

Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi Penginderaan Jauh di Wilayah Pesisir Untia Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan

(Coastline Analysis Using Remote Sensing Applications in Untia Coastal Areas Makassar City South Sulawesi Province)

Danial^{1✉}, Asmidar¹, Syahrul¹, Hamsiah¹, dan Nining W. Ningsih²

¹ Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Sulawesi Selatan, 90231 Indonesia. Email : danial.danial@umi.ac.id; asmidar.darwis@gmail.com; syahruld@umi.ac.id; hamsiah.hamsiah@umi.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Magister Manajemen Pesisir dan Teknologi Kelautan, Program Pascasarjana Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Sulawesi Selatan, 90231 Indonesia., Indonesia, Email : ningsihwahyu260@gmail.com

Info Article:

Diterima: 14 Oktober 2021
Disetujui: 15 Oktober 2021
Dipublikasi: 15 Oktober 2021

Article type :

Review Article
Common Serv. Article
✓ Research Article

Keyword:

Coastline, Remote Sensing, Makassar City

Korespondensi:

DANIAL
Universitas Muslim Indonesia
Makassar - Indonesia

Email: danial.danial@umi.ac.id



Copyright© Oktober
2021 AGRIKAN

Abstrak. Pantai adalah sebuah bentuk geografis yang berada di daerah pesisir laut, daerah pantai menjadi batas antara daratan dan perairan laut. Panjang garis pantai diukur dari seluruh pantai yang merupakan daerah teritorial suatu negara. Penginderaan jauh merupakan teknologi yang cepat dan efisien untuk melihat perubahan garis pantai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai, serta untuk mengetahui sejauh mana perubahan garis pantai berdasarkan data lima tahun terakhir, menggunakan Citra Satelit Landsat 8 dari tahun 2013 sampai 2017. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2017 sampai dengan Mei 2018, Lokasi penelitian dilakukan di Kelurahan Untia Kota Makassar Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan analisis penginderaan jauh dengan metode kausal komparatif yaitu suatu metode perbandingan citra multitemporal untuk melihat perubahan yang terjadi, yang dibagi menjadi tiga tahap: pengolahan citra, survey lapangan dan pengadaan data sekunder, serta pengolahan data lanjutan. Melalui pemrosesan tumpang tindih peta garis pantai juga dapat diperoleh dari perubahan garis pantai selama 5 tahun terakhir. Tahun 2013-2014 terjadi reklamasi seluas 0,22 ha, Tahun 2014-2015 terjadi abrasi seluas 0,46 ha, dan adanya penambahan mangrove seluas 1,07 ha di pesisir kelurahan Untia. Tahun 2015-2016 terjadi reklamasi kembali dengan luas 0,9 ha, penambahan luasan mangrove 2,84 ha dan abrasi 0,02 ha. Dan pada tahun 2016-2017 terjadi perubahan luasan area yang disebabkan adanya reklamasi mencapai 9,79 ha. Besar luasan perubahan garis pantai di Kelurahan Untia Kecamatan Biringkanaya sebesar 15,3 ha.

Abstract. The beach is a geographical form located in the coastal area of the sea, the coastal area is the boundary between the land and sea waters. The coastline length is measured from the entire coast which is the territorial area of a country. Remote sensing is a fast and efficient technology to see changes in shoreline. This study aims to analyze changes in the coastline, and to determine the extent of changes in coastline based on the data of the last five years, using Landsat 8 Satellite Imagery from 2013 to 2017. The study was conducted in December 2017 to May 2018, the location of the study was conducted in Untia Village, Makassar City, South Sulawesi. This research was conducted with a remote sensing analysis approach with a comparative causal method, namely a multitemporal image comparison method to see the changes that occur, which are divided into three stages: image processing, field surveys and secondary data procurement, as well as advanced data processing. Through processing overlapping coastline maps can also be obtained from changes in coastline over the past 5 years. In 2013-2014 there was reclamation of 0.22 ha, in 2014-2015 there was an abrasion of 0.46 ha, and the addition of mangroves covering 1.07 ha in the coastal area of Untia. In 2015-2016 there was reclamation with an area of 0.9 ha, the addition of mangrove area of 2.84 ha and abrasion of 0.02 ha. And in 2016-2017 there was a change in the area due to reclamation reaching 9.79 ha. The extent of the change in coastline in the Untia Village, Biringkanaya District is 15.3 ha.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara Kepulauan dengan jumlah pulau yang mencapai 17.480 dan panjang garis pantai kurang lebih 95.181 Km (PBB, 2008). Keadaan ini menyebabkan kawasan pesisir menjadi andalan sumber pendapatan masyarakat Indonesia. Secara umum wilayah pesisir dapat di definisikan sebagai wilayah pertemuan antara ekosistem darat dan ekosistem laut yang saling

bertemu dalam suatu keseimbangan yang rentan (Beatly, et al., 2002).

Pantai adalah sebuah bentuk geografis terdiri dari pasir dan lumpur, yang berada di daerah pesisir laut, daerah pantai menjadi batas antara daratan dan perairan laut. Panjang garis pantai diukur dari seluruh pantai yang merupakan daerah teritorial suatu negara. Manfaat pantai bagi kehidupan, terutama di daerah tropis adalah sebagai areal tambak, daerah pasang surut,

wilayah perkebunan, objek pariwisata, dan sebagai daerah pengembangan industri (Danial, *et al.*, 2013). Penginderaan jauh merupakan teknologi yang cepat dan efisien untuk melihat perubahan garis pantai, kebanyakan daerah sulit dijangkau, pengukuran lapangan sulit dilakukan dan biaya yang mahal. Hal ini didukung oleh banyaknya aplikasi penginderaan jauh untuk studi perubahan garis pantai yang berhasil dilakukan khususnya untuk inventarisasi sumberdaya dan deteksi perubahan garis pantai (Lee, 1998).

Salah satu kota yang terletak di Kawasan Timur Indonesia adalah Kota Makassar yang melakukan pembangunan di sekitar pesisir pantai dengan cara melakukan reklamasi pantai. Penentuan perubahan luas dan panjang garis pantai kawasan pesisir Kelurahan Untia perlu dilakukan agar data-data yang diperoleh bisa menjadi acuan dalam merehabilitasi kawasan pesisir (Danial *et al.*, 2018). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memantau luas dan

panjang garis pantai yang ada di kawasan pesisir kelurahan Untia Kota Makassar.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai, serta untuk mengetahui sejauh mana perubahan garis pantai berdasarkan data lima tahun terakhir, menggunakan Citra Satelit Landsat 8 dari tahun 2013 sampai 2017.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2017 sampai dengan Mei 2018. Jangka waktu tersebut meliputi studi literatur, pengolahan citra, pengambilan data lapangan, analisa data, serta penulisan laporan akhir. Lokasi penelitian dilakukan di Kelurahan Untia Kota Makassar Sulawesi Selatan (Gambar 1).

Proses pengambilan data dan pengolahan citra pada penelitian ini dengan menggunakan beberapa alat dan bahan. Jenis alat dan bahan beserta kegunaannya di sajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Kelurahan Untia Kota Makassar

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat	Kegunaan
1	GPS (Global Positioning System)	Penentuan posisi stasiun pengamatan
2	Sedimen Trap	Pengambilan sample sedimen
3	Kamera	Dokumentasi
Peralatan Laboratorium		
1	Sieve net	Ayakan sedimen
2	Timbangan digital sartorius	Menimbang hasil ayakan
3	Cawan petri	Tempat sedimen yang dikeringkan
4	Baskom	Tempat pembersih sedimen
Bahan		
1	Komputer / Laptop	Untuk mengolah data citra satelit.
2	Citra Satelit Landsat 8 (2013-2017)	Data citra
3	Printer	Mencetak laporan

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan analisis penginderaan jauh dengan metode kausal komparatif yaitu suatu metode perbandingan citra multitemporal untuk melihat perubahan yang terjadi, yang dibagi menjadi tiga tahap: pengolahan citra awal, survey lapangan dan pengadaan data sekunder, serta pengolahan data lanjutan.

2.2. Analisis Data

2.2.1. Pengolahan Citra

Karena data penginderaan jauh berupa data digital maka penggunaan data memerlukan suatu perangkat keras dan lunak khusus untuk pemrosesannya. Komputer PC dan berbagai software seperti, ArcGIS dan sebagainya dapat dipergunakan sebagai pilihan. Untuk keperluan analisis dan interpretasi dapat dilakukan dengan dua cara: 1) Pemrosesan dan analisis digital, serta 2) Analisis dan interpretasi visual.

Kedua metode ini mempunyai keunggulan dan kekurangan, setidaknya kedua metode dipergunakan bersama-sama untuk saling melengkapi. Pemrosesan digital berfungsi untuk membaca data, menampilkan data, memodifikasi dan memproses, ekstraksi data secara otomatis, menyimpan, mendesain format peta dan mencetak. Sedangkan analisis dan interpretasi visual dipergunakan apabila pemrosesan data secara digital tidak dapat dilakukan dan kurang berfungsi baik. Pemrosesan data secara digital dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) yang khusus dibuat untuk keperluan tersebut. Koreksi geometrik citra dilakukan dengan rektifikasi citra berdasar acuan skala 1:25.000.

2.2.2. Digitasi garis pantai

Setelah citra terkoreksi multi temporal, selanjutnya proses digitasi pada layar monitor. Digitasi dimaksudkan untuk mengubah format data raster ke format data vektor, objeknya adalah garis pantai. proses selanjutnya adalah menggabungkan dengan cara tumpang susun keempat garis pantai tersebut dengan menganalisis perubahan garis pantai Tahun 2013 sampai dengan Tahun 2017.

2.2.3. Analisis data

a. Analisis Perubahan Garis Pantai Tahun 2013–2017, dengan prosedur kerja sebagai berikut: 1) menentukan dimana saja terjadi perubahan garis pantai dan; 2) menjelaskan penyebab terjadinya perubahan garis pantai

2.2.4. Analisis Perubahan Penutupan Lahan

Analisis Perubahan Penutupan Lahan yang dijadikan sampel dalam penelitian ini yaitu pemukiman, sungai dan hutan (mangrove).

2.2.5. Validasi data training dengan objek sebenarnya.

Validasi data merupakan cara untuk mengetahui akurasi citra dalam mengelompokkan obyek yang teridentifikasi sebagai jenis penutupan lahan. Prosedur melakukan validasi data *training* adalah sebagai berikut:

1. Mencatat koordinat-koordinat lokasi yang diidentifikasi oleh citra sebagai pemukiman, dan hutan (mangrove).
2. Mengecek lokasi yang diidentifikasi oleh citra sebagai pemukiman, dan hutan (mangrove).
3. Mencatat jumlah lokasi yang diidentifikasi sebagai pemukiman, dan hutan (mangrove).
4. Menghitung tingkat akurasi. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:
 - a. Prosedur menghitung *User Accuracy*

$$\frac{z}{n_{fakta}} \times 100 \% = nr^2$$

Keterangan:

n_{fakta} = Jumlah kordinat validasi

z = Jumlah koordinat yang terbukti pada validasi

- b. Prosedur menghitung Overall Accuracy

$$\frac{x}{n} \times 100\% nr^2$$

Keterangan:

n = Jumlah sampel matriks

x = Jumlah diagonal matriks

2.2.6. Pengukuran Tinggi dan Periode Gelombang

Parameter gelombang yang di ukur adalah tinggi dan arah datangnya gelombang. Tinggi gelombang terukur adalah selisih antara puncak dan lembah gelombang pada tiang berskala. Pembacaan dilakukan masing-masing sebanyak 30 kali puncak dan lembah. Arah datangnya gelombang ditentukan dengan menggunakan kompas. Data yang diukur adalah tinggi gelombang, periode gelombang.

2.2.7. Pengukuran Arah dan Kecepatan Arus

Pengukuran kecepatan arus dilakukan dengan menggunakan layangan arus. Dengan melihat arah pergerakan layangan arus dipermukaan laut dengan menggunakan kompas,

selisih waktu pada saat pelepasan alat dan saat tali tegang dihitung dengan stopwatch.

2.2.8. Analisis data sedimen

Pengukuran dan perhitungan sedimentasi ini digunakan rumus yang dikemukakan oleh (Horikawa, 1984):

$$Q_{ts} = \sqrt{(Q_u - Q_s)^2} + \sqrt{Q_t - Q_b^2}$$

Dimana: Q_{ts} = Transportasi sedimen,
 Q_t = Transportasi timur,
 Q_u = Transportasi utara, Q_b =
 Transportasi barat, Q_s = Transportasi
 selatan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kelurahan Untia memiliki luas wilayah kurang lebih 256,8 ha, yang terletak di daerah pesisir yang di kembangkan menjadi taman ekowisata mangrove. Kelurahan Untia secara administratif terletak di Kecamatan Biringkanaya dengan wilayahnya sebagian besar merupakan persawahan dan area tambak. Posisi geografis kantor kelurahan terletak di 5°4'28"S (Lintang Selatan) dan 119°28'56"E (Bujur Timur) dengan batas-batas wilayah:

1. Sebelah Utara : Kecamatan Marusu (Kabupaten Maros)
2. Sebelah Timur : Kelurahan Bulurokeng (Kecamatan Biringkanaya)
3. Sebelah Selatan : Kelurahan Bira (Kecamatan Tamalanrea)
4. Sebelah Barat : Selat Makassar

Panjang garis pantai Untia kurang lebih 3 Km, kawasan perairannya di batasi oleh tumbuhan mangrove yang telah mengalami penambahan luasan area. Kawasan Perairan kelurahan ini tertutupi oleh hamparan lumpur yang berasal dari sungai Jeneberang, Sungai Kuri, dan Sungai Tallo. Terdapat jembatan (*trestle approach*) untuk menghubungkan daratan ke Pelabuhan Perikanan Nusantara Untia, yang sebelumnya merupakan daratan Pulau Lakkang.

Jalan menuju Kelurahan Untia cukup jauh yaitu dapat di tempuh kurang lebih 20 Km dari pusat Kota Makassar, sedangkan ke arah Bandara Sultan Hasanuddin hanya berjarak kurang lebih 4 km. Untia sendiri merupakan salah satu tempat ekowisata mangrove yang baik yang ada di wilayah Kota Makassar dan saat ini telah memiliki Pelabuhan Perikanan Nusantara atau dikenal dengan Pelabuhan Perikanan tipe B yang akan dijadikan sebagai pusat industri perikanan dimasa yang akan datang.

Sarana dan Prasarana Pendidikan Terdapat 5 unit sekolah di Kelurahan Untia yaitu 1 unit sekolah dasar, 2 sekolah menengah kejuruan, dan 1 Sekolah Tinggi Pelayaran, hal ini menjadi salah satu daya tarik masyarakat dalam menempuh pendidikan, sehingga pendidikan anak dapat terpenuhi. Adapun bangunan bidang Perekonomian yaitu, 30 buah UMKM, 2 buah industri rumah tangga, 3 buah industri menengah, 1 buah koperasi. Selain itu, terdapat 2 unit perkantoran, 1 unit tempat ibadah, dan 3 buah gudang industri.

3.2. Pengolahan Citra Landsat 8

Data yang diperoleh dari hasil pengolahan citra dan data sekunder disajikan ke dalam bentuk peta, gambar, dan tabel yang sesuai dengan tujuan penelitian. Melalui pemrosesan tumpang tindih peta garis pantai juga dapat diperoleh dari perubahan garis pantai 5 tahun terakhir yaitu tahun 2013 sampai 2017. Perubahan luasan area kemudian dianalisis dan diuraikan dengan mengaitkan data parameter oseanografis dan data sekunder lainnya. Hasil interpretasi garis pantai dari tahun 2013 sampai 2017 di *overlay* untuk mendapatkan peta perubahan garis pantai.

Pemotongan citra dilakukan untuk memfokuskan pada wilayah yang akan dianalisis. Pemotongan citra ini dilakukan dengan cara memotong (*cropping*) citra landsat 7 ETM+ dengan bantuan peta digital administrasi wilayah Kota Makassar yang akan dianalisis. Proses ini dilakukan menggunakan *Software ArcMap 10* dengan melakukan *overlay* antara peta citra terkoreksi dengan peta digital batas administrasi yang sudah dibuat dengan *area of interest* kemudian dilakukan pemotongan citra sehingga didapatkan peta citra wilayah penelitian.

Penyusunan citra komposit dilakukan untuk mempermudah mengenali objek-objek yang diinterpretasi. Peneliti menggunakan komposit 654 sebagai vegetasi umum untuk Landsat 8 karena band 6 dengan panjang gelombang 1,57-165 (inframerah), mudah untuk membatasi kadar air tanah dan vegetasi yang menembus awan tipis ke daratan, band 5 dengan panjang gelombang 0,85-0,88 (inframerah) mudah untuk melihat daerah yang banyak kandungan biomassa dan garis pantai sedangkan band 4 dengan panjang gelombang 0,64-0,67 (merah) dimanfaatkan sebagai vegetasi. Berikut hasil komposit citra landsat 8 dari tahun 2013-2017 dengan kombinasi band 654 disajikan pada Gambar 5.

3.4. Peta Perubahan Garis Pantai

Pemetaan perubahan garis pantai dan luas wilayah pesisir pantai Kota Makassar dilakukan dengan menggunakan citra penginderaan jauh. Berdasarkan hasil pengamatan garis pantai tahun 2013-2017 di tumpang susun dengan hasil analisis

digitasi garis pantai dari Citra Landsat 8 ditemukan ada beberapa lokasi yang terjadi abrasi dan akresi. Hasil interpretasi menunjukkan terjadi perubahan garis pantai sepanjang tahun 2013 sampai dengan tahun 2017.



Peta Komposit Citra Tahun 2013



Peta Komposit Citra Tahun 2014



Peta Komposit Citra Tahun 2015



Peta Komposit Citra Tahun 2016



Peta Komposit Citra Tahun 2017

Gambar 5. Peta Komposit Citra Tahun 2013 sampai Tahun 2017

Tahun 2013-2014 hanya terjadi reklamasi seluas 0,22 Ha. Perubahan yang paling signifikan terjadi pada tahun 2014-2015 yang disebabkan oleh abrasi seluas 0,46 Ha, aktivitas manusia seperti reklamasi mencapai 9,79 Ha dan adanya penambahan mangrove seluas 1,07 Ha di pesisir kelurahan Untia. Tahun 2015-2016 terjadi reklamasi kembali dengan luas 0,9 Ha, penambahan mangrove 2,84 Ha dan abrasi 0,02 Ha.

Tahun 2016-2017 hasil interpretasi citra menyatakan tidak adanya perubahan luasan yang terjadi di sepanjang kelurahan Untia. Adapun peta perubahan garis pantai di sajikan pada Gambar 6.

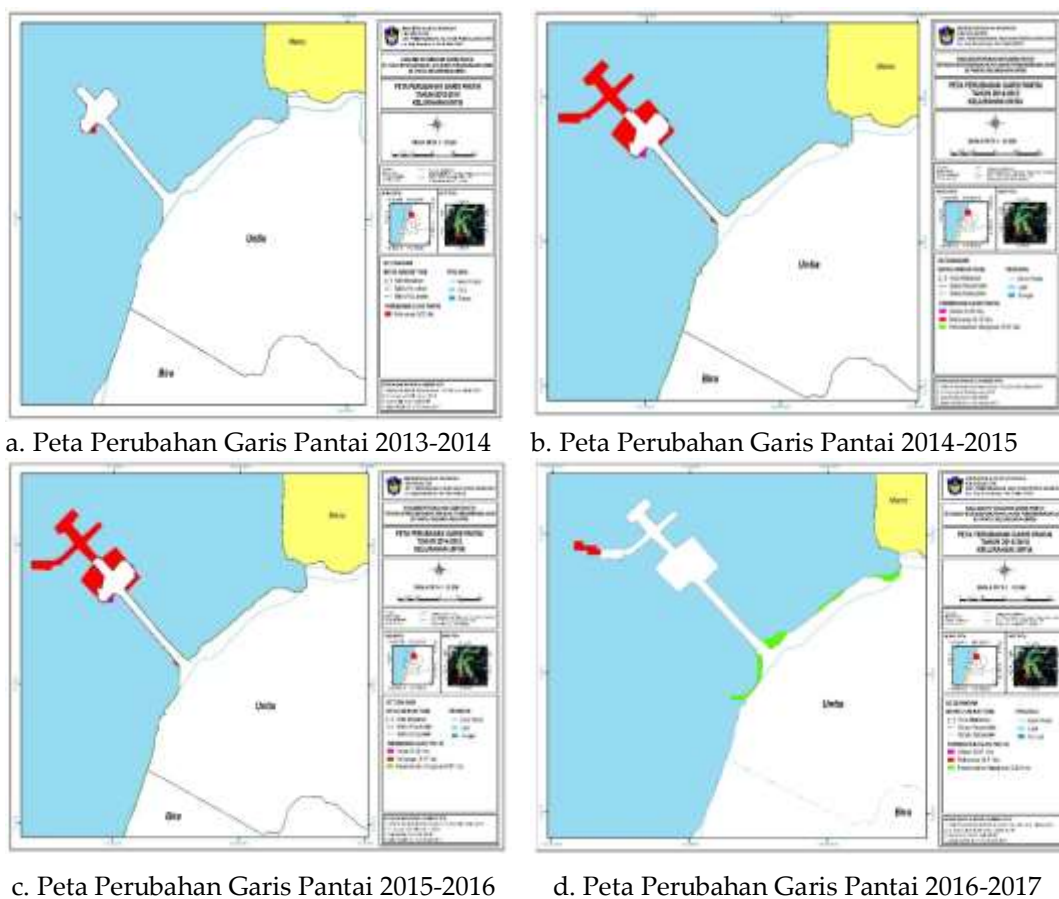
3.5. Kondisi Fisika Oseanografi

Gelombang laut dapat ditinjau sebagai deretan dari pulsa-pulsa yang berurutan yang

terlihat sebagai perubahan ketinggian permukaan air laut, yaitu dari suatu elevasi maksimum (puncak) ke elevasi minimum. Berdasarkan hasil pengukuran gelombang yang mewakili areal pengamatan dilapangan didapatkan bahwa tinggi gelombang rata-rata 31 cm. Gelombang yang terjadi pada lokasi penelitian disebabkan beberapa faktor, diantaranya terjadi karena pasang surut, tiupan angin dipermukaan laut, dan gelombang terjadi karena pergerakan kapal.

Pengukuran arus dilakukan pada saat jam 12.00 siang sampai 16.00 sore, dimana pada waktu tersebut air laut mulai surut. Berdasarkan hasil pengukuran arus diperoleh rata-rata kecepatan arus 0.816 cm/detik. Data tersebut menunjukkan bahwa kecepatan arus pada daerah penelitian relatif cepat. Berdasarkan hasil pengamatan

sedimen didapatkan bahwa jenis tekstur didominasi oleh liat dengan persentase 55,55%, pasir dengan presentase 10,24% serta debu dengan presentase 34,232%. Stasiun dua didominasi oleh debu dengan presentase 43,36% kemudian selebihnya liat dengan presentase 35,84% dan pasir 20,85%. Stasiun tiga yang berlokasi di Sungai Jeneberang didominasi oleh pasir dengan kisaran presentase 78,05%, selebihnya liat 5,27 % dan 4,67% debu. Hal ini menunjukkan pengaruh lautan sangat dominan pada perairan sekitar Sungai Jeneberang, khususnya pada perairan kawasan hilir yaitu pada stasiun tiga. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Nybakken (1992) menyatakan bahwa perairan yang berarus kuat umumnya memiliki tekstur sedimen pasir.



Gambar 6. Peta Perubahan Garis Pantai dari Tahun 2013 sampai 2017

IV. PENUTUP

Tahun 2013-2014 terjadi reklamasi seluas 0,22 Ha, Tahun 2014-2015 terjadi abrasi seluas 0,46 ha, Tahun 2015-2016 ada reklamasi kembali dengan luas 0,9 Ha, penambahan mangrove 2,84 Ha dan abrasi 0,02 Ha. Dan pada tahun 2016-2017

hasil interpretasi citra menyatakan tidak adanya perubahan luasan yang terjadi di sepanjang kelurahan Untia. Berdasarkan aktivitas manusia seperti reklamasi mencapai 9,79 Ha, sehingga luas perubahan garis pantai di Kelurahan Untia Kecamatan Biringkanaya sebesar 15.3 Ha.

REFERENSI

- Agus Supriyatno, 2003. *Analisis Abrasi Pantai dan Alternatif Penanggulangannya di Perairan Pesisir Perbatasan Kabupaten Kendal Kota Semarang*. Tesis Program Magister Ilmu Lingkungan Undip. Semarang.
- Arifin, B. 2008. *Karakteristik Sedimen Ditinjau dari Aktivitas Antropogenik di Perairan Dumai*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau Pekanbaru, 70 halaman (skripsi).
- Arsyad, 2010. *edisi kedua : Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Arif Prasetyo, 2011. *Modul Dasar ArcGIS 10 "Aplikasi Pengelolaan Sumberdaya Alam"*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Dahuri, J, Rais. S.P, Ginting. M.J, Sitepu. 2001. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir Dan Lautan Secara Terpadu*. Pradnya Paramitha Jakarta. Indonesia.
- Danial, Kamaruzaman Jusoff, Asmidar, Hamsiah and Citra Yurnidar Syah, 2013. *Analysis of Coastline Changes Using Satellite Image Data at Tanjung Bunga Makassar, South Sulawesi*. Vol 26: (37-41).
- Danial, Hamsiah, Syahrul, Sukmawati, Muhammad Yusuf, 2018. *A Model of Fish Marketing at Paotere Fishing Port for Increasing Fisherman's Income*. Vol 08(04): 20013-20018.
- Hutabarat, Sahala dan Stewart M. Evans. 2014. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press)
- Lillesland, Thomas. M dan Ralph W. Kiefer. 2007. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta. University Gadjah Mada.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Biologis*. PT Gramedia.
- Oktovianus S. Gainau, 2011. *Analisa Penginderaan Jarak Jauh Untuk Mengidentifikasi Perubahan Garis Pantai Di Pantai Timur Surabaya*. Fakultas Tekno- logi Kelautan. Surabaya.
- Pahlevi, A. M. 2009. *Analisis Sedimentasi di Muara Kali Porong Akibat Pembuangan Lumpur Lapindo Menggunakan Data Citra Satelit ASTER*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Geomatika. FTSP-ITS. Surabaya.
- Purwadhi, Sri Hadiyanti. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Grasindo. Jakarta. Selley, R.C. 1988. *Applied Sedimentology*. Academic Press. San Diego. 446 hlm.
- Sutanto. 1979. *Pengetahuan Dasar Interpretasi Citra*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.