padat dalam bentuk serbuk yang menumpuk dibawah alat. Limbah serbuk yang dihasilkan mengandung komposisi 55% aluminium, 43,5% besi, dan 1,5% silikon.

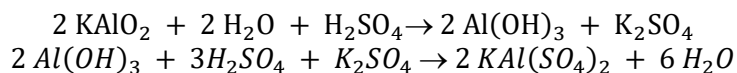
Serbuk yang menumpuk di dalam alat dapat mengganggu proses jika tidak di bersihkan. Selama ini limbah tersebut belum dimanfaatkan dan hanya dibuang saja sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Penguraian aluminium di dalam tanah memerlukan waktu kurang lebih 400 tahun. Oleh karena itu daur ulang aluminium bekas sangat penting dilakukan untuk mengatasi penumpukan sampah aluminium. Salah satu cara pemanfaatan kembali aluminium bekas adalah dengan diolah menjadi bahan dalam deodorant atau koagulan penjernihan air seperti tawas atau Poly Aluminium Chloride (Syaiful & Andriawan, 2014).

Tawas merupakan senyawa aluminium sulfat padat berbentuk bubuk atau kristal putih jernih dan biasa digunakan sebagai mordant, bahan perikat dalam pewarnaan serat kain, sebagai bahan penggumpal dalam penjernihan air dan sebagai bahan pengerut (penahan darah) dalam kesehatan. Menurut Ikhsan (2014) saat senyawa tawas dilarutkan ke dalam air, tawas akan melepaskan kation Aluminium Al^{3+} dan anion SO_4^{2-} . Kation dan anion tersebut yang akan menetralkan muatan pada permukaan partikel tersuspensi sehingga pengendapan dapat terjadi.

Serbuk aluminium dihasilkan dari proses pembentukan hollow, dimana limbah tersebut selama ini hanya dibuang ke lingkungan tanpa ada pemanfaatan lebih lanjut. Aluminium merupakan salah satu unsur pembentuk tawas yang dapat dimanfaatkan dalam penjernihan air. Serbuk aluminium yang telah dibersihkan dari sisa oli kemudian dilarutkan kedalam larutan KOH dengan variasi konsentrasi kemudian diaduk sambil dipanaskan. Pada proses ini kandungan aluminium pada limbah serbuk akan dilarutkan oleh KOH dengan reaksi sebagai berikut.



Setelah proses pelarutan dengan KOH maka filtrat akan direaksikan dengan H_2SO_4 50%. Reaksi dilakukan secara perlahan-lahan dengan menggunakan buret, maka akan terbentuk endapan berwarna putih. Penambahan H_2SO_4 dapat dihentikan saat pH 1-2 karena pada pH 1-2 terjadi pengendapan sempurna dan dapat membentuk kation K^+ dan Al^{3+} yang merupakan elemen yang diperlukan untuk pembentukan tawas (Septiana dkk., 2014). Reaksi yang terjadi pada tahapan ini adalah sebagai berikut



Proses terakhir adalah proses kristalisasi. Metode kristalisasi yang digunakan adalah dengan memekatkan konsentrasi cairan induk melalui penguapan kemudian didinginkan pada udara ruang hingga terbentuk kristal tawas $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan tawas diantaranya konsentrasi basa dari pelarut kalium hidroksida (KOH), proses pendinginan, konsentrasi asam dari pereaksi asam sulfat (H_2SO_4) dan pengeringan. Konsentrasi basa akan mempengaruhi jumlah aluminium yang diambil dari bahan baku. Sedangkan proses pendinginan akan mempengaruhi bentuk kristal yang akan terbentuk. Konsentrasi asam yang akan mempengaruhi banyaknya aluminium akan terendap. Proses pengeringan akan mempengaruhi tingkat kekeringan dari tawas (Purnawan & Ramadhani, 2014).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan memastikan potensi pemanfaatan limbah serbuk aluminium yang dihasilkan industri dan mengetahui konsentrasi larutan KOH optimal yang dapat digunakan dalam pembentukan tawas tersebut. Melalui penelitian ini diharapkan pencemaran lingkungan akibat logam dapat dikurangi.

METODE PENELITIAN

Proses Preparasi Sampel

Limbah serbuk aluminium dari industri masih memiliki zat pengotor seperti oli, kertas, debu dan lain-lain, sehingga perlu dibersihkan terlebih dahulu. Proses pembersihan dilakukan dengan perendaman menggunakan etanol, kemudian didekantasi dan dikeringkan menggunakan oven.

Proses Pembuatan Tawas

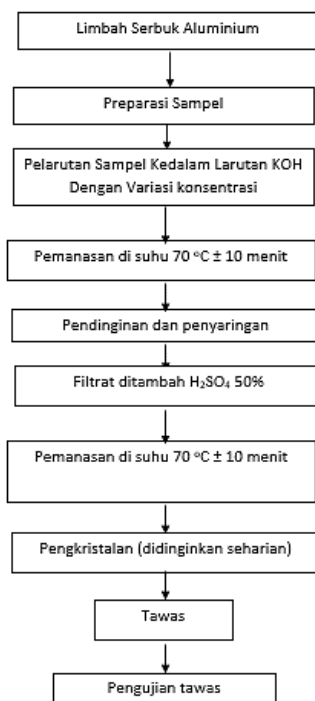
Serbuk aluminium yang telah dibersihkan ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Ditambahkan larutan kalium hidroksida (KOH) dengan variasi konsentrasi 10%, 20%, dan 30% sampai larut sempurna dan dipanaskan dengan api kecil sambil diaduk, lalu didinginkan hingga suhu ruang dan disaring. Kemudian ditambahkan H_2SO_4 konsentrasi 50% sebanyak 30 ml menggunakan buret kedalam filtrat sambil diaduk hingga pH larutan sekitar 1-2.

Campuran kemudian dipanaskan pada suhu 60 - 80 °C selama 10 menit, didinginkan dan didiamkan di udara terbuka selama 24 jam sampai terbentuk kristal tawas. Kristal yang terbentuk kemudian dipisahkan dengan penyaringan dan di cuci dengan etanol. Kristal kemudian dikeringkan dan ditimbang.

Proses Pengujian Tawas

Disiapkan tabung reaksi dan larutan uji yaitu Air limbah jalan Kalumpang dan larutan KMnO_4 . Larutan uji dimasukkan kedalam 4 tabung reaksi kemudian tabung pertama sebagai kontrol dan sisanya ditambahkan tawas dengan berbagai konsentrasi. Pengamatan dilakukan pada larutan uji untuk mengamati perubahan-perubahan fisik yang terjadi setelah penambahan tawas berbagai konsentrasi, dicatat perubahan yang terjadi dan dibandingkan dengan tabung kontrol.

Diagram Penelitian



Gambar 1. Diagram penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi limbah serbuk aluminium yang dihasilkan oleh industri pemotongan logam dalam pembuatan koagulan tawas. Kristal tawas yang didapatkan dari penelitian ini berupa bongkahan putih bening, hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Septiana dkk. (2014) serta Ariani & Mahmuda (2017).



Gambar 2. Tawas yang dihasilkan dari limbah serbuk aluminium

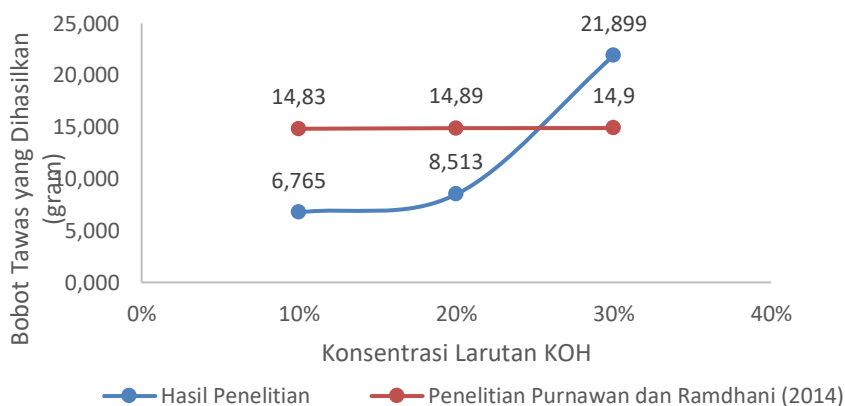
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan limbah serbuk aluminium dan menggunakan variasi konsentrasi KOH menghasilkan tawas dengan bobot yang variasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Bobot Tawas yang Dihasilkan

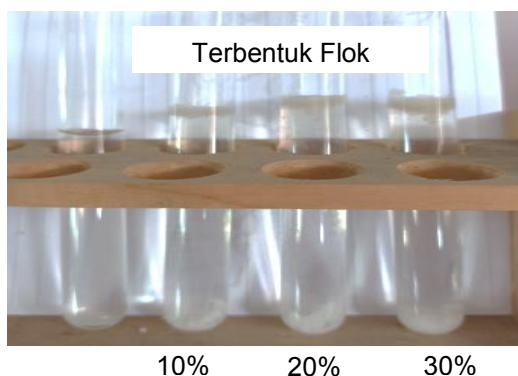
No	Konsentrasi KOH	Bobot limbah serbuk alumunium (gr)	Bobot tawas yang di hasilkan (gr)
1	10 %	2,0	6,765
2	20%	2,0	8,513
3	30%	2,0	21,899

Hasil yang didapatkan pada Tabel 1 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan KOH yang digunakan, maka bobot tawas yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Purnawan dan Ramadhani (2014) dimana konsentrasi basa akan mempengaruhi jumlah alumunium yang diambil dari bahan baku. Semakin tinggi konsentrasi basa yang digunakan, maka alumunium yang terlarut akan semakin tinggi, sehingga kristal tawas yang terbentuk juga akan semakin banyak. Hasil tertinggi yang didapatkan adalah pada konsentrasi KOH 30% dimana didapatkan bobot tawas sebesar 21,899 gram.

Pada Gambar 3 terdapat perbandingan hasil bobot tawas yang didapatkan pada penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnawan & Ramadhani (2014). Dimana pada penelitian yang dilakukan oleh Purnawan dan Ramadhani (2014), sampel alumunium yang digunakan adalah 1 gram kaleng bekas yang mengandung 84% Alumunium. Oleh karena itu bobot tawas yang diperoleh lebih tinggi.

**Gambar 3.** Pengaruh konsentrasi larutan KOH terhadap bobot tawas yang dihasilkan

Proses terakhir yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian kemampuan tawas yang dibuat untuk menjernihkan air. Sampel yang digunakan adalah air sungai yang keruh serta larutan KMnO_4 . Hasil pengujian tawas dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5. Dari Gambar 4 dapat terlihat adanya pembentukan flok pada sampel yang ditambah dengan tawas. Sedangkan pada Gambar 5 dapat terlihat adanya perubahan warna pada sampel yang ditambah dengan tawas, dimana setelah penambahan tawas larutan KMnO_4 semakin jernih. Hasil pengujian ini membuktikan bahwa tawas yang dibuat dari limbah serbuk alumunium dapat dimanfaatkan pada proses penjernihan air.



Gambar 4. Hasil uji tawas pada Air Sungai



Gambar 5. Hasil Uji tawas pada Larutan KMnO_4

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, limbah serbuk alumunium yang berasal dari proses pembentukan hollow dapat dimanfaatkan dalam pembuatan tawas. Dimana konsentrasi larutan KOH yang ditambahkan sangat berpengaruh terhadap bobot tawas yang terbentuk. Semakin tinggi konsentrasi larutan KOH yang digunakan akan menghasilkan bobot tawas yang semakin banyak. Bobot tawas terbesar yang didapatkan pada penggunaan limbah serbuk alumunium 2 gram dan larutan KOH dengan konsentrasi 30%, dimana didapatkan 21,90 gr tawas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariani, N. M., & Mahmuda, L. Recycle Afalan Kemasan Aluminium Foil Sebagai Koagulan Pada IPAL. Jurnal teknologi prosesi dan inovasi industri volume 2 nomor 2. 2017.
- [2] Ikhsan, J. Pengaruh Mordan Sintesis Dari Limbah Kaleng Terhadap Daya Ikat dan Laju Lepas Zat Warna Methyl Violet oleh Serat Kain. Jurnal Penelitian saintek UNY. Vol 19, No 1. 2014.
- [3] Septiana, A., Inayah, N.A., Azizah, N., dan Aditya, R.R. Pembuatan Tawas Menggunakan Aluminium dan KOH. Laporan Kimia Anorganik. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. 2014.
- [4] Syaiful, A. M., & Andriawan, D. Efektivitas Alum Dari Kaleng Minuman Bekas Sebagai Koagulan Untuk Penjernihan Air. Jurnal Teknik Kimia Nomor 4 Volume 20. 2014.

PENGARUH SUHU TERHADAP TERBENTUKNYA BETA KAROTEN DARI LIMBAH SERAT MESOKARP BUAH KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS*) DENGAN MENGGUNAKAN PROSES EKSTRAKSI SOLVOLITIK MISELISASI

Idi Amin¹, Mahyati², Ichwan Dzulkaidah³

^{1,3}Program Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar

²Program Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik Negeri Ujung Pandang

idi.amin@atim.ac.id¹, mahyatikimia@poliupg.ac.id²,

dzulkaidahichwan12@gmail.com³

ABSTRAK

PT. Wahana Karya Sejahtera Mandiri (WKSM) merupakan salah satu perusahaan kelapa sawit yang mengolah buah kelapa sawit menjadi crude palm oil (CPO) dengan kapasitas 45 ton TBS / Jam yang berlokasi di Kabupaten Mamuju Tengah. Perusahaan ini dapat menghasilkan limbah serat mesokarp yang mencapai 13% setiap proses dan pada umumnya digunakan sebagai bahan bakar boiler. Pembakaran serat akan mengakibatkan pencemaran udara dan dapat merusak kualitas udara, padahal serat tersebut dapat dimanfaatkan karena memiliki potensi yang sangat besar, salah satunya sebagai sumber beta karoten, sehingga dapat meningkatkan nilai jual dan nilai guna dari limbah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu ekstraksi solvolitik miselisasi terhadap terbentuknya beta karoten dari minyak sawit limbah mesokarp. Beta karoten yang terdapat pada serat tersebut dapat diperoleh dengan metode ekstraksi maserasi dan dilanjutkan dengan pemekatan yaitu proses transesterifikasi dan solvolitik miselisasi. Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratorium dan data kuantitatif diperoleh melalui percobaan secara langsung di Laboratorium PT. WKSM dan Laboratorium Operasi Teknik Kimia pada Jurusan Teknik Kimia Mineral di Politeknik ATI Makassar.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu merupakan faktor yang berpengaruh pada saat proses ekstraksi solvolitik miselisasi karena dapat mempercepat pelarutan asam lemak dalam Fatty Acid Methyl Ester (FAME). Suhu maksimal yang efektif pada ekstraksi solvolitik miselisasi adalah 60°C dengan kadar beta karoten 777,42 ppm. Pada suhu 80°C kadar beta karoten menurun menjadi 702.416 ppm karena telah mengalami kerusakan pada suhu tinggi akibat oksidasi dan perubahan struktur.

Kata kunci: suhu, beta karoten, limbah serat mesocarp sawit, proses ekstraksi, solvolitik miselisasi.

ABSTRACT

PT. Wahana Karya Sejahtera Mandiri (WKSM) is a palm oil company that processes palm fruit into crude palm oil (CPO) with a capacity of 45 tons of FFB / hour, located in Mamuju Tengah Regency. This company can produce mesocarp fiber waste that reaches 13% per process and is generally used as boiler fuel. Burning fibers will cause air pollution and can damage air quality, even though the fiber can be utilized because it has enormous potential, one of which is a source of beta carotene, which can increase the selling value and use value of the waste. This study aims to determine the effect of mycelization solvolitic extraction temperature on the formation of beta carotene from mesocarp waste palm oil. Beta carotene contained in these fibers can be obtained by the maceration extraction method and followed by concentration, namely the transesterification and solvolitic mycelization processes. This type of research is experimental laboratory and quantitative data obtained through direct experiments at the laboratory of PT. WKSM and the Chemical Engineering Operations Laboratory in the Mineral Chemical Engineering Department at the ATI Makassar Polytechnic.

The results of this study indicate that temperature is an influencing factor during the solvolitic extraction

process of mycelization because it can accelerate the dissolution of fatty acids in Fatty Acid Methyl Ester (FAME). The maximum effective temperature for solvolytic mycelization extraction is 60 ° C with a beta carotene content of 777.42 ppm. At 80 ° C, beta carotene levels decreased to 702,416 ppm because it had been damaged at high temperatures due to oxidation and structural changes.

Keywords: temperature, beta carotene, palm oil mesocarp fiber waste, extraction process, solvolytic mycelization

PENDAHULUAN

Limbah serat mesokarp saat ini sering digunakan sebagai bahan bakar boiler. Pembakaran serat mesokarp kelapa sawit (SMS) akan menyebabkan terjadinya pencemaran udara berupa pembakaran yang dapat melepaskan gas CO, CO₂ dan gas metana (CH₄) ke atmosfer sehingga dapat memicu pemanasan global. Serat mesokarp memiliki potensi besar sebagai sumber beta karoten yang dapat diperoleh dengan menggunakan proses ekstraksi maserasi. Metode ini sangat efektif digunakan karena prosesnya yang sangat sederhana serta biaya proses yang murah. Namun kadar beta karoten yang dihasilkan dari proses ini masih rendah oleh sehingga dibutuhkan proses pemekatan untuk meningkatkan kualitas beta karoten.

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas beta karoten adalah penggunaan proses transesterifikasi. Transesterifikasi adalah tahap konversi dari minyak nabati menjadi alkil ester. Melalui reaksi dengan alkohol akan menghasilkan produk samping yaitu gliserol sehingga proses ini dapat diintegrasikan dengan industri biodiesel. Untuk memaksimalkan kadar beta karoten digunakan metode lanjutan yaitu solvolitik miselisasi sehingga beta karoten yang diperoleh dalam konsentrasi yang tinggi. Pemilihan beta karoten yang terdapat dalam serat mesokarp sawit disebabkan karena beta karoten merupakan senyawa yang melimpah di dalam minyak sawit, jumlahnya sekitar 60 % sehingga dalam proses ekstraksi senyawa ini dapat dengan mudah diperoleh dan dapat meningkatkan nilai jual dari limbah serat mesokarp buah kelapa sawit.

Mesokarp yaitu bagian buah berserabut dan mengandung minyak dengan rendemen paling tinggi yang menghasilkan minyak sawit mentah (CPO) melalui proses pengempaan. Serat mesokarp kelapa sawit merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pengempaan pada stasiun kempa. Pada industri kelapa sawit potensi limbah serat mesokarp yang dihasilkan mencapai 12-15% (Nasution dkk, 2014) hal tersebut sesuai dengan potensi limbah di PT. WKSM yaitu 13%.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka penting dilakukan penelitian untuk memanfaatkan potensi limbah yang terdapat pada serat mesokarp buah kelapa sawit sehingga limbah yang dihasilkan dapat dimanfaatkan dengan maksimal dan tidak mencemari lingkungan

METODE PENELITIAN

Preparasi

Limbah serat mesokarp kelapa sawit diambil setelah keluar dari CBC (Cake Breaker Conveyor). Sampel diambil sebanyak ± 30 kg dan dimasukkan ke dalam karung (Manurung, 2018).

Ekstraksi Minyak Serat Mesokarp Sawit Dengan Metode Maserasi (Neoh dkk, 2011):

Sampel yang telah diambil kemudian ditimbang sebanyak 25 kg, kemudian dimasukkan ke dalam ember sebagai wadah maserasi, kemudian ditambahkan pelarut n-heksan dengan perbandingan sampel dan n-heksan sebanyak 1:6 selanjutnya wadah ditutup rapat. Selanjutnya dilakukan maserasi selama 48 jam dan setelah waktu maserasi tercapai selanjutnya serat dikeluarkan dan diperas hingga tidak ada lagi yang menetes. Minyak yang terlarut kemudian dipisahkan dengan proses destilasi pada suhu 70°C. Selanjutnya dipanaskan di dalam oven selama 2 jam dengan suhu 60°C. Minyak yang diperoleh kemudian ditimbang.

Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Serat Mesokarp Sawit (AOCS, 1987):

Minyak ditimbang sebanyak 5 gram di dalam erlenmeyer yang telah diketahui bobot kosongnya, kemudian ditambahkan 50 ml alkohol yang sudah dinetralkan. Ditambahkan 2-3 tetes indikator fenolftalein 1%. Dititrasi dengan larutan standar NaOH 0,1 N sampai terjadi perubahan warna dari kuning menjadi kuning kemerahan yang stabil, kemudian dicatat volume NaOH yang digunakan,

Pembuatan Konsentrat Beta karoten Dari Minyak Serat Mesokarp Sawit (Panjaitan dkk, 2008) Transesterifikasi

Dimasukkan 500 gram minyak limbah serat mesokarp hasil maserasi ke dalam labu ukur. Lalu ditambahkan 150 gram metanol teknis dan 10 gram KOH sebagai katalis. Selanjutnya diblending selama 1 menit, kemudian dipanaskan dengan menggunakan hotplate pada suhu 70°C sambil diaduk menggunakan stirrer selama 1 jam. Lama pengadukan stirrer dihitung pada saat menunjukkan suhu 70°C. Hasil pemanasan dipindahkan ke corong pemisah dan didiamkan selama 1 malam. Setelah waktu tercapai akan terbentuk 2 lapisan pada corong pisah, Lapisan bagian bawah dibuang, sedangkan bagian atas fatty acid metil ester dicuci dengan air hangat pada suhu 40°C. Jumlah air yang digunakan $\pm 60\%$ dari jumlah fatty acid metil ester yang diperoleh. Pencucian dilakukan sebanyak 5 kali sampai air pencuci berwarna putih bening. Pencucian bertujuan untuk menyisahkan air sabun dari bagian atau lapisan yang kaya beta karoten, lalu fatty acid metil ester dipanaskan di dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam untuk mengurangi kadar air.

Solvolitik Miselisasi

Fatty acid metil ester hasil transesterifikasi dimasukkan ke dalam labu leher 3 dan ditambahkan dengan metanol dengan perbandingan (1:5). Labu leher 3 diletakkan di atas hotplate dengan variasi suhu (40°C, 60°C, 80°C) lalu diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer selama 10 menit. Ditambahkan air panas sebanyak 15 ml dan diaduk selama 3 menit, kemudian pindahkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 1 jam hingga memisah sempurna dan diambil lapisan bawah (konsentrat beta karoten). Selanjutnya ditimbang konsentrat beta karoten yang diperoleh pada gelas ukur yang telah diketahui bobot kosongnya.

Analisis Deterioration Of Bleachability Index (DOBI) (Naibaho dan Poten, 1998):

Ditimbang sampel minyak sebanyak 0.1 gram di dalam labu ukur 25 ml, ditambahkan n-heksan hingga batas garis minus dan dihomogenkan, Masukkan sampel yang telah dihomogenkan ke dalam kuvet. Masukkan n-heksan ke dalam kuvet sebagai blanko. Dimasukkan kuvet yang berisi blanko dan sampel ke dalam spektrofotometer UV-VIS, kemudian diamati dan dicatat hasil yang diperoleh dari pembacaan alat spektrofotometer uv-vis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis karakteristik hasil ekstraksi maserasi dan transesterifikasi

Tabel 1. Karakteristik Hasil Maserasi dan Transesterifikasi

Rendemen minyak serat mesocarp	2.73 %
Kadar minyak	4,35 %
Kadar FFA	3,564 %
Kadar DOBI	2.004
Kadar beta karoten	448,96 ppm

Tabel 2. Karakteristik Transesterifikasi

DOBI	2.317
Kadar beta karoten	504,68 ppm

Analisis karakteristik hasil ekstraksi maserasi dan transesterifikasi

Tabel 3. Pengaruh Suhu Terhadap Nilai DOBI Pada Solvolitik Miselisasi

Suhu (°C)	Deterioration Of Bleaching Index (DOBI)
28	2.527
40	2.694
60	2.978
80	2.676

Tabel 4. Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Beta Karoten Pada Solvolitik Miselisasi

Suhu (°C)	Kadar Beta Karoten (ppm)
28	610.56
40	761.35
60	777.42
80	702.46

Hasil penelitian seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa limbah serat mesokarp diekstraksi dengan metode maserasi dengan menggunakan pelarut n-heksan yang dilakukan selama 48 jam. Pemilihan pelarut ini disebabkan oleh kemiripan bahan yang akan diekstrak dengan pelarut n-heksan, merupakan pelarut yang bersifat non polar, sedangkan minyak kelapa sawit juga memiliki sifat yang non polar.

Hasil penelitian menunjukkan telah diperoleh ekstrak sebanyak 2,73% dari berat sampel yang diekstrak atau sebanyak 25 kg, sedangkan dari hasil uji kadar ekstrak minyak sawit memiliki kandungan 4,35% minyak sawit dalam serat tersebut yang merupakan minyak yang hilang dari stasiun press. Perbedaan hasil ini disebabkan efisiensi proses ekstraksi maserasi pada keadaan ini konsentrasi minyak di luar dan di dalam mesocarp telah seimbang. Penting dilakukan uji karakteristik minyak limbah hasil maserasi untuk mengetahui kualitas minyak yang dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan telah diperoleh nilai DOBI sebesar 2,004 sehingga dapat diketahui bahwa DOBI yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar PT. WKSM, yaitu sebesar 1.68. DOBI yang rendah menyatakan buruknya kualitas minyak dan kerusakan beta karoten akibat oksidasi yang besar sehingga produk oksidasi dari beta karoten meningkat dan mengakibatkan kadar beta karoten menurun dengan kadar beta karoten 448,96 ppm. Hal ini sesuai dengan pernyataan Subramaniam dkk (2013) bahwa kadar beta karoten dalam SMS sebesar 960 ppm dengan nilai DOBI sebesar 2,8-3,0. Perbedaan hasil ini sangat dipengaruhi oleh proses yang dilakukan dalam perusahaan terutama pada proses sterilisasi dan kematangan buah yang diolah. Begitupula hasil penelitian Kusumaningtyas dan Martosupomo (2008) mengatakan bahwa selama proses pengolahan CPO beta karoten mengalami oksidasi pada proses sterilisasi. Kerusakan beta karoten melalui oksidasi molekul mengakibatkan aktivitas provitamin A dan DOBI menurun (Levin & Mokaday, 1994).

Hasil uji kadar FFA hasil maserasi memiliki kadar FFA sebesar 3,564%. Tujuan analisa FFA ini adalah untuk mengetahui apakah FFA minyak hasil maserasi dapat dilakukan proses transesterifikasi. Menurut Rahayu (2005) FFA > 5% tidak dapat dilakukan transesterifikasi karena akan mengganggu reaksi transesterifikasi karena akan terjadi reaksi penyabunan antara katalis dan FFA.

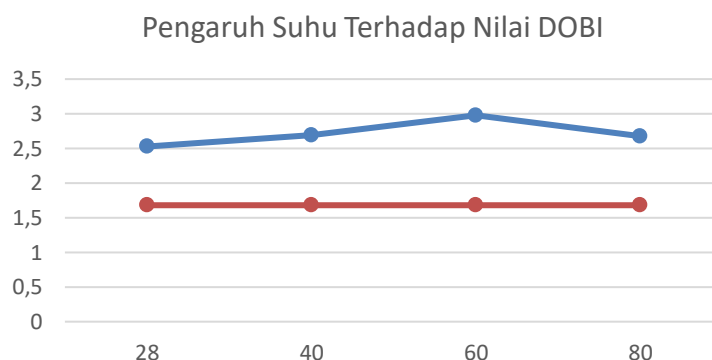
Hasil transesterifikasi dapat dilihat pada Tabel 2 diperoleh kadar beta karoten sebesar 504,68 ppm. Kadar tersebut mengalami peningkatan dibandingkan hasil maserasi karena sebagian ester larut dalam methanol sehingga menurunkan jumlah ester pada lapisan kaya beta karoten dan menyebabkan meningkatnya kadar beta karoten. Peningkatan juga terjadi pada nilai DOBI diperoleh hasil sebesar 2.317. Hal ini terjadi karena sebagian beta karoten yang mengalami oksidasi tidak ikut larut dalam FAME dan ikut pada pencucian. Transesterifikasi adalah proses pembentukan fatty acid metil ester dari triglesirida (minyak nabati) melalui reaksi dengan alkohol dan menghasilkan produk samping berupa gliserol dimana fatty acid metil ester berada pada bagian atas karena memiliki berat jenis 0,89 g sementara gliserol berada di lapisan bawah karena memiliki berat jenis 1,24 g/ml.

Proses transesterifikasi bertujuan untuk memekatkan kadar beta karoten dari proses maserasi sehingga dapat diperoleh hasil dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Transesterifikasi ini sangat dibutuhkan untuk pemekatan selanjutnya karena dari hasil ini akan membentuk fatty acid metil ester yang akan menjadi fase rafinat dalam proses solvolitik miselisasi. Dalam proses tersebut menyebabkan beta karoten yang sebelumnya terlarut dalam triglesirida akan berpindah ke fatty acid metil ester. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Soerawidjaja dan Lamria (2006) yang menyatakan bahwa beta karoten lebih larut dalam fatty acid metil ester dibandingkan gliserol.

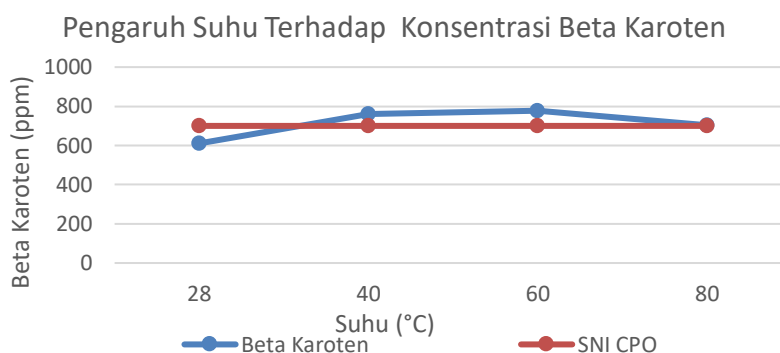
Proses selanjutnya berupa solvolitik miselisasi setelah minyak diubah menjadi fatty acid metil ester maka beta karoten yang tadinya larut di dalam lemak sekarang berada di dalam fatty acid metil ester. Fatty acid metil ester memiliki kandungan surfaktan yang mampu larut dalam pelarut polar maupun non polar. Penambahan pelarut methanol sebagai pelarut mayor dan air sebagai pelarut pembentuk misel akan menyisihkan beta karoten dengan fatty acid metil ester. Metanol akan melarutkan fatty acid metil ester, sementara beta karoten karena non polar sulit larut dalam metanol yang bersifat polar. Sementara air bersifat polar, sehingga dapat membentuk misel antara metanol dengan ester. Lapisan kaya ester berada di atas, sedangkan lapisan kaya beta karoten berada di bawah (Soerawidjaja & Lamria, 2006).

Ketika pelarut mayor dicampurkan secara berlebih ke ester maka akan terbentuk misel beta karoten yang menyebar pada lapisan ester. Misela beta karoten terbentuk karena sebagian besar asam lemak dalam ester terlarut dalam pelarut mayor menjadi bagian hidrofilik. Sebagian asam lemak lainnya akan tetap berikatan dengan ester dan membentuk bagian hidrofobik dan membentuk lapisan kaya beta karoten (Siahaan & Hasibuan, 2010).

Suhu menjadi salah satu faktor yang berpengaruh pada proses solvolitik miselisasi dan menyebabkan kadar beta karoten dan nilai DOBI meningkat. Penelitian ini diperoleh hasil berupa pengaruh suhu terhadap kadar beta karoten pada proses pemekatan solvolitik miselisasi sehingga dapat diketahui suhu efektif. Hasil solvolitik miselisasi memiliki kadar DOBI yang meningkat hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Beta Karoten



Gambar 2. Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Beta Karoten

Pada Gambar 1 dapat dilihat peningkatan suhu pada rentang 28-60°C, nilai DOBI yang diperoleh juga semakin meningkat. Pada suhu 28°C diperoleh nilai DOBI 2.527. Pada suhu 40°C diperoleh nilai DOBI 2.694, sementara pada suhu 60°C diperoleh nilai DOBI 2.978. Hal ini disebabkan pengaruh suhu terhadap kelarutan metil ester terhadap methanol menyebabkan produk oksidasi akan ikut larut dalam methanol sehingga meningkatkan nilai DOBI. Hal yang sama juga terjadi pada kadar beta karoten yang dapat dilihat pada Gambar 2 peningkatan suhu pada rentang 28°C sampai 60°C kadar beta karoten yang diperoleh juga semakin meningkat. Pada suhu 28°C diperoleh kadar beta karoten 610,56 ppm. Pada suhu 40°C diperoleh kadar beta karoten 761,35 ppm, sementara pada suhu 60°C diperoleh kadar beta karoten 777,24 ppm. Kenaikan suhu akan menaikkan kelarutan, disebabkan ketika pemanasan dilakukan partikel pada suhu tinggi bergerak lebih cepat dibandingkan pada suhu rendah. Akibatnya kontak antara zat terlarut dengan zat pelarut menjadi lebih efektif. Hal ini menyebabkan zat terlarut menjadi lebih mudah larut pada suhu tinggi (Schramm & Marangoni, 2000). Pada suhu terlalu tinggi pada penelitian ini digunakan suhu 80°C kadar beta karoten yang diperoleh mengalami penurunan menjadi 702.461 ppm dengan nilai DOBI yang juga menurun menjadi 2.676. Hal ini disebabkan karena pada suhu 80°C, beta karoten sudah mulai mengalami oksidasi dan pelarut juga menguap dengan cepat karena titik didih pelarut yang digunakan dalam hal ini methanol yaitu sebesar 64°C. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Goldman dkk, (1983) yaitu penyebab utama hilangnya beta karoten adalah oksidasi dan penyebab terjadinya oksidasi adalah suhu tinggi. Kondisi tersebut sesuai pula dengan hasil penelitian Worker (1957) bahwa beta karoten yang mengalami perlakuan panas dengan kehadiran oksigen akan mempercepat terjadinya oksidasi, tetapi pada suhu 60°C belum menyebabkan terjadinya

kerusakan pada beta karoten karena belum mengalami oksidasi. Selain itu kestabilan kelarutan beta karoten akan menurun seiring peningkatan suhu menyebabkan molekul beta karoten mudah terpisah dengan fatty acid metil ester.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa suhu merupakan faktor yang berpengaruh pada ekstraksi solvolitik miselisasi karena dapat mempercepat pelarutan ester sehingga meningkatkan kadar beta karoten dan nilai DOBI. Suhu maksimal yang efektif pada ekstraksi solvolitik miselisasi adalah 60°C dengan kadar beta karoten 777,42 ppm dan nilai DOBI 2.978 , pada suhu 80°C kadar beta karoten menurun menjadi 702.416 ppm dengan nilai DOBI 2.676 karena mengalami kerusakan pada suhu tinggi akibat oksidasi dan perubahan struktur.

Saran

Untuk memaksimalkan kadar beta karoten sebaiknya menggunakan buah kelapa sawit yang matang. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memaksimalkan proses ekstraksi dengan proses lanjutan yaitu saponifikasi serta pengujian aktivitas antioksidan dalam ekstrak beta karoten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Bapak Kepala BPSDMI Kementerian Perindustrian RI. dan Bapak Direktur Politeknik ATI Makassar yang telah memberikan bantuan penelitian SPIRIT dan Penelitian Dosen sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AOCS. (1987). Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. Fifth edition. Champaign, Ill.
- [2] Kusumaningtyas, R. S., & Martosupomo. (2008). Terjadinya isomerisasi dan oksidasi α -karoten dan β -karoten selama proses pengolahan CPO. Jurnal Natur Indonesia, 14-18.
- [3] Goldman, M., Horev, B., & Saguy, I. (1983). Mechanism and Kinetic Principles. Decoloration of Beta Carotene in model Systems Simulating Dehydrated Foods. , 48.
- [4] Levin, G., & Mokaday, S. (1994). Antioxidant Activity Of 9-cis Compared to All- trans-beta-carotene in Vitro. Free Radical Biology and Medicine, 77.
- [5] Manurung, H. (2018). Ekstraksi Minyak dari Serat Mesokarp Kelapa Sawit untuk Menghasilkan Konsentrat Karotenoid dan Nanoemulsi Sebagai Pewarna Alami Pangan. Disertasi Doktor (Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan).
- [6] Naibaho, & Poten, I. (1998). Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit. Medan: PPKS.
- [7] Nasution, M. A., Herawan, T., & Rivan, M. (2014). Analisis Of Palm Biomass As Electricity From Palm Oil Mills in North Sumatera. Energi Procedia, 166- 172.
- [8] Neoh, B. K., Thang, Y. M., Zain, M. Z., & Junaidi, A. (2011). Palm pressed fibre oil: a new opportunity for premium hardstock?. International food research, 769.
- [9] Rahayu, M. (2005). Jurnal Prospek Pengembangan Bio-fuel Sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak. Teknologi Proses Produksi Biodiesel.
- [10] Schramm, L. L., & Marangoni, D. G. (2000). Surfactants and Their Solutions,. Basic.
- [11] Siahaan, D., & Hasibuan, H. A. (2010). Palm carotenoids production via saponification. Yogyakarta: Proceedings Internasional oil palm conference.
- [12] Soerawidjaja, & Lamria, M. (2006). . Solvolytic micellization dalam penjumlahan karoten dari biodiesel sawit. Kelompok Keahlian Energi dan Pemrosesan, ITB Bandung.
- [13] Subramaniam, V. R., Menon,, H. S., & C. , Y. M. (2013). The development of residual oil recovery system increase the revenue of palm oil mil. Journal Of Palm Research, 116-122.
- [14] Worker, N. (1957). Rapid Procedure For Chromatographic Separation and Spectrophotometric Estimation Of Certain Pasture Lipoids I , Carotene Xanthophyll and Chlophyll. J. Sci. Food Agr, 442.

Bidang: Teknik dan Analisis Kimia Mineral Topik: Kimia Analisis, Kimia Mineral, dan Kimia Terapan

STUDI KONSENTRASI OPTIMUM *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* TERHADAP PENURUNAN TOTAL SUSPENDED SOLID AIR BAKU WATER TREATMENT PLANT PLTU JENEPONTO BOSOWA ENERGI

Mega Fia Lestari

**Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng
megafialestari@kemenperin.go.id.**

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Bosowa Energi yang berlokasi di Desa Punagaya, Kecamatan Bangkala, Kabupaten Jeneponto berkapasitas 2x125 MW menggunakan bahan baku air laut yang diproses terlebih dahulu di unit *Water Treatment Plant* (WTP) untuk diubah menjadi air demineral/bebas mineral yang digunakan untuk menggerakkan turbin uap. Tahapan pertama di unit WTP adalah proses koagulasi. Ada beberapa jenis koagulan yang digunakan pada unit WTP, salah satunya adalah *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dengan rumus umum $Al_n(OH)_mCl_{(3n-m)}$. Tetapi, kadar penurunan TSS pada air baku masih belum maksimal sehingga dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai konsentrasi optimum PAC dalam pengolahan sampel air baku yang diperoleh dari unit WTP PLTU Jeneponto Bosowa Energi melalui pengukuran parameter TSS dan penentuan efisiensi penurunan TSS. Konsentrasi PAC yang digunakan yakni 300 mg/L; 330 mg/L; 345 mg/L, 360 mg/L, 375 mg/L, dan 390 mg/L. Proses koagulasi dilaksanakan dengan menggunakan metode *jar test* sedangkan penetapan kadar TSS sampel air baku dilakukan secara gravimetri sesuai SNI 06-6989.3-2004. Berdasarkan pengukuran TSS, diketahui bahwa sampel air baku memiliki kadar TSS awal sebesar 72,31 mg/L. Setelah dikoagulasi oleh PAC dengan berbagai konsentrasi diperoleh bahwa konsentrasi PAC yang paling optimum untuk digunakan sebagai koagulan pada sampel air baku yakni 375 mg/L dengan kadar TSS sampel air baku sebesar 11,66 mg/L dengan efisiensi sebesar 83,87%.

Kata kunci: PAC, TSS, koagulasi, konsentrasi.

ABSTRACT

The Bosowa Energi Steam Power Plant (PLTU) located in Punagaya Village, Bangkala District, Jeneponto Regency with a capacity of 2x125 MW uses raw seawater which is processed first in the Water Treatment Plant (WTP) unit to be converted into demineralized / mineral-free water used to drive a steam turbine. The first stage in the WTP unit is the coagulation process. There are several types of coagulants used in WTP units, one of them is Poly Aluminum Chloride (PAC) with the general formula $Al_n(OH)_mCl_{(3n-m)}$. However, the level of TSS reduction in raw water is still not optimal, so further research is needed regarding the optimum concentration of PAC in processing raw water samples obtained from the WTP unit of PLTU Jeneponto Bosowa Energi through measuring TSS parameters and determining the efficiency of TSS reduction. The PAC concentration used was 300 mg/L; 330 mg/L; 345 mg/L, 360 mg/L, 375 mg/L, and 390 mg/L. The coagulation process was carried out using the jar test method, while the determination of the TSS content of the raw water samples was carried out gravimetrically according to SNI 06-6989.3-2004. Based on TSS measurements, it is known that the raw water sample has an initial TSS level of 72.31 mg/L. After being coagulated by PAC with various concentrations, it was found that the optimum PAC concentration to be used as a coagulant in raw water samples was 375 mg/L with a TSS level of raw water samples of 11.66 mg/L with an efficiency of 83.87%.

Keywords: PAC, TSS, coagulation, concentration.

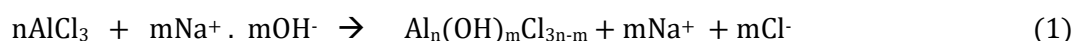
PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi kinetik dari uap panas atau kering untuk memutar turbin agar menghasilkan energi listrik [1]. PLTU Bosowa Energi yang beroperasi di Desa Punagaya, Kecamatan Bangkala, Kabupaten Jeneponto merupakan salah satu pembangkit listrik yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan pemakaian listrik masyarakat Sulawesi Selatan dengan kapasitas 2x125 MW [2]. PLTU Jeneponto ini memanfaatkan air laut di perairan Jeneponto sebagai sumber air baku dikarenakan lokasi kabupaten Jeneponto yang berada dekat dengan lautan. Sebelum digunakan, air laut harus melewati terlebih dahulu pintu gerbang yang terletak di bibir pantai yang disebut sebagai *Water Intake*. Bangunan *water intake* berfungsi untuk membersihkan air laut dari berbagai kotoran, sampah, dan biota laut sehingga tidak menyumbat pipa yang dapat berdampak pada terhambatnya distribusi air dari *water intake* ke bagian *Water Treatment Plant* (WTP) [3].

WTP adalah salah satu unit di PLTU Jeneponto Bosowa Energi yang berperan untuk mengolah air baku (*influent*) menjadi air demineral/bebas mineral. Air demineral digunakan untuk memproduksi uap penggerak turbin uap. Secara garis besar, terdapat dua sistem dalam WTP yakni sistem *Pre Water Treatment* dan sistem *Demineraleral Plant* [4]. Pada sistem *pre water treatment*, air yang bersumber dari air laut perairan Jeneponto yang masih mengandung partikel zat padat dialirkan ke dalam *Clarifier Water Tank*. *Clarifier water tank* adalah sebuah tank untuk menjernihkan air baku yang masih terkontaminasi melalui proses koagulasi dan flokulasi.

Proses koagulasi dalam sistem *pre water treatment* bertujuan untuk mendestabilisasi partikel koloid yang menyebabkan kekeruhan pada air baku [1]. Pemisahan antara air dan pengotor yang terlarut dalam proses koagulasi dilakukan dengan menggunakan senyawa kimia [5]. Koagulan dari senyawa kimia bekerja dengan cara menghancurkan kestabilan partikel koloid sehingga partikel koloid dari air baku mengalami penggumpalan [6] dan terbentuk partikel koloid baru dengan ukuran yang jauh lebih besar sehingga dapat dihilangkan pada proses sedimentasi dan filtrasi [7].

Poly Aluminium Chloride (PAC) dengan rumus umum $Al_n(OH)_mCl_{(3n-m)}$ adalah salah satu senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai koagulan dalam penjernihan air. PAC merupakan senyawa anorganik kompleks antara ion aluminium dengan ion hidroksi yang mengalami klorinasi secara bertahap. Zat tersuspensi atau dispersi koloid dikoagulasi oleh PAC membentuk flok yang mudah mengendap [8]. Flok atau partikel berukuran besar yang terbentuk mudah dipisahkan dari air baku melalui proses pengendapan, flotasi dan filtrasi [9]. Ada dua jenis PAC yang beredar di pasaran yakni *liquid* PAC (PAC cair) dengan kadar Al_2O_3 sekitar 10% dan densitas 1,2 g/mL serta *powder* PAC (PAC bubuk) berwarna kuning muda dengan kadar Al_2O_3 sekitar 30% dan densitas 0,85 g/mL [10]. PAC dapat dihasilkan dari hidrolisis parsial aluminium klorida melalui reaksi berikut [11]:



PAC jika dibandingkan dengan aluminium sulfat (tawas), maka PAC lebih disukai karena memiliki daya koagulan yang sangat kuat serta dapat membentuk flok lebih cepat dengan ukuran yang lebih besar [10]. Dikarenakan kemampuannya tersebut, PAC sering digunakan untuk mengkoagulasikan koloid dari bahan mineral ataupun organik dalam industri pengolahan air [12]. Andriani dkk [13] menggunakan PAC untuk menurunkan kadar fosfat yang terdapat dalam limbah cair Rumah Sakit Jiwa di kota Magelang dan dengan konsentrasi PAC sebesar 0,3 g efektif untuk menurunkan kadar fosfat sebesar 43,69%. Margaretha dkk [11] menemukan bahwa PAC cair ekonomis dan efektif untuk mengolah air baku intake 1 Ilir dengan konsentrasi optimum PAC sebesar 5 ppm dan biaya Rp 200,00/m³. Murwanto [14] menyelidiki efektivitas PAC terhadap penurunan BOD, COD, dan TSS limbah cair industri tahu dan menemukan bahwa kadar efektif PAC yang digunakan adalah 765 mg/L dengan waktu pengadukan 25 menit. Kristijarti dkk [15] membandingkan antara PAC dengan $FeSO_4$ untuk mengolah air limbah pabrik jamu X dan diperoleh bahwa PAC lebih baik daripada $FeSO_4$ dalam hal koagulasi-flokulasi air limbah tersebut. Rosariawari & Mirwan [16] memperoleh bahwa PAC dapat menurunkan kadar TSS hingga 52,5% pada air baku dari saluran pematuan terusan Kebon Agung. Sedangkan menurut Kartika [17] konsentrasi koagulan PAC yang paling efektif untuk menurunkan kadar TSS pada limbah *laundry* adalah 0,15 g/L dengan keefektifan 93,27%. Berdasarkan pemaparan uraian di atas, peneliti ingin melakukan pengujian tentang penentuan konsentrasi koagulan PAC yang paling optimum dalam proses pengolahan sampel air baku yang diperoleh dari unit WTP PLTU Jeneponto Bosowa Energi melalui pengukuran parameter TSS dan penentuan efisiensi dari penurunan TSS tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan informasi bagi PLTU Jeneponto Bosowa Energi untuk menggunakan konsentrasi optimum PAC tersebut.

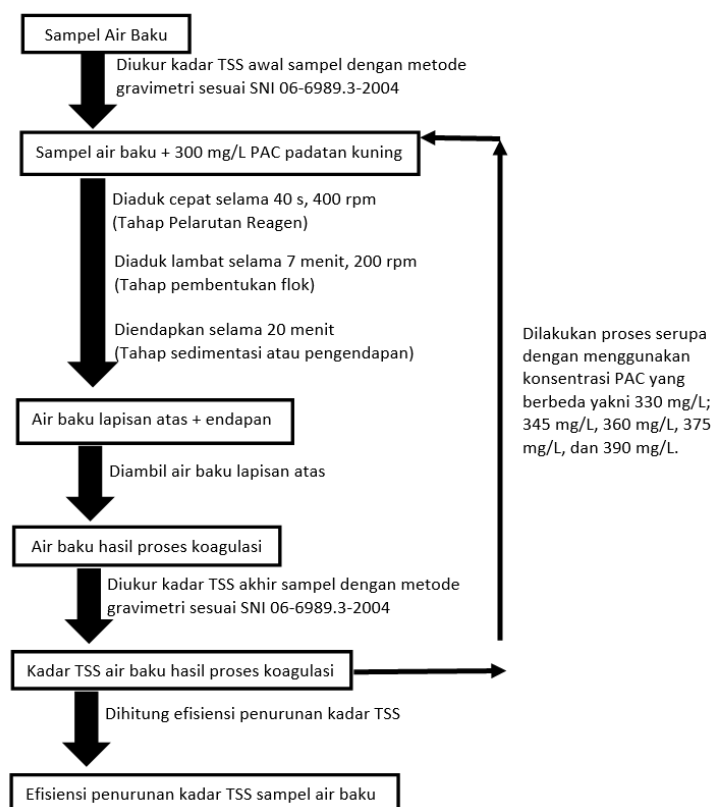
METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilaksanakan adalah penelitian eksperimen berskala laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati hubungan antara konsentrasi koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) terhadap kadar *Total Suspended Solid* (TSS) atau material padatan tersuspensi pada sampel air baku. TSS termasuk parameter penting untuk diketahui kadarnya dalam air baku karena TSS berhubungan dengan adanya lumpur, jasad renik, dan pasir halus dalam air baku [17].

Sampel air baku yang digunakan adalah sampel air baku dari unit *Water Treatment Plant* (WTP) PLTU Jeneponto Bosowa Energi. PAC yang digunakan adalah PAC padatan berwarna kuning yang dijual bebas di pasaran. Konsentrasi PAC yang digunakan adalah 300 mg/L; 330 mg/L; 345 mg/L, 360 mg/L, 375 mg/L, dan 390 mg/L. Alat yang digunakan meliputi neraca analitik, oven, *stopwatch*, pengaduk magnetik, cawan porselen, pipet volum, pompa vakum, desikator, *chemical mixer*, dan *glassware*.

Proses koagulasi dilaksanakan dengan menggunakan metode *jar test* dengan tiga tahapan yakni (1) tahap pelarutan reagen yakni proses pengadukan cepat selama 40 detik dengan kecepatan 400 rpm; (2) tahap pembentukan flok melalui pengadukan lambat selama 7 menit dengan kecepatan 200 rpm; dan (3) proses sedimentasi atau pengendapan selama 20 menit. Setelah proses koagulasi, dilakukan pengukuran parameter kualitas air baku yakni TSS [17].

Penetapan kadar TSS pada sampel air baku sebelum dan setelah ditambahkan PAC dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri sesuai SNI 06-6989.3-2004 yakni Air dan Air Limbah-Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid, TSS*) Secara Gravimetri [18]. SNI 06-6989.3-2004 merupakan hasil revisi dari SNI 06-2413-1991. Adapun diagram alir penelitian sebagaimana pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Perhitungan TSS sebagai berikut:

$$TSS (mg.L^{-1}) = \frac{(A-B) \times 1000}{V} \quad (1)$$

Keterangan:

TSS = *Total Suspended Solid* atau material padatan tersuspensi

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

V = Volume contoh uji (mL)

Efisiensi penurunan kadar TSS diukur untuk mengetahui seberapa efektifkah penggunaan PAC pada konsentrasi tertentu untuk menurunkan kadar TSS pada sampel air baku. Perhitungan efisiensi sebagai berikut:

$$Efisiensi (\%) = \frac{Nilai\ awal - Nilai\ akhir}{Nilai\ awal} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

Nilai awal = nilai parameter sebelum proses koagulasi

Nilai akhir = nilai parameter setelah proses koagulasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

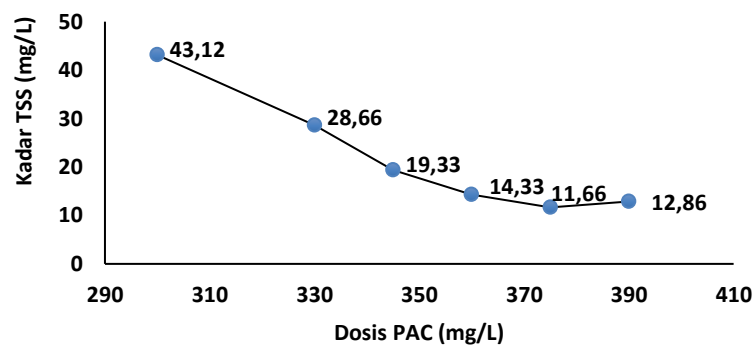
Perubahan kadar *Total Suspended Solid* (TSS) sampel air baku

Sampel air baku yang berasal dari unit *Water Treatment Plant* (WTP) PLTU Jeneponto Bosowa Energi diukur terlebih dahulu kadar *Total Suspended Solid* (TSS) nya dengan menggunakan uji gravimetri sesuai prosedur SNI 06-6989.3-2004. Kadar TSS adalah salah satu parameter fisik kualitas air yang penting untuk dikurangi kadarnya pada sampel air baku karena jika terlalu besar maka akan mengakibatkan terhambatnya aliran air pada saluran pipa disebabkan banyaknya lumpur dan terbentuknya kerak pada dinding pipa. Hasil menunjukkan bahwa kadar TSS air baku dari unit WTP PLTU Jeneponto Bosowa Energi sebelum mendapat perlakuan sebesar 72,31 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa air baku yang berasal dari air laut perairan kabupaten Jeneponto mengandung cukup banyak partikel koloid yang bisa berasal dari lumpur, jasad renik, maupun pasir halus sehingga menyebabkan kekeruhan pada sampel air baku tersebut. Oleh karenanya, sangat diperlukan proses koagulasi pada sampel air baku agar sampel air tersebut dapat memenuhi syarat sebagai air demineral/bebas mineral untuk digunakan menggerakkan turbin PLTU.

Poly Aluminium Chloride (PAC) dipilih sebagai koagulan untuk menurunkan kadar TSS pada sampel air baku dari unit WTP PLTU Jeneponto Bosowa Energi karena kemampuannya yang baik untuk membentuk flok lebih cepat dan berukuran lebih besar sehingga akan memudahkan pada proses sedimentasi dan filtrasi. Konsentrasi PAC yang diteliti beragam yakni 300 mg/L; 330 mg/L; 345 mg/L, 360 mg/L, 375 mg/L, dan 390 mg/L. Tujuannya adalah untuk meneliti konsentrasi manakah yang paling optimum untuk menurunkan kadar TSS pada sampel air baku tersebut.

Proses koagulasi dilaksanakan dengan metode *jar test*. *Jar test* merupakan suatu prosedur yang dilakukan untuk menentukan konsentrasi optimum koagulan PAC yang digunakan dalam proses pengolahan sampel air baku dari unit WTP PLTU Jeneponto Bosowa Energi. Jika percobaan dilaksanakan secara tepat, maka data yang diperoleh akan sangat berguna bagi operator di unit WTP PLTU Jeneponto Bosowa Energi dalam melaksanakan koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan filtrasi. Adapun pengaruh variasi konsentrasi PAC terhadap perubahan kadar TSS sampel air baku di unit WTP PLTU Jeneponto Bosowa Energi disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan data yang diperoleh pada Gambar 2 diketahui bahwa ketika sampel air baku mulai ditambahkan zat koagulan PAC dengan konsentrasi 300 mg/L, terlihat bahwa kadar TSS pada sampel air baku mulai menurun yang awalnya sebesar 72,31 mg/L menjadi 43,12 mg/L. Hal ini menandakan, PAC sudah mulai bekerja untuk membentuk flok pada partikel koloid sampel air baku. Semakin besar konsentrasi PAC yang digunakan yakni 330 mg/L; 345 mg/L; 360 mg/L; dan 375 mg/L maka semakin menurun pula kadar TSS pada sampel air baku secara berturut-turut yakni 28,66 mg/L; 19,33 mg/L; 14,33 mg/L; dan 11,66 mg/L. Konsentrasi PAC 375 mg/L merupakan konsentrasi optimum untuk digunakan dalam menurunkan kadar TSS pada sampel air baku di unit WTP PLTU Jeneponto Bosowa Energi menjadi 11,66 mg/L.

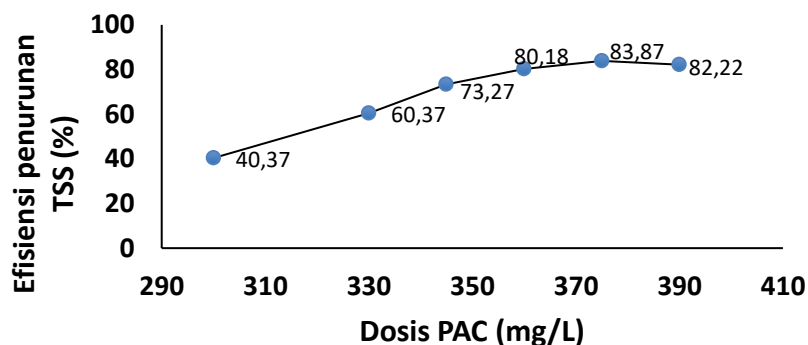


Gambar 2. Pengaruh variasi konsentrasi PAC terhadap perubahan kadar TSS sampel air baku di unit WTP PLTU Jeneponto Bosowa Energi

Pada penambahan koagulan PAC dengan konsentrasi 390 mg/L, kadar TSS sampel air baku meningkat kembali dari 11,66 mg/L menjadi 12,86 mg/L. Hal serupa ditemukan oleh Margaretha dkk [11] yang menggunakan PAC sebagai koagulan pada air baku *intake* 1 Ilir dimana pada konsentrasi PAC 80 ppm, kekeruhan sampel air baku sebesar 0,45 NTU namun saat konsentrasi PAC yang digunakan 100 ppm, kekeruhan sampel air baku meningkat menjadi 1,13 NTU. Hal ini disebabkan pada penambahan koagulan PAC dengan konsentrasi 390 mg/L, kation yang dilepaskan oleh PAC terlalu berlebih dibandingkan kebutuhan partikel koloid dalam air baku yang bermuatan negatif untuk membentuk flok. Akibatnya terjadi penyerapan kation yang berlebih oleh partikel koloid dalam air yang mengakibatkan partikel koloid menjadi bermuatan positif kemudian akan timbul gaya tolak-menolak antar partikel sehingga terjadi deflokulasi flok yang membuat kadar TSS pada sampel air baku menjadi meningkat kembali [11].

Efisiensi penurunan kadar *Total Suspended Solid* (TSS)

Efisiensi penggunaan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) terhadap perubahan kadar *Total Suspended Solid* (TSS) sampel air baku di unit WTP PLTU Jeneponto Bosowa Energi dapat diamati pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa untuk konsentrasi PAC dari 300 mg/L, 330 mg/L, 345 mg/L, 360 mg/L, 375 mg/L, dan 390 mg/L memiliki efisiensi penurunan kadar TSS secara berturut-turut yakni 40,37%; 60,37%; 73,27%; 80,18%; 83,87%; dan 82,22%. Efisiensi tertinggi yakni 83,87% dimiliki ketika konsentrasi PAC yang digunakan sebesar 375 mg/L mampu menurunkan kadar TSS pada sampel air baku menjadi 11,66 mg/L. Namun, pada konsentrasi PAC sebesar 390 mg/L, efisiensi penurunan kadar TSS mengalami penurunan dari 83,87% menjadi 82,22%. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi tersebut, kadar TSS pada sampel air baku mengalami kemeningkatan kembali dari 11,66 mg/L menjadi 12,86 mg/L.



Gambar 3. Efisiensi penurunan kadar TSS sampel air baku di unit WTP PLTU Jeneponto Bosowa Energi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dapat digunakan untuk menjernihkan sampel air baku melalui penurunan kadar *Total Suspended Solid* (TSS) sampel air baku tersebut. Konsentrasi PAC yang paling optimum untuk menurunkan kadar TSS sampel air baku adalah 375 mg/L dengan penurunan kadar TSS sampel air baku menjadi 11,66 mg/L. Efisiensi terbesar penurunan kadar TSS yakni 83,87% yang ditemukan pada konsentrasi PAC sebesar 375 mg/L dengan kadar TSS sampel air baku menjadi 11,66 mg/L.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng sebagai satuan kerja tempat mengabdikan sebagai dosen saat ini di program studi Analisis Kimia serta kepada Politeknik ATI Makassar yang telah membiayai penelitian ini melalui DIPA Politeknik ATI Makassar Tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Setiawan, A. E. Afiuddin, Q. Aini, and T. U. Dewi, "Recovery Koagulan Dari Sludge WWTP Pembangkit Listrik Tenaga Uap Sebagai Alternatif Pengolahan Air Limbah Secara Kimia," *J. Ris. Teknol. Ind.*, vol. 12, no. 2, pp. 126–138, 2018.
- [2] S. Dammar, "Bosowa Energi Bangun PLTU Jeneponto Tahap II," *Sindo News*, 2015. <https://ekbis.sindonews.com/berita/978569/34/bosowa-energi-bangun-pltu-jeneponto-tahap-ii> (accessed Oct. 03, 2020).
- [3] Dunia Pembangkit Listrik, "Peranan Water Intake Plant Pada Pembangkit Listrik," *Dunia Pembangkit Listrik*, 2018. <https://www.duniapembangkitlistrik.com/2018/03/peranan-water-intake-pada-pembangkit.html> (accessed Oct. 03, 2020).
- [4] N. Pasra and F. Hakim, "Pengoperasian Water Treatment Plant Di PT PJB Unit Pembangkitan Paiton," *J. Energi dan Kelistrikan*, vol. 7, no. 1, pp. 41–48, 2015.
- [5] Trimitra Green Enviro, "Proses WTP Koagulasi," *Trimitra Green Enviro*, 2020. <http://www.trimitragreenenviro.com/services/proses-wtp-koagulasi-s14473.aspx> (accessed Oct. 03, 2020).
- [6] L. D. Benefield, J. F. Judkins, and B. L. Weand, *Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment*. New Jersey: Prentice-Hall, 1982.
- [7] R. S.W., B. Iswanto, and . W., "Pengaruh pH Pada Proses Koagulasi Dengan Koagulan Aluminium Sulfat Dan Ferri Klorida," *Indones. J. Urban Environ. Technol.*, vol. 5, no. 2, p. 40, 2009.
- [8] Husaini, Suganal, Sariman, and Y. Ramanda, "Pembuatan PAC Cair Dari Alumina Hidrat Pada Skala Laboratorium," *J. Teknol. Miner. dan Batubara*, vol. 12, no. 2, pp. 93–103, 2016.
- [9] X. Li *et al.*, "Recovery Of Alumina And Ferric Oxide From Bayer Red Mud Rich In Iron By Reduction Sintering," *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*, vol. 19, no. 5, pp. 1342–1347, 2009, [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1003632608604471>.
- [10] Water New Zealand, "Standard For The Supply Of Chlorine For Use In Drinking- Water Treatment," New Zealand, 2013. [Online]. Available: https://www.waternz.org.nz/Folder?Action=ViewFile&Folder_id=101&File=standard_for_the_supply_of_polyaluminium_chloride_for_use_in_water_treatment_2013.pdf.
- [11] Margaretha, R. Mayasari, Syaifull, and Subroto, "Pengaruh Kualitas Air Baku Terhadap Konsentrasi Dan Biaya Koagulan Aluminium Sulfat Dan Poly Aluminium Chloride," *J. Tek. Kim.*, vol. 18, no. 4, pp. 21–30, 2012.
- [12] G. Bogoeva-gaceva, A. Bužarovska, and B. Dimzovski, "Discoloration of Synthetic Dyeing Wastewater Using Polyaluminium Chloride," *Gazi Univ. J. Sci.*, vol. 21, no. 4, pp. 123–128, 2010.
- [13] F. Andirani, Y. H. Darundiati, and H. L. Dangiran, "Efektivitas PAC (Poly Aluminium Chloride) Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Pada Limbah Cair Rumah Sakit Jiwa Prof. Dr. Soerojo Magelang," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 5, no. 5, pp. 659–665, 2017.
- [14] B. Murwanto, "Efektivitas Jenis Koagulan Poly Aluminium Chloride Menurut Variansi Konsentrasi Dan Waktu Pengadukan Terhadap Penurunan Parameter Limbah Cair Industri Tahu," *J. Kesehat.*, vol. 9, no. 5, pp. 143–153, 2018.

- [15] A. P. Kristijarti, I. Suharto, and Marieanna, "Penentuan Jenis Koagulan Dan Konsentrasi Optimum Untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi Dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X.," Parahyangan, 2013.
- [16] F. Rosariawari and M. Mirwan, "efektivitas PAC dan Tawas Untuk Menurunkan Kekeruhan Pada Air Permukaan," Jawa Timur, 2018.
- [17] R. Y. Kartika, "Keefektifan Konsentrasi Koagulan Poly ALuminium Chloride (PAC) Dalam Menurunkan Kadar Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Laundry," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2015.
- [18] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 06-6989.3-2004 Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri," 2004.

PEMANFAATAN LAJU PERTUMBUHAN MIKROALGA *SPIRULINA PLATENSIS* SEBAGAI PAKAN PENGGANTI UNTUK IKAN

Monita Pasaribu
Politeknik ATI Makassar
monitapasaribu@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil perikanan terbesar di dunia. Budidaya ikan dapat memberikan sumber pendapatan bagi masyarakat. Pemberian pakan ikan yang berkualitas akan meningkatkan pertumbuhan ikan dan mengurangi kematian larva ikan. Pakan ikan yang mahal dan larva ikan yang mudah mati menjadi permasalahan yang sering dihadapi peternak ikan. Mikroalga *Spirulina platensis* dapat dimanfaatkan sebagai pakan ikan karena mengandung protein yang tinggi. Pemanfaatan mikroalga sebagai pakan ikan juga dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan ikan, mengurangi tingkat kematian larva dan menghemat biaya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat laju pertumbuhan mikroalga sebagai pakan terhadap pertumbuhan ikan. Metode penelitian diawali dengan kultivasi *Spirulina platensis* menggunakan medium Zarrouk. Lalu diamati laju pertumbuhan mikroalga dengan perhitungan jumlah sel. Mikroalga hasil kultivasi diberikan pada ikan sebagai pakan. Pengamatan terhadap ikan dilakukan selama 15 hari. Hasil yang diperoleh bobot massa ikan yang diberi pakan mikroalga *Spirulina platensis* lebih tinggi dibandingkan ikan yang diberi pakan pabrik

Kata kunci: Mikroalga, *spirulina platensis*, zarrouk, ikan, pakan.

ABSTRACT

Indonesia is one of the largest fisheries producing countries in the world. Fish farming can provide a source of income for the community. Providing quality fish food will increase fish growth and reduce the mortality of fish larvae. Fish food is expensive and fish larvae that die easily are problems that are often faced by fish farmers. Microalgae *Spirulina platensis* can be used as fish food because it contains high protein. The use of microalgae as fish feed can also improve the quality of fish growth, reduce larvae mortality and save costs. This study object to analyze the growth rate of microalgae as food for fish growth. The research method begins with the cultivation of *Spirulina platensis* using Zarrouk medium. Then observed the growth rate of microalgae by counting the number of cells. The cultivated microalgae are given to fish as food. Observation of fish was carried out for 15 days. The results obtained were that the mass weight of fish fed with *Spirulina platensis* microalgae was higher than that of fish fed by factory food.

Keywords: Microalgae, *spirulina platensis*, zarrouk, fish, food.

PENDAHULUAN

Berdasarkan statistik perikanan tahun 2018 produksi perikanan budidaya di Indonesia mencapai 17,2 ton. Hal ini menunjukkan budidaya ikan memberikan pengaruh pada perekonomian khususnya bagi masyarakat. Permasalahan yang sering dialami oleh pengusaha budidaya ikan adalah biaya pemeliharaan. Pakan ikan menjadi salah satu sumber biaya besar pada budidaya ikan. Untuk menghasilkan ikan yang berkualitas dan memiliki nilai jual tinggi maka perlu memperhatikan pakan yang diberikan pada ikan [1]. Pakan ikan buatan pabrik memiliki kualitas baik namun harganya mahal. Hal ini melatarbelakangi sejumlah peneliti melakukan eksperimen untuk membuat pakan alami bagi ikan. Salah satu pakan alami bagi ikan adalah mikroalga. Mikroalga *Spirulina platensis* diketahui memiliki kandungan protein yang tinggi. Hal ini menjadikan jenis mikroalga ini

memiliki potensi sebagai bahan makanan ikan air tawar dan air asin. Pemberian 0,5-1% suplemen *Spirulina platensis* sebagai pakan ikan dapat meningkatkan laju pertumbuhan ikan hingga sebesar 17-25% dan penurunan tingkat kematian sebesar 30-50% [7]. Jika makronutrien berupa nitrogen, fosfat dan kalium dibatasi sampai titik optimum maka kandungan mikroalga yang diperoleh dapat mencapai nilai maksimum [2]. Ikan yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan mujair yang bersumber dari danau. Ikan mujair merupakan ikan perairan tawar yang dapat hidup di berbagai kondisi baik salinitas tinggi maupun rendah. Bentuk badan ikan mujair pipih dan memanjang, terdapat motif garis pada bagian tubuh. Sirip ikan mujair memiliki warna hitam kemerahan pada bagian ujung. Ikan mujair umum digunakan sebagai makanan oleh masyarakat. Menu ikan ini juga banyak disajikan di rumah makan. Peluang ikan mujair sebagai sumber perekonomian sangat tinggi. Oleh karena itu budidaya ikan mujair banyak dilakukan oleh sejumlah masyarakat [5].

METODE PENELITIAN

Kultivasi mikroalga dilakukan selama sepuluh hari menggunakan medium *Zarrouk*. Inokulum mikroalga yang diumpukan dalam kultur sebanyak 10% volum total. Kultivasi dilakukan dalam botol berukuran 1L dan diberi aerasi untuk mencegah pengendapan dan pembentukan koloni mikroalga. Kultivasi dilakukan di dalam ruangan sehingga pencahayaan yang diberikan merupakan pencahayaan buatan. Pencahayaan menggunakan lampu LED. Pengamatan pertumbuhan mikroalga dilakukan setiap hari. Kultur mikroalga disampling kemudian dihitung jumlah selnya dibawah mikroskop. Berdasarkan perhitungan jumlah sel kemudian ditentukan laju pertumbuhan mikroalga. Berdasarkan laju pertumbuhan maka pemanenan mikroalga dilakukan pada hari ke sembilan. Mikroalga hasil kultivasi kemudian diberikan kepada ikan sebagai pakan ikan. Sebelum diberi mikroalga ikan ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat awal. Laju pertumbuhan ikan diamati selama 15 hari. Data yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan ikan seumuran yang tidak diberikan pakan mikroalga. Hasil pengamatan kemudian ditampilkan dalam grafik peningkatan bobot ikan.

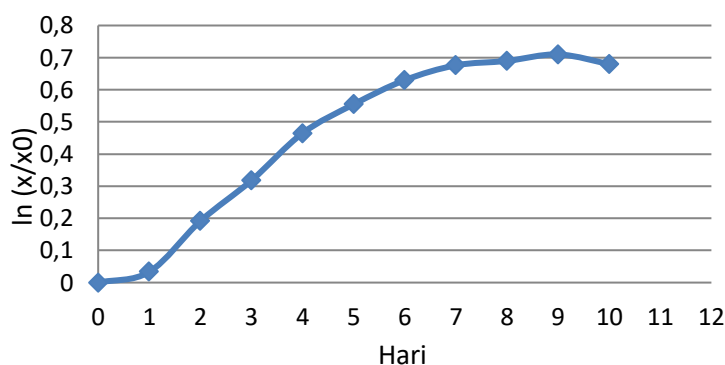
HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Pertumbuhan Mikroalga

Mikroalga yang digunakan pada penelitian ini adalah *Spirulina platensis*. Berdasarkan data laju pertumbuhan kultivasi dilakukan selama sembilan hari dikarenakan laju pertumbuhan mikroalga mulai mengalami penurunan pada hari ke sepuluh. Hal ini mendasari pemanenan dilakukan dihari ke sembilan kultivasi. Gambar 1 menunjukkan proses kultivasi mikroalga dan laju pertumbuhan ditunjukkan pada Gambar 2. Selama kultivasi terjadi perubahan warna mikroalga pada cairan. Awal kultivasi dengan komposisi inokulum sebanyak 10% warna kultur adalah bening. Setelah sembilan hari warna kultur berubah menjadi hijau pekat. Hal ini menunjukkan jumlah mikroalga yang terus mengalami pertumbuhan. Hasil kultivasi menunjukkan laju pertumbuhan mikroalga terus mengalami peningkatan hingga hari ke sembilan. Jika kultivasi tidak dihentikan pertumbuhan mikroalga akan kembali turun dan warna kultur juga berubah.



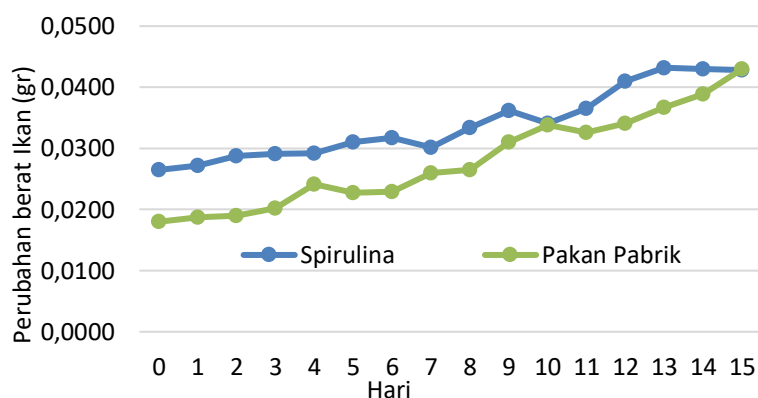
Gambar 1. Kultivasi mikroalga *spirulina platensis*



Gambar 2. Laju pertumbuhan *spirulina platensis*

Perbandingan Pertumbuhan Ikan

Ikan yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan mujair. Pengamatan pertumbuhan ikan dilakukan dengan membandingkan ikan mujair yang diberikan mikroalga *Spirulina platensis* dengan ikan mujair yang diberikan pakan ikan pabrik. Gambar 3 menunjukkan perbandingan perubahan berat ikan yang diberikan pakan mikroalga dan pakan pabrik. Berdasarkan grafik ikan mujair perubahan berat ikan mujair yang diberi pakan mikroalga lebih besar.



Gambar 3. Grafik perbandingan berat ikan

Pembahasan

Gambar 3 menunjukkan bahwa ikan mujair yang diberi pakan mikroalga *Spirulina platensis* memiliki peningkatan berat lebih tinggi dibandingkan dengan pakan pabrik. *Spirulina platensis* mengandung protein yang lebih tinggi dibandingkan mikroalga lainnya. Kandungan yang terdapat pada mikroalga ini mencapai 60% berat kering sehingga banyak dimanfaatkan sebagai sumber protein atau suplemen makanan [6]. Kandungan asam amino esensial pada *Spirulina platensis* lebih sedikit jika dibandingkan dengan protein hewani namun lebih unggul dibandingkan protein yang berasal dari tanaman. *Spirulina platensis* juga mengandung karbohidrat sebanyak 15-22,8% berat kering. Karbohidrat yang terkandung pada *Spirulina platensis* dibentuk melalui proses fotosintesis. Karbohidrat ini digunakan untuk pertumbuhan sel dan respirasi sel. Selain protein dan karbohidrat *Spirulina platensis* juga mengandung beberapa jenis vitamin, seperti vitamin A, B, C, E, dan K dan mineral [4]. Sedangkan asam lemak yang terkandung sebagai berikut, asam kaprat (C10:0), asam laurat (C12:0), asam miristat (C14:0), asam miristoleat (C14:1), asam palmitat (C16:0), asam palmitoleat (C16:1), asam heptadekanoat (C17:0), cis-10 asam heptadekanoat (C17:1), asam stearat (C18:0), asam oleat (C18:1) [3]. Kandungan beberapa jenis vitamin pada *Spirulina platensis* seperti vitamin A, B, B₁, B₂, B₆, B₁₂, C, E, dan K dan mineral seperti Na, K, Ca, Mg, Fe, dan Zn [7]. Kandungan vitamin dan mineral pada *Spirulina platensis* menandakan bahwa biomasnya dapat dimanfaatkan sebagai suplemen makanan. Keseluruhan kandungan tersebut memberikan nutrisi bagi ikan dan meningkatkan berat ikan lebih baik dibandingkan makanan hasil produksi pabrik

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa mikroalga *Spirulina platensis* berpotensi besar sebagai pakan ikan. Kandungan protein yang tinggi pada mikroalga ini memberikan peningkatan berat ikan lebih baik dibandingkan pakan pabrik..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boyd. SNI 01-6139-1999 (Produksi induk ikan nila hitam, *Oreochromis niloticus*). Jakarta 4 hal. 2004.
- [2] Gross, M. A. (2013) *Development and Optimization of Algal Cultivation Systems*. [Disertation] Iowa State University. 2013.
- [3] Otles, S. dan Pire, R. *Fatty Acid Composition of Chlorella and Spirulina Microalgae Species. Journal of AOAC International*, 84(6), pp. 1708–1714. 2001.
- [4] Ali, S. K. dan Saleh, A. M. *Spirulina-An Overview. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(3). 2012.
- [5] Setyo, S. *Fisiologi Nila (Oreochromis niloticus)*. Kanisius. Jakarta 64 hal. 2006.
- [6] Koru, E. *Earth Food Spirulina (Arthrospira): Production and Quality Standard. Food Additive*, pp. 191–203. 2012.
- [7] Vonshak, avigad. *Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, Cell-biology and Biotechnology*. Israel: Taylor & Francis. 2002.

Bidang: Teknik Kimia

Topik: Rekayasa dan Perancangan Proses Teknik Kimia

PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT PISANG KEPOK SEBAGAI BIOADSORBEN LOGAM BESI (Fe) DAN TIMBAL (Pb) PADA LIMBAH RUMAH SAKIT

La Ifa¹, Nurjannah², Isra Ariska Widyastuti³, Tryana Purwati R⁴
^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumiharjo Km 05 Makassar
la.ifa@umi.ac.id¹

ABSTRAK

Limbah medis rumah sakit merupakan salah satu limbah cair dengan kandungan logam berat. Kandungan kulit pisang terdiri seperti selulosa, hemiselulosa, pigmen klorofil, lemak, arabinosa, galaktosa, rhamnosa, dan asam galacturonic. Selulosa memiliki gugus fungsi seperti karboksil dan hidroksil yang dapat mengikat ion logam. Salah satu usaha untuk mengatasi ini adalah dengan metode adsorpsi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh kecepatan pengadukan, waktu kontak untuk menurunkan kadar logam besi (Fe) dan timbal (Pb) pada limbah rumah sakit. Metode penelitian : kulit pisang dikeringkan kemudian dikarbonisasi selanjutnya diaktivasi menggunakan H₂SO₄ 15 % dan 25%. Karbon aktif teraktivasi dicampur ke dalam sampel air limbah dengan perbandingan 1:5, kemudian diaduk dengan variasi kecepatan pengadukan 100, 150, 200, 250 rpm selama 60 menit. Filtrat dianalisa kandungan logam Fe dan Pb menggunakan ICP OES (*Inductively couple plasma- Optical Emission Spectrometry*). Hasil pengujian diperoleh bahwa daya penjerapan menggunakan aktivator H₂SO₄ 15 % pada waktu pengadukan 180 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm pada logam Fe mampu memberikan daya jerap yang optimum sebesar 96,85 % dan logam Pb memberikan daya jerap yang optimum sebesar 98,08%. Sedangkan dengan aktivator H₂SO₄ 25 % pada waktu pengadukan 180 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm pada logam Fe memberikan daya serap yang optimum sebesar 97,27 % dan logam Pb memberikan daya serap yang optimum sebesar 96,32 %.

Kata kunci: Karbon aktif, kulit pisang kepok, adsorpsi, Fe dan Pb.

ABSTRACT

Hospital medical waste is one of the liquid wastes with heavy metal content. The content of banana peels consists of cellulose, hemicellulose, chlorophyll pigments, fat, arabinose, galactose, rhamnase, and galacturonic acid. Cellulose has functional groups such as carboxyl and hydroxyl which can bind metal ions. One of the efforts to overcome this is the adsorption method. The purpose of this study was to study the effect of stirring speed, contact time to reduce levels of iron (Fe) and lead (Pb) in hospital waste. Method: The banana peel was dried then carbonized and then activated using 15% and 25% H₂SO₄. The activated carbon is mixed into the wastewater sample in a ratio of 1: 5, then stirred with variations of stirring speed of 100, 150, 200, 250 rpm for 60 minutes. The filtrate was analyzed for Fe and Pb metal content using ICP OES (*Inductively couple plasma- Optical Emission Spectrometry*). From the test results, it was found that the absorption power using 15% H₂SO₄ activator at the stirring time of 180 minutes with a stirring speed of 100 rpm on Fe metal was able to provide optimum absorption. 96.85% and Pb metal provides an optimum absorption of 98.08%. Whereas with 25% H₂SO₄ activator at the stirring time of 180 minutes with a stirring speed of 100 rpm on Fe metal provides optimum absorption of 97.27% and metal. Pb provides an optimum absorption of 96.32%.

Keywords: Active carbon, kepok banana skin, adsorption, Fe and Pb.

PENDAHULUAN

Limbah medis rumah sakit merupakan salah satu limbah cair dengan kandungan logam berat. Limbah cair yang dihasilkan rumah sakit umumnya banyak mengandung bakteri, virus, sisa obat-obatan dan senyawa kimia yang membahayakan masyarakat di sekitarnya [1]. Logam berat yang berbahaya yang sering mencemari lingkungan antara lain merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), besi (Fe) dan nikel (Ni). Logam berat tersebut diketahui dapat terakumulasi didalam tubuh suatu mikroorganisme, dan tetap tinggal dalam jangka waktu lama sebagai racun.[2].

Kandungan kulit pisang terdiri dari vitamin C, vitamin B, kalsium, protein, selulosa, hemiselulosa, pigmen klorofil, lemak, arabinosa, galaktosa, rhamnosa, dan asam galacturonic. Selulosa memiliki gugus fungsi seperti karboksil dan hidroksil yang dapat mengikat ion logam seperti Tembaga (Cu) dan Timbal/Plumbum (Pb)[3], [4].

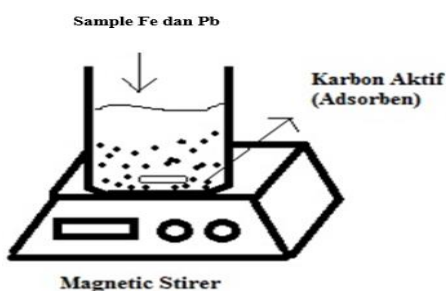
Timbal (Pb) dapat mengakibatkan turunya kecerdasan pada anak, terhambatnya pertumbuhan badan, bahkan bisa berefek pada kelumpuhan. [5]. Logam Fe dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebih dapat menimbulkan efek racun [6].

Metode yang biasa digunakan untuk menurunkan kadar logam berat dalam sampel adalah metode adsorpsi. Beberapa studi literatur telah melakukan upaya untuk menurunkan kadar logam berat menggunakan berbagai bioadsorben dengan metode adsorpsi seperti arang aktif [1], pisang raja [4], kulit pisang kepok [7], nanopartikel [8], sabut siawalan [5], kulit pisang kepok [9], cangkang kerang dan cangkang kepiting [10], sabut kelapa [11].

Karbon aktif adalah arang yang dimanfaatkan untuk menyerap kation, anion dan molekul senyawa organik maupun anorganik, larutan ataupun gas [1]. Dari uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah kulit pisang kepok sebagai karbon aktif logam Fe dan Pb dengan mempelajari pengaruh kecepatan pengaduk dan waktu kontak menggunakan aktivator H_2SO_4 .

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Air dan Lingkungan PT WLN Indonesia. Alat yang digunakan terdiri dari blender, neraca analitik, tanur, stopwatch, alat analisa ICP OES (*Inductively couple plasma- Optical Emission Spectrometry*) dan alat penelitian adsorpsi yang merupakan alat utama yaitu serangkaian alat yang terdiri dari gelas piala dilengkapi dengan *magnetic stirrer* dan seperti ditunjukkan pada Gambar 1:



Gambar 1. Rangkaian Alat Adsorpsi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit pisang kepok, Standard Fe dan Pb (SCP Science), Air Limbah Rumah Sakit mengandung Fe 10,115 mg/L dan Pb 9,478 mg/L, H_2SO_4 (Merck), dan Aquadest.

Prosedur dari penelitian sebagai berikut:

Proses Preparasi

Sebanyak ± 10 kg limbah kulit pisang dikeringkan di bawah sinar matahari langsung selama 1 hari kemudian ukurannya diperkecil dengan menggunakan blender dan digunakan sebagai sampel penelitian.

Pembuatan Karbon Aktif

Kulit pisang dipotong-potong ± 3 cm, kemudian dijemur di bawah sinar matahari hingga kering udara. Kulit pisang dikarbonisasi pada suhu $400^\circ C$ dalam $\pm 1, 5$ jam sampai terbentuk karbon yang ditandai dengan terbentuknya asap. Kulit pisang diblender sehingga ukurannya seragam.

Proses Aktivasi Karbon Aktif

Karbon yang terbentuk diaktifkan secara kimia yaitu 50 g karbon direndam ke dalam 500 ml larutan asam sulfat (H_2SO_4) 15% dan 25% selama 24 jam kemudian ditiriskan. Setelah itu disaring dan dibilas dengan akuades berulang-ulang sampai

pH mendekati netral, diukur pH nya dengan pH Meter. Kemudian karbon yang sudah teraktivasi dimasukkan kedalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, lalu dimasukkan kedalam desikator untuk proses pendinginan.

Uji Kadar Fe dan Pb Pada Limbah Rumah Sakit

Pembuatan deret kurva kalibrasi untuk logam Fe dan Pb dari standar induk 1000 mg/L. Untuk logam Pb dibuat deret kurva kalibrasi yaitu 0, 5, 25, 50, 100 dan 200 µg/L, sedangkan deret kurva kalibrasi untuk logam Fe yaitu 0, 0.5, 10, 20, 40 mg/L. Sampel air limbah disaring dengan menggunakan kertas saring 0.45 µ, kemudian ditambahkan pengawet HNO₃ pekat hingga pH sample < 2 dan dihomogenkan. Sample hasil saringan siap untuk dianalisa dengan menggunakan ICP OES sesuai APHA 22nd Edition, Methode 3120 (2012).

Penurunan daya jerap dapat dianalisa dengan menghitung Efektivitas penurunan (Ef) yakni kandungan logam Fe dan Pb awal dikurangi (Yi) dikurangi dengan kandungan logam Fe dan Pb akhir (Yf) dibagi dengan kandungan logam Fe dan Pb awal (Yi) dikali 100% persamaan (1) [12]

$$Ef = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

E : Efisiensi Penyerapan (%)

Co : Konsentrasi Awal (mg/L)

Ce : Konsentrasi Akhir (mg/L)

Uji Karbon Aktif Terhadap Penurunan Limbah Rumah Sakit Pada Logam Fe dan Pb

Karbon aktif yang telah teraktivasi dicampur kedalam sampel air limbah dengan perbandingan 1:5, sampel kemudian di dekantasi selama 20 menit. Kemudian dari hasil dekantasi tersebut dilakukan penyaringan dengan kertas saring 0.45 µ dipisahkan antara filtrat dan residu. Hasil filtratnya kemudian diukur menggunakan ICP OES dengan menguji kadar Fe dan Pb.

Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Sampel yang telah teraktivasi dicampur ke dalam sampel air limbah dengan perbandingan 1:5, kemudian diaduk dengan variasi kecepatan pengadukan 100, 150, 200, 250 rpm selama 60 menit. Kemudian disaring dan dipisahkan antara filtrat dengan residu menggunakan kertas saring 0.45 µ. Hasil filtratnya kemudian diukur menggunakan ICP OES dengan menguji kadar Fe dan Pb. Untuk mendapatkan variasi kecepatan pengadukan optimum .

Pengaruh Waktu Kontak

Dilakukan prosedur yang sama dengan menggunakan kecepatan pengadukan yang terbaik dengan variasi waktu kontak 90, 120, 150 dan 180 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

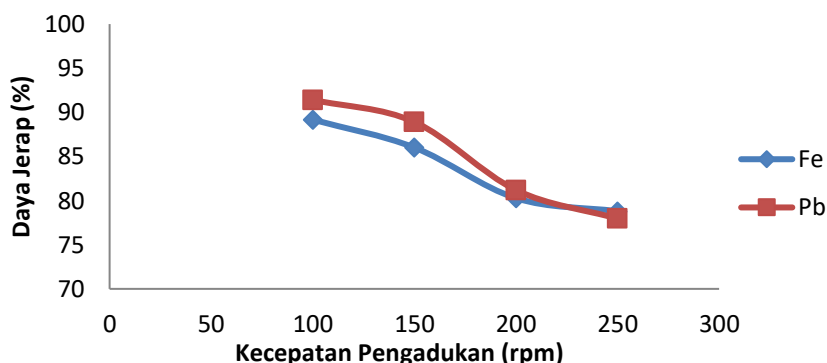
Hasil pengukuran daya serap logam Fe dan Pb ditentukan berdasarkan perbedaan kecepatan pengadukan dan yang digunakan (100, 150, 200, 250 rpm) dan waktu kontak (90, 120, 150 dan 180 menit). Hasil penelitian disajikan pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 5.

Kecepatan Pengadukan Optimum Terhadap Penurunan Daya Serap pada Logam Fe dan Pb

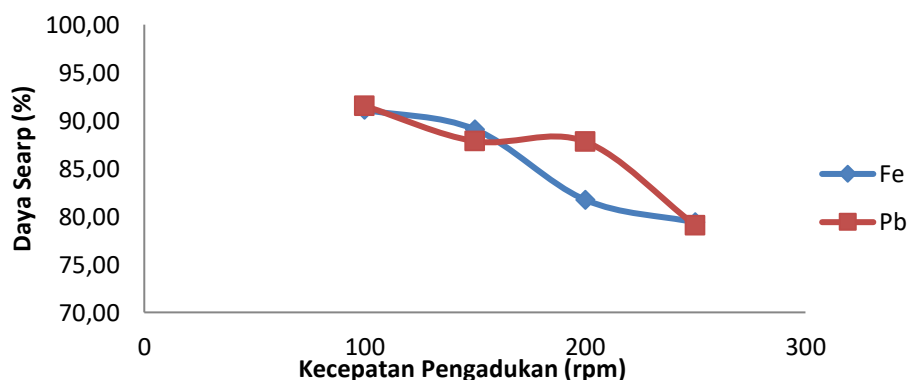
Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa daya penyerapan logam Fe dan Pb cenderung menurun seiring dengan meningkatnya kecepatan pengadukan. Hasil ini serupa dengan yang dilaporkan [1]. Hal ini disebabkan karena semakin cepatnya pengadukan menyebabkan partikel Fe dan Pb yang terserap oleh karbon aktif ikatannya belum terlalu stabil sehingga mudah terlepas kembali. Kecepatan pengadukan 100 rpm selama 60 menit pada kulit pisang kapok dengan aktivator H₂SO₄ 15% merupakan daya penyerapan terbaik yakni 89,17% dan logam Pb diperoleh yaitu 91,41%. Daya serap Fe ini lebih besar dari yang dilaporkan [1] yakni 83,78%.

Gambar 3 menunjukkan bahwa daya serap logam Fe dan Pb cenderung menurun seiring meningkatnya kecepatan pengadukan. Penurunan terbesar terdapat pada kecepatan pengadukan 250 rpm dengan waktu pengadukan 60 menit menggunakan aktivator H₂SO₄ 25% pada logam Fe dan Pb yaitu masing-masing sebesar 79.39% dan 79.07%. Hasil ini lebih besar dari penelitian yang dilaporkan [10] untuk logam Pb yakni 73,93%.

Gambar 3 diatas menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan terbaik dan efektif untuk menyerap logam Fe dan Pb yaitu 100 rpm. Untuk kecepatan pengadukan diatas 100 rpm daya serapnya cenderung menurun. Kecepatan pengadukan yang relatif besar mengakibatkan karbon aktif belum sempat membentuk ikatan yang kuat dengan partikel logam terlepas kembali sehingga hanya sedikit logam Fe dan Pb yang mampu terserap.



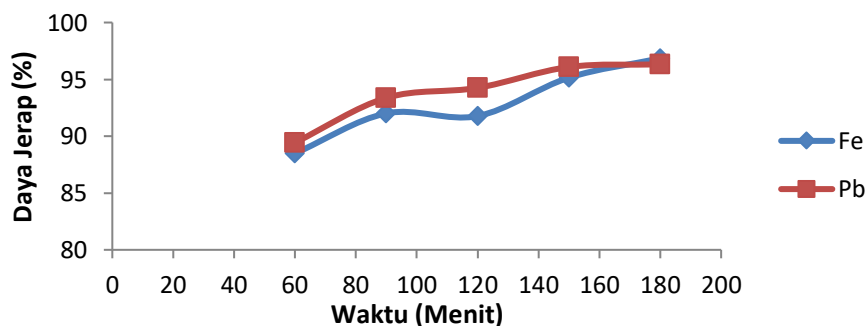
Gambar2. Hubungan kecepatan pengadukan (rpm) terhadap daya serap logam Fe dan Pb (%) menggunakan aktivator H_2SO_4 15 %.



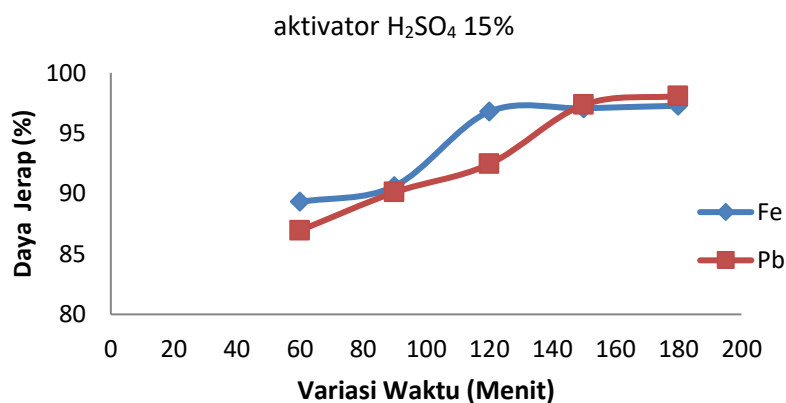
Gambar3. Hubungan kecepatan pengadukan (rpm) terhadap daya serap logam Fe dan Pb (%) menggunakan aktivator H_2SO_4 25%

Penentuan Waktu Kontak Terhadap Daya Serap Logam Fe dan Pb dengan Kecepatan Pengadukan Optimum

Gambar 4 menunjukkan bahwa daya penyerapan logam Fe dan Pb dengan berbagai variable waktu kontak dengan kecepatan optimum yaitu 100 rpm menggunakan aktivator H_2SO_4 15% cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya waktu kontak. Waktu kontak terbaik untuk masing-masing logam Fe dan Pb adalah pada waktu 180 menit mempunyai daya serap sebesar 96,85% dan 97,27%. Hasil ini lebih besar dari penelitian yang dilaporkan [1] yakni 83,78%. Waktu kontak yang relatif lama antara karbon aktif dengan logam Fe dan Pb maka peluang daya jerapnya akan semakin besar. Hal ini serupa dengan yang dilaporkan [1], [13], [14].



Gambar4. Hubungan waktu kontak (menit) terhadap daya serap logam Fe dan Pb (%) menggunakan



Gambar 5. Hubungan waktu kontak (menit) terhadap daya serap logam Fe dan Pb (%) menggunakan aktivator H_2SO_4 25 %

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan bahwa banyak logam Fe dan Pb yang terserap semakin meningkat dengan semakin lamanya waktu pengadukan. Semakin lama waktu kontak antara partikel logam dalam karbon aktif maka kesempatan logam Fe dan Pb akan terjerap menjadi besar sehingga kapasitas adsorpsi logam Fe dan Pb pada permukaan karbon aktif juga semakin meningkat. Hal ini sesuai yang dilaporkan oleh [8]. Penjerapan logam Fe dan Pb paling besar terjadi pada waktu pengadukan 180 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm memberikannya daya serap masing-masing sebesar 97,27% dan 96,32%. Hasil ini lebih kecil dari penelitian [4] untuk logam Fe yakni 99,64% tetapi lebih besar dari penelitian yang dilaporkan pada [1] yakni 83,78%. Untuk logam Pb hasil penelitian ini lebih besar dari penelitian yang dilaporkan [11] yakni 94,66% dan [9] yakni 95,23%.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa: Penggunaan aktivator H_2SO_4 15 % pada waktu pengadukan 180 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm pada logam Fe mampu memberikan daya serap yang terbaik sebesar 96,85 % dan logam Pb memberikan daya serap yang optimum sebesar 98,08%. Sedangkan dengan aktivator H_2SO_4 25% pada waktu pengadukan 180 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm pada logam Fe memberikan daya serap yang optimum sebesar 97,27 % dan logam Pb memberikan daya serap yang optimum sebesar 96,32 %..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Syauqiah, M. Amalia, and H. A. Kartini, "INFO TEKNIK, Volume 12 No. 1, Juli 2011," Info Tek., vol. 12, no. 1, pp. 11–20, 2011.
- [2] S. Murniasih and M. C. Analyzer, "Kajian kandungan logam b3 dalam limbah rumah sakit dibandingkan dengan peraturan pemerintah," no. 1, pp. 197–203, 2012.
- [3] R. S. D. Castro et al., "Banana Peel Applied to the Solid Phase Extraction of Copper and Lead from River Water : Preconcentration of Metal Ions with a Fruit Waste," pp. 3446–3451, 2011.
- [4] N. Nirmala, V. M. A. Tiwow, and S. Suherman, "Adsorpsi Ion Tembaga (Cu) Dan Ion Besi (Fe) Dengan Menggunakan Arang Hayati (Biocharcoal) Kulit Pisang Raja (Musa sapientum)," J. Akad. Kim., vol. 4, no. 4, pp. 189–196, 2015.
- [5] Nafi'ah R., "KINETIKA ADSORPSI Pb (II) DENGAN ADSORBEN ARANG AKTIF DARI SABUT SIWALAN," J. Farm. Sains dan Prakt., vol. I, no. 2, pp. 28–37, 2016.
- [6] E. Supriyanti and H. Endrawati, "Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (Perna viridis) Di Perairan Tanjung Emas Semarang," J. Kelaut. Trop. Juni, vol. 18, no. 1, pp. 38–45, 2015.
- [7] C. Abdi, R. M. Khair, and M. W. Saputra, "PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG KEPOK (Musa acuminata L.) SEBAGAI KARBON AKTIF UNTUK PENGOLAHAN AIR SUMUR KOTA BANJARBARU :Fe DAN Mn," Jukung (Jurnal Tek. Lingkungan), vol. 1, no. 1, pp. 8–15, 2015.
- [8] F. A. Nurdila, N. S. Asri, and E. Suharyadi, "Adsorpsi Logam Tembaga (Cu), Besi (Fe), dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Buatan Menggunakan Nanopartikel Cobalt Ferrite (CoFe_2O_4) (Halaman 23 s.d. 27)," J. Fis. Indones., vol. 19, no. 55, pp. 22–27, 2015.

- [9] D. Patracia, A. D. Moelyaningrum, and R. S. Pujiati, "Arang Aktif Kulit Pisang Kepok Dalam Mengikat Logam Berat Timbal," J. Berk. Kesehat., vol. 5, no. 1, p. 18, 2019.
- [10] L. Ifa, M. Akbar, A. F. Ramli, and L. Wiyani, "PEMANFAATAN CANGKANG KERANG DAN CANGKANG KEPITING SEBAGAI ADSORBEN LOGAM Cu , Pb dan Zn PADA LIMBAH INDUSTRI PERTAMBANGAN EMAS," J. Chem. Process Eng., vol. 03, no. 01, pp. 33–37, 2018.
- [11] L. Ifa, F. R. Pakala, F. Jaya, and R. A. Majid, "Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Bioadsorben Logam Berat Pb(II) Pada Air Limbah Industri," J. Chem. Process Eng., vol. 5, no. 1, pp. 54–60, 2020.
- [12] A. I. Larasati, L. D. Susanawati, and B. Suharto, "The Effectiveness of Heavy Metals Adsorptions on Leachate by Activated Carbon , Zeolite , and Silica Gel in TPA Tlekung , Batu," Sumber Daya Alam dan Lingkung., vol. 2, no. 1, pp. 44–48, 2015.
- [13] D. Drastinawati and Zultiniar, "Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Temperatur terhadap Konstanta Kecepatan Adsorpsi Cu 2+ dengan Arang Aktif Cangkang Sawit Sisa Pembuatan Asap Cair," Teknobiologi, vol. 4, no. 1, pp. 47–53, 2013.
- [14] T. Widayatno, T. Yuliawati, and A. A. Susilo, "Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dari Limbah Cair Dengan Adsorben Arang Bambu Aktif," J. Teknol. Bahan Alam, vol. 1, no. 1, pp. 17–23, 2017.

EKSTRAKSI NIKEL DARI BIJIH LIMONIT DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR GELEMBUNG PANCARAN

Regna Tri Jayanti¹, Ika Fitriani Juli Palupi², Muhammad Ikbal Rianto³, Vincentius Sulistyoaji⁴

^{1,2} Teknik Kimia Mineral, Politeknik Industri Logam Morowali ,

³ Teknik Listrik dan Instalasi, Politeknik Industri Logam Morowali,

⁴ Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali,
regna@kemenperin.go.id¹

ABSTRAK

Morowali merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki potensi cadangan bijih nikel laterit tipe limonit yang cukup besar. Meski demikian, pengolahan bijih nikel limonit yang dilakukan untuk memenuhi permintaan industri masih terbatas. Beberapa pengolahan pemurnian nikel yang umum digunakan adalah *Caron Process*, *High Acid Pressure Leaching*, dan *Atmospheric Pressure Acid Leaching*. Keberhasilan pemurnian nikel ditentukan dari proses ekstraksi khususnya kontak antara bijih nikel dan pelarutnya. Penelitian ini telah mempelajari pengaruh tekanan udara dorong dan lama waktu ekstraksi dalam reaktor gelembung pancaran pada kondisi tekanan atmosfer. Reaktor dirancang dengan 4 buah nozel sebagai alternatif pengganti pengaduk untuk memaksimalkan kontak luas permukaan antara sampel dan pelarut asam. Pelarut asam sitrat yang digunakan merupakan asam organik yang telah teruji mampu mengekstraksi nikel dalam kondisi tekanan atmosfer dan ramah lingkungan. Analisis mikroskopi dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence (XRF)* dan *Scanning Electron Microscope (SEM)* menunjukkan bahwa bijih nikel limonit Morowali merupakan tipikal bijih yang kaya akan besi dalam bentuk mineral hematit dengan struktur mikro yang heterogen dan ukuran kurang dari 50 μm . Variasi tekanan udara dorong dan waktu ekstraksi diaplikasikan pada 0.5 – 2.5 bar dan 10 – 120 menit. Kondisi operasi konstan yang diterapkan dalam proses adalah konsentrasi asam sitrat 1 M, 1:12 rasio S/L, dan temperatur Ekstraksi yaitu 70°C. Berdasarkan hasil ekstraksi bijih nikel limonit diketahui bahwa konsentrasi nikel terlarut dalam pelarut asam sitrat menggunakan reaktor gelembung pancaran makin meningkat jika tekanan udara dorong dinaikkan dan waktu ekstraksi diperpanjang. Data hasil analisa *Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)* menunjukkan bahwa puncak pelarutan nikel tertinggi terdapat pada tekanan 2 dan 2.5 bar dalam waktu ekstraksi selama 120 menit yaitu sebesar 7719.25 dan 7981.2 ppm.

Kata kunci: Nikel, limonit, ekstraksi, asam sitrat, reaktor gelembung pancaran.

ABSTRACT

Morowali is a part of the Indonesia region that has a high potential for limonitic nickel ore resources. Whereas limited nickel processing still becomes a problem to fulfill the demand of industries. Several common nickel recovery process has been conducted are *Caron Process*, *High Acid Pressure Leaching*, and *Atmospheric Acid Pressure Leaching*. The effectivity of nickel recovery is determined by the leaching process particularly in the contact area between nickel ore and the solvent. This research has studied the effect of air pressure and leaching time in jet bubble reactor under atmospheric condition. The reactor was designed with 4 nozzles as an alternative stirrer to maximize the contact area between sample and acid solvent. Citric acid is used as an organic acid solvent that has been tested capable to extract nickel in atmospheric leaching conditions and environmentally friendly. Microscopic analysis by using *X-Ray Fluorescence (XRF)* and *Scanning Electron Microscope (SEM)* shown that Morowali nickel limonitic ore is typical rich iron ore in form of hematite with heterogeneous microstructures and particle size less than 50 μm . The variations in air pressure and leaching time were applied at 0.5 – 2.5 bar and 10-120 minutes. Constant operating conditions were conducted in the process are 1 M of citric acid,

ratio S/L 1:12, and leaching temperature of 70°C. Based on the result of limonitic nickel ore extraction, the concentration of nickel dissolution in a citric acid solution using a jet bubble reactor increased if air pressure has risen and leaching time was extended. Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) analysis data revealed that the peak of nickel dissolution is situated at pressure 2 and 2.5 bar along 120 minutes of leaching time in the amount of 7719.25 and 7981.2 ppm.

Keywords: Nickel, limonite, leaching, citric acid, jet bubble reactor.

PENDAHULUAN

Morowali adalah wilayah di bagian Indonesia Timur yang memiliki potensi sumber daya mineral berupa endapan nikel laterit [1]. Pengembangan daerah ini menjadi kawasan industri nikel merupakan salah satu langkah Indonesia dalam meningkatkan daya saing dan daya tarik investasi. Pengolahan nikel dari bijih laterit masih terbatas pada kandungan nikel tinggi (saprolit) melalui teknologi pirometalurgi, sedangkan untuk pengolahan kandungan nikel lebih rendah (limonit) hanya digunakan kurang dari 2% [2].

Ada beberapa proses pengolahan bijih nikel laterit dengan menggunakan metode hidrometalurgi yaitu *Caron process*, *High Pressure Acid Leaching (HPAL)*, dan *Atmospheric Pressure Acid Leaching (APAL)* [3]. Dari ketiga proses tersebut, *Atmospheric leaching* pada temperatur rendah dan dalam reaktor yang terbuka dapat mengurangi penggunaan *autoclave* yang cukup mahal, menghasilkan residu besi yang rendah, serta memberikan perolehan nikel dalam rentang 70-90% [4][5]. Penelitian lain juga telah membuktikan bahwa biaya operasi pada proses *atmospheric acid leaching* lebih rendah dibandingkan dengan *pressure acid leaching* dan konsumsi energinya lebih kecil dibandingkan proses pirometalurgi [6].

Penggunaan asam inorganik dalam ekstraksi memerlukan penanganan limbah yang dihasilkan [7]. Pemanfaatan asam organik yang ramah lingkungan perlu dikembangkan dalam proses ekstraksi guna menghindari efek samping yang berbahaya. Ekstraksi nikel dari bijih limonit menggunakan asam sitrat memberikan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstraksi pada bijih nikel saprolit dikarenakan kemampuannya dalam memisahkan nikel dari mineralnya walau dengan konsentrasi yang rendah [8]. Asam sitrat menunjukkan mekanisme yang sangat baik sebagai agen pengikat pada pemisahan logam dari mineralnya ditinjau dari laju pelarutan nikel proses ekstraksi antara lain aktifitas asam, *pulp density*, mineralogi, dan potensial oksidasi-reduksi [9][10].

Secara spesifik, reaktor ekstraksi telah dikembangkan pada industri hidrometalurgi di mana katalis oksidan biasanya dimasukkan ke dalam reaktor bertekanan untuk mengekstraksi tembaga dalam temperatur dan tekanan yang bervariasi [11]. Kolom gelembung pancaran merupakan salah satu alat yang membantu kontak antara fasa gas dan fasa cair yang telah secara luas digunakan dan difungsikan sebagai reaktor kimia pada proses pengolahan mineral, pengolahan air limbah, fermentasi, flotasi, serta sistem industri [12]. Penelitian ini akan menggambarkan pengaruh tekanan udara dorong dan lama waktu ekstraksi terhadap perolehan nikel terlarut pada proses ekstraksi bijih nikel limonit dalam reaktor gelembung pancaran.

METODE PENELITIAN

Material

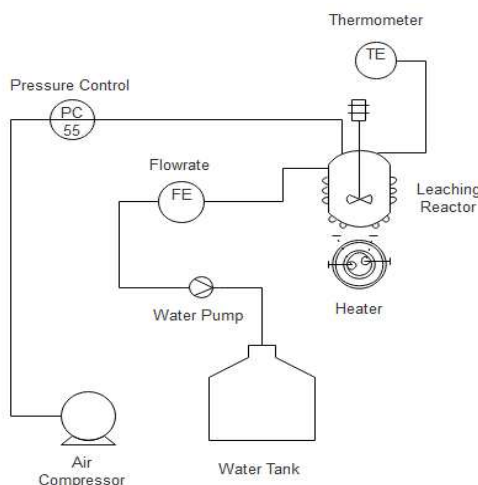
Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah bijih nikel laterit tipe limonit dari Morowali, Sulawesi Tengah dengan kadar nikel awal <1.5 %. Beberapa penelitian telah dilakukan guna mengurangi jumlah pelarut asam dalam proses ekstraksi dengan melakukan metode *pretreatment* [13]. Beberapa tahapan preparasi yang dilakukan antara lain pengurangan ukuran, *sampling*, pengurangan kadar air, dan pengayakan. Sampel bijih yang masih berupa bongkahan dihancurkan menggunakan *jaw crusher* yang kemudian dilanjutkan dengan proses penggilingan dalam *hammer mill*. Selanjutnya, dilakukan *cone quartering sampling* untuk mendapatkan sampel *representative*. Sampel kemudian dikeringkan dalam oven selama 4 jam pada temperatur 110°C untuk kemudian diayak hingga mendapatkan ukuran -100 mesh.

Perancangan reaktor gelembung pancaran

Perancangan reaktor gelembung pancaran sedikit berbeda dengan reaktor yang umumnya memakai batang pengaduk. Proses pengadukan digantikan dengan mengalir udara menggunakan *nozzle* berdiameter 0.5 mm yang dirancang untuk membentuk gelembung udara dalam 4 (empat) arah agar meningkatkan proses pelarutan antara sampel dan pelarut asam. *Nozzle* dirancang berada di antara kedalaman pelarut dengan tujuan memperbesar ukuran gelembung. Semakin dekat jarak antar *nozzle* dengan permukaan cairan, tumbukan

(momentum) antara udara dengan cairan lebih besar [14]. Dengan demikian, kontak area antar keduanya semakin

banyak. Ketika tekanan udara dimasukkan, pengadukan seketika dimulai. Sistem kendali *jet bubble reactor* dibangun menggunakan Arduino, dimana sistem kendali ini akan membuat proses ekstraksi dalam *jet bubble reactor* berlangsung secara otomatis. Desain reaktor gelembung pancaran ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Desain reaktor gelembung pancaran

Reaktor gelembung pancaran (*Jet Bubble Reactor*) dibangun dengan kapasitas *chamber* 5 liter yang terbuat dari *stainless steel* dan tahan terhadap asam lemah seperti asam sitrat. Reaktor dilengkapi dengan *Thermocouple type k* dan *thermometer control c100* sebagai sensor dan kontrol temperatur. *Air compressor* dengan tenaga 1 HP (*horse power*) digunakan sebagai sumber masukan tekanan untuk menggerakkan udara yang akan membentuk gelembung dalam proses ekstraksi. Elemen pemanas berukuran 8 *inch* berfungsi sebagai *transfer* panas hingga mencapai temperatur ekstraksi yang diinginkan. *Water pump 1/8 HP* berguna untuk memompakan pelarut asam sitrat dari *water tank* berkapasitas 10 liter menuju *chamber* serta *Liquid crystal display* (LCD) sebagai layar penampil parameter yang digunakan dalam proses ekstraksi.

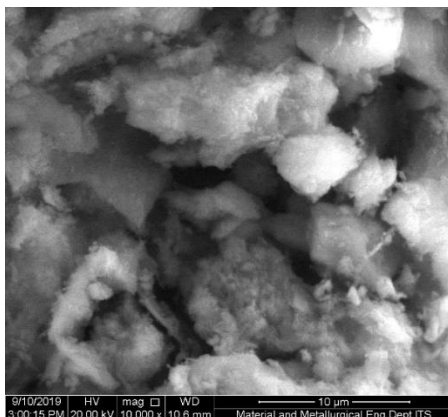
Ekstraksi bijih limonit

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut asam sitrat dengan konsentrasi 1 M. Perbandingan antara sampel dan pelarut adalah 1:12. Mekanisme ekstraksi bijih nikel laterit dalam *jet bubble reactor* dimulai dengan mengalirkan pelarut asam sitrat dari *water tank* ke *chamber* oleh dorongan *water pump*. Kemudian pelarut asam sitrat di dalam *chamber* dipanaskan diatas elemen *heater* hingga mencapai temperatur 70°C dan di kontrol oleh sistem kendali Arduino sehingga temperatur tetap konstan. Selanjutnya, sampel dimasukkan kedalam *chamber* dan dihitung sebagai menit pertama. Kemudian, dengan bantuan tekanan dari *air compressor*, udara dialirkan melalui *nozzle* 4 arah membentuk gelembung guna menggerakkan pelarut asam sitrat agar terjadi *mixing* antara pelarut asam sitrat dengan bijih nikel limonit. Variasi besar tekanan udara kerja diatur oleh *pressure control* yaitu 0.5, 1, 1.5, 2, dan 2.5 bar. Setelah terbentuk gelembung, sampel bijih limonit dimasukkan kedalam *chamber* dan dihitung sebagai menit pertama proses ekstraksi. Ekstraksi dilakukan selama 120 menit dengan interval pengambilan sampel pada waktu 10, 20, 30, 60, 90, 120 menit. Sampel yang diambil kemudian disaring hingga diperoleh filtrat hasil Ekstraksi. Filtrat hasil Ekstraksi selanjutnya di analisa dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) untuk mengetahui jumlah konsentrasi nikel terlarut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk morfologi sampel ditunjukkan oleh *Scanning Electron Microscopy* (SEM) (Gambar 1) adalah pipih dan heterogen dengan ukuran < 50 μm . Hasil analisa *X-Ray Fluorescence* (XRF) pada tabel 1 menunjukkan bahwa Nikel yang terkandung dalam sampel bernilai sebesar 5.15 %. serta komposisi kimia yang dominan dalam sampel bijih limonit Morowali adalah besi yang terkandung dalam senyawa Fe_2O_3 atau merupakan mineral *hematite*. Studi lain menunjukkan bahwa tipe bijih nikel laterit yang kaya akan besi dalam bentuk mineral hematite mampu mengurangi konsumsi asam yang tinggi [6].

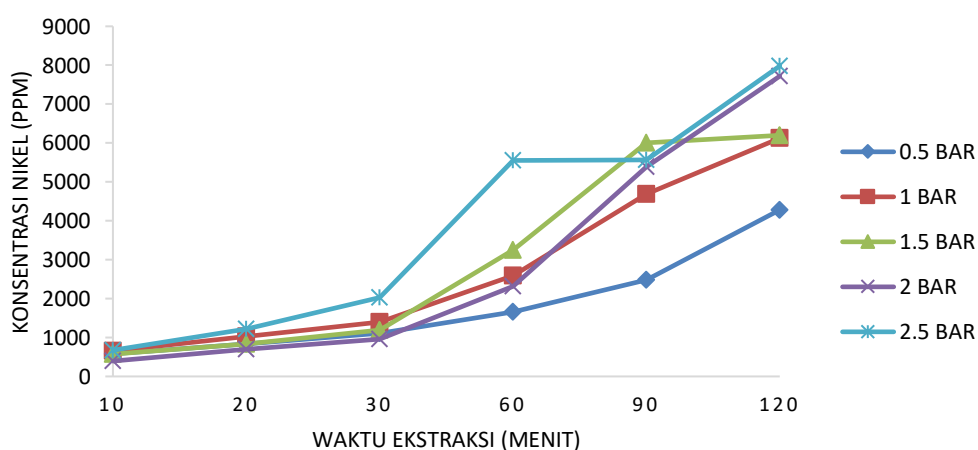
Jumlah konsentrasi nikel terlarut yang diperoleh dari filtrat hasil ekstraksi bijih limonit Morowali dalam *jet bubble reactor* yang telah dianalisa dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) dapat dilihat dalam gambar 3.



Gambar 2. Hasil analisa *scanning electron microscopy*

Tabel 1. Hasil analisa komposisi kimia sampel bijih limonitl Morowali menggunakan *X-Ray Fluorescence*

Campuran	%	Unsur	%
SiO ₂	11	Si	6.5
P ₂ O ₅	0.49	P	0.25
CaO	0.62	Ca	0.61
Sc ₂ O ₃	0.02	Sc	0.01
V ₂ O ₅	0.073	V	0.054
Cr ₂ O ₃	1.96	Cr	1.86
MnO	1.17	Mn	1.3
Fe ₂ O ₃	80.82	Fe	84.19
NiO	4.2	Ni	5.15
ZnO	0.08	Zn	0.1



Gambar 3. Pengaruh tekanan dorong gelembung udara dan waktu ekstraksi terhadap *recovery* nikel

Pembahasan

Gambar 3 merupakan data hasil ekstraksi bijih nikel limonit bila tekanan dinaikkan dan waktu diperpanjang pada kondisi temperatur 70°C dan konsentrasi pelarut 1M. Perolehan nikel terlarut terjadi perlahan dari waktu pengambilan sampel 10 hingga 30 menit dan mulai terjadi peningkatan yang berarti pada waktu pengambilan sampel di menit ke 60 hingga 120 menit. Ini menunjukkan bahwa ekstraksi bijih nikel tipe limonit memerlukan waktu 60 menit untuk mulai terekstraksi secara signifikan dan meningkat 2 hingga 3 kali lipat pada waktu ekstraksi 120 menit.

Ekstraksi bijih nikel limonit dengan menggunakan tekanan udara pada interval 0.5 – 1.5 bar cenderung menunjukkan peningkatan perolehan nikel terlarut yang cukup stabil dan perlahan seiring waktu ekstraksi. Bijih nikel dapat terlarut lebih banyak pada tekanan udara dorong 2 dan 2.5 bar yaitu 7719.25 dan 7981.2 ppm. Meskipun pada tekanan 2.5 bar perolehan nikel terlarut lebih tinggi, laju perolehan nikel terlarut mengalami penurunan sehingga menyebabkan pada menit ke 60 dan 90 perolehan nikel berada direntang 5553.8 - 5568.1 ppm. Peristiwa ini terjadi akibat tekanan udara yang terlalu besar menyebabkan gelembung yang dihasilkan lebih banyak dan reaksi berjalan sangat cepat hingga sampai pada titik jenuh yang ditandai dengan kekentalan dari campuran dan proses pelarutan nikel berlangsung lambat. Hal ini sesuai dengan penjelasan M. G. El-din et al [15][16] yang menyatakan bahwa fenomena aliran gas-cair sangat rumit ditinjau dari sifat dan perilaku alamnya yang bervariasi terhadap desain, konfigurasi, dan kondisi operasi pada kolom gelembung. Dengan demikian, tekanan udara dorong 2 bar merupakan parameter yang terbaik dalam proses ekstraksi bijih nikel limonit pada kondisi temperatur 70°C dengan menggunakan pelarut organik asam sitrat 1 M.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan diperoleh kesimpulan bahwa peningkatan tekanan udara dorong dari 0.5 – 2.5 bar dan perpanjangan waktu ekstraksi dari 10 hingga 120 menit mampu meningkatkan harga nikel terlarut dalam reaktor gelembung pancaran. Tekanan udara dorong 2 bar merupakan parameter yang terbaik dalam proses ekstraksi bijih nikel limonit pada kondisi temperatur 70°C dengan menggunakan pelarut organik asam sitrat 1 M, jumlah konsentrasi nikel terlarut mencapai 7719.25 ppm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Industri Logam Morowali yang telah mendukung penulis sehingga makalah ini dapat diajukan dalam seminar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Hardyanto, Widodo and A. Nurwaskito, "Pemodelan endapan nikel laterit, kabupaten morowali, provinsi sulawesi tengah," J. Geomine, vol. 02, pp. 89–96, 2015.
- [2] S. Listyarini, "Designing Heap Leaching for Nickel Production that Environmentally and Economically Sustain," Int. J. Environ. Sci. Dev., vol. 8, no. Desember 2017, pp. 799–803, 2018.
- [3] K. C. Wanta, F. H. Tanujaya, R. F. Susanti, H. T. B. M. Petrus, I. Perdana, and W. Astuti, "Studi Kinetika Proses Atmospheric Pressure Acid Leaching Bijih Laterit Limonit Menggunakan Larutan Asam Nitrat Konsentrasi," J. Rekayasa Proses, vol. 12, no. 2, pp. 19–26, 2018.
- [4] R. G. McDonald and B. I. Whittington, "Atmospheric acid leaching of nickel laterites review. Part I. Sulphuric acid technologies," Hydrometallurgy, vol. 91, no. 1–4, pp. 35–55, 2008.
- [5] J. A. Johnson, R. G. McDonald, D. M. Muir, and J. Tranne, "Pressure acid leaching of arid-region nickel laterite ore Part IV : Effect of acid loading and additives with nontronite ores," vol. 78, pp. 264–270, 2005.
- [6] V. Miettinen, J. Mäkinen, E. Kolehmainen, T. Kravtsov, and L. Rintala, "Iron Control in Atmospheric Acid Laterite Leaching," Minerals, vol. 9, no. 30 June 2019, pp. 1–13, Jun. 2019.
- [7] H. S. E. A. Gustiana, "Pelindian Nikel dari Nikel Laterit Pomalaa Menggunakan Asam Asetat," Tesis Sarj. S-2 Progr. Stud. Tek. Kim. Magister Tek. Proses Pengolah. Miner., no. April, pp. 1–7, 2018.
- [8] R. G. McDonald and B. I. Whittington, "Atmospheric acid leaching of nickel laterites review . Part II . Chloride and biotechnologies," Hydrometallurgy, vol. 91, pp. 56–69, 2008.
- [9] W. Astuti, T. Hirajima, K. Sasaki, and N. Okibe, "Comparison of atmospheric citric acid leaching kinetics of nickel from different Indonesian saprolitic ores," Hydrometallurgy, vol. 161, pp. 138–151, 2016.
- [10] W. Astuti, T. Hirajima, K. Sasaki, and N. Okibe, "Comparison of effectiveness of citric acid and other acids in leaching of low-grade Indonesian saprolitic ores," Miner. Eng., vol. 85, pp. 1–16, 2016.
- [11] J. Cháidez, J. Parga, J. Valenzuela, R. Carrillo, and I. Almaguer, "Leaching Chalcopirite Concentrate with Oxygen and Sulfuric Acid Using a Low-Pressure Reactor," Metals (Basel), vol. 9, no. 6 February 2019, pp. 1–19, 2019.
- [12] Setiadi, D. Supramono, Sukirno, and N. Istiqomah, "Pengaruh Konfigurasi Liquid Jet Flow Kolom Gelembung terhadap Kemampuan Absorpsi Gas Karbondioksida," J. Tek. Kim. Indones., vol. 9, no. 2, pp. 42–48, 2010.
- [13] S. Javanshir, Z. H. Mofrad, and A. Azargoon, "Atmospheric pressure leaching of nickel from a low-grade nickel-bearing ore," Physicochem. Probl. Miner. Process., vol. 54, no. 3, pp. 890–900, 2018.

- [14] D. H. Nugroho and I. Machdar, "Pengaruh Nozzle Terhadap Aspek Hidrodinamika Kinerja Kolom Gelembung Pancaran (The Effect of Nozzle on the Performance of Jet Bubble Column Hydrodynamic)," J. Rekayasa Kim. dan Lingkung., vol. 10, no. 2, pp. 84–91, 2014.
- [15] M. G. El-din and D. W. Smith, "Measurements of the size , rise velocity , and specific interfacial area of bubbles in an impinging-jet bubble column," J. Enviromental Eng. Sci., vol. 138, no. July, pp. 127–138, 2003.
- [16] M. S. Baawain, M. Gamal El-Din, K. Clarke, and D. W. Smith, "Impinging-jet ozone bubble column modeling: Hydrodynamics, gas hold-up, bubble characteristics, and ozone mass transfer," Ozone Sci. Eng., vol. 29, no. 4, pp. 245–259, 2007.

Bidang: Teknik Kimia Mineral Topik: Instrumentasi, Otomasi dan Optimasi Teknik Kimia

REKAYASA DAN OPTIMASI PROSES KOAGULASI-FLOKULASI WATER TREATMENT PLANT (WTP) POLITEKNIK INDUSTRI LOGAM MOROWALI

Fachrur Razy Rahman¹, Isran Asnawi², Rahmayanti³

^{1,2,3} Politeknik Industri Logam Morowali

fauzyrahmantlipilm@gmail.com¹, isranasnawi.tkm.pilm@gmail.com²,

rahma.pilm@gmail.com³

ABSTRAK

Proses koagulasi-flokulasi merupakan salah satu bagian penting pada *Water Treatment Plant*. Saat ini, penambahan koagulan pada proses *Water Treatment Plant* Politeknik Industri Logam Morowali, masih dilakukan secara manual tanpa mempertimbangkan konsentrasi koagulan secara tepat sehingga berdampak pada kualitas air hasil pengolahan yang belum memenuhi standar baku mutu. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan pengendalian kualitas air secara otomatisasi melalui sistem kendali berbasis ON – OFF. Penelitian ini bertujuan merancang bangun sistem kendali proses koagulasi-flokulasi pada *Water Treatment Plant* Politeknik Industri Logam Morowali. Spesifikasi sistem kendali pada unit proses ini adalah penambahan koagulan berdasarkan konsentrasi dan volume koagulan terbaik yang telah dilakukan melalui metode jar test. Hasil dari rancang bangun sistem kendali kemudian dievaluasi berdasarkan kualitas air hasil pengolahan, dalam hal ini adalah nilai kekeruhan. Tahapan rancang bangun yang dilakukan adalah: 1) penentuan konsentrasi dan volume koagulan terbaik dengan metode jar test; 2) perancangan dan instalasi perangkat sistem kendali; 3) pembuatan algoritma dan pengujian PLC; 4) proses pengolahan air menggunakan sistem kendali; dan 5) pengujian dan pengambilan data kekeruhan air. Berdasarkan hasil pengujian jar test, konsentrasi koagulan terbaik adalah 80 ppm dan volume koagulan terbaik merujuk pada model persamaan matematis $y = 0,7387x + 257,49$. Persamaan matematis ini kemudian dijadikan sebagai rujukan pengujian algoritma pada PLC dengan rangkaian loop tertutup, bersama dengan perangkat sistem kendali lain berupa sensor *flowmeter*, Sensor *Water Level Controller* (WLC), *Solenoid valve*, Sensor kekeruhan, PLC (*Programmable Logic Controller*), dan Arduino Uno. Hasil dari rancang bangun sistem kendali ini adalah implementasi sistem kendali berbasis ON – OFF pada unit proses koagulasi-flokulasi *Water Treatment Plant* Politeknik Industri Logam Morowali dengan kualitas air hasil pengolahan yang memenuhi standar baku mutu.

Kata kunci: water treatment plant, koagulasi, PLC Siemens S7-300, flowmeter, turbidity sensor.

ABSTRACT

The coagulation-flocculation process is an important part of a Water Treatment Plant. Currently, the addition of coagulants to the Water Treatment Plant process at Politeknik Industri Logam Morowali, is still done manually without considering the precise concentration of coagulants, so that it has an impact on the quality of treated water that does not meet quality standards. Based on these problems, it is necessary to control the water quality by automatization through an ON - OFF based control system. This study aims to design a control system for the coagulation-flocculation process at the Water treatment plant of the Politeknik Industri Logam Morowali. The control system specification in this process unit is the addition of coagulants based on the best coagulant concentration and volume that has been carried out through the jar test method. The results of the control system design are then evaluated based on the quality of treated water (the turbidity value). The design steps to be carried out are: 1) determining the best concentration and volume of coagulants using the jar test method; 2) design and installation of control system devices; 3) algorithm development and PLC testing; 4) water

treatment process using a control system; and 5) taking and collecting turbidity data. Based on the jar test results, the best coagulant concentration was 80 ppm and the best coagulant volume with the mathematical model equation $y = 0.7387x + 257.49$. This mathematical equation is then used as a reference for algorithm testing on PLCs with a closed loop circuit, along with other control system devices in the form of flowmeter sensors, Water Level Controller (WLC) sensors, solenoid valves, turbidity sensors, PLC (Programmable Logic Controller), and Arduino Uno. The result of this control system design is the implementation of an ON - OFF based control system at the coagulation-flocculation process unit of Water Treatment Plant of the Politeknik Industri Logam Morowali with the quality of the treated water that meets quality standards.

Keywords: water treatment plant, coagulation, PLC Siemens S7-300, flowmeter, turbidity sensor

PENDAHULUAN

Pemenuhan kebutuhan air bersih menjadi suatu prioritas di daerah morowali. Meskipun secara geografis daerah morowali memiliki banyak Daerah Aliran Sungai (DAS), banyaknya sampah dan limbah yang dibuang ke sungai menjadi faktor utama penyebab menurunnya kualitas air yang ada. Oleh karena itu, untuk mendapatkan air dengan kualitas yang baik untuk dikonsumsi diperlukan adanya Instalasi Pengolahan Air [1]. Syarat kualitas air bersih dinyatakan pada Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017. Salah satu parameter penting yang dinyatakan dalam peraturan tersebut adalah kekeruhan, dengan nilai standar maksimal sebesar 25 NTU untuk peruntukan Higiene sanitasi [2].

Water Treatment Plant merupakan suatu unit pengolahan air baku yang berasal dari sungai, danau, atau sumber bawah tanah lainnya agar menjadi air bersih yang memenuhi standar baku mutu. *Water Treatment Plant* Politeknik Industri Logam Morowali memiliki beberapa unit tahapan proses pengolahan air, antara lain koagulasi-flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan disinfeksi. Proses koagulasi flokulasi merupakan tahapan awal yang penting dalam proses pengolahan air untuk peruntukan Higiene sanitasi [3]. Pada proses ini, terjadi reaksi kimia antara koagulan dan padatan tersuspensi sehingga terbentuk gumpalan (flok) yang akan tersedimentasi di dasar wadah, sehingga diperoleh kualitas air dengan nilai kekeruhan yang memenuhi standar baku mutu [4].

Hal yang perlu diperhatikan dalam proses koagulasi-flokulasi adalah penentuan konsentrasi koagulan terbaik agar diperoleh air dengan nilai kekeruhan yang memenuhi standar baku mutu. Ada banyak jenis koagulan yang dapat digunakan untuk proses koagulasi flokulasi, namun dalam hal ini, *Water Treatment Plant* Politeknik Industri Logam Morowali menggunakan koagulan tawas atau alumunium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) [5][6]. Penggunaan koagulan tawas didasarkan pada efektivitas hasil dalam menurunkan nilai kekeruhan serta harga yang ekonomis. Saat ini, penambahan koagulan pada proses produksi *Water Treatment Plant* Politeknik Industri Logam Morowali, masih dilakukan secara manual tanpa mempertimbangkan konsentrasi koagulan secara tepat. Cara manual ini menurunkan efektivitas dan efisiensi proses yang dapat dilihat pada tingkat kekeruhan air sungai yang bersifat tidak tetap dan belum memenuhi standar baku mutu. Dalam hal ini, nilai kekeruhan air yang dihasilkan dari *Water Treatment Plant* Politeknik Industri Logam Morowali cenderung dipengaruhi oleh musim. Jika musim hujan berlangsung, maka nilai kekeruhan air akan lebih tinggi dibandingkan saat musim kemarau.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka konsentrasi dan volume koagulan terbaik perlu ditentukan melalui simulasi proses koagulasi-flokulasi skala laboratorium dengan cara jar test [4][7]. Setelah konsentrasi dan volume koagulan terbaik diperoleh, maka dilanjutkan perancangan otomasi penambahan koagulan agar diperoleh air hasil pengolahan di *Water Treatment Plant* Politeknik Industri Logam Morowali yang terkendali dan memenuhi standar baku mutu.

Penelitian tentang rancang bangun sistem Kendali pada proses pengolahan air sebelumnya telah dilakukan. Penelitian oleh Kalpana [8] menggunakan sistem kendali Raspberry Pi untuk monitoring kekeruhan air dan pH. Penelitian oleh Suchithra [9] menggunakan logika *Fuzzy Logic* untuk mengendalikan pH air. Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai sistem kendali yang dibuat untuk pengolahan air koagulasi-flokulasi di *Water Treatment Plant* Politeknik Industri Logam Morowali, yaitu sistem kendali ON – OFF.

Tujuan penelitian ini adalah membuat rancang bangun sistem kendali proses koagulasi-flokulasi pada *Water Treatment Plant* (WTP) Politeknik Industri Logam Morowali. Hasil dari sistem kendali yang dirancang kemudian dievaluasi efektivitasnya melalui pengujian nilai kekeruhan air hasil proses. Melalui penelitian ini diharapkan

agar proses pengolahan air bersih pada *Water Treatment Plant* (WTP) Politeknik Industri Logam Morowali menjadi lebih efisien dan efektif.

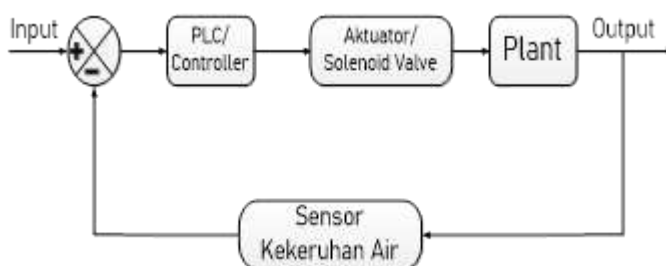
METODE PENELITIAN

Penentuan Konsentrasi dan Volume Koagulan terbaik dengan Metode Jar Test

Tahapan pertama dalam penelitian ini adalah penentuan konsentrasi dan volume koagulan terbaik melalui metode jar test. Penentuan volume koagulan terbaik dilakukan untuk mempermudah pelaksanaan sistem kendali yakni penambahan koagulan berdasarkan pendekatan parameter volume (setelah dilakukan penentuan konsentrasi terbaik). Setelah diperoleh volume koagulan terbaik, maka dilakukan perancangan sistem kendali dan pembuatan algoritma berdasarkan model persamaan matematis volume koagulan terbaik. Adapun variabel bebas dalam tahapan penelitian ini adalah konsentrasi koagulan tawas pada kisaran 20 – 180 ppm, dan volume koagulan tawas pada kisaran 6 – 24 ml. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kekeruhan air setelah melalui proses koagulasi-flokulasi yang dinyatakan dalam satuan NTU (*Nefelometric Turbidity Unit*).

Perancangan dan Instalasi Perangkat Sistem Kendali

Perancangan sistem kendali meliputi desain penempatan posisi sensor dan komponen pendukung berdasarkan jalur distribusi air di *Water Treatment Plant* (WTP) Politeknik Industri Logam Morowali. Desain sistem kendali mengacu pada sistem kendali loop tertutup yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem kendali loop tertutup

Berdasarkan gambar 1, dapat dilihat bahwa sistem yang dibangun melibatkan PLC sebagai pengendali proses koagulasi-flokulasi pada *water treatment plant* (WTP). Sistem pengendalian loop tertutup merupakan sistem pengendalian dimana sinyal keluaran mempunyai pengaruh langsung terhadap sinyal kontrol (aksi kontrol). Sistem kontrol loop tertutup juga merupakan sistem control berumpan balik. Sinyal kesalahan penggerak, yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik (yang dapat berupa sinyal keluaran atau suatu fungsi sinyal keluaran atau turunannya) [10].

Adapun beberapa jenis sensor dan komponen pendukung yang digunakan dalam sistem kendali proses koagulasi-flokulasi di *Water Treatment Plant* (WTP) Politeknik Industri Logam Morowali antara lain sebagai berikut:

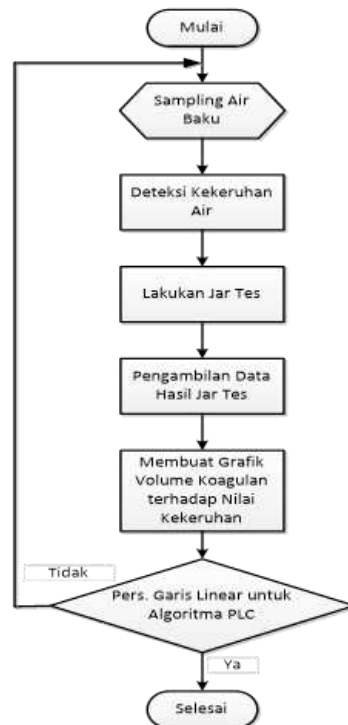
- 1) Sensor *Flowmeter*, adalah jenis sensor untuk mendeteksi jumlah atau laju aliran air dari suatu fluida yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka. Alat ini terdiri dari *primary device*, yang disebut sebagai alat utama dan *secondary device* (alat bantu sekunder).
- 2) Sensor *Water Level Controller* (WLC), adalah jenis sensor untuk mendeteksi level cairan. *Water Level Controller* juga bekerja untuk mengontrol pompa air. Ketika ketinggian air di tangki lebih dari kepala melebihi tingkat yang diperlukan, pompa secara otomatis mati dan menghentikan proses pemompaan sehingga mencegah aliran air yang berlebihan.
- 3) *Solenoid valve*, merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan/solenoida. *Solenoid valve* ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida.
- 4) Sensor kekeruhan, merupakan jenis sensor yang mendeteksi nilai kekeruhan air yang bekerja dengan prinsip pemanfaatan cahaya yang dipancarkan pada LED yang kemudian hasil pemantulan cahaya yang akan dibaca oleh sensor.
- 5) PLC (*Programmable Logic Controller*), adalah sebuah perangkat yang secara khusus dirancang untuk

menangani suatu sistem kontrol otomatis pada mesin-mesin industri dengan sistem kerja kendali terprogram yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

- 6) Arduino, merupakan pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang.

Pembuatan Algoritma Kendali dan Pengujian PLC

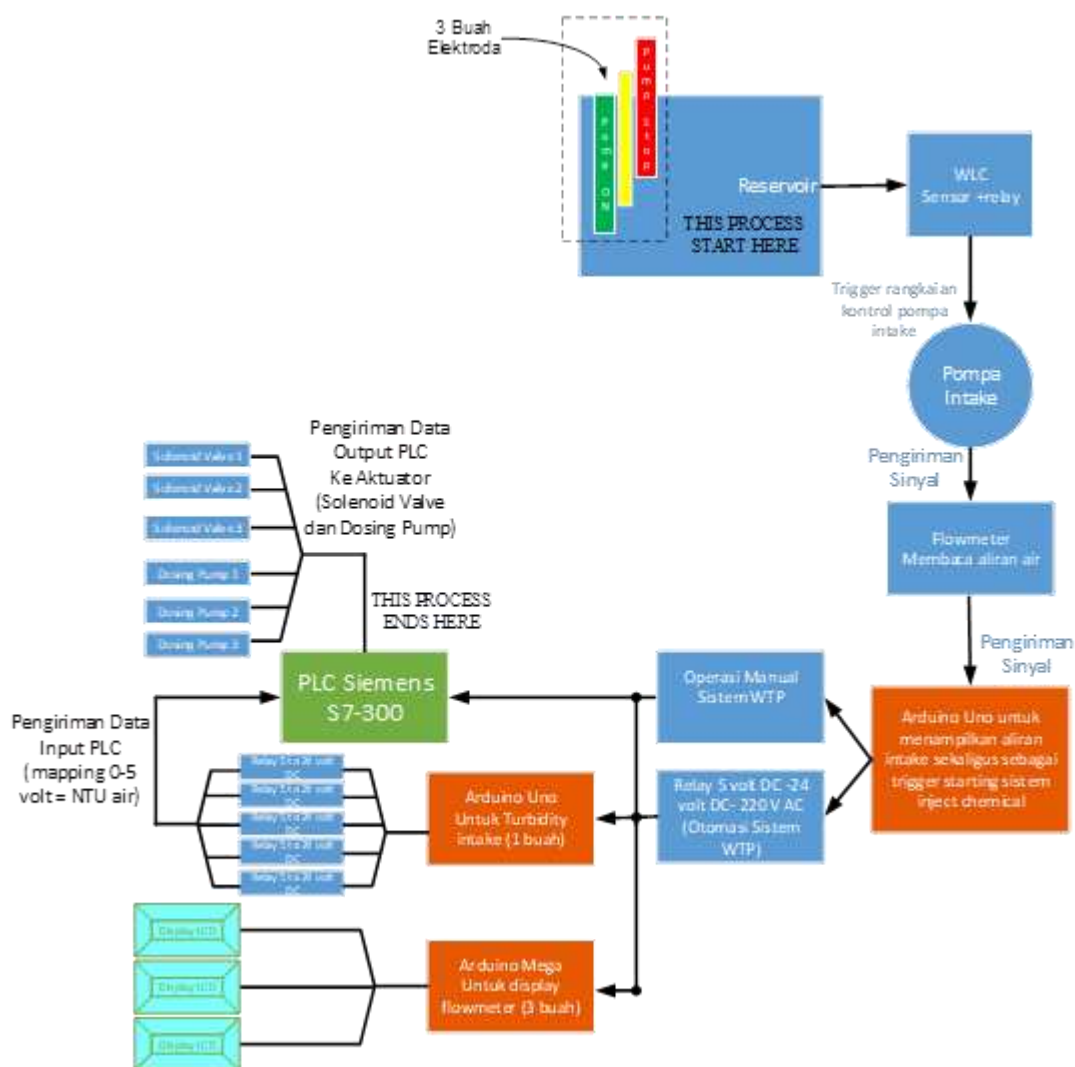
Pembuatan algoritma kendali dan pengujian PLC bertujuan untuk memperoleh karakteristik sistem yang akan dikendalikan. Algoritma dari PLC diperoleh berdasarkan karakteristik variabel proses koagulasi-flokulasi yang diperoleh dari prosedur jar test. Adapun tahapan pengujian algoritma dijelaskan pada diagram gambar berikut.



Gambar 2. Diagram pembuatan dan pengujian algoritma PLC

Pelaksanaan proses pengolahan air menggunakan sistem kendali

Setelah dilakukan pembuatan dan pengujian algoritma PLC, maka dilaksanakan proses koagulasi-flokulasi menggunakan sistem kendali ON - OFF yang telah dirancang. Air yang ditampung pada reservoir dideteksi ketinggiannya menggunakan sensor WLC. Apabila ketinggian air kurang dari minimum batas tertentu, maka WLC akan bekerja dan mengirimkan sinyal ke pompa intake air sungai agar dapat bekerja untuk menyuplai air ke unit WTP. Ketika air sungai mengalir pada pipa, maka aliran air tersebut dideteksi oleh sensor *flowmeter* kekeruhan dan mengirimkan sinyal ke perangkat Arduino Uno untuk menampilkan kondisi kekeruhan air sekaligus sebagai pemicu terhadap injeksi volume koagulan yang perlu ditambahkan. Dengan demikian, Arduino Uno akan mengirimkan sinyal kepada aktuator, dalam hal ini *Solenoid Valve*, agar membuka katup injeksi volume koagulan sesuai sinyal informasi yang dikirimkan. Dengan demikian, katup akan bekerja secara otomatis untuk membuka atau menutup berdasarkan volume koagulan yang telah ditetapkan sebelumnya agar diperoleh air hasil pengolahan unit *Water Treatment Plant* (WTP) Politeknik Industri Logam Morowali yang memenuhi standar baku mutu. Adapun jalannya sistem kendali ON - OFF proses koagulasi-flokulasi dijelaskan pada diagram gambar 3.



Gambar 3. Desain sistem kendali melibatkan PLC pada unit koagulasi-flokulasi

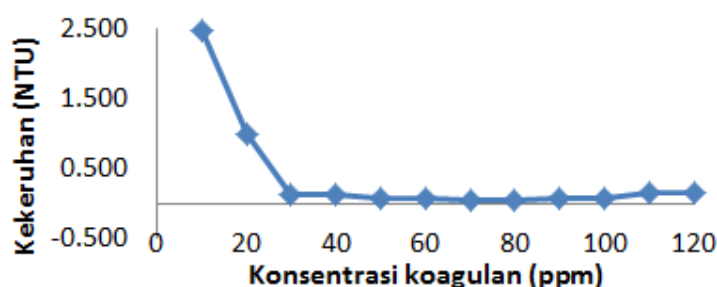
Pengujian dan pengambilan data kekeruhan air

Pengambilan data kondisi kekeruhan air dilakukan setiap pelaksanaan sistem kendali untuk mengetahui efektivitas sistem kendali yang telah dirancang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

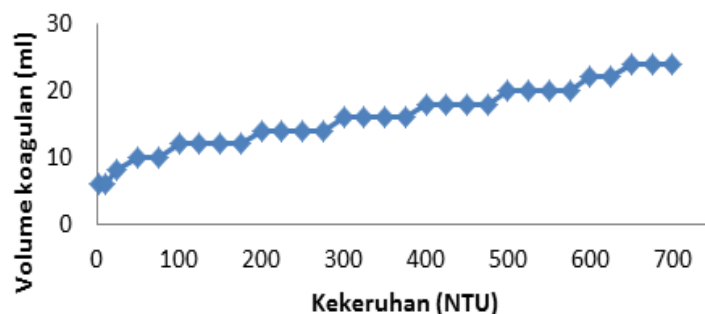
Penentuan Konsentrasi dan Volume Koagulan terbaik dengan Metode Jar Test

Sebelum dilakukan pengujian sistem kendali koagulasi-flokulasi pada *Water Treatment Plant* (WTP) Politeknik Industri Logam Morowali, terlebih dahulu dilakukan pengujian dalam skala laboratorium melalui metode jar test, untuk mengetahui konsentrasi dan volume koagulan terbaik. Hal ini penting untuk mengetahui karakteristik pencampuran koagulan yang akan digunakan saat implementasi di lapangan. Hasil dari penentuan konsentrasi koagulan terbaik ditampilkan pada gambar 4.



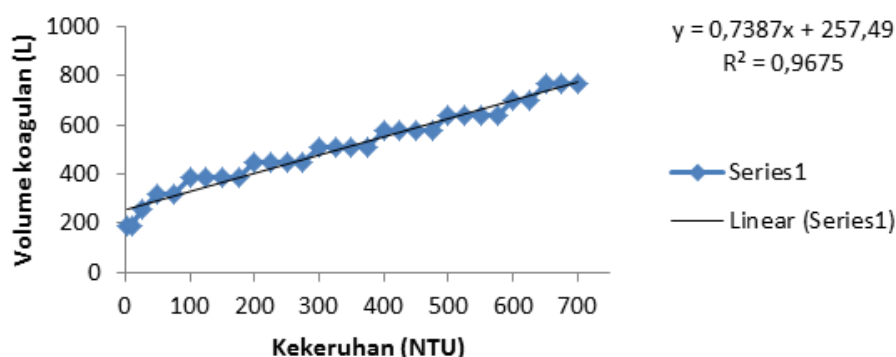
Gambar 4. Hubungan konsentrasi koagulan terhadap kekeruhan

Berdasarkan gambar 4, diperoleh hasil bahwa konsentrasi koagulan yang akan digunakan adalah 80 ppm karena menunjukkan tingkat kekeruhan paling rendah setelah dilakukan pengujian *jar test*. Setelah diketahui konsentrasi koagulan terbaik, maka dilanjutkan penentuan volume koagulan terbaik. Data hasil pengujian volume koagulan ditampilkan pada gambar 5.



Gambar 5. Hubungan kekeruhan terhadap volume koagulan pada WTP (skala laboratorium)

Berdasarkan grafik pada gambar 5 diperoleh hasil karakteristik bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan air maka semakin tinggi pula volume koagulan yang harus ditambahkan. Volume koagulan yang diperoleh adalah volume dengan skala laboratorium yaitu dengan satuan mililiter sehingga perlu diubah ke dalam satuan liter untuk skala besar. Berikut adalah perhitungan penentuan konsentrasi koagulan skala besar. Berdasarkan hasil perhitungan matematis, diperoleh volume koagulan skala besar yang disajikan pada gambar 6.

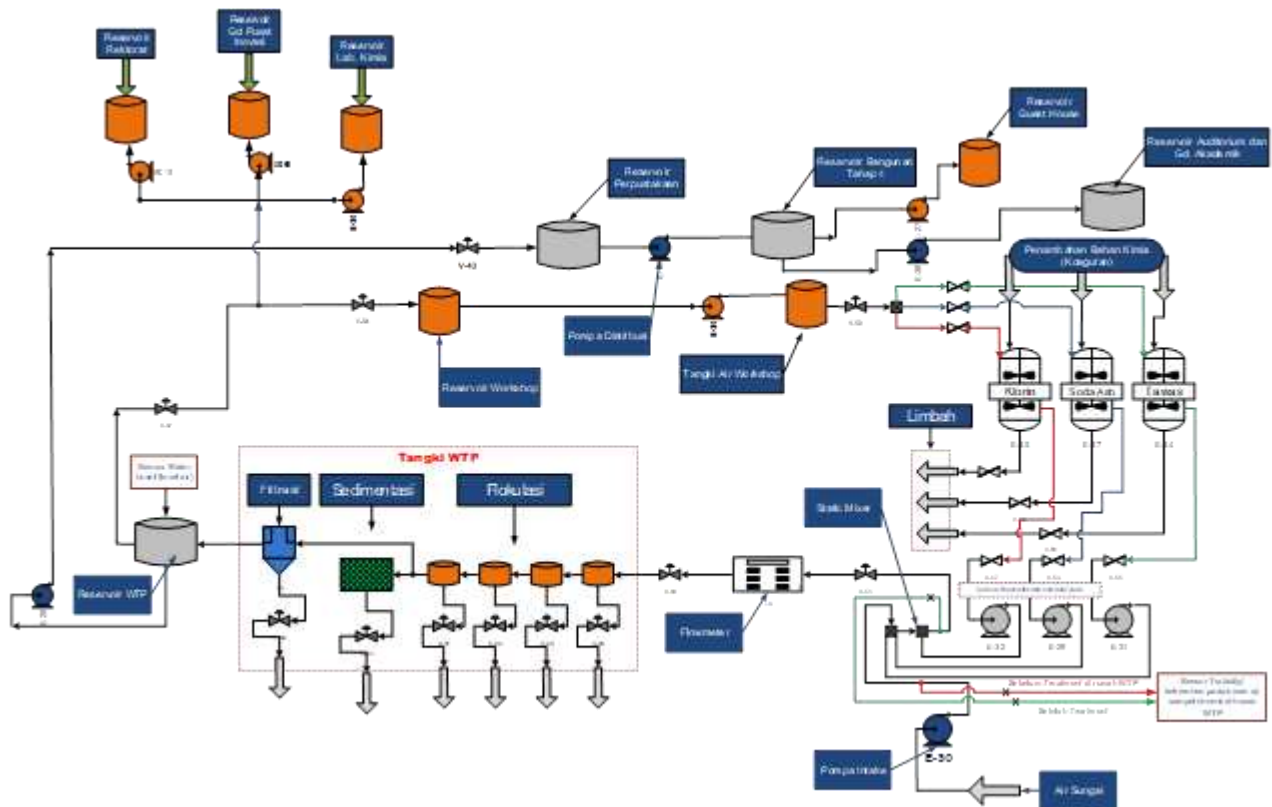


Gambar 63. Hubungan kekeruhan terhadap volume koagulan pada WTP

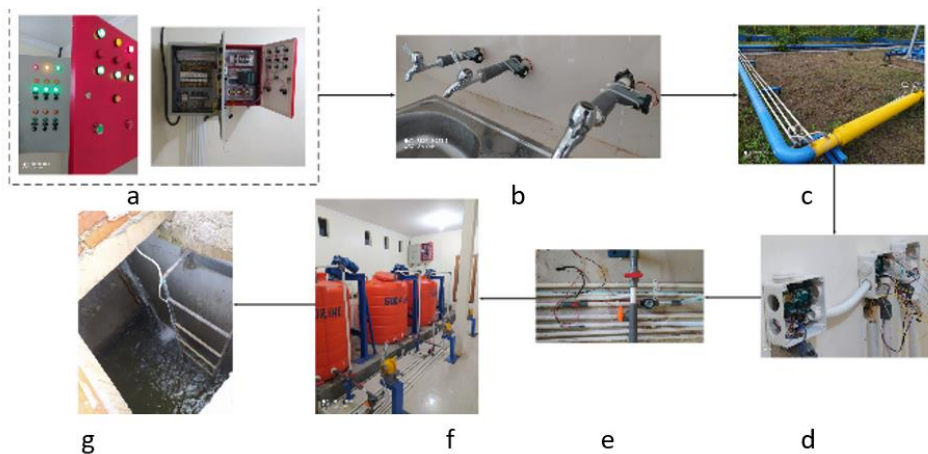
Berdasarkan data pada gambar 6, diperoleh persamaan garis linear $y = 0,7387x + 257,49$. Persamaan garis linear ini menunjukkan *trend* atau kecenderungan data terhadap variabel proses. Dalam hal ini, *trend* atau kecenderungan yang dimaksud adalah variasi nilai volume koagulan yang harus ditambahkan terhadap nilai kekeruhan yang dideteksi oleh sensor. Dengan demikian persamaan garis linear ini menjadi rujukan terhadap pembuatan dan pengujian algoritma PLC agar dapat bekerja sesuai sistem kendali yang telah dirancang.

Hasil Perancangan dan Instalasi Perangkat Sistem Kendali

Perancangan sistem kendali ON - OFF pada unit koagulasi-flokulasi *Water Treatment Plant* (WTP) Politeknik Industri Logam Morowali, didasarkan pada jalur distribusi air pada WTP tersebut. Setelah diketahui jalur distribusi air, maka dapat ditentukan posisi pemasangan sensor dan perangkat kendali. Adapun jalur distribusi air pada *Water Treatment Plant* (WTP) Politeknik Industri Logam Morowali, ditampilkan pada gambar 7. Hasil instalasi sensor dan perangkat sistem kendali ditampilkan pada gambar 8.



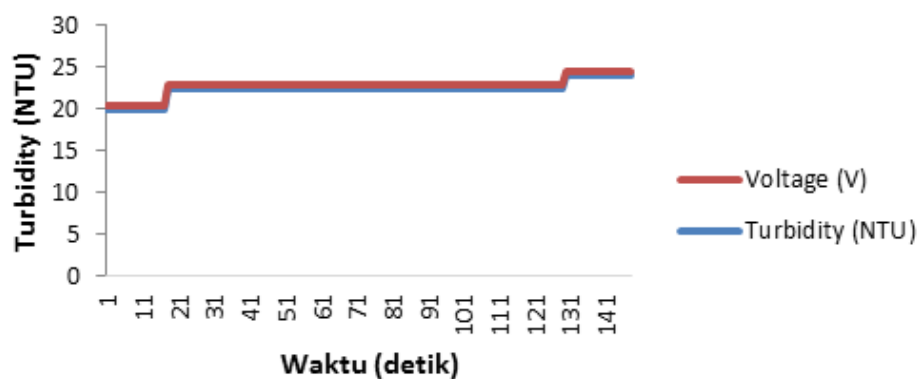
Gambar 7. Posisi peletakan sensor yang akan digunakan pada water treatment plant Politeknik Industri Logam Morowali



Gambar 8. Sistem kendali koagulasi yang telah beroperasi a. panel; b. sensor turbidity; c. pengaduk; d. mikrokontroler; e. solenoid valve; f. bak koagulan; g. sensor WLC

Hasil Pengujian kekeruhan air saat Sistem Kendali ON - OFF berlangsung

Setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi berdasarkan sistem kendali ON - OFF yang dibangun, maka perlu dilakukan pengujian terhadap efektivitas sistem kendali tersebut. Efektivitas sistem kendali tersebut dapat dievaluasi berdasarkan data nilai kekeruhan saat proses berlangsung. Hasil pengujian nilai kekeruhan disajikan pada gambar.



Gambar 9. Hubungan tegangan terhadap kekeruhan sistem kendali koagulasi

Berdasarkan grafik pada gambar 9, dapat dilihat bahwa nilai kekeruhan pada *output Water Treatment Plant* Politeknik Industri Logam Morowali telah sesuai dengan standar baku mutu [2] yang ditetapkan yaitu rata-rata ≤ 25 NTU.

KESIMPULAN

Penelitian tentang sistem kendali koagulasi *Water Treatment Plant* (WTP) telah dilakukan dengan menggunakan sistem kendali ON – OFF atau metode kendali konvensional. Sistem kendali yang diimplementasikan masih tergolong sistem kendali yang sederhana. Akan tetapi penggunaan komponen utama pengendali seperti PLC dan beberapa sensor pendukung lainnya menjadi titik awal dalam pengembangan penelitian ini hingga ke tahap monitoring sistem dan implementasi IoT. Hasil dari perancangan dan instalasi sistem kendali ON – OFF ini menunjukkan kualitas air hasil proses koagulasi-flokulasi *Water Treatment Plant* Politeknik Industri Logam Morowali telah sesuai dengan standar baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 yaitu rata-rata ≤ 25 NTU.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Kencanawati and Mustakim, "Analisis Pengolahan Air Bersih Pada WTP PDAM Prapatan Kota Balikpapan," *J. Transkuma*, vol. 02, pp. 103–117, 2017.
- [2] Kementerian Kesehatan RI, "Permenkes RI No 32 Tahun 2007 : Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus per Aqua, dan Pemandian Umum," Jakarta, 2017.
- [3] B. Y. Gao, H. H. Hahn, and E. Hoffmann, "Evaluation of Aluminium-Silicate Polymer Composite as a Coagulant for Water Treatment," *Water Res.*, vol. 36, pp. 3573–3581, 2002.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 19-6449-2000 Metode Pengujian Koagulasi Flokulasi dengan cara Jar," Jakarta, 2000.
- [5] Margaretha, R. Mayasari, Syaiful, and Subroto, "Pengaruh Kualitas Air Baku Terhadap Dosis dan Biaya Koagulan Alumunium Sulfat dan Poly Alumunium Chloride," *J. Tek. Kim.*, vol. 18, no. 4, pp. 21–30, 2012.
- [6] D. A. S. Ignasius, "Perbandingan Efisiensi Koagulan Poli Aluminium Khlorida Dan Aluminium Sulfat Dalam Menurunkan Turbiditas Air Gambut Dari Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah," *J. Ris. Geol. dan Pertamb.*, vol. 24, no. 2, pp. 13–21, 2014.
- [7] I. D. A. Sutapa, "Kajian Jar Test Koagulasi-Flokulasi sebagai Dasar Perancangan Instalasi Pengolahan Air Gambut (IPAG) menjadi Air Bersih," *Res. Cent. Limnol. - LIPI*, vol. 1, 2006.
- [8] M. B. Kalpana, M. T. Student, and R. R. Dist, "Online Monitoring Of Water Quality Using Raspberry Pi3 Model B," *Int. J. Innov. Technol. Res.*, vol. 4, no. 6, pp. 4790–4795, 2016.
- [9] R. Suchithra, V. Sruthilaya, V. Sneha, R. Shanmathi, and P. Navaseelan, "PH controller for water treatment using fuzzy logic," *Proc. - 2016 IEEE Int. Conf. Technol. Innov. ICT Agric. Rural Dev. TIAR 2016*, no. Tiar, pp. 200–204, 2016, doi: 10.1109/TIAR.2016.7801238.
- [10] Thomas E Marlin, *Process Control - Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance*, 2nd ed. California: Mc Graw Hill Book Co, 1995

Bidang: Teknik dan Analisis Kimia Mineral Topik: Pencegahan Pencemaran Industri & Mineral

PENGUNAAN BIJI KELOR (*MORINGA OLEIFERA*) SEBAGAI KOAGULAN TERHADAP KUALITAS LIMBAH CAIR INDUSTRI MINUMAN RINGAN

Asriani. A¹, Neny Rasnyanti M Aras²

**^{1,2} Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng
asriania2601@gmail.com¹, neny.rasnyanti@gmail.com²**

ABSTRAK

Limbah cair industri minuman ringan mengandung bahan-bahan organik yang cukup tinggi. Dengan tingginya kandungan organik, maka dibutuhkan alternatif pengolahan limbah cair dengan metode koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan alami biji kelor. Pemanfaatan biji kelor perlu dikembangkan lebih lanjut untuk pengolahan limbah cair yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan biji kelor sebagai koagulan terhadap kualitas limbah cair dalam menurunkan nilai pH, kekeruhan, TSS, dan COD dengan dosis koagulan biji kelor 1 gram /500 mL limbah cair. Penelitian ini dilakukan dengan pengadukan cepat selama 3 menit dan pengadukan lambat selama 15 menit menggunakan *magnetic stirrer*. Hasil dari analisis parameter menunjukkan bahwa dosis 1 gram berpengaruh terhadap penurunan kadar kekeruhan sebesar 63 %, TSS sebesar 53 % dan berpengaruh terhadap penurunan kadar COD sebesar 39 %. Dari hasil tersebut dapat dikatakan koagulan biji kelor efektif dalam memperbaiki kualitas limbah cair industri minuman ringan.

Kata kunci: Koagulan alami, biji kelor (*Moringa Oleifera*), koagulasi-flokulasi, limbah cair industri minuman ringan.

ABSTRACT

The soft drink industrial liquid waste contains high levels of organic materials. An alternative liquid waste treatment is needed named the coagulation-flocculation method using the natural coagulant of *moringa oleifera*. Utilization of *moringa oleifera* further developed for a more economical and environmentally friendly liquid waste treatment. This study aims to determine the effect of using moringa seeds as a coagulant on the quality of wastewater in reducing pH, turbidity, TSS, and COD values with a moringa seed coagulant dose of 1 gram / 500 mL of liquid waste. This research was carried out with fast stirring for 3 minutes and slow stirring for 15 minutes using a magnetic stirrer. The results of the parameter analysis showed that a dose of 1 grams impact on reducing levels of Turbidity by 63%, TSS by 53% and COD levels by 39%. From those data, it can be concluded that the using of *moringa oleifera* coagulant can improve the quality of the soft drink industrial.

Keywords: bio-coagulant, *moringa oleifera*, coagulation-flocculation, soft drink industrial wastewater.

PENDAHULUAN

Limbah cair adalah bahan buangan yang berbentuk cair berbahaya dan memiliki kandungan bahan kimia yang sulit dihilangkan, sehingga limbah cair harus diolah agar tidak membahayakan dan mencemari lingkungan sekitar. Limbah cair sebelumnya harus dikumpulkan kemudian diolah sebelum dibuang untuk menjaga lingkungan agar tidak tercemar. [1] Metode pengolahan air, terutama limbah cair meliputi beberapa pengolahan yaitu filtrasi, adsorpsi, biofilter, aerasi, dan koagulasi-flokulasi. Salah satu alternatif pengolahan yang dapat dilakukan yaitu dengan koagulasi-flokulasi. Koagulasi merupakan proses destabilisasi pada partikel tersuspensi dan koloid dengan pengadukan cepat yang bertujuan untuk

mempercepat dan menyeragamkan penyebaran koagulan melalui air yang diolah. Flukolasi merupakan proses aglomerasi dari partikel-partikel yang terdestabilisasi dan koloid menjadi partikel yang terendapkan dengan pengadukan lambat. [2]

Biji kelor (*Moringa oleifera*) sebagai alternatif koagulan memiliki kandungan protein yang cukup tinggi pada bijinya sehingga mampu berperan sebagai koagulan yang efektif untuk memperbaiki sifat fisik-kimia pada air limbah. Konsentrasi protein dari biji (biji dalam kotiledon) sebesar 147.280 ppm/gram [3].

METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter, turbidimeter, neraca analitik, oven, deksikator, blender, ayakan, pompa vakum, buret, alat refluks, erlenmeyer, labu ukur, cawan porselen, batang pengaduk, pipet tetes, pipet skala, pipet volum, dan bulb.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bahan uji (sampel) dan bahan kimia. Bahan uji adalah air limbah yang diambil dari PT Tritaguh Manunggalsejati yang beralamat di Jl. Poros Malino KM 21 Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa provinsi Sulawesi Selatan sebanyak 15 L, biji kelor diambil di Desa Camba-Camba Kec. Batang Kab Jeneponto, dan rumput laut di ambil di Tanetaea Desa Nipa-Nipa Kec. Pajukukang Kab. Bantaeng.

Bahan kimia yang digunakan adalah Asam klorida (HCL) 0,1 M, Natrium Tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,025 N, $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N, asam sulfat – perak sulfat, $HgSO_4$, indikator ferroin, Ferro Ammonium Sulfat (FAS), H_2SO_4 pekat, natrium tiosulfat, aquades dan kertas saring whatman no 41.

Prosedur Kerja

Preparasi Biji Kelor

Sebelum digunakan, biji kelor dipilih yang sudah tua dari pohon, selanjutnya dikupas. Biji kelor yang sudah dikupas kulitnya dihaluskan dengan blender lalu serbuk biji kelor diayak dengan ayakan 70 mesh, kemudian disimpan di dalam wadah pada suhu ruangan selanjutnya dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam untuk mengurangi kandungan kadar air di dalam biji kelor.

Proses Koagulasi-Flokulasi

Disiapkan sebanyak masing-masing 500 mL air limbah. Lalu dilakukan penambahan serbuk biji kelor dengan dosis 1 gram. kemudian diaduk menggunakan stirrer dengan pengadukan cepat 3 menit dilanjutkan dengan pengadukan lambat 15 menit, setelah itu campuran diendapkan selama 1 jam dan filtrat diambil kemudian disaring untuk analisa COD dan untuk pengujian pH, kekeruhan, TSS filtrat diendapkan kembali selama 22 jam lalu dianalisis.

Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah proses pengumpulan data. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium mandiri. Analisa deskriptif presentase penurunan parameter dari dosis 1 gram koagulan biji kelor dilakukan untuk mengetahui besarnya penurunan kekeruhan, TSS dan COD pada limbah cair industri minuman yang dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Presentase Penurunan} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana : A = nilai parameter awal sebelum perlakuan

B = nilai parameter akhir setelah perlakuan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koagulan biji kelor

Koagulan biji kelor yang digunakan adalah berbentuk serbuk yang diperoleh dengan cara dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada suhu 105 °C, yang bertujuan untuk menghomogenkan dan menurunkan kadar airnya. Setelah dikeringkan biji kelor dihaluskan untuk dijadikan serbuk, tujuan dari penghalusan ini agar serbuk biji kelor mudah membentuk flok-flok ketika ditambahkan ke dalam limbah cair industri minuman ringan. Warna biji

kelor berubah seiring proses pengeringan, yang semula warna bijinya putih menjadi coklat muda.

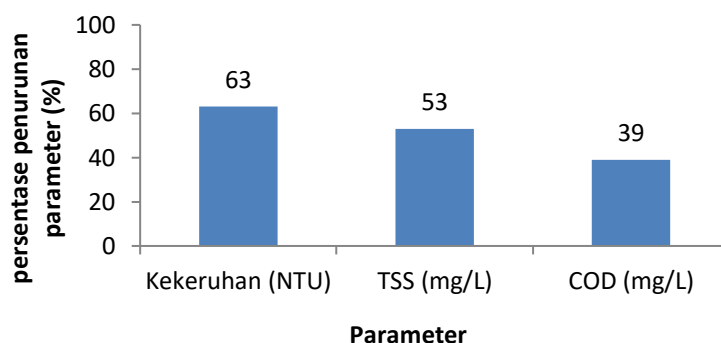
Pengaruh penggunaan biji kelor terhadap perubahan nilai pH, kekeruhan, TSS, dan COD

Pengukuran pH pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh koagulan biji kelor terhadap perubahan nilai PH pada limbah cair industri minuman ringan. Pengukuran pH dilakukan pada awal (0 gram) dan akhir setelah sampel diberikan perlakuan dengan dosis 1 gram yang diberikan pada sampel limbah cair industri minuman ringan.

Tabel 1. Hasil analisis pH, kekeruhan, TSS, dan COD limbah cair industri minuman ringan sebelum dan setelah penambahan koagulan

Parameter	Dosis (gram)	
	0	1
pH	4,24	4,31
Kekeruhan (NTU)	21,3	7,96
TSS (mg/L)	0,38	0,18
COD (mg/L)	60620,8	13107,2

Efisiensi terhadap perubahan nilai pH setelah diberi perlakuan koagulan biji kelor dapat dilihat pada Tabel 1. Penambahan koagulan biji kelor dosis 1 gram terjadi perubahan nilai pH dari nilai pH awal 4.24 menjadi pH 4,31 dalam hal ini perubahan nilai pH setelah perlakuan masih kategori pH asam. Proses koagulasi-flokulasi menggunakan suku biji-bijian memberikan pengaruh kecil terhadap derajat keasaman dan konduktifitas karena biji kelor bersifat asam [4]. Dalam peneitian ini menggunakan biji kelor untuk pengukuran pH pada limbah cair industri minuman ringan dengan pH sangat asam memiliki pengaruh kecil terhadap nilai pH pada limbah cair industri minuman ringan.



Gambar 1. Persen penurunan kekeruhan, TSS, dan COD limbah cair

Hasil pengukuran kekeruhan pada Gambar 1 dapat dilihat pemberian dosis 1 gram pada limbah cair industri minuman ringan menurunkan kekeruhan sebesar 63%. Nilai kekeruhan sebelum penambahan koagulan sebesar 21,3 NTU. Adapun setelah penambahan dosis 1 gram koagulan biji kelor nilai kekeruhan limbah cair industri minuman ringan turun menjadi 7,96 NTU. Dengan kata lain, efektifitas penambahan bio-koagulan biji kelor memberikan dampak secara signifikan sebesar 63% yang disimpulkan efektif karena hasil akhir didapatkan > 50%. Dimana penurunan yang menghasilkan perubahan yang didapatkan > 50% dikatakan efektif sebagai koagulan alami. [5]

Hasil pengukuran TSS pada Tabel 1 dapat dilihat Pengaruh penambahan dosis serbuk biji kelor menunjukkan terjadi penurunan TSS. Dimana nilai TSS awal sebelum penambahan koagulan biji kelor adalah 0,38 mg/L setelah penambahan dosis 1 gram koagulan biji kelor mengalami penurunan yaitu 0,04 mg/L. Koagulan biji kelor mampu menyisihkan TSS 53% dengan dosis koagulan 1 gram pada limbah cair industri minuman ringan. Penurunan TSS disebabkan oleh sifat biji kelor yang mengandung protein yang larut dalam air dan apabila dilarutkan biji kelor menghasilkan muatan-muatan positif dalam jumlah yang banyak, larutan biji kelor tersebut bereaksi sebagai

koagulan polimer alamiah bermuatan positif. Ketika ditambahkan ke dalam sampel limbah cair dan diikuti dengan pengadukan cepat selama 3 menit, protein kationik yang dihasilkan biji kelor tersebut terdistribusi keseluruhan bagian cairan limbah dan kemudian berinteraksi dengan partikel-partikel bermuatan negatif penyebab kekeruhan. Akibatnya partikel-partikel koloid limbah membentuk flok-flok mikro melalui mekanisme adsorpsi. [6]

Penurunan nilai COD yang dihasilkan dengan menambahkan dosis koagulan biji kelor 1 gram sebesar 39% dari awal sebelum penambahan koagulan nilai COD 60620,8 mg/L menjadi 6963,2 mg/L setelah penambahan koagulan. Hal ini menunjukkan bahwa biji kelor mempunyai kemampuan untuk menurunkan bahan organik dengan cara koagulasi. Penurunan bahan tersebut akan menyebabkan berkurangnya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan tersebut sehingga nilai COD akan turun, pada saat melakukan pengujian COD bahan buangan organik akan dioksidasi oleh kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$) menjadi CO_2 dan H_2O serta jumlah ion kromat. Kalium bikromat digunakan sebagai sumber oksigen. Oksidasi terhadap bahan buangan organik akan mengikuti reaksi berikut:



Reaksi tersebut perlu pemanasan dan penambahan katalis perak sulfat (Ag_2SO_4) untuk mempercepat reaksi. Setelah reaksi oksidasi selesai maka akan berubah menjadi hijau. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan organik sama dengan jumlah kalium bikromat yang dipakai pada reaksi oksidasi, berarti semakin banyak oksigen yang diperlukan semakin banyak juga kalium bikromat yang terpakai.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koagulan biji kelor dapat memperbaiki kualitas limbah cair industri minuman ringan untuk parameter kekeruhan, TSS dan COD. kemampuan biji kelor sebagai koagulan dengan penambahan 1 gram dapat menurunkan kadar kekeruhan sebesar 63%, TSS sebesar 53% dan COD sebesar 39%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khaliq, A. Analisis sistem pengolahan air limbah pada kelurahan kelayan luar kawasan IPAL Pekapuran Raya PD PAL Kota Banjarmasin. *Jurnal Poros Teknik Vol 7(1)*, 34-42. 2015
- [2] Setyawati, Harimbi M. K. Serbuk biji kelor sebagai koagulan proses koagulasi flokulasi limbah cair pabrik tahu. *Jurnal Teknik Kimia*. 2018.
- [3] Syarifah Aminah, T.R. Kandungan nutrisi dan sifat fungsional tanaman kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Buletin Pertanian Perkotaan*, Vol. 5(2). 2007.
- [4] Husin, Amir., dan Setiaty Pandia. Pengaruh massa dan ukuran biji kelor pada proses penjernihan air. Prosiding seminar nasional rekayasa kimia dan proses 2004 ISSN : 1411 – 4216. Program studi teknik kimia fakultas teknik USU, Medan. 2004
- [5] Riko Putra, B. L. Pemanfaatan biji kelor sebagai koagulan pada proses koagulasi limbah cair industri tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 2 (2).2013.
- [6] Irmayana, Eko. P dan Soeharti. I. Pemanfaatan biji kelor (*Moringa oleifera*) sebagai koagulan alternatif dalam proses penjernihan limbah cair industri tekstil kulit. Jurusan kimia. UIN Sunan Gunung Djati Bandung. 2017.

Bidang: Teknik Kimia Mineral

Topik: Rekayasa dan Perancangan Proses Teknik Kimia

PENGARUH *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* BIAKAN INDUSTRI DAN BIAKAN TRADISIONAL TERHADAP KADAR BIOETANOL KULIT BUAH KAKAO (*THEOBROMA CACAO*.L)

Nur Islamiah.MR¹, Sari Wahyuni², Ratri Retno Utami³

^{1,2} Politeknik ATI Makassar, ³BBIHP Makassar

nurislamiahmr@gmail.com¹, srwahyuni@gmail.com², ratri.retno.u@gmail.com³

ABSTRAK

Kebutuhan manusia akan energi semakin meningkat sedangkan persediaan semakin menipis khususnya bahan bakar fosil. Maka dari itu, diperlukan sumber energi alternatif untuk mengatasi masalah ini. Salah satu energi alternatif yang dapat dikembangkan yaitu bioetanol. Bioetanol dapat diperoleh dengan cara fermentasi glukosa dengan menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*. Biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai bioetanol adalah kulit buah kakao melalui proses fermentasi. Kulit buah kakao mengandung potensi yang cukup besar sebagai salah satu bahan penghasil bahan bakar energi terbarukan. Penelitian ini dilakukan di laboratorium litbang dan laboratorium kimia BBIHP Makassar pada tanggal 14 Agustus-14 September 2020. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh *Saccharomyces Cerevisiae* biakan industri dan biakan tradisional terhadap kadar bioetanol kulit buah kakao (*Theobroma Cacao L*) dalam menghasilkan kadar bioetanol dari kulit buah kakao. Metode yang digunakan kali ini yaitu metode hidrolisis enzim menggunakan enzim selulase. Untuk kadar glukosa yang diperoleh dilakukan pengecekan menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis dan kadar bioetanol dianalisa menggunakan Gas Chromathography (GC). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui kadar bioetanol tertinggi yang dihasilkan adalah dengan *Saccharomyces Cerevisiae* biakan tradisional dengan kadar bioetanol sebesar 0,871% sedangkan pada *Saccharomyces Cerevisiae* biakan industri kadar bioetanol yang diperoleh sebesar 0,834% yang diperoleh menggunakan analisa instrumen Gas Chromathography (GC).

Kata kunci: *saccharomyces cerevisiae*, biakan industri, biakan tradisional, bioetanol, kulit buah kakao.

ABSTRACT

Human need for energy is increasing while supplies are running low, especially fossil fuels. Therefore, an alternative energy source is needed to overcome this problem. One of the alternative energies that can be developed is bioethanol. Bioethanol can be obtained by fermentation of glucose using *Saccharomyces Cerevisiae*. Biomass that can be used as bioethanol is the skin of the cocoa pods through a fermentation process. Cocoa pod husks contain considerable potential as a source of renewable energy fuel. This research was conducted in the R & D laboratory and chemical laboratory of BBIHP Makassar on 14 August-14 September 2020. The purpose of this study was to determine the effect of *Saccharomyces Cerevisiae* industrial and traditional culture on the bioethanol content of cocoa pod husks (*Theobroma Cacao L*) in producing bioethanol levels from cacao fruit skin. The method used this time is the enzyme hydrolysis method using cellulase enzymes. The glucose levels obtained were checked using a UV-Vis Spectrophotometer and the bioethanol levels were analyzed using Gas Chromathography (GC). Based on the results of the research that has been done, it is known that the highest bioethanol content produced is with traditional culture *Saccharomyces Cerevisiae* with a bioethanol content of 0.871% while in industrial culture *Saccharomyces Cerevisiae* the bioethanol content obtained is 0.834% which is obtained using instrument analysis Gas Chromathography (GC).

Keywords: *saccharomyces cerevisiae*, industrial cultures, traditional cultures, bioethanol, cocoa pod skins

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi dan bertambahnya penduduk, kebutuhan manusia akan energi mengalami peningkatan. Padahal bahan bakar fosil yang kita gunakan pada saat ini tidak dapat diharapkan untuk jangka waktu yang panjang. Melihat kondisi ini maka diperlukan sebuah sumber energi alternatif untuk mengatasi masalah ini. Salah satu energi alternatif yang dapat dikembangkan yaitu bioetanol. Yang mana bioetanol ini lebih ramah lingkungan karena berasal dari tanaman. Salah satunya dari limbah kulit buah kakao. Kakao merupakan tanaman industri dengan produk utama berupa biji yang memiliki nilai ekonomi tinggi, yang dalam proses penanganan hasilnya juga menghasilkan produk ikutan (limbah) berupa cangkang atau kulit buah kakao (Haryati dan Harjosuwito, 1989). Meningkatnya permintaan pasar maka makin besar permintaan kakao. Ketika produksi semakin besar maka semakin besar pula limbah yang dihasilkan. Salah satu limbah kakao yang belum banyak dieksplorasi yaitu kulit buah kakao. Kulit buah kakao merupakan sumber bahan baku potensial yang ketersediaannya melimpah, berharga murah, belum banyak dimanfaatkan orang dan mengandung struktur gula sederhana yang dapat diubah menjadi etanol karena mengandung lignoselulosa yang dalam beberapa dekade terakhir, menjadi salah satu obyek penelitian yang menarik untuk mengetahui potensi dari bahan – bahan lignoselulosa dalam memproduksi bioetanol. Komponen limbah buah kakao yang terbesar berasal dari kulit buahnya atau biasa disebut pod kakao, yaitu sebesar 75 % dari total buah (Ashadi, 1988). Kulit buah kakao termasuk limbah lignoselulosa dengan komponen utama berupa lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Bahan selulosa pada limbah kulit buah kakao dapat dimanfaatkan untuk produksi bioetanol (C_2H_5OH). Glukosa dapat diperoleh melalui proses hidrolisis selanjutnya difermentasi menghasilkan bioetanol.

Bioetanol merupakan salah satu alternatif energi pengganti minyak bumi yang ramah lingkungan. Selain dapat mengurangi polusi, penggunaan bioetanol juga dapat menghemat bahan bakar fosil yang jumlahnya terbatas, tidak dapat diperbaharui, dan tidak ramah lingkungan. Indonesia memiliki potensi yang luar biasa untuk mengembangkan bahan bakar nabati dengan ketersediaan bahan baku yang melimpah. Hingga saat ini telah cukup banyak dikembangkan bahan bakar nabati dengan bahan baku singkong, jagung, tebu, aren, dan sorgum. Namun jika kita pahami lebih jauh, penggunaan bahan baku tersebut akan menyebabkan perubahan fungsi dan pengurangan pangan. Padahal, bioetanol bisa diproduksi dengan memanfaatkan kulit buah kakao yang menjadi limbah setelah diolah. Selain itu dengan berkembangnya kakao di Indonesia, limbah kulit buah kakao yang tersedia sangat melimpah. Proses yang paling umum untuk mendapatkan bioetanol adalah fermentasi.

Sebelum fermentasi dilakukan hidrolisis enzim menggunakan enzim selulase, proses ini berfungsi menghasilkan glukosa. Selanjutnya dilakukan fermentasi untuk mendapatkan bioetanol baik secara alami maupun dengan penambahan starter. Salah satu starter yang dapat digunakan adalah *Saccharomyces Cerevisiae* baik yang dalam biakan industri maupun biakan tradisional.

METODE PENELITIAN

Tempat Dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Balai Besar Industri Hasil Perkebunan (BBIHP) di Jalan Prof. Abdurahman Basalamah No.28, Karampuang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan dilaksanakan mulai tanggal 14 Agustus-14 September 2020.

Alat Dan Bahan

➤ Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah autoklaf, rotary evaporator, magnet stirrer, overhead stirrer, gelas ukur, gelas kimia, corong kaca, erlenmeyer, batang pengaduk, pipet tetes, aluminium foil, pipet ukur, kain saring, sendok, baskom, instrumen Spektrofotometer UV-Vis, instrumen GC (Gas Chromatography).

➤ Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit buah kakao, enzim selulase, *Saccharomyces Cerevisiae* biakan industri dan *Saccharomyces Cerevisiae* biakan tradisional, NaOH 1%, larutan buffer asam asetat pH 5.5, aquadest, kertas saring dan pH universal.

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah metode penelitian secara eksperimental yaitu mengetahui kadar bioetanol yang dihasilkan dari kulit buah kakao menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* biakan industri dan

Sachharomyces Cerevisiae biakan tradisional menggunakan metode hidrolisis enzim.

Prosedur Percobaan

1) Delignifikasi

- 1000 g bubuk kulit buah kakao ditimbang dan ditambahkan NaOH 1% sebanyak 1500 ml kedalam gelas kimia 1000 ml.
- b. Pengadukan dilakukan menggunakan stirrer magnetic 300 rpm dan menggunakan overhead stirrer 700 rpm selama 3 jam pada suhu 100°C.
- Hasil delignifikasi dicuci dan disaring menggunakan air dengan perbandingan 1:1 sebanyak 9x sampai pH netral.
- Residu hasil saringan dikeringkan menggunakan oven dan filtrat dibuang.
- Pengeringan menggunakan oven dilakukan selama 24 jam pada suhu 80°C. (Jika selama 24 jam belum kering dilakukan penambahan waktu).
- Kulit buah kakao yang telah kering dihaluskan menggunakan blender.

2) Hidrolisis Enzim

- Kulit buah kakao hasil delignifikasi ditimbang sebanyak 20 g dan ditambahkan 100 ml larutan buffer asam dan dimasukkan magnetic stirrer kedalam erlenmeyer dan ditutup dengan aluminium foil lalu dimasukkan kedalam *autoclave* selama 3 jam.
- Enzim selulase ditambahkan sebanyak 10 ml kedalam erlenmeyer sampel yang telah dikeluarkan dari *autoclave*.
- Pengadukan dilakukan menggunakan hotplate 120 rpm selama 6 hari.
- Penyaringan menggunakan kertas saring dilakukan setelah 6 hari dan pengukuran kadar glukosa menggunakan hand refractometer.
- Hasil saringan tadi ditambahkan urea dan *Saccharomyces Cerevisiae* biakan industri dan *Saccharomyces Cerevisiae* biakan tradisional, fermentasi ini dilakukan selama 7 hari dan dilakukan secara duplo.
- Hasil fermentasi selama 7 hari disaring menggunakan kertas saring.
- Hasil saringan dimasukkan kedalam alat rotary evaporator sampai tidak ada lagi yang menetes.
- Bioetanol hasil destilasi dimasukkan kedalam tabung reaksi sebanyak 1 ml untuk uji kadar glukosa menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dan uji kadar biotanol menggunakan Gas Chromatography (GC).

Analisis Data

Analisa data pada penelitian ini menggunakan pengamatan langsung terhadap sampel yang diteliti untuk mengetahui nilai kadar glukosa menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan nilai kadar etanol menggunakan alat Gas Chromatography (GC).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Rata-Rata Kadar Glukosa

No.	Starter	Rata-rata (mg/l)
1.	<i>Saccharomyces Cerevisiae</i> biakan industri	2,20255 mg/l
2.	<i>Saccharomyces Cerevisiae</i> biakan tradisional	0,4627 mg/l

Tabel 2. Rata-Rata Kadar Bioetanol

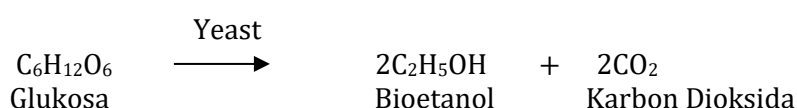
No.	Starter	Rata-rata (%)
1.	<i>Saccharomyces Cerevisiae</i> biakan industri	0,834%
2.	<i>Saccharomyces Cerevisiae</i> biakan tradisional	0,871%

Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kadar bioetanol dari limbah pod kakao dengan menggunakan metode hidrolisis enzim dengan menggunakan variasi ragi. Yang mana ragi yang digunakan yaitu *Saccharomyces Cerevisiae* biakan industri dan *Saccharomyces Cerevisiae* biakan tradisional dengan masing-masing perlakuan dilakukan secara duplo.

Kulit buah kakao terlebih dahulu dilakukan proses delignifikasi. Proses delignifikasi ini berfungsi untuk menurunkan kadar lignin pada kulit buah kakao, yang mana jika lignin pada kulit buah kakao ini masih tinggi dapat berpengaruh pada proses hidrolisis enzim. Sebelum proses hidrolisis kulit buah kakao dimasukkan kedalam autoclave yang berfungsi mensterilkan supaya enzim dapat bekerja secara maksimal pada proses hidrolisis. Penambahan enzim selulase berfungsi untuk menghidrolisis selulosa menjadi glukosa. Proses hidrolisis pada penelitian ini dilakukan selama 6 hari, semakin lama waktu hidrolisis maka semakin tinggi kadar yang akan dihasilkan karena enzim bekerja secara maksimal. Kadar brix yang diperoleh setelah proses hidrolisis yaitu, untuk *Saccharomyces Cerevisiae* biakan industri secara duplo masing-masing yaitu 24% dan *Saccharomyces Cerevisiae* biakan tradisional secara duplo yaitu 32% dan 30%.

Untuk proses fermentasi ditambahkan *Saccharomyces Cerevisiae*. Fungsi penambahan *Saccharomyces Cerevisiae* ini untuk memecah gula menjadi dua bentuk yaitu alkohol dan karbon dioksida sedangkan penambahan urea disini berfungsi sebagai katalisator. Adapun reaksinya dapat kita lihat dibawah ini :



Hasil fermentasi yang diperoleh dimurnikan menggunakan alat rotary evaporator. Fungsi alat ini yaitu mengubah sebagian atau keseluruhan sebuah pelarut dari sebuah larutan dari bentuk cair menjadi uap. Bioetanol yang diperoleh kemudian dilakukan uji glukosa menggunakan Spektrofotometer Uv-vis serta dilakukan uji kadar bioetanol menggunakan alat instrumen Gas Chromatography (GC).

Dari hasil uji GC dapat kita lihat bahwa yang memiliki kadar bioetanol yang tinggi yaitu *Saccharomyces Cerevisiae* biakan industri dengan rata-rata kadar bioetanol sebesar 0,834% sedangkan *Saccharomyces Cerevisiae* biakan tradisional dari rata-rata kadar bioetanol sebesar 0,871%. Dari kadar yang dihasilkan, bioteanol maksimum diperoleh menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* biakan tradisional. Hal ini karena mikroba pada *Saccharomyces Cerevisiae* biakan tradisional lebih cepat beradaptasi dan tumbuh. Karena starter *Saccharomyces Cerevisiae* biakan tradisional merupakan populasi campuran dari genus *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida*, dan *Hansenula*, serta *Acetobacter*. Genus-genus ini saling berkesinambungan, dimana *Aspergillus* dapat menyederhanakan gula, *Saccharomyces*, *Candida*, dan *Hansenula* dapat menguraikan gula menjadi alkohol. Sedangkan *Acetobacter* menguraikan alkohol menjadi asam asetat. (Jhonprimen, 2012).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *Saccharomyces Cerevisiae* biakan industri dan *Saccharomyces Cerevisiae* biakan tradisional berpengaruh terhadap kadar bioetanol yang diperoleh pada kali ini. Dapat kita lihat dari data bahwa kadar bioetanol yang paling tinggi diperoleh menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* biakan tradisional dengan kadar sebesar 0,871% sedangkan pada *Saccharomyces Cerevisiae* biakan industri kadar yang diperoleh yaitu 0,834%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dra. Hj. Hartini, M.Si, Dr. Sari Wahyuni, SP., M.Si selaku dosen pembimbing dan Dr. Ratri Retno Utami, STP., MT selaku pembimbing lapangan di Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Makassar. Serta semua analis yang membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ashadi, R. W. (1988). Pembuatan Gula Cair dari Pod Coklat dengan Menggunakan Asam Sulfat, Enzim, serta Kombinasi Keduanya. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- [2] Haryati, T., & Hardjosuwito. (1984). Pemanfaatan Limbah Hasil Perkebunan Coklat sebagai Dasar Pembuatan Pektin. Bogor: Balai Penelitian Perkebunan.

- [3] Jhonprimen, H. S., Turnip, A., & Dahlan, M. H. (2012). Pengaruh Massa Ragi, Jenis Ragi dan Waktu Fermentasi pada Bioetanol dari Biji Durian. Jurnal Teknik Kimia No.2, Vol. 18, 43-51.

STUDI PENENTUAN PEROLEHAN DAN KEHILANGAN MINYAK DARI LUMPUR BUANGAN PROSES PADA UNIT *DECANTER* DI PABRIK KELAPA SAWIT PT. SPTG

Dimas Frananta Simatupang¹, Gimelliya Saragih², Desma M. Christian Simbolon³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan
difratas@ptki.ac.id¹

ABSTRAK

Decanter merupakan alat di dalam stasiun klarifikasi yang digunakan untuk mengambil kembali minyak yang masih terkandung di dalam lumpur menggunakan prinsip sentrifugal berdasarkan perbedaan berat jenis. Lumpur yang diproses oleh *decanter* akan membentuk tiga fase yang berbeda yaitu *light phase*, *heavy phase* dan *solid phase*. Sampel lumpur kemudian dianalisis kadar air, kadar minyak dan kadar padatan serta dilakukan perhitungan perolehan dan kehilangan minyak dengan prinsip neraca massa. Pabrik kelapa sawit PT. SPTG menetapkan standar mutu untuk jumlah minyak yang terbawa pada *heavy phase* sebesar 1,5% dan *solid phase* 3%. Hasil perhitungan menunjukkan persen perolehan minyak yang dipisahkan dari lumpur adalah 69,0625%, dengan kadar pengotor untuk *solid* 0,7266% dan air 3,22%. Kehilangan minyak pada *solid phase* sebesar 2,3033% dan pada *water phase* 1,095847813%.

Kata kunci: Decanter, minyak, neraca massa, water phase, solid phase.

ABSTRACT

Decanter is a tool in clarification station that is used to recite the oil that is still contained in the sludge using centrifugal principle based on differences in density. The sludge that was processed by the decanter will form three different phases, namely light phase, heavy phase and solid phase. The sludge was then analyzed for moisture content, oil content and solids content then calculation of oil yield and losses using mass balance principle. The palm oil mill of PT. SPTG sets quality standards for the amount of oil carried in the heavy phase at 1.5% and the solid phase at 3%. The calculation result revealed that the percentage of oil separated from the sludge was 69.0625%, with the impurity content for solid 0.7266% and for water 3.22%. Oil loss in the solid phase was 2.3033% and in the water phase was 1.095847813%.

Keywords: Decanter, oil, mass balance, water phase, solid phase.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman di Indonesia yang memiliki masa depan cukup baik. Bagian tanaman kelapa sawit yang bernilai ekonomi tinggi adalah buahnya yang tersusun dalam sebuah tandan, biasa disebut Tandan Buah Segar (TBS). Pengolahan kelapa sawit merupakan proses untuk memperoleh minyak dan kernel dari buah kelapa sawit melalui proses perebusan, pemipilan, pelumatan, pengempaan, pemisahan, pengeringan dan penimbunan [1]. Proses pengempaan akan menghasilkan minyak kasar dengan kadar 50% minyak, 42% air, dan 8% zat padat [2].

Minyak kasar (*Crude Palm Oil*) yang keluar dari stasiun pengempaan masih mengandung kotoran-kotoran seperti pasir dan benda kasar lainnya. Oleh karena itu perlu dilakukan pemurnian minyak untuk mendapatkan minyak dengan kualitas yang baik sehingga memiliki nilai jual yang baik saat dipasarkan. Proses pemurnian/pemisahan sangat penting dan mutlak dilakukan untuk memisahkan minyak, air, kotoran dan lumpur dengan sistem sentrifugasi dan pengendapan. Metode pemisahan pemusingan dengan mesin putaran

tinggi digunakan untuk memisahkan cairan-cairan yang tidak saling bersenyawa (tidak saling melarutkan), mempunyai berat jenis berbeda, dan benda padat yang terkandung didalamnya. Fase yang lebih berat akan mendapat gaya sentrifugal yang lebih besar sehingga akan terlempar lebih jauh ke bagian luar dari sumbu putar [2]. Lumpur yang merupakan buangan dari proses pemurnian masih mengandung minyak 4,5-6% sehingga harus diolah kembali untuk mendapatkan minyak tersebut [3]. Proses pengutipan minyak dari lumpur buangan proses ini dilakukan di unit decanter. Penelitian lainnya menggunakan D-limonene sebagai pengganti n-heksana untuk mengekstrak minyak dari lumpur buangan [4]. Jika lumpur ini tidak diolah dengan baik dan langsung dibuang maka akan merusak lingkungan dan diperlukan strategi untuk memisahkannya terlebih dahulu dan hasil pemisahan bisa diubah kembali menjadi produk bernilai tinggi yang bermanfaat bagi pabrik dan pemerintah [5]. Decanter merupakan alat di dalam stasiun klarifikasi yang digunakan untuk mengambil kembali minyak yang masih terkandung di dalam sludge. Decanter menggunakan prinsip sentrifugal dalam proses pemisahannya, dimana pemisahan antara kotoran dan minyak dilakukan dengan dasar perbedaan berat jenis pada dua kecepatan putaran yang berbeda antara scroll dan bowl decanter [6]. Lumpur yang diproses decanter akan membentuk 3 fase yang berbeda yaitu *light*, *heavy* dan *solid phase* [7]. *Light phase* merupakan fase cairan dengan kandungan minyak yang cukup tinggi sehingga fase ini harus segera dikembalikan ke *Crude Oil Tank* (COT) untuk diproses kembali. *Heavy phase* merupakan fase cairan dengan sedikit kandungan minyak dan fase ini dikirim ke bak fat pit untuk kemudian diteruskan ke kolam limbah. Pengendapan *heavy phase* di bak fat pit juga masih menghasilkan minyak, dan minyak yang terkumpul ini pun harus segera dikirim ke COT untuk diproses kembali. Sementara itu, *solid phase* yang merupakan padatan yang mengandung minyak maksimum 3,5% dari berat sampel digunakan sebagai pupuk di kebun [3].

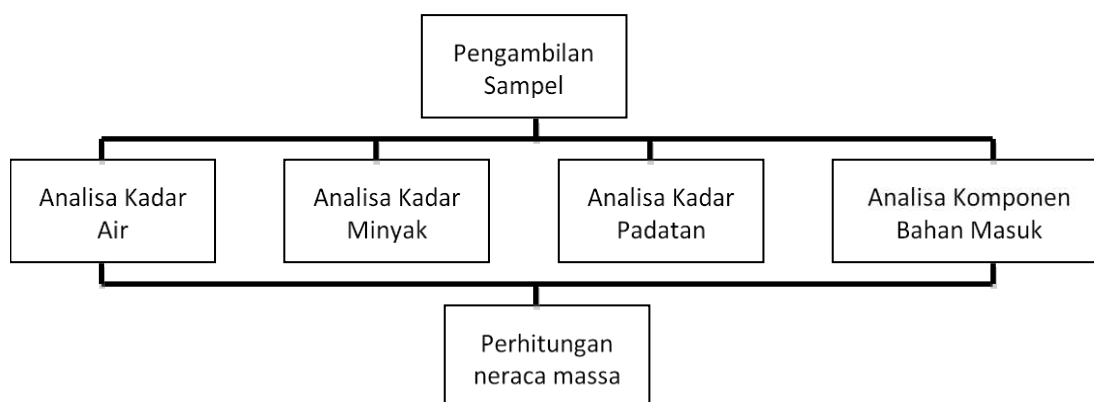
Perhitungan neraca massa pada unit decanter bertujuan untuk mengetahui persentase perolehan minyak pada proses pengolahan sludge di decanter dan kadar pengotor yang terbawa pada minyak tersebut serta kehilangan minyak pada *solid phase* dan *heavy phase*. Besar kecilnya kehilangan minyak dalam proses pengolahan dipabrik akan menentukan tinggi rendahnya rendemen minyak yang dihasilkan. Diharapkan minyak yang ikut terbuang sesuai standar perusahaan, pada *solid* maksimum 3% dan pada air maksimum 1,5%.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian mengikuti diagram alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dengan uraian tahap sebagai berikut.

Pengambilan Sampel

Sampel lumpur (*sludge*) diambil selama tiga hari berturut-turut dan setelah dua jam proses pengolahan dalam keadaan normal (proses pengolahan tidak ada gangguan/kerusakan). Sampel *sludge* masuk pada *sludge tank* dikumpulkan dengan menggunakan gayung besi dan dimasukkan kedalam toples kaca. Sampel *light phase* diambil dan dimasukkan kedalam botol kaca. Sampel *solid phase* dikumpulkan kedalam toples plastik.



Gambar 3. Diagram penelitian

Analisa Kadar Air pada *Solid Phase*

Cawan porselin kosong ditimbang dan dicatat beratnya sebagai (W_1). Sampel *solid phase* dimasukkan kedalam cawan porselin dan ditimbang sebanyak ± 20 gram, kemudian beratnya dicatat sebagai (W_2). Sampel *solid phase* dikeringkan di oven pada suhu 105°C selama 2 jam dan didinginkan pada desikator selama 15 menit. Sampel *solid phase* yang telah kering ditimbang kembali lalu dicatat beratnya sebagai (W_3). Kadar air pada *solid phase* dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Kadar air} = \frac{W_2 - (W_3 - W_1)}{W_2} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

W_1 = Berat cawan kosong; W_2 = Berat sampel solid phase sebelum dikeringkan; W_3 = Berat sampel solid phase setelah dikeringkan.

Analisa Kadar Minyak pada Solid Phase

Sampel solid phase yang sudah dikeringkan dimasukkan kedalam thimble dan ditutupi dengan kapas. Labu ekstraksi kosong ditimbang dan dicatat beratnya sebagai (W_4). Lalu thimble yang berisi sampel solid phase dimasukkan kedalam soxhlet dan dipasangkan dengan labu ekstraksi. Labu ekstraksi diisi dengan pelarut normal hexane sebanyak 250 ml dan dihubungkan dengan kondensor lalu diletakkan diatas hot plate. Sampel diekstraksi selama 4 jam dengan temperatur 60 °C. Setelah selesai, larutan normal hexane dipisahkan dengan cara penyulingan hingga hanya minyak yang tertinggal didalam labu. Kemudian labu ekstraksi dimasukkan kedalam desikator selama 15 menit dan ditimbang untuk mengetahui kadar minyaknya, hasilnya dicatat sebagai W_5 . Minyak diperoleh dengan mengurangkan berat balon setelah diekstraksi, dikurang berat balon kosong dan dicatat sebagai (V_3).

$$\text{Kadar minyak} = \frac{(W_5 - W_4)}{W_2} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

W_2 = Berat sampel solid phase sebelum dikeringkan; W_4 = Berat labu kosong; W_5 = Berat labu kosong dan minyak

Analisa Kadar Air pada Light Phase

Cawan porselin kosong ditimbang dan dicatat beratnya sebagai W_6 . Sampel light phase ditimbang sebanyak ± 5 gram dan dicatat beratnya sebagai (W_7). Sampel light phase yang telah tertimbang dikeringkan di oven pada suhu 105 °C selama ± 30 menit. Setelah selesai, kemudian sampel light phase tersebut didinginkan pada desikator selama 15 menit. Sampel light phase tersebut ditimbang kembali lalu dicatat beratnya sebagai (W_8). Kadar air pada light phase dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar air} = \frac{W_7 - (W_8 - W_6)}{W_7} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

W_6 = Berat cawan kosong; W_7 = Berat sampel light phase sebelum dikeringkan; W_8 = Berat sampel light phase setelah dikeringkan.

Analisa Kadar Padatan pada Light Phase

Kertas saring ditempatkan pada *crusible glass* dan dimasukkan kedalam *gooch crucible adapter*. Kemudian dihubungkan dengan *filtering flask*. *Filtering flask* dipasangkan dengan selang pada pompa vakum kemudian dihidupkan pompa vakum. Kertas saring dalam *crusible glass* dibilas dengan menggunakan botol semprot yang berisi iso-hexana. Setelah selesai pompa vakum dimatikan kemudian diambil kertas saring dengan menggunakan penjepit dan diletakkan pada cawan porselin. Kertas saring tersebut dikeringkan di oven dengan temperatur 105°C selama 15 menit dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Kertas saring tersebut ditimbang dengan neraca analitik dan dicatat beratnya sebagai (W_9). Sampel *light phase* ditimbang $\pm$ sebanyak 5 gram kedalam erlenmeyer dan dicatat beratnya sebagai (W_{10}). *Crusible glass* yang berisi kertas saring yang telah tertimbang, diletakkan diatas *filtering flask* dan dihidupkan pompa vakum. Sampel *light phase* disaring. Kemudian sampel *light phase* yang tersisa didalam erlenmeyer dibilas dengan menggunakan botol semprot yang berisi iso-hexana sampai benar-benar bersih. Pompa vakum dimatikan. Kemudian kertas saring diambil dengan menggunakan penjepit dan ditempatkan dalam cawan porselin. Lalu kertas saring tersebut dikeringkan kedalam oven dengan temperatur 105°C selama ± 1 jam lalu didinginkan kedalam desikator selama 15 menit. Kertas saring tersebut ditimbang dengan neraca analitik dan dicatat beratnya sebagai (W_{11}). Persentase solid pada light

phase dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar solid} = \frac{W_{11} - W_9}{W_{10}} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

W_9 = Berat kertas saring; W_{10} = Berat sampel *light phase*; W_{11} = Berat kertas saring dan sisa tak larut.

Analisa Komposisi Bahan Olahan Masuk dengan *Centrifuge*

Sampel *sludge* dimasukkan kedalam *beaker glass* lalu dituang kedalam 2 buah *centrifuge tube glass* dengan volume 10 ml kemudian dimasukkan kedalam alat *centrifuge*. Air dimasukkan kedalam dua buah *centrifuge tube glass* sampai volume 10 ml dan dimasukkan kedalam alat *centrifuge* dan ditempatkan secara bersilangan dengan sampel berisi *sludge*. Waktu diatur selama 5 menit dengan putaran 1500 rpm. Kemudian hasil *centrifuge* pada sampel *sludge* dibaca berdasarkan volume pada *centrifuge tube glass*. Kadar masing-masing bahan pada sampel (*light phase*, *heavy phase* dan *solid phase*) dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar Minyak} = \frac{V_2}{V_1} \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{Kadar Solid} = \frac{V_3}{V_1} \times 100\% \quad (6)$$

$$\text{Kadar Air} = \frac{V_4}{V_1} \times 100\% \quad (7)$$

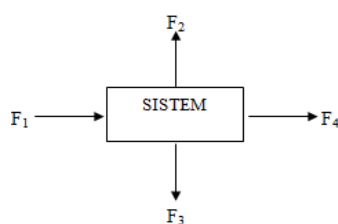
Keterangan : V_1 = Volume *centrifuge tube glass*; V_2 = Volume minyak; V_3 = Volume *solid*; V_4 = Volume air

Perhitungan Neraca Massa

Kesetimbangan materi (*material balance*) dapat dirumuskan pada sistem konservatif sebagai persamaan Gambar 2.

Neraca massa total = Input = Output

$$F_1 = F_2 + F_3 + F_4 \quad (8)$$



Laju masuk = Laju keluar

Gambar 2. Diagram neraca massa

Neraca komponen :

$$W_A \cdot F_1 = W_A \cdot F_2 + W_A \cdot F_3 + W_A \cdot F_4 \quad (9)$$

$$W_B \cdot F_1 = W_B \cdot F_2 + W_B \cdot F_3 + W_B \cdot F_4 \quad (10)$$

$$W_C \cdot F_1 = W_C \cdot F_2 + W_C \cdot F_3 + W_C \cdot F_4 \quad (11)$$

Keterangan : F_1 = Laju *Sludge* Masuk ; F_2 = Laju Keluaran Fase Minyak (*Light Phase*); F_3 = Laju Keluaran Fase Padatan (*Solid Phase*); F_4 = Laju Keluaran Fase Air (*Heavy Phase*); W_A = Komponen Minyak; W_B = Komponen Padatan; W_C = Komponen Air [8].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan pada stasiun pemurnian unit *decanter* maka diperoleh data pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data pengamatan proses pengambilan minyak di *decanter*

No.	Kecepatan Putaran <i>Decanter</i> (rpm)	Temperatur (°C)	Masuk	Keluar	
			Laju <i>Sludge</i> Masuk (Kg/Jam)	<i>Light Phase</i> (Kg/Jam)	<i>Solid Phase</i> (Kg/Jam)
1	4000	95	5650	201,0096	3283,0380
2	4000	95	5350	220,4305	3121,0610
3	4000	95	5500	236,9400	3197,9205

Kapasitas *Decanter* : 6 Ton/Jam

Tabel 2. Data pengamatan analisa komposisi *sludge* masuk

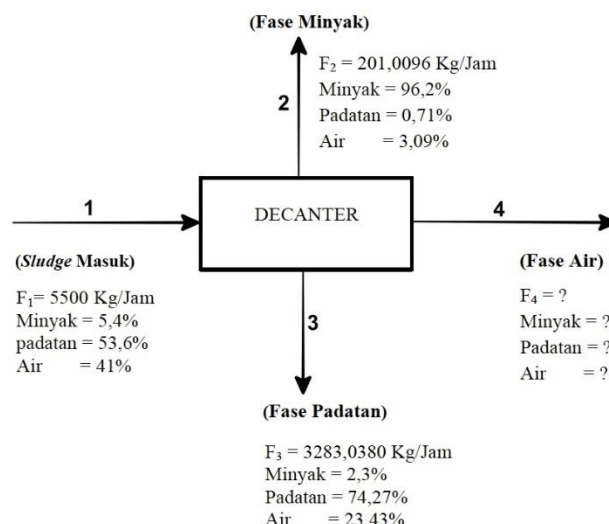
No	Volume Tabung Sentrifuge (ml)	Volume Bahan (ml)		
		Minyak	Padatan	Air
1	10	0,54	5,36	4,10
2	10	0,57	5,36	4,07
3	10	0,60	5,39	4,01

Berdasarkan hasil perhitungan komposisi masing-masing komponen masuk dan keluar pada *decanter*, maka komposisi *sludge* masuk, komposisi *light phase* dan komposisi *solid phase* dapat dilihat pada Tabel 3. Komposisi minyak tertinggi terdapat pada *light phase* dengan kadar padatan yang terkecil. Pada *solid phase* masih terdapat minyak diatas 2% dengan kadar air dan kadar padatan yang cukup banyak.

Tabel 3. Komposisi *sludge* masuk, *light phase* dan *solid phase*

No	<i>Sludge</i> Masuk (%)			<i>Light Phase</i> (%)			<i>Solid Phase</i> (%)		
	Minyak	<i>Solid</i>	Air	Minyak	<i>Solid</i>	Air	Minyak	<i>Solid</i>	Air
1	5,4	53,6	41	96,2	0,71	3,09	2,30	74,27	23,43
2	5,7	53,6	40,7	95,93	0,74	3,33	2,35	79,57	18,08
3	6	53,9	40,1	96,05	0,73	3,23	2,26	80,18	17,56

Sludge yang masuk ke *decanter* akan dipisahkan menjadi tiga bagian yaitu fase minyak, fase padatan dan fase air. Fase air yang belum diketahui komposisinya akan dihitung dengan prinsip neraca massa, dimana massa yang masuk sama dengan massa yang keluar sesuai dengan Gambar 3 yang hanya mendeskripsikan perhitungan menggunakan data hari pertama. Skema neraca massa juga digunakan untuk data hari kedua dan ketiga.



Gambar 3. Skema neraca massa pada *decanter*

Melalui tabel 4 maka dapat ditentukan persentase perolehan minyak pada pengolahan sludge di unit decanter sebanyak 69,0625% dengan kadar pengotor solid 0,7266% dan air 3,21%. Kehilangan minyak pada heavy phase sebesar 1,095989867% dan solid phase sebesar 2,3033%. Hasil tersebut masih memenuhi standar mutu perusahaan dimana jumlah minyak yang terbawa pada heavy phase sebesar 1,5% dan solid phase 3%. Hasil perhitungan ini juga selaras dengan kehilangan minyak pada *solid phase* di unit decanter pabrik kelapa sawit lainnya sebesar 2,4966% dan pada *heavy phase* sebesar 0,7347% dimana tidak lebih dari standar kehilangan minyak pada perusahaan atau pabrik kelapa sawit [9].

Tabel 4. Ringkasan hasil perhitungan neraca massa di *decanter*

Sludge Masuk					Keluaran dari <i>Decanter</i>											
T (°C)	Laju (m³/jam)	Komposisi			Light Phase				Solid Phase				Heavy Phase			
		M	S	A	Laju	M	S	A	Laju	M	S	A	Laju	M	S	A
		%	%	%	(m³/jam)	%	%	%	(m³/jam)	%	%	%	(m³/jam)	%	%	%
95	5500	5,4	53,6	41	201,0096	96,2	0,71	3,09	3283,0380	2,30	74,27	23,43	2015,9524	1,39	25,21	73,39
95	5350	5,7	53,6	40,7	232,4115	95,93	0,74	3,33	3121,5056	2,35	79,57	18,08	1996,5257	0,43	19,15	80,41
95	5500	6,0	53,9	40,1	236,9500	96,05	0,73	3,22	3197,9205	2,26	80,18	17,56	2065,1394	1,45	19,30	79,23

Keterangan : T = Temperatur; M = Minyak; S = Solid; A = Air

Untuk mengurangi banyaknya kehilangan minyak dan mengurangi kadar pengotor perlu diperhatikan jumlah umpan yang masuk, dimana harus sesuai kapasitas alat, agar pemisahan yang berlangsung lebih efektif. Kemudian temperatur sludge harus tetap dijaga pada suhu 95°C dengan begitu kadar kehilangan minyak dan kadar pengotor pada light phase dapat dimaksimalkan dengan baik

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perhitungan analisa data maka dapat diambil kesimpulan bahwa persentase perolehan minyak pada pengolahan sludge di decanter adalah 69,0625% dengan jumlah pengotor pada minyak (light phase) di decanter adalah solid sebesar "0,7266" % dan air sebesar 3,22%. Kemudian kehilangan minyak yang terdapat pada keluaran heavy phase adalah 1,095989867% dan kehilangan minyak pada solid phase adalah 2,3033%. Dimana kehilangan minyak tersebut masih sesuai dengan standar mutu perusahaan, yaitu untuk kehilangan minyak di heavy phase tidak lebih dari 1,5% dan kehilangan minyak pada solid phase tidak lebih dari 3%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Pardamean. *Panduan Lengkap Pengolahan Kebun dan Pabrik Kelapa Sawit*. PT. Agromedia Pustaka Jakarta. 2008
- [2] I. Pahan. *Panduan Kelapa Sawit*. Penerbit Swadaya Jakarta. 2006.
- [3] P. Sibuea. *Minyak Kelapa Sawit*. Penerbit Erlangga Jakarta. 2014.
- [4] N. Sahad, A. Md. Som, A. S. Baharuddin, N. Mokhtar, Z. Busu, A. Sulaiman. Recovery of Residual Crude Palm Oil (RCPO) from Oil Palm Decanter Cake (OPDC) Using D-limonene. *Advanced Materials Research* 1113:405-410. 2015.

- [5] N. Sahad, A. Md. Som, A. S. Baharuddin, N. Mokhtar, Z. Busu, A. Sulaiman. Physicochemical Characterization of Oil Palm Decanter Cake (OPDC) for Residual Oil Recovery. *Bioresources* 9(4):6361-6372. 2014.
- [6] A. Suandi. *Analisa Pengolahan Kelapa Sawit dengan Kapasitas 30 ton/jam di PT. BIO Nusantara Teknologi Bengkulu*. Universitas Bengkulu. 2016.
- [7] B. Bianchi, A. Tamborrino, F. Santoro. Assessment of the energy and separation efficiency of the decanter centrifuge with regulation of oil water ring in the industrial process line using a continuous method. *J. Agricultural Engineering XLIV*:278-282. 2013.
- [8] G.V. Reklaitis. *Introduction to Material and Energy Balance*. Mc Graw Hill Book Company New York. 1983.
- [9] D. Paranita, Jenny, D.C.S. Purba, M.R. Rangkuti. Perhitungan Neraca Massa Pada Proses Pengambilan Minyak Pada Unit *Decanter* di PT. Perusahaan Perkebunan & Dagang Indah Pontjan Perbaungan. *Prosiding Ready Star-2* 16-24. 2019.

**Bidang: Teknik dan Analisis Kimia Mineral
Teknik Kimia**

Topik: Rekayasa dan Perancangan Proses

PENGARUH WAKTU SENTRIFUGASI KRIM SANTAN TERHADAP PRODUK VCO DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK BUAH SIRSAK MENGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK

Mustafa¹, Alwathan², Muh. Irwan³

^{1,2,3} Politeknik Negeri Samarinda

mustafa@polnes.ac.id¹, Lalwatan@yahoo.com², muh.irwan@polnes.ac.id³

ABSTRAK

Peluang pengembangan agribisnis kelapa dengan produk bernilai ekonomi tinggi sangat besar. Produk kelapa yang sudah berkembang di dalam negeri adalah virgin coconut oil (VCO). VCO memiliki konteks produk yang dapat meningkatkan kesehatan dan bahan baku kosmetik alami yang bernilai tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu sentrifugasi krim santan terhadap yield dalam pembuatan *Virgin Coconut Oil* (VCO) dan memperoleh hasil yield VCO secara penambahan ekstrak buah Sirsak dengan bantuan ultrasonik serta menganalisa sifat fisis dan kimia yang terkandung dalam Virgin Coconut Oil yang sesuai metode SNI. Pembuatan VCO dilakukan dengan metode sentrifugasi menggunakan putaran 750 rpm dengan variasi waktu putaran sentrifugasi krim santan antara lain : 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 dan 70 menit. Kondisi operasi pada produk VCO dengan bertambahnya waktu putaran sentrifugasi krim santan setelah penambahan ekstrak sirsak berbantuan gelombang ultrasonik, maka kadar air semakin kecil, berat jenis semakin besar, asam lemak bebas semakin kecil dan angka penyabunan semakin besar. Dan dari hasil analisa VCONya, waktu sentrifugasi optimum yang diperoleh untuk membuat *Virgin Coconut Oil* (VCO) yang terbaik adalah 60 menit dengan yield sebesar 66,7 %.

Kata kunci: Ultrasonik, VCO, waktu, yield.

ABSTRACT

The opportunity for developing coconut agribusiness with high economic value products is enormous. Coconut product that has been developed in the country is virgin coconut oil (VCO). VCO has a product context that can improve health and a high value natural cosmetic raw material. The purpose of this study was to determine the effect of centrifugation time of coconut cream on yield in the manufacture of Virgin Coconut Oil (VCO) and to obtain VCO yield by adding Soursop fruit extract with ultrasonic assistance and to analyze the physical and chemical properties contained in Virgin Coconut Oil according to the SNI method. VCO was made by centrifugation method using 750 rpm rotation with variations in coconut cream centrifugation rotation times, among others: 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 and 70 minutes. The operating conditions of the VCO product were increased by the centrifugation cycle time of the coconut cream after the addition of ultrasonic wave-assisted soursop extract, the water content was getting smaller, the specific gravity was getting bigger, the free fatty acids were getting smaller and the number of soaping was bigger And from the results of the VCO analysis, the optimum centrifugation time obtained to make the best Virgin Coconut Oil (VCO) is 60 minutes with a yield of 66.7%.

Keywords: Ultrasonic, VCO, time, yield.

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa merupakan komoditi tradisional daerah provinsi Kalimantan Timur, tumbuh dengan baik pada semua tempat yang diusahakan oleh masyarakat sebagai tanaman pekarangan maupun yang diusahakan dalam hamparan yang cukup luas. Usaha perkebunan kelapa rakyat dalam hamparan yang luas terdapat di beberapa daerah provinsi Kalimantan Timur dengan Luas areal kelapa rakyat di Kalimantan Timur tahun 2019 tercatat sebanyak 21.152 Ha dengan jumlah produksi sebanyak 11.013 ton. Produksi dari tanaman kelapa rakyat tersebut diatas seluruhnya dipasarkan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi kelapa segar masyarakat di daerah [5].

Teknologi pembuatan VCO ada bermacam-macam, yaitu tanpa pemanasan (metode sederhana/ biasa/ tradisional), dengan pemanasan, pancingan, fermentasi dan pemompaan. Dari beberapa metode yang digunakan tersebut masih terdapat kelemahan yaitu yield yang dihasilkan masih rendah dan kualitas VCO kurang baik karena adanya kontaminan. Selain menggunakan metode tersebut, metode lainnya yang digunakan dalam pembuatan VCO yang menghasilkan rendemen tinggi adalah dengan metode sentrifugasi dan enzimatis. Sentrifugasi merupakan salah satu metode dengan cara mekanik. Metode sentrifugasi dilakukan dengan memutuskan ikatan lemak-protein pada santan dengan cara pemutaran (pemusingan), yaitu dengan gaya sentrifugal. Setelah dilakukan sentrifugasi air dan minyak akan terpisah dengan sendirinya, hal ini terjadi karena berat jenis minyak dan air berbeda. VCO yang dihasilkan secara sentrifugasi lebih baik jika dibandingkan dengan VCO yang diperoleh secara pemanasan ataupun secara fermentasi. Pembuatan VCO dengan metode sentrifugasi akan menghasilkan rendemen yang tinggi, karena pada pembuatan VCO secara sentrifugasi, pemisahannya terjadi secara alami tanpa memerlukan pemanasan ataupun bantuan fermentor [7].

Metode yang lain pembuatan VCO yang menghasilkan rendemen tinggi adalah metode enzimatis. Pembuatan VCO secara enzimatis merupakan pembuatan VCO dari santan kelapa dengan bantuan enzim. VCO yang dihasilkan dari proses enzimatis ini memiliki keunggulan antara lain, kandungan lemak pada VCO tidak banyak berubah sehingga khasiatnya tetap terjaga, tidak mudah tengik karena komposisi asam lemaknya tidak banyak berubah dan rendemen yang dihasilkan tinggi. Salah satu cara untuk meningkatkan rendemen minyak yang terekstrak dari krim santan dapat dilakukan dengan menambahkan suatu enzim yang dapat memecah protein yang berperan sebagai pengemulsi pada santan. Pemecahan emulsi santan dapat terjadi dengan adanya enzim. Enzim ini dapat mengkatalisis reaksi pemecahan protein dengan menghidrolisa ikatan peptidanya menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana [8].

Disamping metode diatas, perlu dicoba metode lain guna memperbaiki yield dan kualitas VCO yang dihasilkan. Metode pemecahan emulsi VCO dan air dengan menggunakan gelombang ultrasonik diharapkan dapat meningkatkan yield dan memperbaiki kualitas VCO, karena metode ini dapat bekerja pada temperature yang lebih rendah dibandingkan metode-metode lainnya. Kemajuan iptek mendorong terciptanya modifikasi dan inovasi di bidang teknologi proses. Ultrasonikasi kimia adalah modifikasi teknologi yang digunakan pada penelitian ini dalam rangka optimasi proses pembuatan VCO. Kelebihan teknik ultrasonikasi antara lain: proses cepat dan mudah, tidak membutuhkan penambahan bahan kimia, tidak mengakibatkan perubahan yang signifikan pada struktur kimia partikel, dan senyawa-senyawa bahan yang digunakan. Proses pembuatan VCO dengan teknik ultrasonikasi kimia diharapkan lebih efisien dan menghasilkan VCO yang memenuhi standar mutu [10].

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian ini dimulai dari bulan Mei 2020 sampai dengan Desember 2020. Proses pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO) dan analisa sifat kimia VCO (*kadar air, bilangan iod, asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan cemaran logam dalam VCO*) serta analisa sifat fisika VCO (*warna, rasa, dan bau*) dilakukan di laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda.

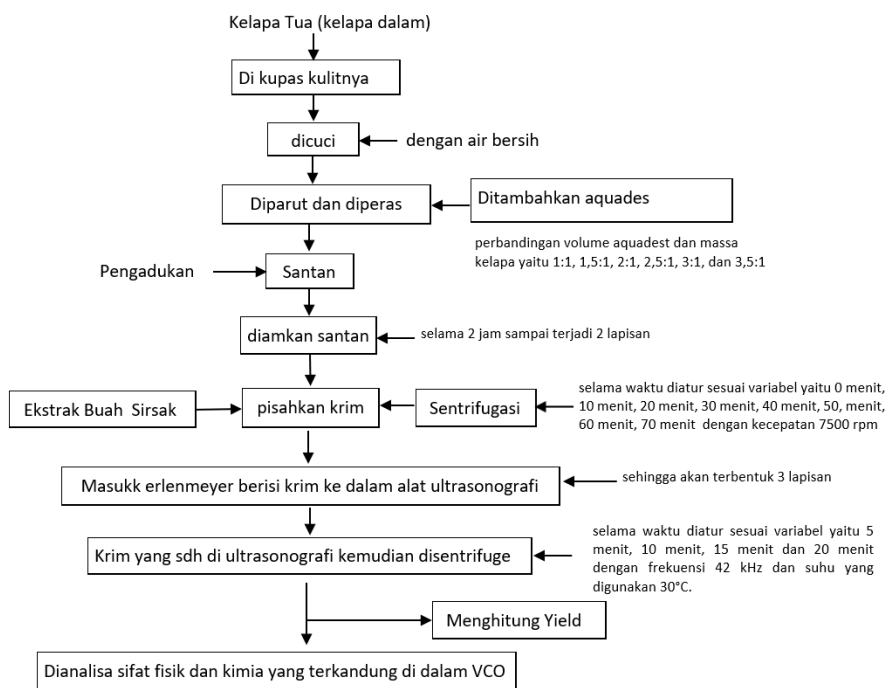
Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini, antara lain: Satu set alat ultrasonic, Baskom Gelas kimia 500 mL, Tabung reaksi besar, Gelas kimia 1000 mL, Labu ukur 250 mL, Magnetik Stirrer, Kertas saring 40 Whatmann, Buret 25 mL, Gelas ukur 100 mL, Erlenmeyer 1L, Stopwatch, Batang pengaduk, Termometer skala 100 °C dan Alat Sentrifugasi. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini, antara lain : Kelapa tua (*Cocos Nucifera*

L.), Aquadest, Cyclohexane, NaOH, Asam asetat pekat, Kalium iodide, Natrium tiosulfat, Etanol 95%, Asam asetat glasial p.a, Fenolftalen, Kloroform p.a, Buah Sisak dan Zeolite Alam.

Rencana Analisis Hasil Penelitian

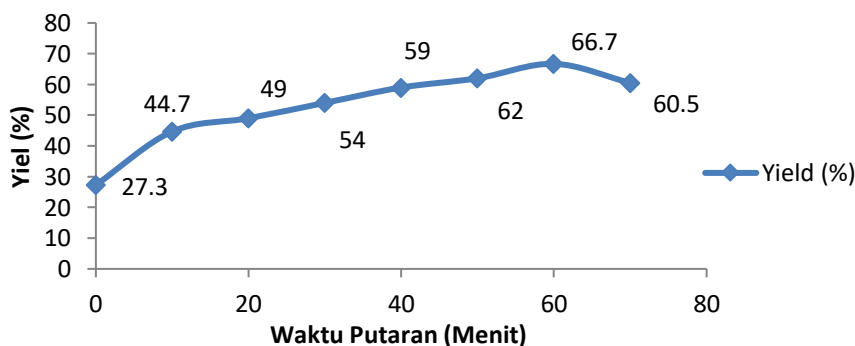
Rencana analisa hasil penelitian ini adalah dengan menganalisa sifat fisik dan kimia yang terkandung dalam *Virgin Coconut Oil* (VCO) menggunakan metode SNI.



Gambar 4. Diagram penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengaruh waktu putaran sentrifugasi krim santan pada ekstrak buah Sirsak dengan bantuan gelombang ultrasonic
 Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu sentrifugasi krim santan terhadap yield dalam pembuatan *Virgin Coconut Oil* (VCO) dan memperoleh hasil yield VCO secara penambahan ekstrak buah Sirsak dengan bantuan ultrasonik serta menganalisa sifat fisis dan kimia yang terkandung dalam *Virgin Coconut Oil* yang sesuai metode SNI.



Gambar 2. Pengaruh waktu putaran sentrifugasi krim santan terhadap yield minyak kelapa

Pada Gambar 1. menunjukkan pengaruh waktu putaran sentrifugasi krim santan waktu terhadap yield minyak kelapa bahwa semakin tinggi waktu sentrifugasi maka minyak (VCO) yang diperoleh semakin besar sehingga % yield yang diperoleh juga semakin besar. Hal ini disebabkan adanya gaya sentrifugal pada proses sentrifugal minyak dengan berat jenis yang lebih ringan dari air akan berada diatas. Dari gambar diatas menunjukkan bahwa waktu optimum diperoleh pada yield 66,7% dengan waktu putaran 60 menit dengan kecepatan 7500

rpm. Pada waktu optimum (60 menit kecepatan 7500 rpm) ini menandakan adanya ikatan antara minyak dan protein telah rusak sehingga molekul-molekul minyak lebih mudah terpisah menjadi molekul yang lebih kecil. Namun demikian, pada waktu putaran di atas 60 menit maka yield minyak VCO yang di hasilkan berkurang yakni 60,5%. Hal ini di sebabkan karena waktu sentrifugasi di atas 60 menit tidak menimbulkan adukan yang baik sehingga menyebabkan krim kembali bercampur dengan minyak. Selain itu penurunan yield pada variasi waktu sentrifugasi 70 menit kecepatan 7500 rpm diakibatkan krim santan yang jenuh sehingga proses pemecahan protein tidak stabil.

Kenaikan yield yang terjadi di variasi waktu putaran sentrifugasi krim santan dikisaran 0 menit sampai 60 menit kecepatan 7500 rpm. Hal ini di sebabkan karena adanya gaya sentrifugal pada proses sentrifugasi minyak dengan berat jenis yang lebih ringan dari air akan berada di atas. Semakin lama proses pemisahan, maka semakin banyak tetesan minyak terpisah dari emulsi. Meningkatnya kecepatan sentrifugasi mengakibatkan peningkatan laju sedimentasi dan pemisahan emulsi yang bercampur[1]. Menurut [10] semakin lama waktu sentrifugasi menyebabkan kecepatan pemutaran dari sentrifugasi besar maka pemutusan ikatan lemak – protein akan semakin cepat terjadi sehingga jumlah minyak yang dihasilkan akan semakin meningkat. Selain itu penambahan enzim ekstrak jahe juga berfungsi untuk mempercepat proses terbentuknya minyak. Hal ini di karenakan fungsi ekstrak buah sirsak yang dapat merusak kestabilan dari emulsi santan yang digunakan. Kestabilan emulsi terjadi karena adanya tegangan antara muka minyak dengan protein lebih tinggi dari pada tegangan antara muka protein dengan air dalam butiran koloid [8].

Asam lemak bebas adalah asam yang dilepas ketika terjadi reaksi hidrolisa, dihitung sebagai asam laurat dengan syarat standart SNI [3] yaitu maksimal 0,2%.

Hasil data pengamatan dapat disajikan pada table berikut di bawah ini :

Tabel 1. Data Hasil Analisa VCO : Waktu Putaran sentrifugasi Krim Santan Pada Ekstrak Buah Sirsak Dengan Bantuan Ultrasonik

Analisa VCO						
No.	Variasi Waktu Putaran (menit)	Yield (%)	Kadar Air VCO (%)	Asam Lemak Bebas (%)	Penyabunan (mg KOH/g minyak)	Densitas (Kg/m ³)
1	0	27,3	0,16	0,47	1,961,029	915,8
2	10	44,7	0,02	0,31	2,355,591	916,9
3	20	49	0,02	0,23	2,404,221	917,3
4	30	54	0,02	0,19	2,386,116	917,6
5	40	59	0,01	0,16	2,422,347	917,9
6	50	62	0,01	0,17	2,433,778	918,2
7	60	66,7	0,01	0,15	2,463,669	919,2
8	70	60,5	0,05	0,19	2,464,479	918,3

Dari Tabel 1. dapat diketahui kadar asam lemak bebas tertinggi di variasi waktu sentrifugasi 0 menit, dan tidak memenuhi standart SNI (7381:2008) namun di variasi waktu sentrifugasi 30 menit sampai 70 menit sudah memenuhi standart SNI (7381:2008). Tabel 1, menunjukkan bahwa asam lemak bebas mengalami penurunan dengan semakin lamanya waktu sentrifugasi. Pada Tabel juga terlihat bahwa asam lemak bebas yang terendah yang dihasilkan dari proses sentrifugasi ini yaitu 0,15% dan yang tertinggi yaitu 0,47%. Tingginya kandungan asam lemak bebas terdapat pada minyak kelapa juga berkaitan dengan tingginya kadar air dalam minyak kelapa dari hasil penelitian ini kadar air dan asam lemak bebas berbanding lurus. Semakin tinggi kadar air maka jumlah asam lemak bebas juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan asam lemak bebas dihasilkan melalui reaksi hidrolisis yang dapat disebabkan oleh sejumlah air [1]. Selain itu, meningkatnya asam lemak bebas disebabkan adanya kandungan air pada substrat yaitu Krim santan yang akan dijadikan sebagi sumber minyak kelapa. Adanya air pada substrat menyebabkan terjadinya proses hidrolisis pada minyak kelapa pada saat proses pencampuran yang memicu terbentuknya asam lemak bebas.

Hasil analisis kadar air *Virgin Coconut Oil* (VCO) yang dibuat dengan waktu sentrifugasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis kadar air dengan waktu sentrifugasi yang berbeda-beda. Dari ketujuh variasi tersebut diperoleh bahwa kadar air *Virgin Coconut Oil* (VCO) dalam penelitian ini memenuhi standart SNI [3] yaitu maksimal 0,5%. Dari tabel tersebut, menunjukkan bahwa kadar air semakin kecil dengan bertambahnya waktu sentrifugasi. Hal ini disebabkan krim santan yang di sentrifugasi bertujuan untuk memecah emulsi atau merusak kestabilan lipoprotein sehingga semakin lama waktu sentrifugasi krim santan yang mengandung air membentuk lapisan yang terpisah dengan minyak. Selain itu, kadar air sangat berpengaruh pada ketahanan minyak terhadap kerusakan. Menurut [9], terdapatnya sejumlah air dalam minyak atau lemak dapat mengakibatkan terjadinya reaksi hidrolisis. Minyak atau lemak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi ini akan mengakibatkan ketengikan hidrolisis yang menghasilkan *flavour* dan bau tengik pada minyak tersebut.

Hasil analisis angka penyabunan pada *Virgin Coconut Oil* (VCO) yang dibuat dengan waktu sentrifugasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1. Dari ke tujuh variasi tersebut diperoleh bahwa angka penyabunan meningkat dengan bertambahnya waktu sentrifugasi. Namun dalam penelitian ini belum memenuhi standart SNI [3] yaitu, 250,0-260,0 mg KOH/gram minyak. Rendahnya bilangan penyabunan disebabkan oleh adanya asam lemak jenuh rantai panjang yang menjadi asam lemak penyusun VCO. Semakin panjang rantai asam lemak semakin tinggi berat molekulnya, sehingga bilangan penyabunan VCO rendah. Hal ini menunjukkan bahwa proses oksidasi minyak selama penyimpanan telah terjadi. Selama proses oksidasi berlangsung akan terbentuk gas-gas CO₂, senyawa aldehyd, air dan asam-asam volatil yang merupakan asam-asam lemak rantai pendek dengan jumlah atom C₄ – C₁₀. Asam-asam volatil ini akan menguap sehingga yang tertinggal adalah asam lemak rantai panjang.

Hasil analisis Densitas pada *Virgin Coconut Oil* (VCO) yang dibuat dengan waktu sentrifugasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1. Dari ke tujuh variasi tersebut diperoleh bahwa densitas *Virgin Coconut Oil* (VCO) sudah memenuhi standart SNI [3] yaitu 915,0-920,0 kg/m³. Dari tabel tersebut, menunjukkan bahwa dengan bertambahnya waktu sentrifugasi maka bertambah pula berat jenisnya. Hal ini disebabkan karena asam lemak yang terekstrak mempunyai rantai yang semakin panjang [7].

Hasil standarisasi disajikan pada Tabel 2 berikut di bawah ini sesuai standar SNI :

Tabel 2. Standar Nasional Indonesia [3]

Parameter	Nilai
Kadar Air	maksimal 0,5 %
Asam Lemak Bebas	maksimal 0,2 %
Bilangan Penyabunan	250-260 mg KOH/gr Minyak
Densitas	915,0 - 920,0 kg/m ³

Sumber: BSN (2008)

KESIMPULAN

Pada penelitian ini perbedaan yield dan kualitas *Virgin Coconut Oil* (VCO) yang dibuat dengan variasi waktu putaran sentrifugasi krim santan menghasilkan beberapa hal yang dapat disimpulkan sebagai berikut : Dengan bertambahnya waktu putaran sentrifugasi krim santan, maka kadar air semakin kecil, berat jenis semakin besar, asam lemak bebas semakin kecil dan angka penyabunan semakin besar. Dan dari hasil analisa VCONya, waktu sentrifugasi optimum untuk membuat *Virgin Coconut Oil* (VCO) yang terbaik adalah 60 menit dengan yield sebesar 66,7%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Politeknik Negeri Samarinda (P2M POLNES) yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti, dan mendapatkan dana penelitian dengan skema Penelitian Strategis Politeknik serta segala pihak yang telah mendukung demi kelancaran berjalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar. C dan Salima. R (2016). Perubahan Rendemen dan Mutu Virgin Coconut Oil pada Berbagai Kecepatan Putar dan Lama Waktu Sentrifugasi. *Jurnal Politeknik Indonesia Venezuela, Aceh Besar*. 19 Mei 2017. jurnal.unpad.ac.id/teknotan/article/download/10411/pdf.
- [2] Anugrah. R, Minuman Santan Kelapa (*Cocos Nucifera* L.) Rendah Lemak dengan Penambahan Ekstrak daun Stevia Rebaudiana sebagai Produk Diversifikasi Pangan Berbasis Santan Kelapa, Bogor : Institut Pertanian Bogor, 2011
- [3] Badan Standardisasi Nasional, Minyak Kelapa Virgin (VCO). SNI 7381 : 2008., 2008
- [4] Budiman. F, Ambari. O, dan Surest. H. (2012). Waktu Fermentasi dan Perbandingan Volume Santan dan Sari Nanas Pada Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO). 05 Februari 2017. *Jurnal Universitas Sriwijaya*. <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/16/18>.
- [5] Dinas Perkebunan Samarinda, Komoditi Kelapa. <http://disbun.kaltimprov.go.id>. Diakses pada tanggal 2 Maret 2020. Pukul 10.30 WITA., 2020
- [6] Handayani, R., Joko Sulisty dan Rina Dwi Rahayu, Extraction of Virgin Coconut Oil (*Cocos Nucifera* L.) through Fermentation System. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity*, 2009
- [7] Hariyanti, Sri. (2009). Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Kualitas Virgin Coconut Oil (VCO). 21 Februari 2017. Tugas akhir Universitas Negeri Semarang.
- [8] Jannah, M., Pembuatan Minyak Kelapa Secara Enzimatis Menggunakan Rimpang Jahe Sebagai Katalisator. *Jurnal Politeknik Negeri Lhokseumawe*. <http://njurnal.pnl.ac.id/index.php/JSTR/article/view/177>., 2014
- [9] Ketaren. S, Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia, 2008
- [10] Prayudi. R, Sucipto, Wignyanto, Dewi, A.I, Mulyadi, F.A. (2015), Pengaruh Frekuensi dan Waktu Pretreatment UAE Terhadap Rendemen Ultrasound Assistend Extraction (UAE) Terhadap Rendemen Dan Kualitas Virgin Coconut Oil., *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 16 No. 3 [Desember 2015] 167-172
- [11] Setiaji, B.dan S.Prayugo. (2006). Membuat VCO BerkualitasTinggi. Jakarta :Penebar Swadana.

**OPTIMASI LAJU ALIR TEG (*TRIETHYLENE GLYCOL*)
DALAM MENYERAP KADAR AIR PADA *GLYCOL CONTACTOR* (V-5400)
DENGAN SIMULASI ASPEN HYSYS
DI PT PERTAMINA HULU SANGA-SANGA, KALIMANTAN TIMUR**

Muhammad Ihsan¹, Herlina Rahim², Ibrahim³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar

ihsan.amirdana02@gmail.com¹, herlina@atim.ac.id², ibrahim@atim.ac.id³

ABSTRAK

PT. Pertamina Hulu Sanga-sanga merupakan perusahaan penambangan dan pengolahan minyak dan gas bumi. Perusahaan ini merupakan salah satu penyuplai *dry gas* untuk PT. Badak LNG. *Dry gas* yang akan dijual kepada konsumen memiliki persyaratan yang harus dipenuhi dan salah satunya adalah kadar air. *Dry gas* yang dihasilkan oleh PT. Pertamina Hulu Sanga-sanga ternyata memiliki kadar air yang berada di atas standar yang ditetapkan, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan gas keluaran *glycol contactor* (*dry gas*) dengan kadar air yang sesuai standar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa *flow rate* TEG yang digunakan untuk mendapatkan *dry gas* dengan kadar air yang sesuai standar dan untuk mengetahui berapa kadar air yang diserap dalam *dry gas* setelah dilakukan optimasi *flow rate* TEG. Adapun alat yang menjadi fokus pada tugas ini adalah *glycol contactor* (V-5400) dan bahan adalah *dry gas* dan larutan TEG pada *unit dehydration* PT. Pertamina Hulu Sanga-sanga. Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif melalui simulasi menggunakan program aplikasi Aspen HYSYS V8.8. Hasil simulasi pada *glycol contactor* (V-5400) menggunakan Aspen HYSYS, untuk mendapatkan *dry gas* dengan kadar air yang sesuai dengan standar yaitu 4-7 lb/MMscf maka dibutuhkan larutan TEG dengan *flow rate* sebesar 2,4 ft³/min dan kadar air yang diserap setelah dilakukan optimasi *flow rate* TEG yang digunakan untuk data desain adalah dari kadar air 7,6026 lb/MMscf menjadi 6,7881 lb/MMscf dengan persentase selisih sebesar 0,8145 sedangkan untuk data aktual dari kadar air 7,4702 lb/MMscf menjadi 6,6984 lb/MMscf dengan persentase selisih sebesar 0,7718.

Kata kunci: Optimasi, laju alir TEG, kadar air, *glycol contactor*, aspen HYSYS.

ABSTRACT

PT. Pertamina Hulu Sanga-sanga is an oil and gas mining and processing company. This company is one of the dry gas suppliers for PT. Badak LNG. Dry gas to be sold to consumers has requirements that must be met and one of them is water content. Dry gas produced by PT. Pertamina Hulu Sanga-sanga turns out to have a water content that is above the set standard, so it is necessary to do research to get the glycol contactor (dry gas) output gas with a water content according to the standard. This study aims to determine how much the TEG flow rate is used to obtain dry gas with water content that meets the standards and to determine how much water is absorbed in the dry gas after TEG flow rate optimization is carried out. The tools that are the focus of this task are the glycol contactor (V-5400) and the materials are dry gas and TEG solution in the dehydration unit of PT. Pertamina Hulu Sanga-sanga. The type of research used is quantitative descriptive through simulation using the Aspen HYSYS V8.8 application program. The simulation results on the glycol contactor (V-5400) using Aspen HYSYS, to obtain dry gas with a water content in accordance with the standard of 4-7 lb/MMscf, a TEG solution with a flow rate of 2.4 ft³/min is needed and a moisture content is required. absorbed after optimization of the TEG flow rate used for the design data is from the moisture content of 7.6026 lb/MMscf to 6.7881 lb/MMscf with a percentage difference of 0.8145 while for actual data the water content is 7.4702 lb/MMscf to 6.6984 lb/MMscf with a percentage difference of 0.7718.

Keywords: Optimization, TEG Flow rate, water content, glycol contactor, aspen HYSYS.

PENDAHULUAN

PT. Pertamina Hulu Sanga-sanga merupakan salah satu perusahaan penambangan dan pengolahan minyak dan gas bumi sebagai kontraktor bagi hasil di bawah SKK Migas. Perusahaan ini merupakan salah satu penyuplai *dry gas* (gas kering) hasil olahan ke PT Badak LNG di Bontang untuk diproses lebih lanjut menjadi LNG (*Liquified Natural gas*) dan LPG (*Liquified Petroleum Gas*). Lapangan Badak merupakan tempat seluruh kegiatan proses di PT. Pertamina Hulu Sanga-sanga dilakukan. Fluida yang dihasilkan dari *well* (sumur) dialirkan ke lapangan Badak melalui beberapa *satellite*. Gas kemudian diproses menggunakan sistem pemisahan, kompresi, pemanasan dan dehidrasi (pengeringan) yang menghasilkan gas kering yang kemudian akan dijual kepada konsumen/pembeli. Proses dehidrasi dari gas alam dilakukan pada *unit dehydration* tepatnya pada alat *glycol contactor* (V-5400) dengan proses *absorpsi*. Pada proses ini, *absorben* (larutan penyerap) yang digunakan adalah TEG (Triethylene glycol). Proses dehidrasi dari gas alam dipengaruhi oleh beberapa variabel. Salah satu variabel yang paling berpengaruh adalah *flow rate* dari TEG yang digunakan. Variabel tersebut berpengaruh terhadap *water content* (kadar air) yang ada dalam gas alam keluaran dari *glycol contactor*.

Proses absorpsi secara umum adalah proses penyerapan gas ke dalam cairan melalui antar muka dua fasa. Proses absorpsi diharapkan berjalan pada kondisi optimal, akan tetapi sering terjadi kendala teknis maupun non-teknis sehingga membuat kinerja proses absorpsi terganggu. Kendala tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya level cairan di kolom bawah absorpsi, laju alir absorben, suhu, tekanan, dan gangguan proses. Untuk menjaga kondisi proses absorpsi, dapat ditambahkan sistem otomasi.

Proses yang ada pada unit dehydration ada dua fase, yaitu:

Fase 1, *gas dehydration* adalah proses penyerapan (*absorption*) uap air yang larut dalam aliran gas di dalam kolom contactor.

Fase 2, *glycol dehydration* merupakan proses regenerasi untuk mengembalikan konsentrasi *glycol* yang telah digunakan pada fase 1 agar dapat dipergunakan kembali

Larutan yang digunakan untuk menyerap air pada gas yang umum digunakan adalah dari golongan *glycol*. Golongan *glycol* yang dapat digunakan sebagai *desiccant* untuk menyerap air di gas adalah *Ethylene Glycol* (EG), *Diethylene Glycol* (DEG), *Triethylene Glycol* (TEG) dan *Tetraethylene Glycol* (TREG). Pada umumnya dalam industri pengolahan gas alam, jenis *glycol* yang paling sering digunakan adalah *Triethylene glycol* (TEG).

Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh suatu larutan yang akan digunakan sebagai *liquid desiccant* untuk menyerap air dalam gas adalah: Memiliki efisiensi absorpsi yang tinggi; Mudah dan ekonomis untuk diregenerasi; Tidak bersifat *korosif* dan racun; Tidak menimbulkan gangguan operasional jika digunakan dalam konsentrasi tinggi; Tidak bereaksi dengan hidrokarbon dan tidak mudah dikontaminasi oleh gas asam.

Gas bumi atau gas alam dapat terjadi dalam keadaan sendiri atau terdapat bersama-sama dengan minyak mentah. Selain itu senyawa lain yang sering terdapat bersamanya adalah gas asam arang (karbon dioksida atau CO₂), gas helium (He), mercaptan (RSH) dan uap air (H₂O) serta logam-logam/metal.

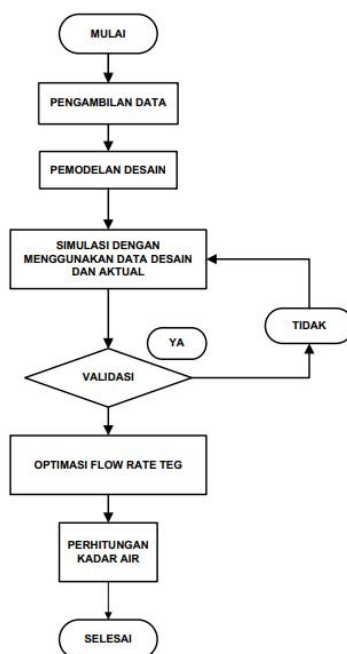
Kadar air dalam *dry gas* merupakan salah satu parameter yang penting dan perlu diperhatikan oleh perusahaan minyak bumi dan gas alam. Kadar air untuk *dry gas* yang akan dijual kepada konsumen dibatasi maksimal adalah 7 lb/MMscf. Kandungan air yang tinggi dalam *dry gas* akan menyebabkan timbulnya hidrat, apabila dibiarkan maka semakin lama hidrat tersebut semakin besar pula sehingga akan membuat permasalahan dalam pengoperasian maupun akan menurunkan nilai jual maupun nilai ekonomis. Penurunan kadar air dalam gas ini akan meningkatkan nilai kalori dari gas maupun memudahkan pengoperasian gas dan mencegah kerusakan peralatan yang digunakan untuk operasional tersebut. Oleh karena itu dapat dilakukan dengan cara alternatif yaitu dengan mensimulasikan kondisi operasi dari *glycol contactor* (V-5400) menggunakan Aspen HYSYS. Berdasarkan hasil simulasi melalui Aspen HYSYS menunjukkan bahwa kadar air dalam gas keluaran *glycol contactor* (*dry gas*) berada di atas standar yang ditetapkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di *Field Departement* Lapangan Badak PT. Pertamina Hulu Sanga-sanga, Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Pada tanggal 2 – 31 Maret 2020. Adapun alat yang menjadi fokus pada tugas ini adalah *glycol contactor* (V-5400) pada *unit dehydration* PT. Pertamina Hulu Sanga-sanga. Adapun bahan yang menjadi fokus pada tugas ini adalah *dry gas* dan larutan TEG (Triethylene Glycol) pada *unit dehydration* PT. Pertamina Hulu Sanga-sanga.

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif melalui simulasi yang dilakukan untuk mencari gambaran sistem sederhana dengan melakukan manipulasi dan kontrol untuk melihat pengaruhnya. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan *dry gas* dengan kadar air yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan setelah mengalami proses dehidrasi pada *glycol contactor* (V-5400) menggunakan program aplikasi Aspen HYSYS V8.8 dengan menggunakan jenis *fluid package* yaitu *Glycol Package*. Alasan penggunaan *Glycol Package* adalah karena *fluid package* ini menggunakan TST (Two-Sim-Tassone) EOS untuk menentukan perilaku *fasa* (*phase behavior*) lebih akurat dan konsisten untuk campuran TEG dan air. Selain itu dilakukan studi literatur dari beberapa jurnal dan penelitian sebelumnya. Data yang diambil yaitu data primer dan sekunder. Data primer berupa kondisi data aktual dari *wet gas*, larutan TEG, *dry gas*, dan *rich* TEG pada *glycol contactor* (V-5400) *unit dehydration*. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari studi literatur dari *unit dehydration*. Data-data sekunder yang diambil berupa data gas alam yang diperoleh dari operator *control room*, data larutan TEG yang diperoleh dari operator *control room*, dan data spesifikasi dan data operasi *glycol contactor* (V-5400) *unit dehydration* di lapangan Badak. Data ini diperoleh dari operator *control room*.

Langkah awal yang dilakukan adalah menghimpun semua data (desain dan aktual) dan tahapan proses pada *unit dehydration* terkhusus pada alat *glycol contactor* (V-5400) secara sistematis dan logis sehingga diperoleh simulasi yang mendekati keadaan yang sebenarnya. Dilakukan uji validitas terhadap penggunaan *software* ini yang dibuktikan dengan galat simulasi yang masih dalam batas toleransi. Setelah hasil simulasi valid, selanjutnya dilakukan studi kasus terhadap permasalahan yang terjadi di lapangan, yaitu kadar air dalam gas keluaran *glycol contactor* (*dry gas*) tidak sesuai dengan standar sehingga perlu dilakukan optimasi menggunakan salah satu variabel yang berpengaruh yaitu *flow rate* TEG. Juga dilakukan studi literatur melalui jurnal penelitian, artikel, serta melihat data aktual dari spesifikasi dan data operasi dari *glycol contactor* (V-5400).



Gambar 5. Diagram alir penelitian

Simulasi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Membuka software Aspen HYSYS
- 2) Membuka "New Case" sebagai langkah awal dalam membuat lembar kerja simulasi
- 3) Memasukkan komponen yang ingin diolah, pada penelitian ini komponen yang dimasukkan adalah karbon dioksida (CO_2), nitrogen (N_2), metana (CH_4), etana (C_2H_6), propana (C_3H_8), butana (C_4H_{10}), pentana (C_5H_{12}), heksana (C_6H_{14}), air (H_2O) dan triethylene glycol ($\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_4$)
- 4) Menentukan properties yang digunakan, pada penelitian ini digunakan model "Glycol Package"
- 5) Membuat flow diagram pada lembar kerja, dimulai dengan memasukkan material stream yang terdapat pada bagian "Palette"
- 6) Memasukkan data ke dalam material stream berupa temperature, pressure, molar flow dan komponen (fraksi mol), jika selesai maka akan tampil "OK" warna hijau pertanda bahwa simulasi dapat dilanjutkan

- 7) Memasukkan alat/objek yang dibutuhkan dalam simulasi sesuai dengan kondisi perusahaan, alat yang dimasukkan yaitu inlet scrubber, glycol contactor (V-5400), glycol reconcentrator (V-5420), valve, heat exchanger, separator dan pompa.
- 8) Memasukkan data masing-masing alat sesuai dengan kebutuhan berdasarkan data desain perusahaan, jika selesai maka akan muncul tulisan “Converged/OK” warna hijau pertanda bahwa simulasi dapat dilanjutkan
- 9) Menghubungkan alat-alat tersebut dengan memasukkan aliran/stream yang disesuaikan dengan kondisi pabrik
- 10) Simulasi akan berjalan dengan sendirinya ditandai dengan tulisan converged pada kolom “messages” bagian bawah lembar kerja simulasi.

Hasil dari simulasi belum didapatkan dalam satuan lb/MMscf, Sehingga perlu dikonversikan terlebih dahulu data-data yang telah didapatkan dari simulasi tersebut ke dalam rumus. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:

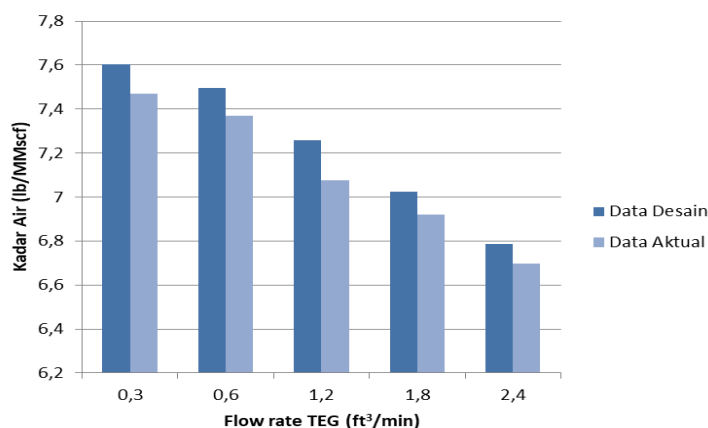
$$\text{H}_2\text{O (lb/MMscf)} = \frac{\text{H}_2\text{O mass flow (lb/h)} \times 24}{\text{flow rate dry gas (MMscfd)}} \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi Flow Rate TEG dalam Menyerap Kadar Air pada Glycol Contactor (V-5400)

Penelitian ini membahas tentang optimasi *flow rate* TEG untuk mendapatkan *dry gas* yang sesuai dengan standar pada *glycol contactor* (V-5400) melalui simulasi Aspen HYSYS (*Hypotectical System*). Pada penelitian ini dilakukan variasi *flow rate* TEG yang digunakan untuk mengetahui titik *flow rate* yang dibutuhkan supaya gas keluaran *glycol contactor* (*dry gas*) memiliki kadar air yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan untuk mengetahui berapa kadar air yang diserap setelah dilakukan optimasi *flow rate* TEG yang digunakan.

Berdasarkan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui berapa *flow rate* TEG yang digunakan pada *glycol contactor* (V-5400) untuk mendapatkan *dry gas* dengan kadar air yang sesuai standar, dapat dilihat pada grafik berikut.

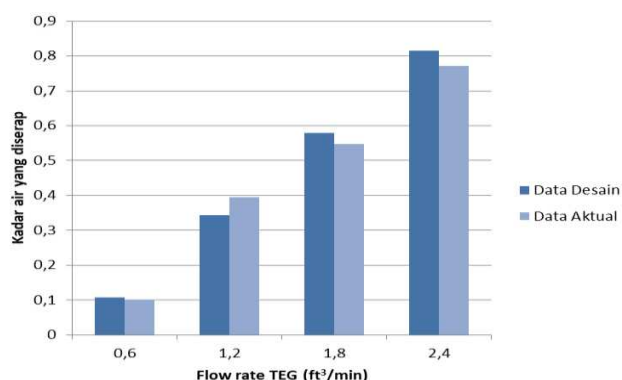


Gambar 2. Pengaruh flow rate TEG terhadap kadar air dalam dry gas

Seperti terlihat pada gambar 2 memperlihatkan bahwa semakin banyak *flow rate* TEG yang digunakan maka kadar air pada gas alam akan semakin rendah begitupun sebaliknya semakin sedikit *flow rate* TEG yang digunakan maka kadar air akan semakin tinggi. Sebagaimana jurnal hasil penelitian oleh Kristinah (2018), bahwa semakin besar TEG *mass flow rate* maka semakin banyak pula TEG yang melakukan kontak dengan gas di dalam *contactor*, hal ini menyebabkan kadar air yang terserap menjadi semakin banyak. Campbell (2004) juga menyatakan bahwa semakin besar *flow rate* TEG maka akan semakin banyak pula air yang terserap. Menurut Mokhatab et al (2012), laju alir glycol tergantung pada jumlah air yang akan dihilangkan. Laju alir yang terlalu rendah akan menyebabkan jumlah air yang diserap tidak sesuai dengan yang diharapkan, dan juga kemurnian *lean glycol* sangat berpengaruh terhadap laju *absorpsi* uap air. Penyerapan air akan berkurang apabila kemurnian *lean glycol* rendah. Semakin tinggi konsentrasi *lean glycol* maka akan semakin banyak air yang akan diserap. Yang sering digunakan adalah *lean glycol* dengan konsentrasi yang berkisar antara 97 – 99% dan yang keluar dari *contactor* memiliki konsentrasi antara 80 – 90%. Namun untuk kasus *glycol contactor* yang terdapat pada PT. Pertamina Hulu Sanga-sanga tidak terlalu berpengaruh, kadar air dalam gas alam tetap berada di atas standar yang telah ditetapkan jika dibandingkan dengan optimasi menggunakan *flow rate* TEG yang digunakan.

Berdasarkan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui berapa kadar air yang diserap dalam *dry gas* setelah dilakukan

optimasi *flow rate* TEG pada *glycol contactor* (V-5400), dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 3. Pengaruh *flow rate* TEG terhadap kadar air yang diserap dari *dry gas*

Kadar air dalam *dry gas* sebelum dilakukan optimasi untuk data desain adalah 7,6026 lb/MMscf sedangkan untuk data aktual adalah 7,4702 lb/MMscf. Berdasarkan gambar 2 dan gambar 3 didapatkan hasil optimasi *flow rate* TEG dan pengaruhnya terhadap kadar air yang ada pada gas keluaran *glycol contactor* (*dry gas*). Untuk TEG dengan *flow rate* 0,6 ft³/min dapat menghasilkan kadar air untuk data desain yaitu 7,4955 lb/MMscf dengan persentase selisih yaitu 0,1071 sedangkan menggunakan data aktual didapatkan kadar air yaitu 7,3685 lb/MMscf dengan persentase selisih yaitu 0,1017. Untuk TEG dengan *flow rate* 1,2 ft³/min dapat menghasilkan kadar air untuk data desain yaitu 7,2595 lb/MMscf dengan persentase selisih yaitu 0,3431 sedangkan menggunakan data aktual didapatkan kadar air yaitu 7,0757 lb/MMscf dengan persentase selisih yaitu 0,3945. TEG dengan *flow rate* 1,8 ft³/min dapat menghasilkan kadar air untuk data desain yaitu 7,0238 lb/MMscf dengan persentase selisih yaitu 0,5788 sedangkan menggunakan data aktual didapatkan kadar air yaitu 6,9217 lb/MMscf dengan persentase selisih yaitu 0,5485. TEG dengan *flow rate* 2,4 ft³/min yaitu kadar air yang tersisa pada kondisi ini untuk data desain yaitu 6,7881 lb/MMscf dengan persentase selisih yaitu 0,8145 sedangkan menggunakan data aktual didapatkan kadar air yaitu 6,6984 lb/MMscf dengan persentase selisih yaitu 0,7718.

Dari penelitian yang telah dilakukan maka untuk mendapatkan kadar air dalam gas keluaran *glycol contactor* (*dry gas*) yang sesuai standar adalah dengan menggunakan TEG dengan *flow rate* sebesar 2,4 ft³/min. Berdasarkan hasil optimasi *flow rate* TEG melalui simulasi Aspen HYSYS didapatkan *dry gas* dengan kadar air untuk data desain adalah 6,7881 lb/MMscf dengan persentase selisih sebesar 0,8145 sedangkan menggunakan data aktual didapatkan kadar air adalah 6,6984 lb/MMscf dengan persentase selisih sebesar 0,7718. Berdasarkan standar untuk spesifikasi *dry gas* bahwa batasan maksimal untuk kadar air (H₂O) dalam komposisi *dry gas* yaitu maksimal 7 lb/MMscf, maka gas keluaran *glycol contactor* (*dry gas*) sudah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Menurut Jafar (2006), tidak efisiennya proses penyerapan di *contactor*, dikarenakan:

- 1) Luas permukaan penyerapan
- 2) *Tray* pada *contactor* juga berpengaruh pada saat proses penyerapan. Hal ini dikarenakan jika jumlah *tray* sedikit maka akan mengurangi efisiensi penyerapan glycol di *contactor*
- 3) Waktu juga salah satu hal yang harus diperhatikan pada proses penyerapan. Karena jika pada saat laju alir terlalu lambat maka glycol akan masuk ke lubang *bubble cap tray* yang mengganggu keluarnya gas dari lubang *tray* tersebut
- 4) Pada proses pengontakan juga harus diperhatikan laju alir glycol karena jika aliran *wet gas*nya sedikit maka laju alir glycol harus disesuaikan. Jika *wet gas* sedikit maka laju alir glycol terlalu banyak dan akan terjadi pemborosan penggunaan glycol dan memperbesar terjadinya *losses glycol*.

KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan gas keluaran *glycol contactor* (*dry gas*) dengan kadar air yang sesuai standar yaitu 4-7 lb/MMscf, maka dibutuhkan TEG dengan *flow rate* sebesar 2,4 ft³/min dengan kadar air untuk data desain adalah 6,7881 lb/MMscf sedangkan untuk data aktual adalah 6,6984 lb/MMscf. Kadar air yang diserap setelah dilakukan optimasi *flow rate* TEG pada *glycol contactor* (V-5400) untuk data desain adalah dari kadar air 7,6026 lb/MMscf menjadi 6,7881 lb/MMscf dengan persentase selisih yaitu 0,8145 sedangkan untuk data aktual dari kadar air 7,4702 lb/MMscf menjadi 6,6984 lb/MMscf dengan persentase selisih yaitu 0,7718.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya berterima kasih kepada dosen pembimbing yakni Ibu Herlina Rahim ST., M.Si dan Bapak Ibrahim ST., MM yang telah membantu saya dalam menyelesaikan makalah ini sehingga dapat terselesaikan dengan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfiana, N. 2017. *Analisa Termal Glycol Reboiler (5 psig, 550 °F) pada Dehydration Unit CPP-PPGJ Gundih*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Bagus, Kurniadi. 2017. Pengaruh Larutan Benfield, Laju Alir Gas Proses, dan Beban Reboiler Terhadap Analisa Kinerja Kolom CO₂ Absorber dengan Menggunakan Simulator Aspen Plus V. 8.6. *Konversi, Vol. 6 No. 1, 1 – 6*.
- [3] Haryani, K., Adiwijaya, A. A., Darmanto, W. W., dan Suryanto. 2018. Analisa Sensitivitas TEG Dehydration System Plant Pulau gading Job Pertamina-Talisman Jambimerang. *Jurnal Rekayasa Mesin 12 (2), 41-50*.
- [4] Kemendikbud. 2015. *Gas Processing*. Jakarta: Kemendikbud.
- [5] VICO. 2015. *Northern Area Operation Philosophy*. Central Area Operation Department.

PENGARUH TEMPERATUR DAN MASSA ADSORBEN BENTONIT TERHADAP PENURUNAN BILANGAN PEROKSIDA PADA MINYAK JELANTAH

Wulifatul Musyarofah¹, Herlina Rahim², Sariwahyuni³

^{1,2,3} Politeknik ATI Makassar

syifawulifatul@gmail.com¹, herlina@atim.ac.id², srwahyuni4@gmail.com³

ABSTRAK

Minyak jelantah merupakan minyak yang sudah mengalami proses penggorengan lebih dari dua kali yang memberikan perubahan kualitas, sebab selama penggorengan terjadi proses oksidasi oleh oksigen terhadap minyak. Penelitian ini dilakukan proses adsorpsi menggunakan bentonit. Bentonit adalah sejenis lempung atau liat (clay) dengan komponen mineral yang didominasi oleh mineral montmorillonit yang memiliki rongga yang menyebabkan luas permukaannya sangat besar, bentonit mempunyai sifat mengadsorpsi karena memiliki kapasitas penukaran ion yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur dan massa adsorben bentonit dalam mengolah minyak jelantah untuk menurunkan bilangan peroksida. Metode penelitian ini meliputi penurunan bilangan peroksida menggunakan bentonit dengan proses iodimetri. Penurunan bilangan peroksida dilakukan dengan variasi suhu 60°C, 80°C, dan 100°C, dan variasi berat 20 gram, 50 gram, 70 gram, dan 90 gram. Dengan mengambil sampel minyak jelantah yang sudah dipakai oleh penduduk sekitar pabrik dan dianalisa di laboratorium PT. Tanjung Sarana Lestari Pasangkayu.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dalam penurunan bilangan peroksida dipengaruhi dua variabel yaitu temperatur dan massa bentonit. Hasil penurunan bilangan peroksida pada suhu 100°C dengan berat 90 gram bentonit yang dicapai penurunan mencapai 4.45 meq O₂/kg. Hasil analisa ini bahwasanya pada kondisi suhu tertinggi 100°C dengan massa 90 gram bentonit memperoleh 1.79 meq O₂/kg. Nilai ini sudah memenuhi standar SNI 01-3741-2002 (Standar mutu minyak goreng).

Kata kunci: Minyak jelantah, bilangan peroksida, adsorpsi, bentonit.

ABSTRACT

Used cooking oil is oil that has undergone a frying process more than twice which gives a change in quality, because during frying there is an oxidation process by oxygen to the oil. This research carried out the adsorption process using bentonite. Bentonite is a kind of clay or clay with mineral components dominated by montmorillonite which has a cavity that causes a very large surface area, bentonite has adsorbing properties because it has a high ion exchange capacity. This study aims to determine the effect of temperature and adsorbent mass of bentonite in processing used cooking oil to reduce the peroxide value. This research method includes decreasing the peroxide value using bentonite with an iodimetric process. The reduction of the peroxide value was carried out with variations in temperature of 60 ° C, 80 ° C, and 100 ° C, and variations in weight of 20 grams, 50 grams, 70 grams, and 90 grams. By taking samples of used cooking oil that have been used by residents around the factory and analyzed in the laboratory of PT. Tanjung Sarana Lestari Pasangkayu.

The result of decreasing the peroxide value at 100 ° C with a weight of 90 grams of bentonite achieved a decrease of 4.45 meq O₂ / kg. From the analysis of the peroxide value with bentonite adsorbent, it was obtained that at the highest temperature conditions of 100 ° C with a mass of 90 grams of bentonite obtained 1.79 meq O₂ / kg. This value has met the SNI 01-3741-2002 standard (cooking oil quality standard).

Keywords: Used cooking oil, peroxide value, adsorption, bentonite.

PENDAHULUAN

Minyak jelantah merupakan minyak yang sudah mengalami proses penggorengan lebih dari dua kali yang memberikan perubahan kualitas pada minyak. Minyak jelantah dapat diukur kualitasnya dengan mengetahui bilangan peroksida pada minyak. Bilangan peroksida merupakan nilai yang menyatakan tingkat kerusakan yang dialami oleh minyak. Minyak dapat mengalami peningkatan angka peroksida sebab selama proses penggorengan terjadi proses oksidasi oleh oksigen terhadap minyak. Proses oksidasi tersebut akan membentuk gugus peroksida. Untuk menurunkan angka peroksida pada minyak dilakukan dengan proses adsorpsi.

Proses adsorpsi dapat diartikan sebagai proses penyerapan suatu zat lain, dimana pada proses ini hanya terjadi pada daerah permukaan saja. Suatu zat dapat dikatakan diserap pada permukaan zat kedua bila daya tarik antar molekul-molekul dari zat yang berbeda lebih besar dari daya tarik antar molekul didalammnya. Pada penelitian sebelumnya menggunakan zeolit sebagai adsorben, akan tetapi hasil yang diperoleh kurang maksimal. Oleh sebab itu, pada penelitian kali ini menggunakan bentonit sebagai adsorben.

Bentonit adalah sejenis lempung atau liat (*clay*) dengan komponen mineral yang didominasi oleh mineral montmorillonit yaitu sekitar 85%. Adanya rongga pada monmorilonit menyebabkan luas permukaannya sangat besar, bahkan luas permukaan spesifik montmorillonit dapat mencapai sekitar 700 – 800 m²/g. Luas permukaan spesifik ini terbuka dalam air, karena kemampuan mengembang yang tinggi menyebabkan montmorillonit dapat menerima ion-ion logam dan senyawa organik. Perluasan kisi bentonit meliputi kemampuan mengembang dan luas permukaan yang besar menyebabkan bentonit dapat dimanfaatkan sebagai adsorben.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 09 Maret – 29 Juni 2020 di laboratorium PT. Tanjung Sarana Lestari Pasangkayu, Kabupaten Pasangkayu, Propinsi Sulawesi Barat.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah beker gelas 1000 ml, beker gelas 200 ml, gelas ukur 50 ml, hot plate, neraca analitik, stop watch, spatula, termometer 100°C, penyaring whatman ukuran 41, buret, Erlenmeyer 250 ml, magnetic stirrer, pipet tetes, pipet skala.

Bahan

Bentonit, minyak jelantah, natrium thiosulfat (Na₂S₂O₃ 0,1N), larutan KI, asam asetat (CH₃COOH), kloroform (CHCl₃), demin, dan amilum 1%.

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen di laboratorium PT. Tanjung Sarana Lestari Pasangkayu, yaitu untuk menentukan penurunan bilangan peoksida pada jelantah dengan variabel temperatur dan massa bentonit yang digunakan.

Prosedur Percobaan

Pada penelitian ini menggunakan variabel massa dan temperatur untuk mengetahui pengaruh terhadap penurunan bilangan peroksida

1) Analisa PV (Perokside Value) pada sampel minyak jelantah (AOCS cd 8-53,1997):

- Timbang 10 gram sampel kedalam 250 ml labu Erlenmeyer yang tertutup dan tambahkan 50 ml larutan 3 : 2 asam asetat -kloroform. Kocok untuk melarutkan sampel.
- Tambahkan 0.5 ml larutan KI jenuh menggunakan pipet skala
- Biarkan larutan diaduk secara stabil selama 1 menit, kemudian tambahkan 30 ml air destilasi.
- Titrasi dengan natrium thiosulfat 0.1 N, penambahan secara bertahap dengan pengadukan secara stabil. Lanjutkan titrasi sampai warna kuning iodine hampir hilang. Tambahkan sekitar 0.5 ml larutan indikator amilum, lanjut dititrasi dengan pengadukan yang stabil, khusus mendekati titik akhir titrasi, untuk melepaskan semua iodine dari lapisan pelarut. Tambahkan larutan thiosulfat setetes demi setetes sampai warna biru hilang.

- Lakukan pengukuran blanko pada reagen setiap kali analisa. Titrasi blanko harus tidak lebih 0.1 ml larutan natrium thiosulfat 0.1 N.
- 2) Proses penjernihan minyak jelantah menggunakan bentonit.
- Minyak jelantah 200 ml dimasukkan ke dalam beker gelas yang telah diisi dengan bentonit 20 gram.
 - Kemudian aduk dan dipanaskan pada suhu 60°C. Setelah ± 60 menit, pengadukan dihentikan dan didinginkan sampai suhu kamar.
 - Campuran tersebut diendapkan ± 24 jam lalu dilakukan pemisahan antara bentonit dengan minyak yang sudah jernih. Perlakuan pada a, b, c, diulang untuk berat bentonit 20, 50, 70, dan 90 gram.
 - Proses yang sama dilakukan juga pada suhu pemanasan 80°C, dan 100°C.
- 3) Proses analisa minyak hasil penyaringan untuk diukur bilangan peroksida
- Timbang 10 gram minyak yang sudah dijernihkan dengan bentonit kedalam labu erlenmeyer 250 ml.
 - Tambahkan 50 ml larutan 3:2 campuran asam asetat-kloroform.
 - Tambahkan 0.5 ml larutan KI jenuh menggunakan pipet skala.
 - Biarkan larutan diaduk secara stabil selama 1 menit, kemudian tambahkan 30 ml air destilasi.
 - Titrasi dengan natrium thiosulfat 0.1 N, penambahan secara bertahap dengan pengadukan secara stabil. Lanjutkan titrasi sampai warna kuning iodine hampir hilang. Tambahkan sekitar 0.5 ml larutan indikator amilum, lanjut dititrasi dengan pengadukan yang stabil, khusus mendekati titik akhir titrasi, untuk melepaskan semua iodindari lapisan pelarut. Tambahkan larutan thiosulfat setetes demi setetes sampai warna biru hilang.
 - Lakukan pengukuran blanko pada reagent setiap kali analisa. Titrasi blanko harus tidak lebih 0.1 ml larutan natrium thiosulfat 0.1 N.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan uji laboratorium yaitu mengadakan pengamatan dan pengujian secara langsung terhadap objek yang diteliti di laboratorium di PT. Tanjung Sarana Lestari Pasangkayu. Data yang dikumpul pada penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh langsung dari objek penelitian.

Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini menggunakan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti dengan membandingkan pengaruh temperatur dan massa adsorben serta kemampuan adsorben dalam menurunkan bilangan peroksida minyak jelantah. Penentuan bilangan peroksida dengan menggunakan rumus sebagai berikut (AOCS, 2003):

$$\text{Bilangan Peroksida} : \left(\frac{\text{meq}}{1000g} \right) = \frac{(S - B) \times N \times 1000}{Wt}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan perlakuan terhadap minyak jelantah terlebih dahulu dianalisa bilangan peroksida untuk mengetahui sampai mana kerusakan dari minyak yang akan diolah. Bilangan peroksida yang diperoleh adalah 6.24 meq O₂/kg, dengan demikian jumlah yang didapat melebihi standar, oleh sebab itu dilakukan penurunan bilangan peroksida. Adapun hasil analisa bilangan peroksida minyak jelantah yang telah diadsorpsi dengan bentonit sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil analisa bilangan peroksida minyak

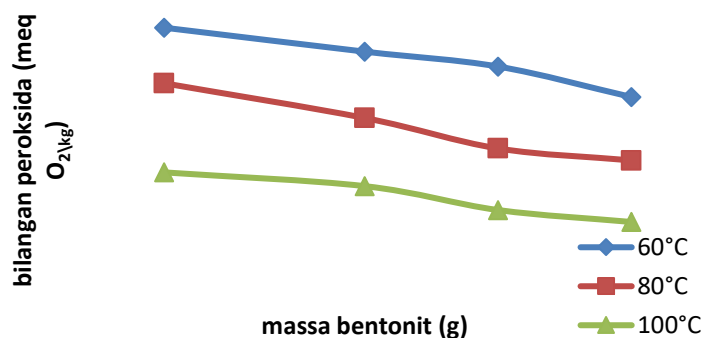
Suhu	Massa bentonit (gram)	Bilangan peroksida (meq O ₂ /kg)	Penurunan bilangan Peroksida (meq O ₂ /kg)
60°C	20	5.04	1.2
	50	4.64	1.6
	70	4.39	1.85
	90	3.88	2.36
80°C	20	4.11	2.13
	50	3.53	2.71
	70	3.02	3.22

	90	2.82	3.42
100°C	20	2.62	3.62
	50	2.39	3.85
	70	1.99	4.25
	90	1.79	4.45

Sumber: Data primer setelah diolah, 2020

Pembahasan

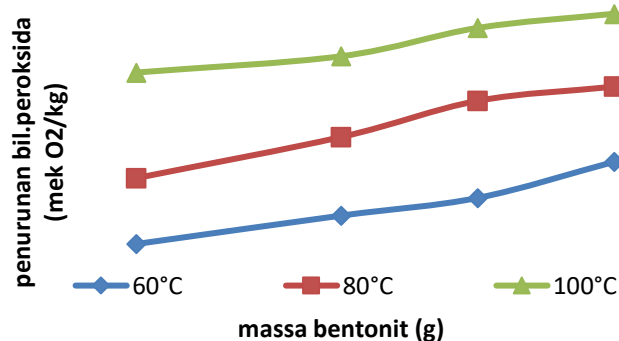
Dari rangkaian percobaan yang telah dilakukan diperoleh data pengaruh berat bentonit terhadap bilangan peroksida ditunjukkan pada grafik berikut :



Gambar 1. Pengaruh massa bentonit terhadap bilangan peroksida pada masing-masing temperatur

Pada grafik diatas menunjukkan grafik pengaruh penambahan bentonit dan temperatur berpengaruh terhadap bilangan peroksida. Nilai peroksida adalah angka yang menunjukkan tingkat ketengikan dari suatu minyak. Dapat dilihat pada grafik menunjukkan bahwa pada temperatur 60°C dan berat bentonit 20 gram dicapai bilangan peroksida 5.04 meq O₂/kg, berat 90 gram dicapai 3.88 meq O₂/kg, pada suhu 80° C dan berat bentonit 20 gram dicapai bilangan peroksida 4.11 meq O₂/kg dan berat bentonit 90 gram dicapai 2.82 meq O₂/kg. Selanjutnya pada suhu 100°C dan berat bentonit 20 gram dicapai 2.62 meq O₂/kg, dan berat bentonit 90 gram dicapai 1.79 meq O₂/kg. Jadi, semakin besar suatu massa bentonit maka semakin rendah bilangan peroksida pada minyak hal tersebut disebabkan karena dalam proses pemanasan menggunakan bentonit yang memiliki luas permukaan dan pori-pori sehingga dapat mengikat dan menyerap senyawa peroksida. Akan tetapi jika penambahan bentonit terlalu banyak akan mempengaruhi hasil olahan minyak sebab adsorben bentonit sukar larut dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk terjadinya proses pengendapan. Hal ini sejalan yang dikatakan oleh (Atika, 2017) dalam penelitiannya, massa adsorben digunakan maksimal 90 gram, sebab jika melebihi akan mempengaruhi rendemen minyak yang dihasilkan.

Temperatur juga mempengaruhi hasil analisa bilangan peroksida semakin tinggi temperatur maka semakin rendah bilangan peroksida pada minyak dikarenakan adsorben bentonit memiliki sifat jika dipanaskan maka akan meningkatkan daya serapnya. Proses pemanasan juga dapat mengurangi kadar oksigen pada minyak sebab partikel pada bentonit akan menyerap oksigen yang terdapat pada minyak yang dihasilkan dengan cara menguapkan oksigen yang terlarut. Suhu yang digunakan maksimal pada 100°C, sebab pada dasarnya semakin tinggi suhu adsorpsi, kadar PV dalam minyak goreng setelah diadsorpsi semakin kecil. Hal ini dikarenakan pada suhu semakin tinggi, energi kinetik molekul untuk terjadi tumbukan akan semakin besar, sehingga kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi senyawa peroksida juga akan meningkat. Namun, suhu yang terlalu tinggi juga berdampak kurang baik, dapat mempercepat terbentuknya senyawa peroksida (Rahayu, 2014). Oleh sebab itu, pada temperatur rendah yaitu 60°C hasil bilangan peroksida yang dicapai belum stabil, hal ini disebabkan pada temperatur rendah kadar bentonit yang sedikit yaitu 20 gram belum mampu menurunkan kadar bilangan peroksida dengan baik.



Gambar 2. Pengaruh massa bentonit terhadap penurunan bilangan peroksida pada masing-masing temperatur

Pada grafik diatas hubungan berat bentonit terhadap penurunan bilangan peroksida pada masing-masing temperatur menunjukkan bahwa semakin besar massa bentonit maka semakin tinggi penurunan bilangan peroksida pada minyak begitu pula dengan temperaturnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan bilangan peroksida pada suhu 60°C berat 90 gram bentonit yang dicapai penurunan bilangan peroksida mencapai 2.36 meq O₂/kg, pada suhu 80°C dicapai 3.42 meq O₂/kg, dan pada suhu 100°C dicapai 4.45 meq O₂/kg.

Dari hasil analisa bilangan peroksida dengan adsorben bentonit memperoleh hasil bahwasanya pada kondisi suhu tertinggi 100°C dan massa 90 gram bentonit yang memperoleh bilangan peroksida yang sudah memenuhi standar SNI 01-3741-2002 (Standar mutu minyak goreng) angka peroksida minyak maksimal 2 meq O₂/kg, dan angka peroksida pada minyak hasil analisa adalah 1.79 meq O₂/kg.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dalam penurunan bilangan peroksida dipengaruhi dua variabel yaitu temperatur dan massa bentonit. Hasil penurunan bilangan peroksida pada suhu 100°C dengan berat 90 gram bentonit yang dicapai penurunan mencapai 4.45 meq O₂/kg. Hasil analisa ini bahwasanya pada kondisi suhu tertinggi 100°C dengan massa 90 gram bentonit memperoleh 1.79 meq O₂/kg. Nilai ini sudah memenuhi standar SNI 01-3741-2002 (Standar mutu minyak goreng).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AOCS. (2003). AOCS (American Oil Chemists' Society) Official Method Cd 8-53,1997. Official Methods and Recommended Practice of the AOCS.5 th end: American Oil Chemist's Society Champaign,Illinois.
- [2] Atika. (2017). Penurunan Bilangan Peroksida pada Minyak Goreng Bekas menggunakan Adsorben Ca Bentonit , Distilasi,Vol.2 No.1,Maret 2017 Hal.35-45.;0== 23
- [3] Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 01-3741-2002:Minyak Goreng Bekas. Jakarta.
- [4] Herlina, N. G. (2002). Lemak dan Minyak. Fakultas Teknik Jurusan. Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.
- [5] Ketaren, S. (1986). Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Jakarta: UI Press.
- [6] Ketaren, S. (2012). Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI-Press. Jakarta.
- [7] Kipling, J. J. (1965). Adsorption for solution of Non Electrolytes. London: Academia Press.
- [8] Rahayu, L. H. (2014). Pengaruh Suhu dan Waktu Adsorpsi terhadap sifat Kimia-Fisika Minyak Goreng Bekas Hasil Pemurnian Menggunakan Adsorben Ampas Pati Aren dan Bentonit , No.5, Vol. 10, Oktober 2014, Hal. 35-41.
- [9] Risti, L. F. (2016). Uji Kualitas Minyak Goreng Curah dan Minyak Goreng Kemasan di Manado , Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT Vol. 5 No. 4.
- [10] Sariadi. (2012). Pemurnian Minyak Nilam dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Bentonit , Jurnal Teknologi Vol.12 No.2 Oktober 2012.
- [11] Winamo.F.G. (1984). Kimia Pangan & Gizi . Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama.

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI DAN SUHU ZEOLIT TERHADAP PENURUNAN KADAR *FREE FATTY ACID* (FFA) PADA MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN METODE ADSORPSI

Nur Wahidah Usman¹, Rachma², Katrina Tumanan³
^{1,2,3} Program Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar
nurwahidahu@gmail.com¹

ABSTRAK

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang digunakan untuk mesin diesel. Bahan baku pembuatan biodiesel berasal dari lemak hewani atau minyak nabati. Salah satu contoh minyak nabati yang digunakan untuk pembuatan biodiesel adalah minyak jelantah (minyak goreng bekas). Minyak jelantah yang akan di proses untuk pembuatan biodiesel memiliki kandungan *free fatty acid* (FFA) atau asam lemak bebas yang cukup tinggi, adanya kandungan FFA tersebut akan menghambat proses pembuatan biodiesel dan akan mempengaruhi kualitas biodiesel. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan *pre-treatment* berupa proses adsorpsi untuk menurunkan kadar FFA pada minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon aktif dan zeolit. Penelitian ini dilakukan dilaboratorium Operasi Teknik Kimia Politeknik ATI Makassar, sejak tanggal 18 hingga 28 agustus 2020. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, kadar FFA dengan variasi konsentrasi zeolit 5%, 8% dan 11% masing-masing adalah 0,6942%, 0,6050% dan 0,5367%. Sedangkan kadar FFA dengan variasi suhu 50°C, 70°C dan 90°C masing-masing adalah 0,5692%, 0,5677% dan 0,5587%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi zeolit 11% merupakan konsentrasi terbaik untuk menurunkan kadar FFA dan suhu 90°C merupakan kondisi suhu terbaik untuk menurunkan kadar FFA.

Kata kunci: Zeolit, *free fatty acid* (FFA), minyak Jelantah, adsorpsi.

ABSTRACT

Biodiesel is an alternative fuel used for diesel engines. The raw material for making biodiesel comes from animal fat or vegetable oil. One example of vegetable oil used for making biodiesel is used cooking oil (used cooking oil). Used cooking oil that will be processed for biodiesel production has a high content of free fatty acid (FFA), the presence of this FFA content will hinder the process of making biodiesel and will affect the quality of biodiesel. Therefore, in this study, a pre-treatment will be carried out in the form of an adsorption process to reduce FFA levels in used cooking oil as a raw material for making biodiesel. The adsorbents used in this study were zeolites. This research was conducted in the Laboratory of Chemical Engineering Operations at the ATI Polytechnic of Makassar, from 18 to 28 August 2020. The results showed that the levels of FFA with variations in zeolite concentrations of 5%, 8% and 11% were 0.6942%, 0.6050 respectively. % and 0.5367%. While the FFA levels with temperature variations of 50 ° C, 70 ° C and 90 ° C were 0.5692%, 0.5677% and 0.5587%, respectively. From these data, it can be concluded that the 11% zeolite concentration is the best concentration to reduce FFA levels and 90 ° C is the best temperature condition to reduce FFA levels.

Keywords: Zeolite, free fatty acid (FFA), used cooking oil, adsorption.

PENDAHULUAN

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif untuk mesin diesel yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi antara minyak nabati atau lemak hewani yang mengandung trigliserida dengan alkohol seperti metanol dan etanol. Penggunaan bahan bakar biodiesel dinilai sangat ramah lingkungan karena hasil pembakarannya berupa CO₂ dan bahan baku pembuatan biodiesel merupakan bahan organik. Biodiesel dibuat dari minyak jelantah (minyak goreng bekas) dengan proses transesterifikasi menggunakan katalis basa kuat dan alkohol sehingga menghasilkan metil ester.

Salah satu contoh minyak nabati yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biodiesel antara lain minyak goreng bekas. Bahan ini dinilai lebih ekonomis dan berdayaguna. Namun kekurangannya adalah kandungan *free fatty Acid* (FFA) atau asam lemak bebas yang tinggi dan adanya senyawa pengotor lainnya. *Free fatty acid* merupakan hasil degradasi dari trigliserida sebagai akhir dari kerusakan minyak yang ditandai dengan adanya bau tengik, perubahan warna dan tingginya viskositas.

Kadar FFA yang tinggi dapat menghambat reaksi pembentukan biodiesel, karena KOH yang digunakan sebagai katalis akan bereaksi dengan FFA membentuk sabun. Selain itu sabun yang dihasilkan akan mempersulit proses pemurnian biodiesel. Oleh karena itu perlu dilakukan *pre-treatment* terhadap minyak goreng bekas sebelum diproses menjadi biodiesel agar kandungan FFA-nya dapat diturunkan.

Pre-treatment yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah mengadsorpsi FFA menggunakan adsorben. Proses adsorpsi yang dilakukan bertujuan agar trigliserida yang terdegradasi dapat diserap oleh adsorben. Pada penelitian sebelumnya sudah pernah dilakukan adsorpsi dengan karbon aktif. Menurut (Sari & Kamberan, 2019), karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben namun hanya dapat menurunkan kadar FFA hingga 1,3% selain itu karbon aktif mengalami kejenuhan pada konsentrasi tertentu. Oleh karena itu peneliti berinisiatif untuk menambahkan proses adsorpsi menggunakan zeolit agar didapatkan hasil yang maksimal.

Zeolit dipilih sebagai adsorben karena zeolit merupakan adsorben yang unik, memiliki ukuran pori yang sangat kecil dan seragam jika dibandingkan dengan adsorben yang lain seperti karbon aktif dan silika gel, sehingga zeolit hanya mampu menyerap molekul-molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter celah rongga, sedangkan molekul yang diameternya lebih besar dari pori zeolit akan tertahan dan hanya melintasi antar partikel. Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air yang berada disekitar kation. Bila zeolit dipanaskan maka air tersebut akan keluar. Zeolit yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan (Khairinal & Trisunaryanti, 2000).

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan adalah neraca analitik, oven, *magnetic stirrer*, penyangga corong, corong, buret 50 mL, erlenmeyer 250 mL, Erlenmeyer 300 mL, gelas kimia 1000 mL, gelas kimia 500 mL, gelas kima 300 mL, gelas kimia 100 mL, gelas kimia 50 mL, labu ukur 250 mL, labu ukur 100 mL, Termometer, pipet volume 10 ml, cawan petri, kasa asbes, desikator, *statif dan klem*, *bulp*, batang pengaduk, spatula, botol semprot.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah Minyak jelantah, NaOH 0,1 N, asam oksalat 0,1 N, indikator PP, etanol 96%, karbon aktif, zeolit, kertas saring, aquades, *aluminium foil*, kain penyaring.

Prosedur Kerja

Adsorpsi Dengan Zeolit

Variasi Konsentrasi : Filtrat dari proses adsorpsi menggunakan karbon aktif kemudian ditambahkan zeolit dengan variasi konsentrasi 5%, 8% dan 11% dari berat minyak jelantah. Diaduk selama 60 menit dengan suhu 90°C. Didiamkan selama 60 menit. Disaring dan ditampung filtratnya untuk pengujian kadar FFA.

Variasi Suhu : Filtrat dari proses adsorpsi menggunakan karbon aktif kemudian ditambahkan zeolite konsentrasi 11% dari berat minyak jelantah. Diaduk selama 60 menit dengan variasi suhu 50°C, 70°C dan 90°C. Didiamkan selama 60 menit. Disaring dan ditampung filtratnya untuk pengujian kadar FFA.

Pengujian Kadar FFA (*Free Fatty Acid*)

Ditimbang minyak jelantah yang telah diadsorpsi sebanyak 10 gram kedalam Erlenmeyer. Ditambahkan 50 ml ethanol. Ditutup menggunakan *aluminium foil*. Dipanaskan diatas hotplate hingga muncul gelembung.

Ditambahkan 2-3 tetes indikator PP. Dititrasi dengan larutan standar NaOH 0,1N sampai terjadi perubahan warna dari tidak berwarna menjadi merah stabil. Dicatat volume titrasi yang digunakan untuk perhitungan kadar FFA.

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{Volume Titrasi} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM}}{W} \quad (1)$$

Keterangan :

- V = Volume titrasi (mL)
 N = Normalitas NaOH (N)
 W = berat sampel minyak yang digunakan (g)
 BM = Berat molekul minyak jelantah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Pengaruh Variasi Konsentrasi terhadap Penurunan Kadar FFA

No	Zeolit (Gram)	Konsentrasi Zeolit (%)	Suhu Adsorpsi (°C)	Kadar FFA (%)
1	7,5100	5	90	0,6942
2	12,0079	8	90	0,6050
3	16,5100	11	90	0,5367

Tabel 2. Pengaruh Suhu Proses Adsorpsi terhadap kadar FFA

No	Zeolit (Gram)	Konsentrasi Zeolit (%)	Suhu Adsorpsi (°C)	Kadar FFA (%)
1	16,5200	11	50	0,5692
2	16,5100	11	70	0,5677
3	16,5200	11	90	0,5587

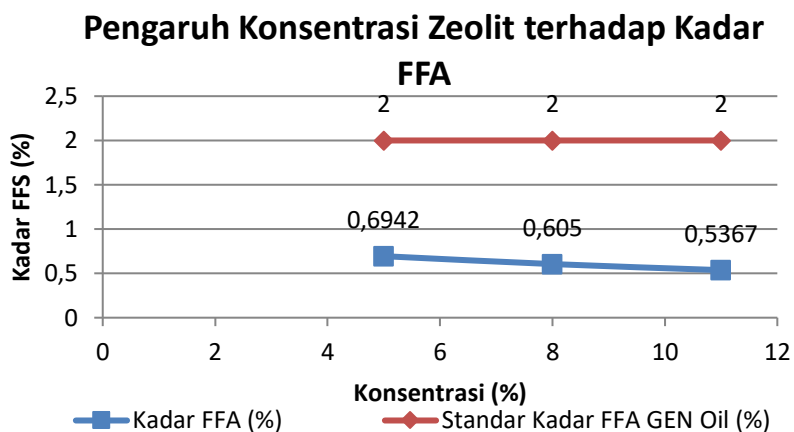
Pembahasan

Kadar FFA Sampel minyak jelantah diadsorpsi terlebih dahulu menggunakan karbon aktif. Adsorpsi dengan karbon aktif dilakukan sebanyak 6 sampel yang masing-masing untuk variasi konsentrasi yaitu 5%, 8% dan 11% dari berat minyak jelantah. Sedangkan untuk variasi suhu dengan konsentrasi yaitu 50°C, 70°C dan 90°C.

Pengaruh Variasi Konsentrasi Zeolit

Adsorpsi kadar FFA dengan zeolit menggunakan filtrat dari proses adsorpsi karbon aktif. Variasi konsentrasi zeolit yang digunakan yaitu 5%, 8% dan 11% dari berat minyak jelantah. Proses adsorpsi dengan zeolit menggunakan *magnetic stirrer* kemudian disaring menggunakan kertas saring. Hasil saringan dari adsorpsi zeolit akan dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N yang telah distandarisasi menggunakan asam oksalat untuk mengetahui kadar FFA minyak jelantah.

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa kadar FFA pada konsentrasi 5% sebesar 0,6942%, pada konsentrasi 8% sebesar 0,6050 dan pada konsentrasi 11% sebesar 0,5367%. Berdasarkan grafik pada Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi, maka semakin rendah kadar FFA yang diperoleh. Menurut (Suseno, 2010) hal ini disebabkan penambahan konsentrasi zeolit akan meningkatkan jumlah total luas permukaan dan jumlah pori yang digunakan untuk meningkatkan adsorbat dalam proses adsorpsi. Parameter konsentrasi zeolit yang digunakan juga berpengaruh terhadap luas bidang kontak antara adsorben dan adsorbat. Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa konsentrasi zeolit 11% adalah konsentrasi terbaik untuk menurunkan kadar FFA minyak jelantah.

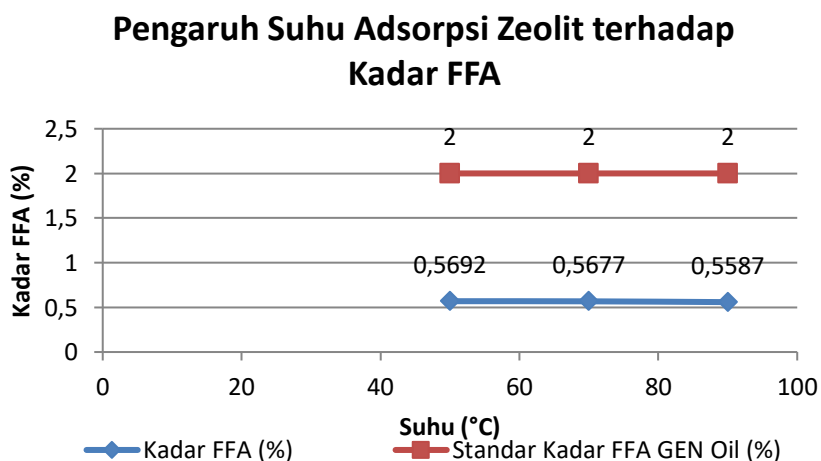


Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Zeolit terhadap kadar FFA

Pengaruh suhu adsorpsi terhadap penurunan kadar FFA

Parameter yang kedua adalah pengaruh suhu, sedangkan konsentrasi zeolit yang digunakan konstan yaitu 11%. Proses adsorpsi dengan zeolit menggunakan filtrat dari karbon aktif kemudian konsentrasi zeolit sebanyak 11% dari berat minyak jelantah dengan variasi suhu masing-masing 50°C, 70°C dan 90°C. Setelah dilakukan proses adsorpsi dengan zeolit maka hasil saringannya akan dititrasikan untuk mengetahui kadar FFA minyak jelantah berdasarkan variasi suhu yang digunakan.

Berdasarkan data hasil pada Tabel 2 diperoleh kadar FFA pada suhu 50°C sebesar 0,5692%, pada suhu 70°C sebesar 0,5677% dan pada suhu 90°C sebesar 0,5587. Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin rendah kadar FFA yang dihasilkan. Menurut (Suseno, 2010) Hal ini dikarenakan kenaikan suhu adsorpsi dapat meningkatkan energi kinetik molekul-molekul pengotor yang terdapat pada minyak jelantah, sehingga molekul-molekul pengotor ini mampu berdifusi lebih cepat ke dalam pori-pori adsorben. Dari data penelitian ini dapat disimpulkan bahwa suhu terbaik untuk penurunan kadar FFA minyak jelantah yaitu pada suhu 90°C.



Gambar 2. Pengaruh Suhu Adsorpsi Zeolit terhadap Kadar FFA

KESIMPULAN

Pengaruh penambahan adsorben zeolit dalam menurunkan kadar FFA adalah semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka kadar FFA yang dihasilkan semakin rendah dan hasil terbaik yang didapatkan pada konsentrasi zeolit 11%. Pengaruh suhu proses adsorpsi terhadap kadar FFA adalah semakin tinggi suhu yang digunakan, maka semakin rendah kadar FFA pada minyak jelantah dan suhu yang paling maksimal pada proses adsorpsi kadar FFA yaitu 90°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih kepada para dosen pembimbing yang telah memberikan masukan serta saran dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khairinal, & Trisunaryanti, W. 2000. Dealuminasi Zeolit Alam Wonosari Dengan Perlakuan Asam dan Proses Hidrotermal. Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Kimia VIII.
- [2] Oil, G. (2015). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. Makassar.
- [3] Sari, R. M., & Kamberan, A. 2019. Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas dalam Mereduksi Asam Lemak Bebas (Free Fatty Acid) pada Minyak Goreng Bekas sebagai Biodiesel. TALENTA.
- [4] Suseno. 2010. Optimasi Proses Adsorpsi Minyak Goreng Bekas dengan Adsorben Zeolit Alam. Jurnal Kimia dan Teknologi.

Bidang: Teknik dan Analisis Kimia Mineral Topik: Pencegahan Pencemaran Industri & Mineral

PEMANFAATAN ADSORBEN SEKAM PADI TERAKTIVASI UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN CEMARAN LIMBAH CAIR INDUSTRI MINUMAN

Agus Salim¹, Neny Rasnyanti M Aras², Boy Chandra Sitanggang³

^{1,2,3} Akademik Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng

**aguspsalim@gmail.com¹, neny.rasnyanti@gmail.com², boycsitanggang@akom-
bantaeng.ac.id³**

ABSTRAK

Perkembangan industri dan teknologi di berbagai bidang kehidupan selain meningkatkan kualitas hidup manusia juga memberikan dampak lain terhadap kelangsungan lingkungan hidup yaitu berupa pencemaran. Salah satu cara pengolahan limbah adalah dengan menggunakan adsorben dari bahan alami menggunakan sekam padi. Tujuan penelitian ini adalah membuat bioadsorben sekam padi yang diaktivasi dengan HCl. Sekam padi dibuat menjadi arang aktif kemudian diaktivasi dengan HCL. Efektifitasnya kemudian diuji pada limbah cair industri minuman. Parameter yang diujikan adalah pH dengan menggunakan pH meter, kekeruhan dengan turbidimeter dan total padatan tersuspensi (TSS) dengan gravimetri. Sebanyak 0,5 gram bioadsorben dalam 150 mL limbah cair diuji dengan variasi lama waktu pengadukan (30 menit, 60 menit dan 90 menit). Berdasarkan variasi waktu pengadukan, didapatkan 30 menit sebagai waktu optimum yang dapat menurunkan cemaran limbah cair industri. Warna limbah cair yang tadinya keruh berubah menjadi agak bening, nilai pH tidak begitu terpengaruh dari 4,30 menjadi sekitar 4,21. Adapun kekeruhan turun dari 20,1 NTU menjadi 9,07 NTU dan untuk parameter TSS dari 0,53 menjadi sebesar 0,08 mg/L.

Kata kunci: Adsorben, limbah cair industri, sekam padi, aktivasi asam.

ABSTRACT

Industrial and technological developments in various areas have improved the quality of human life. Contrary these developments also bring impacts on environmental sustainability, namely pollution. One of the popular technologies is using adsorben from natural ingredients for example rice husks. The purpose of this study was to make activated rice husk with bio-adsorbent using HCl. The effectiveness of rice husk bio-adsorbent that had been made was tested on the liquid waste of the beverage industry. The parameters tested were pH using a pH meter, turbidity using a turbidimeter and total suspended solids (TSS) using gravimetric test. A total of 0.5 grams of bio-adsorbent in 150 mL of liquid waste was tested with variations in the length of stirring time (30 minutes, 60 minutes and 90 minutes). Based on the variation of stirring time, 30 minutes was obtained as the optimum time to reduce industrial wastewater contamination. The color of the liquid waste turned from cloudy to slightly translucent, the pH value was less affected, from 4.30 to around 4.21. The turbidity decreased from 20.1 NTU to 9.07 NTU and for the TSS parameter from 0.53 to 0.08 mg / L.

Keywords: Bio-adsorbent, industrial liquid waste, rice husk, acid activation.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dunia yang sangat cepat dan perkembangan industri yang semakin pesat menyebabkan makin banyak bahan buangan yang bersifat racun yang dibuang ke lingkungan. Bahan-bahan buangan ini yang nantinya menjadi limbah dan mencemari lingkungan dalam jumlah yang sulit dikontrol secara tepat. Untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan yang tidak diinginkan, pemerintah mengeluarkan suatu standar baku mutu untuk limbah buangan, khususnya untuk limbah cair cukup ketat sehingga mendorong pelaku pelaku untuk mencari dan menggunakan

teknologi pengolahan limbah yang ekonomis dan berdaya guna tinggi.

Salah satu cara pengolahan limbah adalah dengan adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida, cairan maupun gas, terikat kepada suatu padatan atau cairan (zat penyerap, adsorben) dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis atau film (zat terserap, adsorbat) pada permukaannya [1].

Proses adsorpsi merupakan salah satu metode yang efektif untuk menghilangkan komponen organik dari limbah buangan. Umumnya industri menggunakan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) yang merupakan salah satu pengganti alum padat yang efektif karena menghasilkan koagulasi air dengan kekeruhan yang berbeda dengan cepat, menggenerasi lumpur lebih sedikit, meninggalkan lebih sedikit residu aluminium pada air yang diolah dan merupakan salah satu koagulan polimer utama yang digunakan secara luas pada pengolahan air dan air limbah [2, 3]. Sayangnya meskipun efektif namun harga PAC masih terbilang mahal. Karbon aktif adalah adsorben yang banyak digunakan karena memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengadsorpsi komponen organik [4]. Penggunaan karbon aktif sebagai adsorben sangat terbatas dan biayanya tidak ekonomis. Penggunaan biomaterial sebagai adsorben merupakan alternatif yang sangat potensial untuk menggantikan metode tersebut.

Salah satu adsorben yang memiliki prospek yang baik adalah material biologi maupun limbah pertanian seperti alga, limbah tanaman padi, jagung, pisang dan lain-lain. Diantara beberapa limbah organik yang menarik adalah penggunaan sekam padi. Hal ini disebabkan sifat sekam padi yang rendah nilai gizinya, tahan terhadap pelapukan, menyerupai kandungan kayu serta mempunyai kandungan karbon yang cukup tinggi. Sekam padi dapat digunakan sebagai adsorben karena mengandung selulosa dan hemiselulosa, dimana kandungan tersebut mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai penyerap yang memiliki gugus OH yang terikat sehingga dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Selain itu ketersediaan limbah sekam padi yang cukup banyak di segala tempat di sekitar penggilingan padi dan pemanfaatan limbah tersebut yang masih terbatas. Keberadaan sekam padi di Indonesia sendiri belum mendapatkan perhatian dan hanya terbatas untuk beberapa keperluan sederhana misalnya untuk abu gosok atau pakan ternak. Bahkan di sebagian daerah sekam padi dibuang begitu saja dan dianggap sebagai bahan yang kurang bermanfaat [5]. Sekam padi dapat dijadikan bioadsorben dengan cara pengabuan. Abu sekam padi yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi pada suhu 400-600 °C

akan menjadi silika amorf. Hasil pengabuan pada suhu 600 °C selama 2 jam didapat silika sebanyak 72,28% [6]. Tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh sekam padi teraktivasi untuk menurunkan kandungan cemaran limbah cair industri.

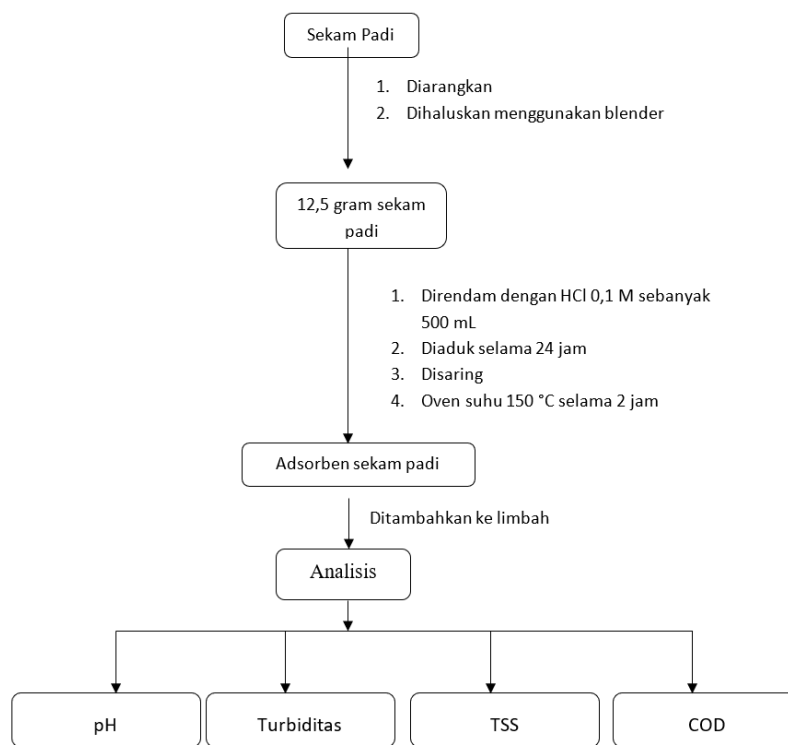
METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk persiapan adsorpsi adalah sekam padi yang diperoleh dari pabrik padi di Desa Biangkeke Bantaeng, HCl 0,1 M dan aquades. Peralatan yang digunakan: pH meter, turbidimeter, cawan, gelas kimia, gelas ukur, hot plate, stirrer, kertas saring dan corong.

Prosedur kerja

Sekam padi dicuci dan dikeringkan kemudian diabukan di atas hot plate selanjutnya di panaskan pada tanur pada suhu 400 °C selama 4 jam kemudian dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Sebanyak 12,5 gram sampel sekam padi kering dicampur dengan 500 mL larutan HCl 0,1 M. Campuran tersebut diaduk selama 24 jam kemudian disaring dan dicuci dengan aquades. Sekam padi kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 150 °C selama 2 jam. Timbang 0,5 g adsorben yang diaktivasi, campur dengan 150 mL cairan limbah dilakukan variasi pengadukan selama 30, 60 dan 90 menit. Limbah cair industri yang telah diberikan adsorben kemudian diukur pH, turbiditas dan TSS-nya.



Gambar 7. Diagram alir pembuatan adsorben sekam padi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis limbah cair industri minuman disajikan pada tabel 1 dengan parameter pH, warna, kekeruhan dan TSS.

Tabel 1. Karakteristik limbah cair industri minuman

No	Parameter	Nilai
1	Warna	Keruh
2	pH	4,30
3	Kekeruhan (NTU)	20,1
4	TSS (mg/L)	2,685

Penentuan lama waktu pengadukan

Beberapa perlakuan yang diujikan pada penelitian ini adalah 30 menit, 60 menit dan 90 menit. Hasil analisis limbah cair industri pada perlakuan lama waktu pengadukan disajikan pada Tabel 2. Perlakuan lama waktu pengadukan selama 30 menit menyebabkan perubahan warna limbah cair industri yang semula keruh menjadi agak bening.

Tabel 2. Hasil analisis penentuan lama waktu pengadukan

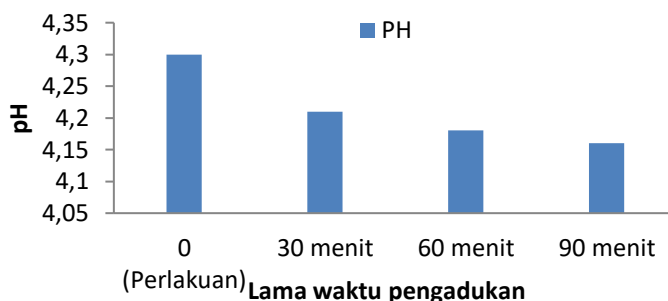
Lama waktu pengadukan	Warna	pH	Turbidity (NTU)	TSS
0 perlakuan	Keruh	4,30	20,1	0,53 mg/L
30 menit	Agak bening	4,21	9,07	0,08 mg/L
60 menit	Agak bening	4,18	12,70	0,11 mg/L
90 menit	Agak bening	4,16	15,09	0,505 mg/L

Pembahasan

Analisis PH

Gambar 2 menjelaskan bagaimana pengaruh perlakuan lama waktu pengadukan terhadap pH limbah cair. Dari hasil penelitian diperoleh nilai pH menunjukkan terjadinya penurunan setelah pemberian adsorben sekam padi dengan

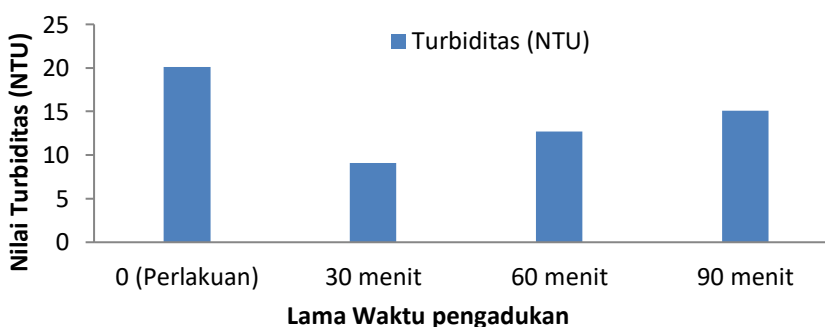
perbandingan waktu yang berbeda. Sebelum penambahan adsorben nilai pH limbah cair industri minuman yaitu 4,30 sedangkan setelah penambahan adsorben pH berubah menjadi 4,16-4,21. Tingkat perlakuan limbah cair yang terbaik terlihat pada perlakuan selama 30 menit dengan persen penurunan sebesar 3,25 %. Meskipun demikian nilai ini tidak begitu signifikan dalam memperbaiki kualitas air limbah untuk dapat dibuang ke dalam badan air. Adanya interaksi antara adsorben yang telah teraktivasi asam menyebabkan adanya perubahan pH pada limbah. Partikel koloid pada limbah saling berinteraksi dengan adsorben yang mengandung ion H^+ . Adanya interaksi keduanya menyebabkan lepasnya ion pada larutan dan semakin meningkat seiring dengan lama waktu pengadukan [7].



Gambar 2. Diagram batang Hasil analisis pH

Analisis Turbiditas

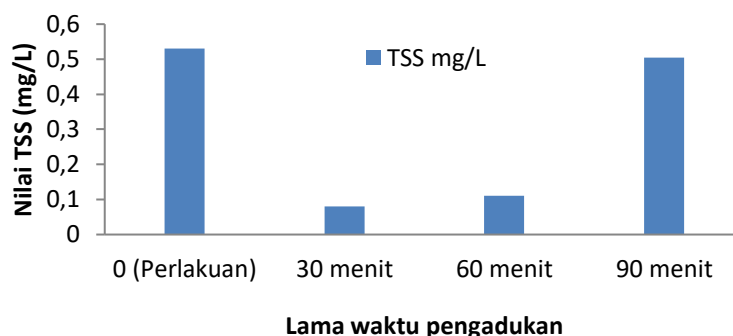
Pada gambar 3 menggambarkan diagram hubungan antara perlakuan lama waktu pengadukan terhadap turbiditas limbah cair. Berdasarkan diagram di atas dapat dilihat bahwa dengan penambahan adsorben kekeruhan limbah cair semakin menurun. Adapun waktu optimum interaksi antara limbah dengan adsorben yakni pada menit ke 30 dengan nilai sebesar 9,07 NTU. Adapun nilai kekeruhan pada menit ke 60 dan 90 berturut-turut adalah 12,70 dan 15,90 NTU. Berdasarkan diagram di atas semakin lama waktu interaksi antara limbah dengan adsorben nilai kekeruhan semakin meningkat. Semakin lama pengadukan mengakibatkan adsorben yang digunakan akan mengalami kejenuhan sehingga adsorbat yang telah terserap pada permukaan akan lepas kembali. Berdasarkan penelitian [8] yang menyatakan bahwa efisiensi penyerapan berbanding lurus dengan waktu sampai pada titik tertentu, kemudian mengalami penurunan setelah melewati titik tersebut.



Gambar 3. Diagram batang hasil analisis turbiditas

Analisis Total Suspended Solid (TSS)

Pada gambar 4 menggambarkan diagram hubungan antara perlakuan lama waktu pengadukan terhadap padatan tersuspensi atau *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah cair. Padatan tersuspensi merupakan bahan-bahan yang melayang dan tidak larut dalam air. Padatan tersuspensi erat hubungannya dengan tingkat kekeruhan air [9]. Perlakuan lama waktu pengadukan memberikan pengaruh terhadap TSS limbah cair dari hasil penelitian diperoleh nilai TSS menunjukkan terjadinya penurunan setelah pemberian adsorben sekam padi dengan perbandingan waktu yang berbeda. Sebelum penambahan adsorben nilai TSS limbah cair industri minuman yaitu 0,53 mg/L sedangkan setelah penambahan adsorben TSS berubah menjadi 0,08-0,505 mg/L. Tingkat perlakuan limbah cair yang terbaik terlihat pada perlakuan selama 30 menit dengan persen penurunan sebesar 84,90 %.



Gambar 4. Diagram batang Hasil analisis TSS

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh sekam padi mampu menurunkan kadar pH, turbiditas dan TSS dengan perlakuan waktu yang optimum adalah 30 menit dengan daya penurunan cemaran limbah terhadap pH sebesar 2,09 %, turbiditas 54,87 % dan TSS 84,90 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harimbi .,et all., Penerapan Penggunaan Arang Aktif Sebagai Adsorben Untuk Proses Adsorpsi Disentral Industri Tahu Kota Malang. Malang: Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang. 2015.
- [2] Murwanto, B. Efektivitas Jenis Koagulan Poly Aluminium Chloride Menurut Variansi Dosis dan Waktu Pengadukan terhadap Penurunan Parameter Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Kesehatan*, 9(1),143–153. 2018
- [3] Mayasari, R., & Hastarina, M. Optimalisasi Dosis Koagulan Aluminium Sulfat Dan Poli Aluminium Klorida (PAC) (Studi Kasus PDAM Tirta Musi Palembang). 3(2), 28–36. 2018.
- [4] Velmurugan P .,et al., Dye Removal from Aqueous solution Using Low Cost Adsorbent. *Journal of Environmental Science* 1(7): 1492-1503. 2010.
- [5] Nurhasni, 2014. Penyerapan Ion Logam Cd dan Cr dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi. *Tekstil Universitas UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*.
- [6] Safitri, D. I., Tuslinah, L., & Zustika, D. S. Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Adsorben Pada Air Laut Dan Zat Warna. 1(2), 1–9. 2019.
- [7] A. S. Parubak, E. Sugiharto, and M. Mudjiran, “The Effect of Salinity on the Release of Copper (Cu), Lead (Pb) And Zinc (Zn) from Tailing,” *Indones. J. Chem.*, vol. 1, no. 1, pp. 16–22, Jun. 2010, doi: 10.22146/ijc.21956.
- [8] Raghuvanshi SP ., et all., 2004. Kinetics study of methylene blue dye bioadsorption on baggase. *Journal of Applied Ecology and Environmental Research* 2:35-43.
- [9] B. Ibrahim, D. R. Sukarsa, and L. Aryanti, “PEMANFAATAN RUMPUT LAUT *Sargassum* sp. SEBAGAI ADSORBEN LIMBAH CAIR INDUSTRI RUMAH TANGGA PERIKANAN,” vol. 15, p. 7, 2012.

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI ASAM SULFAT (H_2SO_4) PADA PROSES HIDROLISIS TERHADAP KADAR BIOETANOL (C_2H_5OH) DARI KULIT KAKAO (*THEOBROMA CACAO L.*)

Dian Sapira¹, Sariwahyuni², Sri Diana³, dan Ratri Retno Utami⁴
^{1,2,3} Program Studi Teknik Kimia Mineral Politeknik ATI Makassar,
⁴ Balai Besar Industri Hasil Perkebunan
diansapira21@gmail.com¹

ABSTRAK

Bioetanol merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang mulai dikembangkan sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional telah menargetkan pada tahun 2025 penggunaan bahan bakar alternatif menjadi lebih dari 5%, salah satunya bioetanol. Salah satu bahan baku yang dapat digunakan dalam pembuatan bioetanol yaitu limbah kulit kakao. Kulit kakao mengandung lignoselulosa yang terdiri dari lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) pada proses hidrolisis terhadap kadar bioetanol (C_2H_5OH) dari kulit kakao (*Theobroma cacao L.*). Kulit kakao yang mengandung lignin terlebih dahulu dilakukan proses delignifikasi untuk memutus ikatan lignin dengan selulosa pada kulit kakao menggunakan larutan basa berupa NaOH 1%. Tahap selanjutnya yaitu hidrolisis untuk memecah polimer selulosa menjadi monomer glukosa menggunakan larutan asam yaitu asam sulfat (H_2SO_4) dengan variasi konsentrasi 2%, 4%, dan 6%. Glukosa hasil hidrolisis akan difermentasi menjadi etanol oleh mikroba *Saccharomyces Cerevisiae* selama 7 hari. Dari hasil penelitian ini diperoleh kadar bioetanol 1.42%, 3.09%, dan 4.61% berturut-turut menggunakan konsentrasi asam sulfat 2%, 4%, dan 6%. Berdasarkan hasil penelitian dapat dikatakan bahwa konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) pada proses hidrolisis berpengaruh terhadap kadar bioetanol (C_2H_5OH) yang dihasilkan.

Kata kunci: Hidrolisis, asam sulfat, fermentasi, bioetanol, kulit kakao.

ABSTRACT

Bioethanol is a type of renewable energy that has begun to be developed in accordance with Presidential Regulation Number 5 of 2006 concerning national energy policy which has stipulated that in 2025 the use of alternative fuels will be more than 5%, one of which is bioethanol. One of the raw materials that can be used in the manufacture of bioethanol is cocoa shell waste. Cocoa shell contains lignocellulose which consists of lignin, cellulose, and hemicellulose. The research was conducted to determine the effect of sulfuric acid (H_2SO_4) concentration in the hydrolysis process on bioethanol (C_2H_5OH) levels from cacao shell (*Theobroma cacao L.*). Cocoa shell containing lignin must be carried with delignification process to break the lignin and cellulose bonds on the cocoa shells using an alkaline solution in the form of 1% NaOH. The next step is hydrolysis to break the polymer cellulose into glucose monomers using an acid solution, sulfuric acid (H_2SO_4) with various concentration of 2%, 4%, and 6%. Hydrolyzed glucose will be fermented into ethanol by the microbes *Saccharomyces Cerevisiae* for 7 days. The results showed the bioethanol levels were 1.42%, 3.09%, and 4.61%, respectively using 2%, 4%, and 6% sulfur acid concentrations. Based on the results, the concentration of sulfur acid (H_2SO_4) in the hydrolysis process effects the levels of bioethanol (C_2H_5OH) produced .

Keywords: Hydrolysis, sulfur acid, fermentation, bioethanol, cocoa shell.

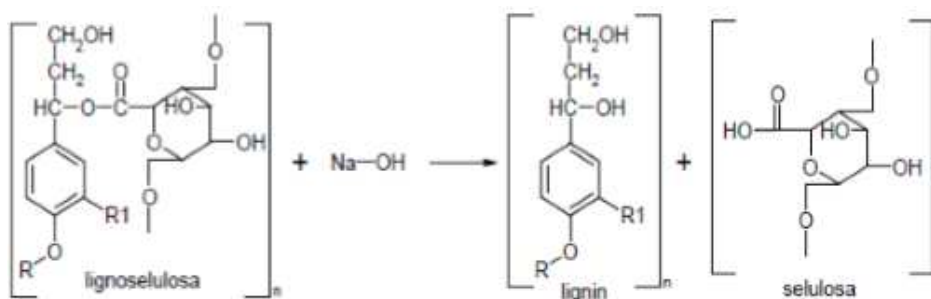
PENDAHULUAN

Biomassa serbuk limbah kulit kakao atau biasa disebut Pod kakao merupakan bagian mesokarp atau dinding buah kakao yang mencakup kulit terluar sampai daging buah sebelum kumpulan biji (Ashadi, 1988). Limbah kulit kakao memiliki kandungan senyawa kompleks lignoselulosa yang terdiri dari 43,37% selulosa, 11,71% hemiselulosa dan 36,84% lignin (Tahezadeh & Karimi, 2007).



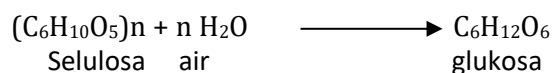
Gambar 4. Limbah kulit kakao

Lignin tersusun atas jaringan polimer fenolik yang berfungsi merekatkan serat selulosa dan hemiselulosa sehingga menjadi sangat kuat (Sun & Cheng, 2002). Struktur kimia lignin mengalami perubahan dibawah kondisi suhu tinggi dan asam. Pada reaksi dengan temperature tinggi mengakibatkan lignin terpecah menjadi partikel yang lebih kecil dan terlepas dari selulosa (Tahezadeh & Karimi, 2007).

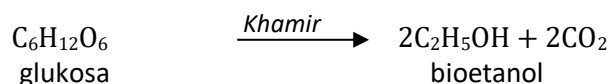


Gambar 2. Mekanisme pemutusan ikatan lignin dengan selulosa

Hidrolisis adalah suatu pemecahan senyawa kimia menjadi dua atau lebih senyawa sederhana dengan cara mereaksikannya dengan air. Proses hidrolisis bertujuan memecah ikatan lignin, menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, merusak struktur kristal dari selulosa serta meningkatkan porositas bahan (Sun & Cheng, 2002).



Fermentasi adalah proses metabolisme yang menghasilkan energi dari gula dan molekul organik lain serta tidak memerlukan oksigen. Mikroba yang umum digunakan pada proses fermentasi glukosa menjadi etanol yaitu *Saccharomyces cerevisiae*.



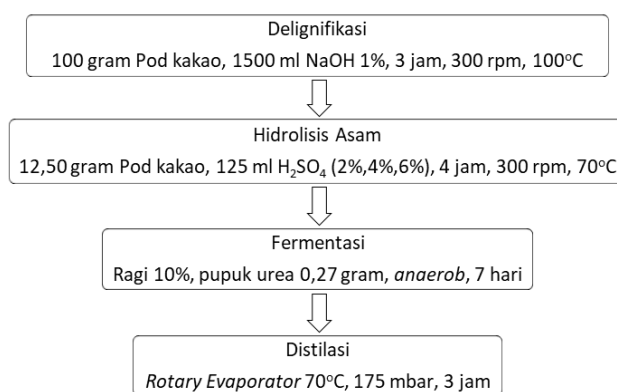
Saccharomyces cerevisiae memiliki daya konversi gula menjadi etanol yang cukup tinggi. Mikroba jenis khamir ini memerlukan suhu 30oC dan pH 4-5 agar dapat tumbuh dengan baik. Waktu yang diperlukan untuk fermentasi dilakukan dengan minimal selama 72 jam dengan menggunakan metode fermentasi *anaerob*.



Gambar 5. *Saccharomyces cerevisiae*

Sacharomyces cerevisiae memerlukan bahan makanan dan keadaan lingkungan tertentu untuk pertumbuhannya dan perkembang biaknya. Unsur-unsur yang diperlukan seperti karbon, hidrogen, oksigen, fosfor, kalium, nitrogen, belerang, kalsium, besi, dan magnesium. Selain itu juga diperlukan vitamin-vitamin (Srikandi, 1992).

METODE PENELITIAN



Gambar 4. Diagram alir penelitian

Alat

Ayakan 100 mesh, ayakan 80 mesh, blender, bulb, erlenmeyer, gas chromatography, gelas piala, hand refractometer, hot plate, kain, labu alas bulat, labu ukur, *magnetic stirrer*, *overhead stirrer*, oven, pipet skala, pipet tetes, *rotary evaporator*, spatula, tabung reaksi, termometer 100°C, dan timbangan digital.

Bahan

Aluminium foil, *aquadest*, H₂SO₄ (2%, 4%, 6%), kertas pH, kertas saring, NaOH 50%, NaOH 1%, Pod kakao, ragi roti (*fermipan*), *tissu*, dan pupuk urea.

Prosedur Kerja

1) Persiapan bahan *baku* limbah kulit kakao :

Kulit buah kakao dikeringkan menggunakan sinar matahari secara langsung selama 14 hari hingga berubah warna menjadi kehitaman. Kemudian dihancurkan, dihaluskan dan diayak pada ayakan 80 *mesh*.

2) Delignifikasi

Delignifikasi dilakukan menggunakan larutan NaOH 1% pada 100 gram Pod kakao ke dalam 1500 mL *aquadest* pada suhu 100°C dengan kecepatan pengaduk 300 *rpm* selama 3 jam. Pod hasil delignifikasi dicuci berulang kali hingga pH netral dan disaring. Setelah disaring, dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C selama 72 jam. Setelah kering, sampel dihaluskan dan diayak pada ayakan 100 *mesh*.

3) Hidrolisis

Pod kakao hasil delignifikasi dibagi menjadi tiga bagian masing-masing sebanyak 12,50 gram, kemudian ditambahkan masing-masing 125 ml larutan H₂SO₄ dengan konsentrasi 2%, 4%, 6%. Proses hidrolisis dilakukan selama 4 jam pada suhu 70°C dengan kecepatan pengadukan 300 *rpm*. Setelah didapatkan hasil hidrolisis

kemudian disaring untuk memisahkan antara bubur Pod dan filtrat. Setelah didapatkan filtrat hasil saringan, diukur kadar glukosa filtrat menggunakan alat *hand refractometer*. Sebelum menuju proses selanjutnya, filtrat ditambahkan larutan NaOH 50% hingga pH filtrat berada antara 4-5 untuk memenuhi syarat fermentasi.

4) Fermentasi

Filtrat hasil hidrolisis ditambahkan *fermipan* sebanyak 10% dan pupuk urea sebagai nutrisi mikroba sebanyak 0,27 gram. Fermentasi dilakukan secara *anaerob* selama 7 hari pada suhu 30°C.

5) Distilasi

Setelah difermentasi, sampel didistilasi menggunakan alat *rotary evaporator*. Setelah didistilasi, destilat diuji menggunakan alat *gas chromatography* untuk mengetahui kadar bioetanol yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

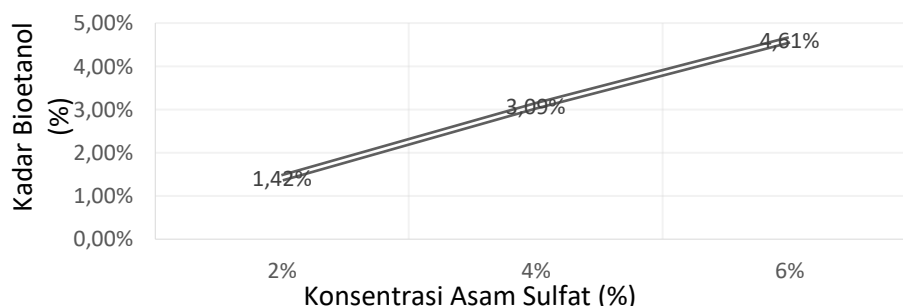
Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan limbah kulit kakao menjadi bioetanol dengan menggunakan metode hidrolisis. Hidrolisis yang digunakan yaitu menggunakan larutan Asam Sulfat (H_2SO_4) dengan variasi konsentrasi 2%, 4%, dan 6%. Adapun kadar bioetanol yang didapatkan menggunakan variasi konsentrasi asam sulfat 2%, 4%, dan 6% dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Kadar bioetanol dengan variasi konsentrasi asam sulfat

Konsentrasi Asam Sulfat (%)	Kadar Bioetanol (%)
2%	1.42 %
4%	3.09 %
6%	4.61 %

Sumber: Data primer (2020)

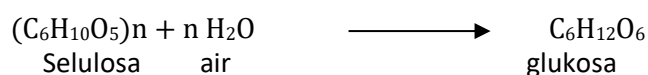
Pembahasan



Gambar 5. Grafik kadar bioetanol

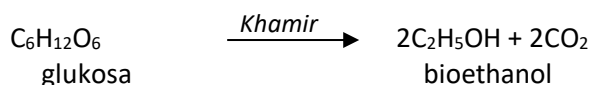
Pada penelitian ini dilakukan proses hidrolisis asam menggunakan larutan asam sulfat dengan variasi 2%, 4%, dan 6% bertujuan untuk mengetahui hasil maksimal pemecahan selulosa dan hemiselulosa menjadi glukosa yang terbentuk pada proses hidrolisis yang akan difermentasi menjadi bioetanol. Hidrolisis dilakukan selama 4 jam pada suhu 70°C. Kondisi tersebut merupakan kondisi yang optimum berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Proses hidrolisis merupakan tahap pemecahan selulosa menjadi glukosa dengan bantuan asam sulfat sebagai katalisator dan penyumbang ion H^+ yang akan membentuk glukosa hasil hidrolisis yang akan difermentasi oleh mikroba menjadi etanol. Adapun mekanisme reaksi pada proses hidrolisis adalah sebagai berikut:



Semakin tinggi konsentrasi asam sulfat maka semakin banyak ion H^+ dalam tiap volume hidrolisis yang digunakan. Ion H^+ yang berasal dari H_2SO_4 akan digantikan oleh OH^- yang berasal dari H_2O sehingga menghasilkan glukosa ($C_6H_{12}O_6$). Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fatmawati (2008) bahwa semakin

tinggi konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) maka semakin banyak ion H^+ yang akan memperbanyak kemungkinan terbentuknya asam konjungat sehingga pemecahan ikatan semakin cepat dan dihasilkan glukosa semakin banyak. Glukosa hasil hidrolisis akan difermentasi menggunakan mikroba *Saccharomyces cerevisiae* dengan proses glikolisis yang menghasilkan asam piruvat yang dikonversi menjadi asetaldehid, dimana asetaldehid yang dihasilkan akan mengalami pelepasan rantai carbon sehingga menghasilkan etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) dan gas CO_2 . Adapun mekanisme reaksi fermentasi glukosa menjadi etanol adalah sebagai berikut:



Pada gambar 5 merupakan kadar bioetanol yang dihasilkan dari setiap variasi konsentrasi asam sulfat yang semakin meningkat. Terlihat dari konsentrasi 2%, 4%, dan 6% menghasilkan kadar bioetanol yang semakin tinggi. Berdasarkan grafik tersebut dapat dikatakan bahwa dengan adanya penambahan asam sulfat dengan konsentrasi yang semakin tinggi, mampu menghasilkan kadar bioetanol yang semakin tinggi pula

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini diperoleh kadar bioetanol 1.42%, 3.09 %, dan 4.61% berturut-turut menggunakan konsentrasi H_2SO_4 2%, 4%, dan 6%. Semakin tinggi konsentrasi asam sulfat pada proses hidrolisis maka semakin tinggi pula kadar bioetanol yang dihasilkan. Berdasarkan data dapat dikatakan bahwa konsentrasi asam sulfat pada proses hidrolisis berpengaruh terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah turut membantu dalam pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih kepada dan para analis laboratorium Balai Besar Industri Hasil Perkebunan (BBIHP) Makassar yang telah mewadahi Penulis untuk melakukan penelitian ini serta kepada para dosen pembimbing Politeknik ATI Makassar yang telah memberikan saran dan masukan selama penyelesaian penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ashadi, R. 1988. Pembuatan Gula Cair dari Pod Kakao dengan Menggunakan Asam Sulfat, Enzim, serta Kombinasi Keduanya. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- [2] Fatmawati, A. S. 2008. Hidrolisis Batang Padi dengan Menggunakan Asam Sulfat Encer. Jurnal Teknik Kimia, 3(1).
- [3] Srikandi, F. 1992. Mikrobiologi Pangan 1. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Sun, Y., & Cheng, J. 2002. Hydrolysis of Lignocellulose Material for Ethanol Production: A Review, Bioresource Technology. 83, 1-11.
- [5] Taherzadeh, M., & Karimi, K. 2007. Enzyme-based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocellulosics Materials: A Review. Bioresources.

EFEKTIVITAS ADSORPSI MAGNESIUM SILIKAT DAN ZEOLIT DALAM PEMURNIAN BIODIESEL

Rosmini¹, Herlina Rahim², Ibrahim³, dan Syardah Ugra Al Adawiyah⁴

^{1,2,3} Program Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar

Ayu.rosmini@gmail.com¹, herlina@atim.ac.id², ibrahim@atim.ac.id³,
syardah26@atim.ac.id⁴

ABSTRAK

Minyak jelantah merupakan limbah yang dapat mencemari lingkungan dan dihasilkan setiap hari dalam jumlah yang banyak, oleh karena itu perlu dilakukan upaya pemanfaatan minyak jelantah. Karena minyak jelantah mengandung trigliserida sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Biodiesel merupakan bioenergi yang dibuat dari minyak nabati melalui proses kimia transesterifikasi. Pemurnian biodiesel dilakukan dengan metode *dry washing*. Metode ini merupakan metode pemurnian biodiesel dengan memanfaatkan adsorben melalui proses adsorpsi yang akan menyerap zat pengotor yang terkandung dalam biodiesel sehingga dihasilkan biodiesel murni. Adsorben yang digunakan adalah magnesium silikat dan zeolit yang akan menggantikan peran air dalam proses pemurnian biodiesel. Pemilihan adsorben magnesium silikat dan zeolit didasarkan pada ketersediaan yang mudah didapatkan dengan harga yang terjangkau, selain itu adsorben magnesium silikat dan zeolit efektif dalam menyerap zat pengotor karena memiliki pori-pori sangat kecil. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil yaitu pada proses pemurnian biodiesel metode *dry washing* adsorben magnesium silikat dan adsorben zeolit efektif digunakan tetapi adsorben yang paling efektif digunakan adalah adsorben zeolit dengan nilai pH biodiesel murni adalah 7, massa jenis 0,8787g/ml dan warna biodiesel yang dihasilkan adalah kuning.

Kata kunci: Adsorpsi, biodiesel, magnesium silikat, zeolit.

ABSTRACT

Used cooking oil is waste that can pollute the environment and is produced every day in large quantities, therefore it is necessary to make efforts to utilize used cooking oil. Because used cooking oil contains triglycerides, it can be used as a raw material for making biodiesel. Biodiesel is bioenergy made from vegetable oil through a chemical transesterification process. The purification of biodiesel is carried out using the dry washing method. This method is a method of biodiesel purification by utilizing adsorbents through an adsorption process which will absorb impurities contained in biodiesel so that pure biodiesel is produced. The adsorbents used are magnesium silicate and zeolite which will replace the role of water in the purification process of Biodiesel. The choice of magnesium silicate and zeolite adsorbents is based on availability that is easily available at an affordable price, besides that magnesium silicate and zeolite adsorbents are effective in absorbing impurities because they have very small pores. Based on the research that has been done, the results obtained are in the dry washing method of biodiesel purification, magnesium silicate adsorbent and zeolite adsorbent are effectively used but the most effective adsorbent used is zeolite adsorbent with a pH value of pure biodiesel is 7, density 0.8787g / ml and color. The biodiesel produced is yellow.

Keywords: Adsorption, biodiesel, magnesium silicate, zeolite.

PENDAHULUAN

Minyak jelantah merupakan minyak bekas pemakaian kebutuhan rumah tangga dan industri makanan. Adanya bahaya konsumsi minyak goreng bekas, maka perlu dilakukan upaya-upaya untuk memanfaatkan minyak goreng bekas tersebut agar tidak terbuang dan mencemari lingkungan. Pemanfaatan minyak goreng bekas ini dapat dilakukan dengan pemurnian agar dapat digunakan kembali sebagai bahan baku produk berbasis minyak seperti sabun, sampo, dan bahan bakar diesel (Rahayu, M., 2005).

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui. Biodiesel adalah metil ester yang terbuat dari bahan yang tidak beracun, terbuat dari sumber biologi seperti minyak nabati, lemak hewan bahkan minyak goreng jelantah. Proses pembuatan biodiesel melalui proses kimia yaitu transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa. Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dikonversikan menjadi metil ester. Biodiesel merupakan bahan bakar yang berwarna kekuningan yang viskositasnya tidak jauh berbeda dengan minyak solar, biodiesel dapat menjadi bahan bakar pengganti solar dan dapat digunakan oleh masyarakat luas (Pawako, E., 2009).

Solusi teknologi yang dapat digunakan untuk mempercepat proses pemurnian biodiesel adalah pemurnian dengan metode dry washing, yaitu pemurnian dengan memanfaatkan proses adsorpsi untuk menghilangkan zat pengotor dalam biodiesel. Metode pemurnian pencucian kering biasanya digunakan untuk memurnikan biodiesel dengan menggunakan adsorben seperti, magnesium silikat, resin, selulosa, karbon, serat aktif dll. Adsorben ini terdiri dari adsorpsi asam dan basa yang dapat (mengikat) situs dan memiliki afinitas yang kuat untuk senyawa metanol, gliserol, logam dan sabun (Rahayu, M., 2005).

Menurut Rahayu, M., (2005) pemurnian biodiesel dengan metode dry washing memiliki beberapa keuntungan atau kelebihan dibandingkan dengan metode water washing.

Beberapa keuntungan itu adalah:

- a. Proses pencucian kering dapat mengurangi waktu produksi. biodiesel
- b. Proses pencucian kering dapat menurunkan biaya. Karena tidak memerlukan air. Pada pemurnian water washing, biaya yang dibutuhkan sangat besar, terutama biaya untuk pengolahan limbah cair.
- c. Proses pencucian kering menghasilkan bahan bakar berkualitas lebih bagus, terutama untuk karakteristik kadar air biodiesel. Karena tidak ada penambahan air dalam proses pencucian kering, sehingga kandungan air sedikit.

METODE PENELITIAN

Alat

Gelas kimia 300 ml, erlenmeyer 300 ml, labu ukur 250 ml, bulb, gelas ukur 100 ml, penyangga corong, corong kaca, pengaduk, oven listrik, desikator, stirer, hot plate, cawan petri, spatula, neraca digital, pH universal, kertas saring, labu semprot, gegep besi, kasa asbes, aluminium foil, piknometer 50 ml, reaktor batch dan termometer 100oC

Bahan

Minyak jelantah, HCl 1N, magnesium silikat, zeolit, metanol (CH₃OH), KOH dan aquadest

Prosedur Kerja

Aktivasi Adsorben Magnesium Silikat dan Zeolit

Aktivasi dilakukan dengan menggunakan HCl 1N kemudian adsorben dicuci dan dinetralkan dengan aquadest hangat hingga pH adsorben netral, kemudian dikeringkan pada oven selama 2 jam pada suhu 110°C.

Pembuatan Biodiesel

Minyak jelantah dipanaskan hingga mencapai suhu 60 oC kemudian ditambahkan KOH sebanyak 95 gram dan CH₃OH sebanyak 3L setelah itu diaduk, dipertahankan suhu sekitar 55-60 oC selama 1 jam. Didiamkan selama 8 jam, dan dipisahkan antara biodiesel dan gliserol.

Pemurnian Biodiesel Dengan Menggunakan Adsorben Magnesium Silikat dan Zeolit

Dimasukkan 5 gram adsorben pada erlenmeyer yang berbeda kemudian dipanaskan pada suhu 50oC selama 1 jam, setelah itu didiamkan selama 3 jam dan disaring. Hasil saringan dipanaskan pada oven selama 2 jam pada suhu 110°C.

Parameter Uji Biodiesel

Parameter uji pada biodiesel kasar (biodiesel tanpa pemurnian atau tanpa penambahan adsorben) dan biodiesel murni dilakukan dengan pengujian duplo agar hasil yang didapatkan lebih akurat. Parameter uji yang dilakukan adalah pH; Massa jenis; Kadar air; dan Pengamatan warna pada biodiesel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

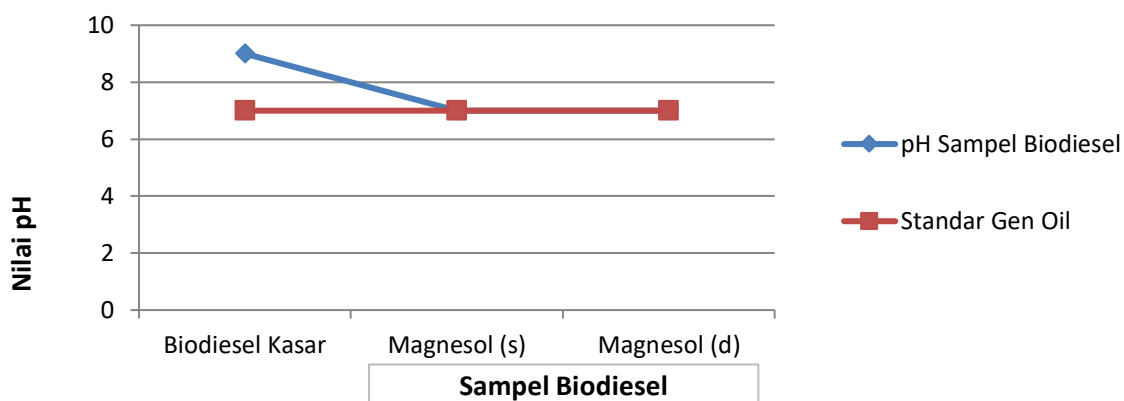
Tabel 8. Hasil penelitian

No	Sampel	pH	Massa Jenis (g/ml)	Kadar Air (%)
1	Biodiesel kasar	9	0,9238	6,39
2	Biodiesel murni (magnesium silikat)	7	0,8727	1,69
3	Biodiesel murni (zeolit)	7	0,8787	1,28

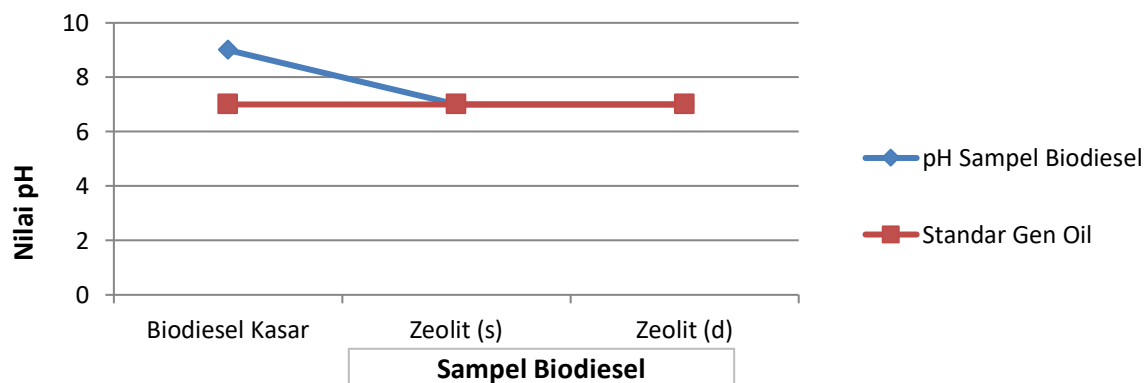
Pembahasan

Nilai pH Biodiesel

Dari grafik yang diperlihatkan pada Gambar 1 dan Gambar 2, pH biodiesel kasar yaitu pH 9 (pH basa) dan nilai pH biodiesel murni dengan menggunakan adsorben magnesium silikat ataupun zeolit adalah pH 7 (pH netral). Setelah dilakukan pemurnian dengan metode dry washing terjadi penurunan nilai pH pada biodiesel dari semula pH basa menjadi netral. Hal ini membuktikan bahwa adsorben yang digunakan efektif dalam menyerap zat pengotor yang terdapat dalam biodiesel yaitu seperti sisa katalis KOH, gliserol yang bersifat basa, dan dihasilkan biodiesel murni dengan pH 7 sesuai dengan standar Gen Oil.



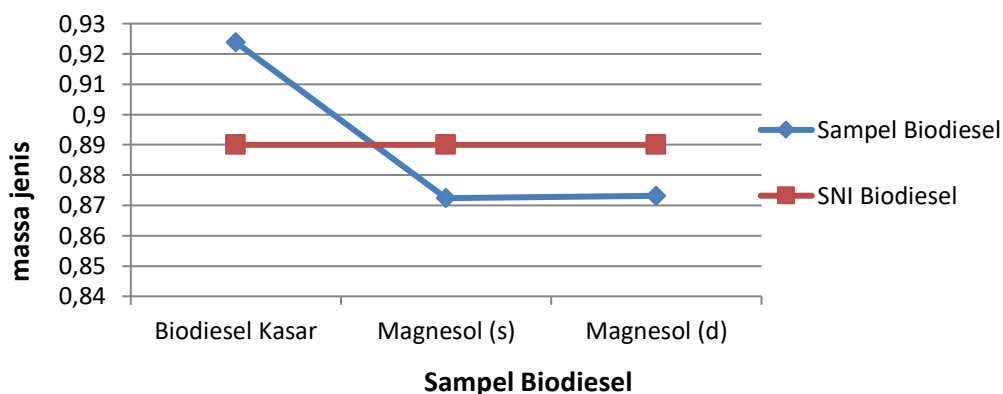
Gambar 1. Grafik nilai pH biodiesel (adsorben magnesium silikat)



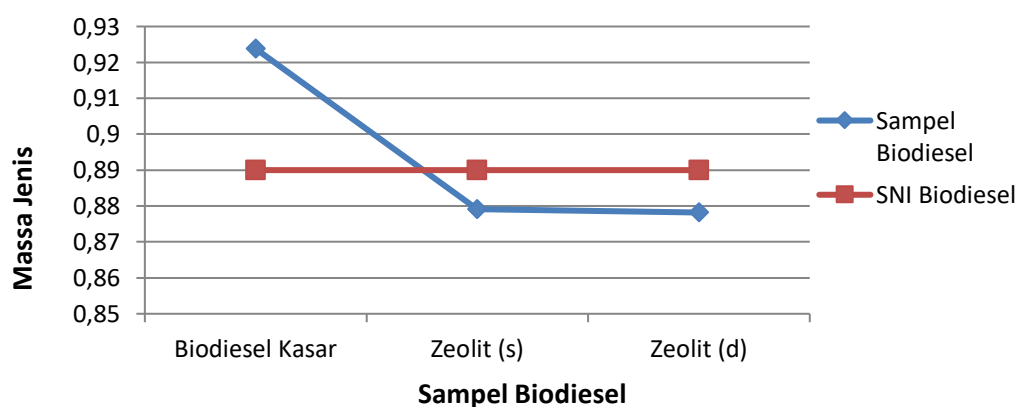
Gambar 2. Grafik nilai pH biodiesel (adsorben zeolit)

Massa Jenis Biodiesel

Dari grafik pada Gambar 3 dan Gambar 4 dapat diketahui massa jenis biodiesel kasar (tanpa perlakuan) relatif tinggi yaitu 0,9238g/ml, biodiesel kasar masih mengandung banyak air sekitar 6% dan masih banyak zat pengotor seperti sisa katalis, methanol dan gliserol. Setelah dilakukan pemurnian biodiesel dengan metode dry washing terjadi penurunan massa jenis dari 0,9238g/ml menjadi 0,8727g/ml untuk biodiesel murni menggunakan adsorben magnesium silikat dan 0,8787g/ml untuk biodiesel murni dengan adsorben zeolit. Hal ini membuktikan bahwa adsorben yang digunakan efektif dalam menyerap zat pengotor yang terkandung dalam biodiesel sehingga massa jenis biodiesel menurun, selain itu proses penguapan yang dilakukan pada biodiesel mempengaruhi penurunan berat jenis biodiesel. Massa jenis biodiesel yang didapatkan setelah pemurnian telah memenuhi standar SNI yang ditetapkan yaitu (SNI 7182-2015) dengan densitas sekitar (0,8500 – 0,8900)g/ml.



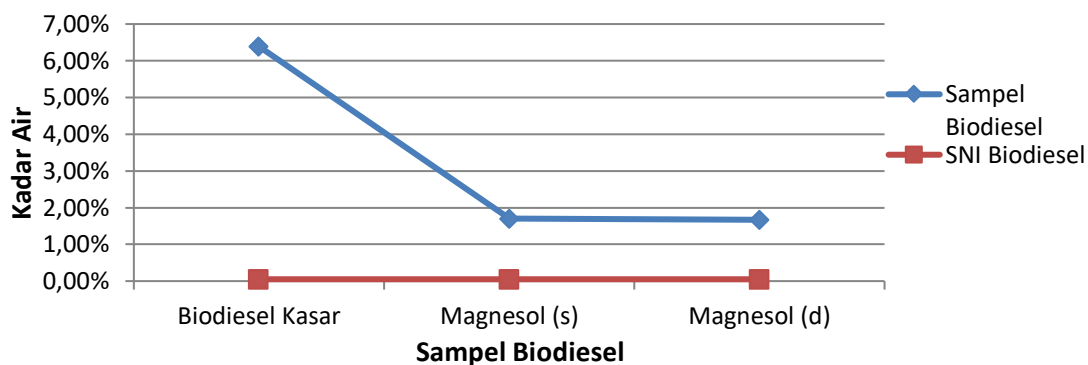
Gambar 3. Grafik massa jenis biodiesel (adsorben magnesium silikat)



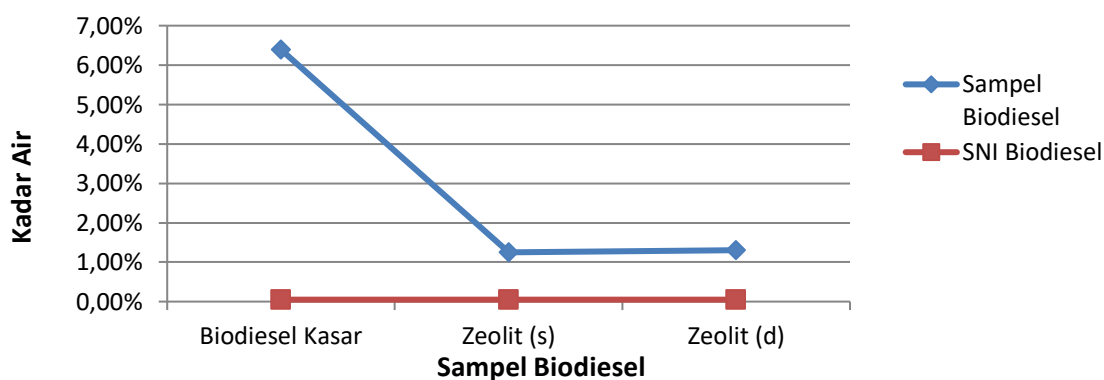
Gambar 4. Grafik massa jenis biodiesel (adsorben zeolit)

Kadar air Biodiesel

Dari grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6 diketahui bahwa kadar air biodiesel kasar yaitu 6,39% sedangkan kadar air biodiesel murni menggunakan adsorben magnesium silikat yaitu 1,69% dan adsorben zeolit yaitu 1,28%. Kadar air yang terkandung pada biodiesel kasar relatif sangat tinggi. Dari data yang didapatkan, terjadi penurunan kadar air sekitar 4%. Kadar air pada biodiesel murni menggunakan zeolit relatif rendah jika dibandingkan dengan adsorben magnesium silikat. Hal ini dikarenakan zeolit memiliki struktur tiga dimensi dengan 4 struktur kerangka penghubung dari tetrahedral sehingga memiliki jumlah pori-pori yang lebih banyak dan sangat kecil serta luas permukaan lebih besar dibandingkan adsorben magnesium silikat sehingga lebih banyak menyerap molekul air. Penguapan yang dilakukan di oven selama 2 jam pada suhu 110°C tidak dapat menguapkan air secara maksimal pada biodiesel, dibutuhkan penguapan dan penelitian berlanjut pada biodiesel dengan menggunakan alat evaporator sehingga air yang terkandung dapat menguap seluruhnya dan akan dihasilkan biodiesel dengan kadar air yang sangat kecil yaitu sekitar 0,05% dengan tingkat kemurnian biodiesel yang tinggi dan memenuhi standar parameter kadar air yang ditetapkan pada biodiesel menurut (SNI 7182-2015) yaitu sekitar 0,05%.



Gambar 5. Grafik kadar air biodiesel (adsorben magnesium silikat)



Gambar 6. Grafik kadar air biodiesel (adsorben zeolit)

Warna Biodiesel

Warna biodiesel hasil pemurnian dengan menggunakan adsorben magnesium silikat pada botol a sedangkan dengan menggunakan adsorben zeolit pada botol b. Perbedaan warna yang signifikan antara biodiesel pada botol a dan b. Hal ini membuktikan adsorben zeolit lebih efektif dalam menyerap warna dibandingkan adsorben magnesium silikat. Zeolit memiliki kemampuan penyaringan yang sangat spesifik karena memiliki kristal berpori yang berstruktur tiga dimensi dengan 4 struktur kerangka tetrahedral silika dan alumina, selain itu zeolit memiliki luas permukaan yang besar dan jumlah pori yang banyak sangat kecil dan seragam. Warna biodiesel yang dihasilkan dari pemurnian menggunakan adsorben zeolit adalah kuning yang mendekati warna biodiesel produk biodiesel dari CV. Garuda Nusantara Oil yang proses pemurniannya menggunakan metode water washing. Zeolit lebih efektif digunakan sebagai adsorben dalam pemurnian biodiesel dibandingkan dengan magnesium silikat.



Gambar 7. Warna hasil pemurnian

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada proses pemurnian biodiesel dengan menggunakan metode *dry washing* adsorben magnesium silikat dan zeolit efektif digunakan, tetapi adsorben yang paling efektif digunakan adalah zeolit dengan nilai pH biodiesel murni yang didapatkan adalah 7, massa jenis 0,8787g/ml dan warna biodiesel yang dihasilkan adalah kuning.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah turut membantu dalam pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih kepada kakak-kakak CV. Garuda Energi Nusantara Oil yang telah mewadahi penulis untuk melakukan penelitian ini serta kepada para dosen pembimbing Politeknik ATI Makassar yang telah memberikan saran dan masukan selama penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] GEN OIL. 2015. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah. Makassar: Makassar.
- [2] Pawako, E. i. 2009. Pengaruh Tahapan Esterifikasi, Transesterifikasi dan Netralisasi Terhadap Karakteristik Biodiesel dari Biji Kasamb. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [3] Rahayu, M. 2005. Teknologi Proses Produksi Biodiesel. Prospek Pengembangan Biofuel sebagai Substansi Bahan Bakar Minyak. Jurnal Pengembangan.
- [4] [BSN]. 2015. SNI 7182-2015. Biodiesel. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

PENGARUH WAKTU KONTAK ADSORBEN DAUN NANAS (*ANANAS COMOSUS*) TERHADAP ADSORPSI LOGAM Pb PADA OLI BEKAS

Nur Syamsi Mustafa Koddeng¹, Hartini², dan Sri Diana³

^{1,2,3} Politeknik ATI Makassar

Sridiana12@gmail.com

ABSTRAK

Meningkatnya jumlah konsumsi oli (pelumas) dapat berasal dari mesin industri dan otomotif seperti terdapatnya berbagai bengkel sebagai tempat perawatan dan perbaikan kendaraan. Dengan begitu, oli bekas biasanya hasil dari pemakaian mesin pada kendaraan yang mengandung beberapa logam berat salah satunya logam Pb (Timbal) yang termasuk limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) dan dalam jumlah berlebih jika dibuang ke lingkungan akan berdampak pencemaran lingkungan. Salah satu penanganan limbah dengan memanfaatkan bahan alami yaitu menggunakan daun nanas. Selulosa yang terkandung dalam daun nanas dapat menyerap logam berat. Sehingga metode yang digunakan untuk pengurangan kadar logam berat yang terkandung dalam oli bekas yaitu dengan metode adsorpsi yang dapat diartikan sebagai penyerapan. Pada proses adsorpsi, waktu kontak merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses penyerapan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan daun nanas dalam mengadsorpsi logam timbal (Pb) pada oli bekas dan juga untuk mengetahui pengaruh waktu kontak adsorben daun nanas yang optimum terhadap jumlah ion logam timbal (Pb) yang teradsorpsi pada oli bekas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental yang diukur secara kuantitatif. Tahap awal dalam penelitian ini yaitu mengaktivasi daun nanas dengan NaOH 2%, setelah itu adsorben daun nanas yang telah teraktivasi dikontakkan dengan oli bekas dengan variasi waktu kontak (10, 20, 30, dan 40) menit sehingga terjadi proses adsorpsi logam Pb (Timbal), selanjutnya sampel tersebut dianalisis menggunakan alat AAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu kontak adsorben daun nanas (*Ananas comosus*) yang optimum berpengaruh terhadap adsorpsi logam Pb (timbal) pada oli bekas dengan adsorpsi tertinggi pada waktu kontak 20 menit sebesar 0.262 mg/g.

Kata kunci: oli bekas, logam Pb, adsorpsi, daun nanas, waktu kontak.

ABSTRACT

The increasing amount of oil consumption (lubricants) can come from industrial and automotive machines such as the presence of various workshops as a place for vehicle maintenance and repair. That way, used oil is usually the result of using machines in vehicles that contain several heavy metals, one of which is Pb (Lead), which includes B3 waste (Hazardous and Toxic Materials) and in excess if disposed of into the environment will have an impact on environmental pollution. One of the handling of waste by utilizing natural ingredients is using pineapple leaves. The cellulose contained in pineapple leaves can absorb heavy metals. So the method used to reduce levels of heavy metals contained in used oil is the adsorption method which can be interpreted as absorption. In the adsorption process, contact time is one of the factors that influence the absorption process. The purpose of this study was to determine the ability of pineapple leaves to adsorb lead metal (Pb) on used oil and also to determine the effect of the optimum contact time of pineapple leaf adsorbent on the amount of lead metal ion (Pb) adsorbed on used oil. The method used in this research was experimental which was measured quantitatively. The initial stage in this study was to activate pineapple leaves with 2% NaOH, after that the activated pineapple leaf adsorbent was contacted with used oil with variations in contact time (10, 20, 30, and 40) minutes so that the metal adsorption process of Pb (Lead) occurred. , then the sample is analyzed using

the AAS tool. The results showed that the optimum contact time of pineapple leaf (*Ananas comosus*) adsorbent had an effect on Pb (lead) metal adsorption on used oil with the highest adsorption at 20 minutes contact time of 0.262 mg / g.

Keywords: used oil, Pb metal, adsorption, pineapple leaves, contact time

PENDAHULUAN

Pengelolaan limbah merupakan upaya merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi pendayagunaan limbah, serta pengendalian dampak yang ditimbulkannya. Upaya pengelolaan limbah memerlukan pengetahuan tentang limbah dengan unsur-unsur yang terkandung di dalamnya serta penanganan limbah agar tidak mencemari lingkungan. Selain itu, perlu keterampilan dalam mengelolah limbah menjadi ekonomis sehingga akan mengurangi jumlah limbah yang terbuang ke alam.

Saat ini, meningkatnya jumlah konsumsi oli (pelumas) dapat berasal dari mesin industri dan otomotif seperti terdapatnya berbagai bengkel sebagai tempat perawatan dan perbaikan kendaraan. Dengan begitu, oli bekas biasanya hasil dari pemakaian mesin pada kendaraan. Dikatakan oli bekas karena telah mengalami proses dalam suatu sistim yang memerlukan pelumasan seperti gear box, torak dan silinder, serta komponen-komponen lain yang bergerak. Oleh karena pemakaian dan proses dalam sistim maka karakteristik oli akan berubah sehingga tidak sesuai lagi dengan fungsinya. Ini terjadi karena saat pemakaian oli akan terkontaminasi dengan zat lain yang ikut terlarut ke dalamnya serta proses oksidasi dan masuknya zat yang tidak bisa terlarut (Rincon, Vasquez & Padilla, 2005). Dimana oli bekas akan mengandung beberapa logam berat yang termasuk limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) dan biasanya dibuang begitu saja ke lingkungan sehingga dapat menimbulkan banyaknya limbah oli bekas yang tercemar. Dalam hal ini, apabila limbah oli bekas ini terlalu banyak di lingkungan maka akan berdampak pada pencemaran lingkungan. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi makhluk hidup yang bergantung pada lingkungan. Selain itu, penumpukan limbah oli bekas di alam menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem tanah maupun air.

Salah satu cara pengendalian limbah yang dapat ditinjau dari sisi nilai ekonomis, ketersediaan bahan baku yang banyak dan mudah didapatkan serta proses preparasi yang mudah yaitu dengan memanfaatkan bahan alami menggunakan daun nanas. Selulosa yang terkandung dalam daun nanas dapat menyerap logam berat. Sehingga metode yang digunakan untuk pengurangan kadar logam berat yang terkandung dalam oli bekas yaitu dengan metode adsorpsi (Handayani, 2010). Proses adsorpsi kini telah banyak dilakukan karena mempunyai beberapa keuntungan, yaitu lebih ekonomis, relative murah, efektif, dan efisien. Adsorpsi atau penjerapan adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida, cairan maupun gas, terikat pada suatu padatan atau cairan (zat penjerap, adsorben) dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis atau film (zat terjerap, adsorbat) pada permukaannya (Ginting, 2008). Adapun salah satu hal yang mempengaruhi adsorpsi yaitu waktu kontak. Waktu kontak ialah waktu yang diberikan selulosa daun nanas untuk menyerap logam Pb (timbal). Penurunan konsentrasi kadar logam berat akan didapatkan setelah pengontakan menggunakan adsorben daun nanas (*Ananas comosus*) dalam menjerap.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*), blender, timbangan analitik, oven, desikator, *magnetic stirrer*, *stirrer*, gelas kimia 100 mL, gelas kimia 500 mL, labu ukur 500 ml, corong kaca, penyangga corong, lumpang dan alu, gegap kayu, pipet skala 50 mL, cawan petri, dan kasa asbes.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu oli bekas, daun nanas (selulosa), NaOH p.a (2%) (w/v), HCl, aquadest, pH universal, kertas saring, dan aluminium foil.

Prosedur Kerja

1) Aktivasi Daun Nanas (Adsorben)

- Dicuci daun nanas dengan air mengalir sampai bersih.
- Dihaluskan daun nanas menggunakan blender.
- Diaktivasi halusan daun nanas dengan NaOH p.a 2% (w/v) dengan perbandingan 1 : 30 (w/v) selama 24 jam.
- Dicuci dengan air/aquadest hingga air cucian terakhir netral (pH=7).
- Setelah itu, dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100oC selama 1 jam hingga mencapai bobot tetap.

➤ Setelah kering, hasilnya kemudian digunakan sebagai adsorben untuk langkah selanjutnya.

2) Penetapan Logam Pb Pada Oli Bekas sebagai Larutan Standar

- Dimasukkan oli bekas sebanyak 100 ml ke dalam gelas kimia.
- Ditetapan logam Pb menggunakan AAS sebagai sampel pembandingan dengan sampel yang akan diberi perlakuan kontak dengan adsorben dengan variasi waktu kontak.

3) Penentuan Waktu Kontak Optimum

- Dimasukkan oli bekas sebanyak 100 ml ke dalam gelas kimia.
- Diatur pH oli bekas (pH=4) dengan penambahan HCl.
- Ditimbang serat daun nanas aktif sebanyak 1 gram yang telah diaktivasi selama 24 jam lalu dimasukkan ke dalam sampel oli bekas.
- Sampel oli bekas dan serat daun nanas aktif di stirrer dengan memvariasikan waktu kontak (10, 20, 30, dan 40 menit) dengan kecepatan 120 rpm.
- Kemudian disaring dan diukur adsorbansinya menggunakan AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Adsorpsi logam timbal (Pb) pada oli bekas

Sampel	Analisis Logam	Waktu Kontak (Menit)	Massa Adsorben (g)	Konsentrasi Logam Pb (mg/L)	Jumlah Ion Logam yang Terserap (mg/g)
Oli Bekas	Timbal (Pb)	Tanpa perlakuan	0.0000	2.839	0
		10	1.0012	2.738	0.010
		20	1.0003	0.213	0.262
		30	1.0067	2.144	0.069
		40	1.0015	2.812	0.003

Sumber : Data Primer, 2020

Pembahasan

Daun nanas (*Ananas cosmosus*) merupakan salah satu tanaman dengan kandungan selulosa di dalam struktur tanamannya. Selulosa merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksil pada setiap polimernya atau disebut gugus fungsi yang dapat berikatan dengan ion logam. Dimana gugus fungsi tersebut ialah gugus karboksil dan hidroksil. Penggunaan daun nanas dengan kandungan selulosa dijadikan sebagai adsorben dalam penelitian ini yang memiliki keunggulan seperti proses preparasi yang mudah serta biaya yang murah. Dalam Onggo & Astuti (2005) Secara struktur serat daun nanas tersusun dari selulosa, hemiselulosa, lignin, pektin, lilin, dan lemak, serta zat-zat lain yang larut dalam air. Aktivasi merupakan suatu proses untuk menghilangkan zat-zat pengotor sehingga akan mengaktifkan gugus-gugus aktif yang ada. Tujuan dari aktivasi dalam penelitian ini adalah untuk melarutkan senyawa-senyawa dalam serat daun nanas yang dapat menghambat proses adsorpsi selulosa daun nanas.

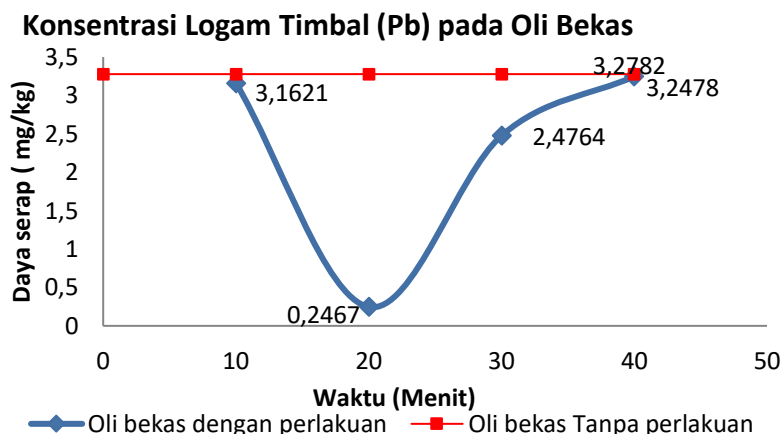
Pada penelitian ini, proses awal yang dilakukan ialah pengaktifan daun nanas secara kimia. Aktivator yang digunakan dalam penelitian ini ialah larutan NaOH dikarenakan menyatakan bahwa larutan NaOH merupakan larutan yang paling baik untuk menghilangkan senyawa lignin sekaligus mengekstraksi hemiselulosa.

Waktu aktivasi yang digunakan dalam penelitian ini 24 jam. Dimana waktu optimum daya serap meningkat karena keberadaan ligninnya lebih sedikit dibandingkan keberadaan lignin dalam serat daun nanas tanpa aktivasi.

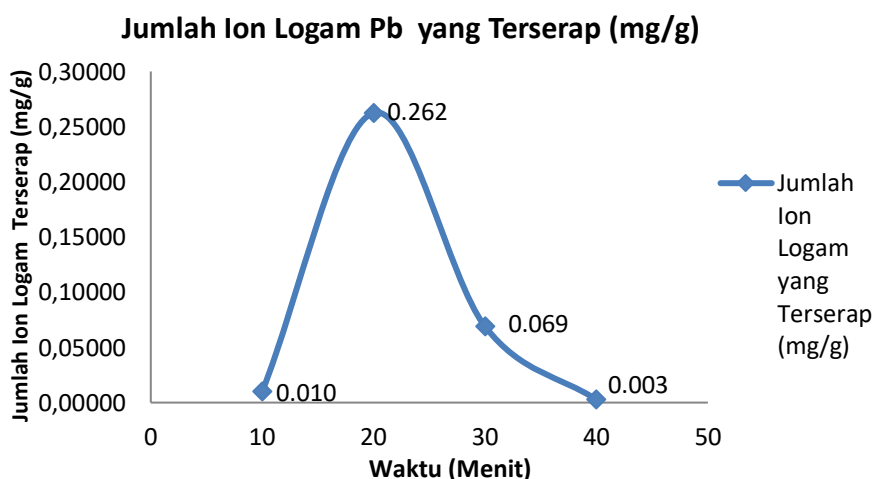
Pada proses adsorpsi ini menggunakan pengadukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* untuk mengontakkan antara oli bekas yang mengandung logam Pb (Timbal) dengan adsorben daun nanas. Pengadukan ini dilakukan dengan kecepatan sebesar 120 rpm.

Waktu kontak merupakan waktu yang diberikan selulosa daun nanas untuk menyerap logam timbal (Pb). Sebelum melakukan kontak antara daun nanas dengan oli bekas, terlebih dahulu sebelumnya di tentukan kondisi pH yaitu sebesar 4. Pada pengontakkan daun nanas dengan logam Pb terjadi ikatan ion logam. Interaksi antara gugus (–OH) pada selulosa daun nanas dengan ion logam Pb⁺ terjadi melalui mekanisme pembentukan ikatan ion yang terbentuk antara ion positif

dan ion negatif yang saing tarik menarik, dimana atom oksigen (O) pada gugus (–OH) mempunyai 2 pasangan elektron bebas bermuatan negatif, sedangkan ion logam Pb⁺ yang bermuatan positif mempunyai orbital d yang kosong. Pasangan elektron bebas tersebut akan menarik ion logam Pb, sehingga terbentuk suatu ikatan.



Gambar 1. Konsentrasi logam timbal (Pb) pada oli bekas



Gambar 2. Jumlah ion logam timbal (Pb) yang terserap pada oli bekas

Banyaknya jumlah ion logam yang diserap oleh adsorben dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Yalcinkaya dkk, 2001):

$$q = \frac{C_0 - C(V)}{W} \quad (1)$$

Keterangan :

- q = Jumlah ion logam teradsorpsi (mg/g)
- C₀ = Konsentrasi ion logam sebelum adsorpsi (mg/L)
- C = Konsentrasi ion logam setelah teradsorpsi (mg/L)
- V = Volume larutan ion logam (L)
- W = Berat adsorben (Daun nanas) (g)

Gambar 2. menunjukkan pada waktu 20 menit, terjadi peningkatan kadar logam Pb (timbal) yang terserap sehingga menunjukkan bahwa kemampuan daun nanas (*Ananas comosus*) mempunyai daya serap yang baik dalam menyerap logam Pb (timbal) karena jumlah ion logam yang terserap merupakan kondisi paling tinggi yaitu sebesar 0.262 mg/g sehingga termasuk waktu kontak yang optimum. Dimana kapasitas gugus aktif yang masih banyak membuat partikel-partikel yang ada pada oli bekas bersinggungan dengan partikel adsorben, sehingga kemampuan adsorben daun nanas (*Ananas comosus*) dalam menyerap logam Pb (timbal) juga akan meningkat.

Sebelum mencapai waktu 20 menit yaitu 10 menit dengan jumlah ion logam Pb yang terserap sebesar 0.010 mg/g, kemungkinan gugus aktif dari selulosa daun nanas belum mencapai kejenuhan, artinya waktu kontak yang digunakan belum cukup bagi adsorben untuk berinteraksi dengan logam Pb (timbal) dimana permukaan adsorben belum sepenuhnya terisi oleh adsorbat sehingga masih banyak gugus aktif yang belum digunakan untuk menyerap logam Pb (timbal). Saat melewati 20 menit yaitu 30 menit dan 40 menit, jumlah ion logam timbal (Pb) yang terserap oleh adsorben daun nanas (*Ananas comosus*) mengalami penurunan sebesar 0.069 mg/g dan 0.003 mg/g. Terjadinya penurunan menunjukkan kemampuan adsorben daun nanas (*Ananas comosus*) dalam menyerap logam Pb (timbal) dikarenakan logam tersebut terserap secara *reversibel* yang menyebabkan semakin lamanya waktu kontak akan menyebabkan terlepasnya kembali logam Pb (timbal) ke pada sampel oli bekas atau disebut sebagai desorpsi. Hal ini dikarenakan ion logam timbal Pb (timbal) yang terserap oleh gugus aktif (-OH) telah mencapai kondisi jenuh. Sehingga, menurunnya efisiensi adsorpsi disebabkan terjadinya proses desorpsi atau pelepasan kembali adsorbat selama pengadukan. Desorpsi terjadi akibat permukaan adsorben yang telah jenuh, dimana pada keadaan jenuh, laju adsorpsi menjadi berkurang sehingga waktu kontak tidak lagi berpengaruh dan daya serap mengalami kondisi yang menurun.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa waktu kontak adsorben daun nanas (*Ananas comosus*) yang optimum berpengaruh terhadap adsorpsi logam Pb (timbal) pada oli bekas dengan adsorpsi tertinggi pada waktu kontak 20 menit sebesar 0.262 mg/g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak dosen Politeknik ATI Makassar atas kesediaannya dan kesempatan dalam mengeksplorasi di Laboratorium Operasi Teknik Kimia khususnya dalam menyelesaikan penelitian ini serta kepada dosen pembimbing Politeknik ATI Makassar yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ginting, F.D. 2008. *Adsorpsi*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [2] Handayani, A.W. 2010. *Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai Adsorben Logam Berat Cd (II)*, Skripsi. Surakarta: Universitas Negeri Sebelas Maret.
- [3] Onggo, H. & Astuti, J.T. 2005. *Pengaruh Sodium Hidroksida dan Hidrogen Peroksida terhadap Rendemen dan Warna Pulp dari Serat Daun Nenas*. Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis: Jurnal Vol. 3 (1): 37-43.
- [4] Rincon, A.M., Vasquez, A.M. & Padilla, F.C. 2005. *Chemical composition and bioactive compounds of flour of orange (Citrus sinensis), tangerine (Citrus reticulata) and grapefruit (Citrus paradisi) peels cultivated in Venezuela*. Arch Latinoam Nutr 55(3):305–310 (in Spanish).
- [5] Yalcinkaya, Y., Arica, M.Y., Soysal, L., Denizli, A., Genc, O. & Bektas, S., 2001, *Cadmium and Mercury Uptake by Immobilized Pleurotus sapidus*, Turk J Chem, 26, pp. 441- 452.

PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK POLYPROPYLENE DALAM PEMBUATAN BAHAN BAKAR MINYAK

Syardah Ugra Al Adawiyah

Program Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar

syardah26@atim.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan plastik dan bahan-bahan yang terbuat dari plastik semakin meningkat seiring dengan berkembangnya kemajuan teknologi dan industri. Plastik merupakan polimer sintesis yang sulit terdegradasi di alam menjadikannya penyumbang limbah terbesar yang menyebabkan rusaknya keseimbangan alam. Sampah plastik yang paling banyak dijumpai adalah jenis *polypropylene*. Salah satu alternatif dalam mengatasi masalah sampah plastik yang telah dikembangkan adalah dengan mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak menggunakan metode pirolisis. Metode *Pirolisis* merupakan pemecahan rantai polimer menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui proses *thermal* (pemanasan) dengan tanpa maupun sedikit oksigen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa massa jenis minyak hasil pirolisis adalah 0,82 g/ml. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk membakar 20 gr kertas plastik 3,01 menit. Pemasakan air sebanyak 100 mL menggunakan bahan bakar minyak hasil pirolisis menghasilkan temperatur 67°C pada waktu pemasakan 5 menit.

Kata kunci: Plastik, *polypropylene*, *pirolisis*.

ABSTRACT

The use of plastics and materials made of plastic is increasing along with the development of technological and industrial advances. Plastics are synthetic polymers that are difficult to degrade in nature, making them the biggest contributor to waste that causes damage to the natural balance. The most common type of plastic waste is polypropylene. One alternative in overcoming the problem of plastic waste that has been developed is to convert plastic waste into fuel oil using the pyrolysis method. The pyrolysis method is the breakdown of polymer chains into simpler compounds through a thermal (heating) process with no or little oxygen. The results showed that the density of pyrolysis oil was 0.82 g / ml. While the time needed to burn 20 grams of plastic paper is 3.01 minutes. Boiling 100 mL of water using pyrolysis fuel oil yields a temperature of 67°C at the cooking time of 5 minutes.

Keywords: Plastics, *polypropylene*, *pyrolysis*.

PENDAHULUAN

Plastik adalah *makromolekul* yang dibentuk melalui proses polimerisasi. *Polimerisasi* adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (*monomer*) menjadi molekul besar (*makromolekul* atau *polimer*) melalui proses kimia. Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah karbon dan hydrogen (Surono, 2013). Plastik PP (*Polypropylene*) adalah polimer termoplastik yang terbuat dari kombinasi monomer propilena. Plastik PP pertama kali dipolimerisasi pada tahun 1951 oleh Paul Hogan dan Robert Banks yang kemudian disempurnakan pada tahun 1954 oleh Natta dan Rehn, ilmuwan asal Italia (Ida, Juli, & Yustika, 2015). PP memiliki sifat alot dan kaku sehingga memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap kelelahan, untuk alasan itu PP digunakan untuk aplikasi engsel (*hinge*) atau aplikasi lain yang memungkinkan penggunaan lipat dan tekuk dari sebuah aktivitas. Sehingga titik leleh PP terjadi pada suatu rentang tergantung bahan ataktik dan kristalinitasnya, sehingga titik lebur ditentukan dengan menentukan suhu tertinggi dari *scanning grafik diferensial kalorimetri*. *Sindiotaktik* PP dengan kristalinitas 30 % memiliki titik leleh 130 °C (266 °F), PP dengan isotaktik sempurna memiliki titik leleh 171 °C (340 °F), isotaktik PP komersial memiliki titik leleh yang berkisar 160-166 °C (320-331 °F) 130 °C (266 °F). Sedangkan suhu dibawah 0 °C, mengakibatkan PP

menjadi rapuh (Kaiser , 2011).

Pirolisis merupakan proses *thermal cracking* yaitu proses perekaan atau pemecahan rantai polimer menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui proses *thermal* (pemanasan/pembakaran) dengan tanpa maupun sedikit oksigen. *Pirolisis* merupakan proses *endothermic* artinya proses *pirolisis* hanya bisa terjadi ketika dalam sistem diberikan energi panas. Energi panas yang dibutuhkan pada proses ini dapat bersumber dari tenaga listrik maupun dari tungku pembakaran dengan bahan bakar berupa limbah kayu seperti potongan-potongan kayu, serbuk gergaji, dan lain-lain. Istilah lain dari *pirolisis* adalah "*destructive distillation*" atau destilasi kering, merupakan proses penguraian yang tidak teratur dari bahan-bahan organik yang disebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar (Wahyudi, Prayitno, & Astuti, 2018). Plastik yang mengalami proses *pirolisis* akan terdekomposisi menjadi material-material pada fase cair dalam bentuk minyak bakar, fase gas berupa campuran gas yang dapat terkondensasi maupun tidak dapat terkondensasi dan fase padat berupa residu maupun tar (Hamidi, Tebyanian, Massoudi, & Whitesides, 2013). Dibandingkan dengan bio-fuel seperti biodiesel maupun bioetanol, minyak hasil *pirolisis* plastik memiliki beberapa kelebihan. Minyak hasil pirolisis tidak mengandung air sehingga nilai kalorinya lebih besar. Selain itu, minyak hasil *pirolisis* tidak mengandung oksigen sehingga tidak menyebabkan korosi (Hidayah. N Syafarudin, 2018).

Bahan juga merupakan bahan yang dapat digunakan untuk menghasilkan energy kemudian menghasilkan kerja mekanik secara terkendali. Dengan kata lain adalah zat yang menghasilkan energi, terutama panas yang digunakan. Di tinjau dari sudut teknis dan ekonomis, bahan bakar di artikan sebagai bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan pembakaran tersebut dengan sendirinya disertai dengan pengeluaran kalor . (Pusita, 2013). Pada umumnya, suatu bahan bakar harus memiliki nilai densitas yang rendah agar mudah dialirkan dan diatomisasi. Putaran mesin yang cepat menuntut proses injeksi bahan bakar yang cepat pula (Prihandana R. d., 2006).

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Politeknik ATI Makassar.

Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan: Satu set *reaktor pirolisis* sederhana, timbangan digital, *stopwatch*, piknometer 25 ml, Termometer, gelas kimia 50 ml, pipet ukur 10 ml, tungku pembakaran , cawan, gegesir besi, kasa asbes, dan oven.

Bahan yang digunakan: Material plastik yang digunakan sebagai bahan baku dalam penelitian ini adalah plastik dari jenis *polypropylene* (PP) berupa gelas plastik yang digunakan sebagai kemasan air minum dalam kemasan (AMDK).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, waktu yang di butuhkan dalam menghasilkan bahan bakar hasil pirolisis plastik yaitu 60 menit dengan berat massa sampah plastik jenis PP sebanyak 500 gram dengan suhu antara 400-600°C hingga menghasilkan bahan bakar sebanyak 55 ml. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak massa sampel yang digunakan akan semakin lama pula waktu yang dibutuhkan dan semakin tinggi pula suhu yang digunakan untuk menghasilkan bahan bakar dari jenis plastik PP. sehingga dapat dilakukan pengujian selanjutnya pada perhitungan massa jenis dari bahan bakar minyak *pirolisis* ini. Dari proses pirolisis, suhu dan waktu adalah faktor yang sangat penting. Peran suhu pada proses pirolisis sangat mempengaruhi waktu dekomposisi termal, seiring waktu reaksi dan suhu dinaikkan, komposisi dari produk pirolisis berkembang menjadi komponen yang lebih stabil. Waktu kontak disebut waktu terakhir (waktu optimal) yaitu keadaan pada saat semua zat pada sampel sudah terdekomposisi. Pengaruh waktu terhadap minyak, pada berbagai suhu dapat memberikan ilustrasi mengenai langkah reaksi yang berperan. Seperti halnya pengaruh waktu, kenaikan suhu pirolisis juga menyebabkan bahan yang mudah menguap semakin besar, sehingga plastik yang terdekomposisi menyebabkan adanya kenaikan hasil minyak. Kenaikan itu, terjadi karena gerakan molekul-molekul zat bertambah

Adapun hasil perhitungan massa jenis yang telah dilakukan dengan menimbang minyak hasil pirolisis tersebut untuk mengetahui massa jenisnya . Massa jenis minyak hasil *pirolisis* plastik jenis PP sebesar 0,82 g/ml . Sedangkan pada proses lama pembakaran digunakan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk

membakar habis suatu benda, adapun benda yang digunakan pada penelitian ini menggunakan kertas sebanyak 20 gr. Waktu yang diperlukan dalam membakar habis kertas tersebut adalah 3,01 menit..

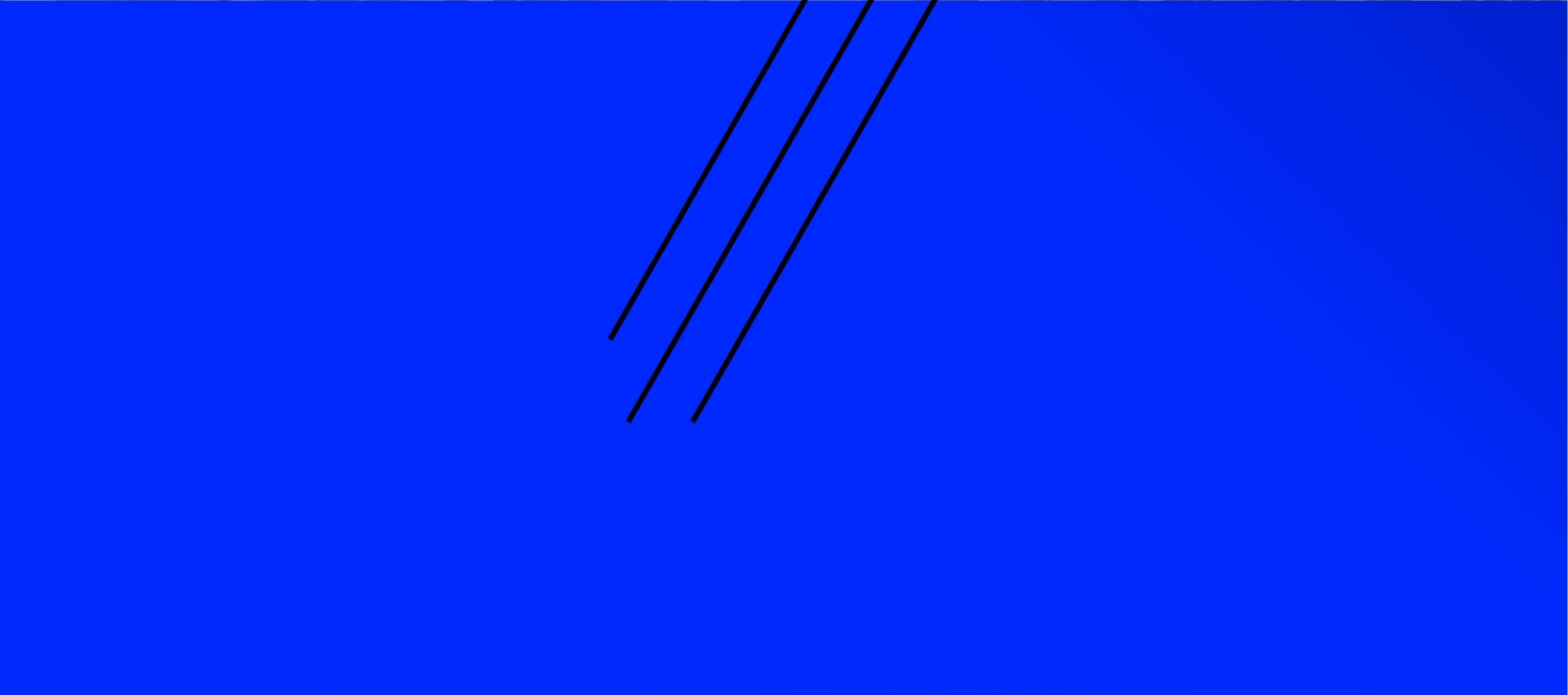
Pada penelitian ini, dari bahan bakar minyak hasil *pirolisis* plastik diuji dengan menggunakannya sebagai bahan bakar untuk memanaskan air sehingga dapat diketahui besarnya temperatur air. Pemasakan air sebanyak 100 mL menggunakan bahan bakar minyak hasil pirolisis menghasilkan temperatur 67°C pada waktu pemasakan 5 menit.

KESIMPULAN

Plastik jenis *polypropylene* dapat digunakan sebagai alternatif dalam memberoleh bahan bakar minyak melalui proses pirolisis. Metode Pirolisis merupakan pemecahan rantai polimer menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui proses *thermal* (pemanasan) dengan tanpa maupun sedikit oksigen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa massa jenis minyak hasil pirolisis adalah 0,82 g/ml. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk membakar 20 gr kertas plastik 3,01 menit. Pemasakan air sebanyak 100 mL menggunakan bahan bakar minyak hasil pirolisis menghasilkan temperatur 67°C pada waktu pemasakan 5 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ida, S., Juli, C., & Yustika, G. (2015). Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP (polypropylene) Sebagai Material Pada Tas Laundry. *e-roceeding of Art & Design: Vol.4*, 3.
- [2] Hamidi, N., Tebyanian, F., Massoudi, R., & Whitesides, L. (2013). Pyrolysis of Household Plastic Wastes. *British journal of Applied Science & Technology*, 3(3), 417-439.
- [3] Hidayah. N Syafarudin. (2018). *A Review on Landfill Management in the Utilization of Plastic Waste as an Alternative Fuel*. Semarang:: Universitas Diponegoro 15-16 Agustus 2017.
- [4] Prihandana, R. d. (2006). Menghasilkan Biodisel Murah. In *Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Jakarta: Agromrdia Pustaka.
- [5] Pusita. (2013). *Informasi Energi Indonesia*. Jatim: Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UPN Veteran.
- [6] Surono, U. B. (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*, 3(1), 32-40.
- [7] Wahyudi, J., Prayitno, H. T., & Astuti, A. D. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Litbang Vol. XIV*, 1.



POLITEKNIK ATI MAKASSAR

Jl. Sunu No. 220, Kel. Suangga, Kec. Tallo, Makassar
Telp. 0411 - **449609**, Fax: 0411 - **449867**



Website
www.atim.ac.id



Facebook
Politeknik ATI Makassar



Instagram
[@politeknikati_makassar](https://www.instagram.com/politeknikati_makassar)



Email
humas@atim.ac.id

