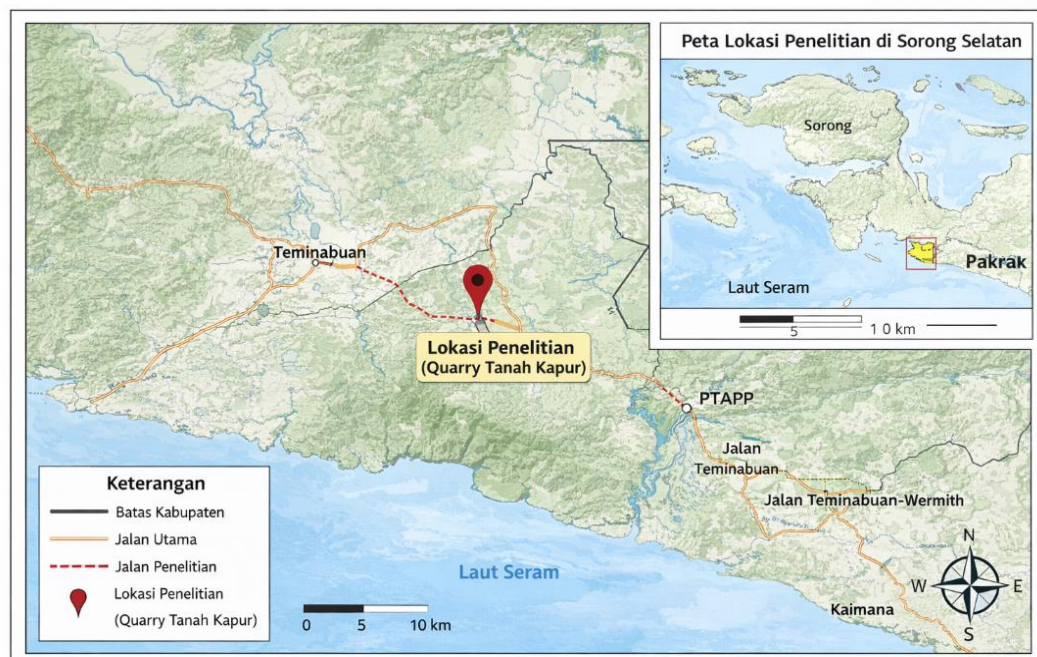


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium, yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara memberikan perlakuan tertentu terhadap sampel tanah kapur lokal dengan penambahan semen, kemudian dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanisnya, pendekatan yang digunakan adalah metode kuantitatif.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Pengambilan Sampel tanah kapur di daerah Batas Sorong Selatan - Kambuaya, Provinsi Papua Barat Daya.

2. Tempat pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah dan Bahan Konstruksi, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Papua Barat - Papua Barat Daya.
3. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2025 hingga selesai bulan Nopember 2025.



Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Material (Quary)

3.3 Gambaran Umum Lokasi Penelitian Tanah Kapur di Sorong Selatan

3.3.1 Letak Geografis Kabupaten Sorong Selatan

Kabupaten Sorong Selatan merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Papua Barat Daya yang berada pada bagian barat Pulau Papua. secara geografis wilayah ini terletak pada kisaran koordinat **Lintang** 1°–2° LS, **Bujur:** 131°–133° BT, Kabupaten ini berbatasan dengan Utara: Kabupaten Sorong dan Tambrau, Selatan : Laut Seram, Timur: Kabupaten Maybrat. Barat : Kabupaten Raja Ampat dan Distrik Salawati Ibu kota kabupaten adalah Teminabuan, yang menjadi pusat aktivitas pemerintahan dan transportasi

darat.

3.3.2 Kondisi Topografi dan Morfologi Wilayah

Sorong Selatan memiliki variasi morfologi yang cukup kompleks, terdiri atas dataran rendah pesisir, kawasan rawa dan alluvia, perbukitan hingga daerah karst (kapur). Daerah karst atau tanah kapur umumnya dijumpai pada bagian tertentu wilayah perbukitan, yang dicirikan oleh singkapan batu gamping (limestone), tanah berwarna putih keabu-abuan, struktur tanah granular dan rapuh bila kering, Kondisi ini sangat mempengaruhi karakteristik tanah dasar untuk konstruksi jalan.

3.3.3 Kondisi Geologi Tanah Kapur di Sorong Selatan

Secara geologi regional, wilayah Sorong Selatan tersusun oleh beberapa formasi batuan, salah satunya adalah batuan sedimen karbonat (batu gamping/limestone), Tanah kapur berasal dari proses pelapukan batuan gamping yang kaya kandungan **CaCO₃ (kalsium karbonat)**.

Karakteristik umum tanah kapur hasil pelapukan adalah kadar plastisitas rendah sampai sedang, mudah mengalami disintegrasi saat terkena air, memiliki porositas relatif tinggi, daya dukung asli cenderung rendah jika belum distabilisasi. Tanah jenis ini memerlukan stabilisasi agar dapat digunakan sebagai material konstruksi perkerasan jalan.

3.3.4 Kondisi Iklim dan Curah Hujan

Sorong Selatan beriklim tropis basah dengan curah hujan tinggi sepanjang tahun. Kondisi ini menyebabkan tanah kapur berpotensi mengalami penurunan kekuatan saat jenuh air, erosi permukaan, perubahan volume dan struktur, Oleh karena itu, penggunaan soil cement

pada tanah kapur sangat relevan untuk meningkatkan stabilitas lapisan pondasi jalan.

3.4 Potensi Material Tanah Kapur Dilokasi Penelitian

Wilayah penelitian di Sorong Selatan memiliki ketersediaan deposit tanah kapur yang cukup melimpah dan tersebar merata pada beberapa titik quarry di daerah Kambuaya dengan jumlah potensi tanah kapur $\pm 19.200.000.000 \text{ m}^3$. Keberadaan material karbonat ini secara geologis berasal dari pelapukan batuan gamping (limestone) yang membentuk lapisan tanah berwarna putih keabu-abuan dengan ketebalan yang relatif signifikan. Kondisi ini menunjukkan potensi sumber daya lokal yang besar untuk dimanfaatkan sebagai material konstruksi jalan.

Dari aspek ketersediaan sumber daya, deposit tanah kapur yang melimpah memberikan keuntungan strategis dalam pembangunan infrastruktur jalan, khususnya di daerah yang mengalami keterbatasan agregat berkualitas. Pemanfaatan material lokal yang tersedia dalam jumlah besar dapat mengurangi biaya transportasi, meningkatkan efisiensi proyek, serta mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan.

Namun demikian, secara teknis tanah kapur alami umumnya memiliki daya dukung yang belum memenuhi persyaratan sebagai lapis pondasi jalan tanpa perlakuan khusus. Karakteristik granular non plastis dengan struktur berpori menyebabkan material ini memerlukan proses stabilisasi, seperti penambahan semen (soil-cement), untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitasnya.

Dengan demikian, keberadaan deposit tanah kapur yang melimpah di wilayah penelitian menjadi dasar penting dalam pengembangan alternatif material lapis pondasi jalan berbasis sumber daya lokal.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji/sample dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium. Untuk beberapa hal pada pengujian bahan, digunakan data sekunder yang dikarenakan penggunaan bahan dan sumber yang sama. Adapun jenis data pada penelitian ini dikelompokkan menjadi 2, yaitu data primer dan data sekunder.

3.5.1 Data Primer

Data primer merupakan data utama yang diperoleh secara kegiatan penelitian lapangan dan pengujian langsung dari laboratorium. pada penelitian stabilisasi tanah kapur menggunakan semen. Data primer mencakup pengambilan sampel tanah, pembuatan campuran soil-cement, serta pengujian sifat fisik dan mekanik material.

Pengambilan Sampel Tanah Kapur (Sampling Lapangan), pengumpulan data primer diawali dengan kegiatan pengambilan material tanah kapur dari lokasi quarry di wilayah **Kabupaten Sorong Selatan - Kambuaya**. Tahapan teknisnya meliputi:

1. Survei lokasi quarry

Menentukan titik pengambilan sampel yang mewakili kondisi Tanah kapur setempat, Identifikasi kondisi geologi dan keseragaman material.

2. Pengambilan sampel tanah terganggu (disturbed sample)

Tanah diambil pada kedalaman tertentu ($\pm 0,5-1,0$ m) untuk menghindari lapisan organik permukaan, Pengambilan dilakukan menggunakan cangkul atau alat manual dan dimasukkan ke dalam karung/plastik kedap.

3. Pengemasan dan pelabelan

Sampel diberi kode lokasi, tanggal pengambilan, dan kondisi lapangan, Sampel dibawa ke laboratorium geoteknik untuk pengujian lebih lanjut.

3.5.2 Pengujian Karakteristik Tanah Kapur Asli

Sampel tanah kapur yang diperoleh kemudian diuji untuk mengetahui sifat dasar material sebelum distabilisasi. Pengujian primer meliputi analisis kadar air alami (water content), berat jenis tanah (specific gravity, G_s), analisis gradasi butiran (sieve), batas Atterberg (LL, PL, PI), Klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO dan USCS.

Pengujian ini penting untuk menentukan apakah tanah kapur memenuhi syarat sebagai material pondasi jalan atau memerlukan stabilisasi.

3.5.3 Pembuatan Campuran Tanah Kapur + Semen (Soil-Cement Mix Design)

Setelah diketahui karakteristik tanah asli, dilakukan proses pencampuran tanah dengan semen Portland pada variasi kadar tertentu, misalnya 3% semen, 5% semen, 6% dan 7% semen

Tahapan teknis pencampuran :

1. Tanah dikeringkan udara dan diayak untuk memperoleh ukuran seragam.

2. Semen ditimbang sesuai prosentase campuran.
3. Pencampuran dilakukan secara merata pada kondisi kadar air optimum.
4. Campuran dipersiapkan untuk pengujian pemadatan dan CBR.

3.5.4 Pengujian Parameter Teknik Campuran Soil-Cement

Data primer utama dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian mekanik campuran tanah kapur + semen, meliputi:

1 Uji Pemadatan Proctor (Standard/Modified Proctor)

Tujuan Menentukan **kadar air optimum (OMC)**, Menentukan **berat isi kering maksimum (γ_d maks)**. Hasil pengujian ini digunakan sebagai dasar pemadatan campuran pada uji CBR.

2. Uji CBR Laboratorium

CBR dilakukan untuk mengukur peningkatan daya dukung tanah setelah distabilisasi semen. Prosedur meliputi :

1. Pemadatan sampel sesuai energi tumbukan standar (misalnya 10 x 3 Tumbukan, 35 x 3 Tumbukan, dan 65 x 3 Tumbukan)
2. Perendaman (soaked) selama 4 hari bila diperlukan
3. Pembebanan penetrasi piston pada kedalaman 2,5 mm dan 5 mm
4. Perhitungan nilai CBR (%)
5. Perhitungan kuat tekan Bebas (UCS)

Nilai CBR ini menjadi parameter utama penentuan kelayakan sebagai pondasi jalan.

3.5.5 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung (didapat dari penelitian lain), untuk bahan dan jenis yang sama dan masih berhubungan dengan penelitian. Adapun data sekunder didalam study kasus ini terdiri dari pemeriksaan bahan, pengujian analisa saringan, pengujian batas atterberg, pengujian kadar air, pengujian spesifik gravity, uji compaction, density test, dan pemadatan di lapangan.

1. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh tidak secara langsung dari eksperimen, tetapi berasal dari dokumen teknis, teknis, instansi terkait, dan literatur ilmiah.

2. Data Kondisi Lokasi Penelitian

Data sekunder diperoleh dari Dinas PUPR Kabupaten Sorong Selatan, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Papua Barat – papua Barat Daya, Dokumen perencanaan jalan.

3. Data Geologi dan Jenis Material Lokal

Data pendukung diperoleh dari peta geologi regional Sorong Selatan, Kajian sumber daya material quarry lokal, Data penelitian terdahulu tanah kapur. Tujuannya memastikan material kapur yang digunakan sesuai konteks geologi setempat.

4. Standar dan Spesifikasi Teknis

Penelitian ini menggunakan acuan sekunder berupa regulasi teknis, seperti Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, SNI terkait uji pemadatan dan CBR, AASHTO Standards untuk soil-cement, literatur jurnal nasional dan internasional tentang stabilisasi tanah.

3.5.6 Bahan dan Alat Penelitian

1. Bahan

1. Tanah kapur lokal dari lokasi penelitian.
2. Semen PCC (Portland Composite Cement).
3. Air bersih sesuai standar pengujian.

2. Alat

Semua peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari, saringan uji (sieve analysis), alat uji batas Atterberg (cawan Casagrande, alat jatuh, dll.), proctor test set (mold, hammer), alat uji CBR (California Bearing Ratio), alat uji UCS (Unconfined Compression Strength), peralatan curing (plastik, ruang perawatan).

3.6. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas: kadar semen yang dicampurkan ke tanah kapur (misalnya 3%, 5%, 6%, dan 7%).
2. Variabel terikat : nilai CBR dan UCS tanah setelah distabilisasi.
3. Variabel kontrol: kepadatan, kadar air optimum, dan waktu curing (misalnya 7 hari dan 28 hari).

3.7. Tahapan Penelitian

1 Persiapan Sampel

1. Pengambilan tanah kapur dari lapangan.
2. Pengeringan udara (air-dried) dan pengayakan.

2 Pengujian Sifat Fisik Awal

1. Analisis gradasi butiran.
2. Batas Atterberg (LL, PL, PI).

3. Proctor test untuk menentukan kadar air optimum (OMC) dan kepadatan kering maksimum (MDD).

3.8 Stabilisasi Tanah dengan Semen (Soil Cement)

1. Pencampuran tanah kapur dengan variasi kadar semen (misalnya 3%, 5%, 6% dan 7%).
2. Penambahan air sesuai kadar air optimum.
3. Pemadatan sampel dalam cetakan.
4. Curing pada kondisi lembab selama waktu tertentu (7 hari dan 28 hari).

3.8.1 Pengujian Mekanis.

1. Pengujian nilai CBR.
2. Pengujian UCS.

3.8.2 Analisis Data

Hasil pengujian dibandingkan dengan standar Bina Marga untuk menentukan kelayakan tanah kapur sebagai pondasi jalan.

3.8.3 Metode Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium dianalisis dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung parameter sifat fisik tanah (gradasi, batas Atterberg, OMC, MDD).
2. Membandingkan nilai CBR dan UCS dari sampel dengan variasi kadar semen.
3. Membandingkan hasil pengujian dengan standar teknis yang berlaku (Bina Marga, ASTM, AASHTO).
4. Menarik kesimpulan mengenai pengaruh penambahan semen

terhadap peningkatan daya dukung tanah kapur.

3.9 Tahapan Pelaksanaan Penelitian Tanah Kapur + Semen

Tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dari pengambilan material lokal tanah kapur di quarry Kambuaya sampai menghasilkan kesimpulan kelayakan sebagai pondasi jalan.

3.9.1 Adapun Tahap-tahapan Tersebut Dapat Diuraikan Sebagai Berikut :

1. Survei Lokasi Quarry Sorong Selatan - Kambuaya :

1. Peneliti melakukan survei langsung di lokasi sumber tanah kapur.
2. Tujuannya untuk memastikan:
 - a. ketersediaan material lokal
 - b. kondisi lingkungan quarry
 - c. keseragaman deposit tanah kapur

2. Pengambilan Sampel Tanah Kapur :

1. Sampel tanah diambil dari beberapa titik quarry yang representatif.
2. Pengambilan dilakukan pada kedalaman $\pm 0,5-1$ m agar tidak tercampur lapisan organik, Jenis sampel terganggu (disturbed sample)

3. Metode Peniapan Sampel di Lakukan Dengan Cara Perempatan

1. Tanah kapur yang sudah diambil dikeringkan dan diayak.
2. Selanjutnya dicampur semen dengan variasi kadar tertentu (misalnya 3%, 5%, 6% dan 7%).
3. Campuran inilah yang menjadi bahan utama uji mekanik (Proctor dan CBR).

3.10 Pengujian Laboratorium

Tahap ini merupakan inti penelitian untuk mengetahui perubahan sifat tanah setelah distabilisasi semen.

1. Uji Karakteristik Tanah Awal

Pengujian awal dilakukan pada tanah kapur asli tanpa semen, meliputi Kadar air alami, analisis gradasi butiran, batas Atterberg (LL, PL, PI), klasifikasi tanah menurut AASHTO/USCS, tujuannya mengetahui kondisi dasar tanah kapur sebelum distabilisasi.

2. Uji Pemadatan Proctor

Pengujian Proctor dilakukan untuk memperoleh **OMC (Optimum Moisture Content)** kadar air optimum pemadatan, **γ_d maks (Maximum Dry Density)** berat isi kering maksimum. Hasil ini penting karena menjadi dasar pemadatan pada uji CBR.

3. Uji CBR Laboratorium

CBR adalah parameter utama untuk menilai daya dukung tanah pondasi.

Pengujian menghasilkan :

1. Nilai CBR campuran tanah kapur + semen
2. Perbandingan daya dukung sebelum dan sesudah stabilisasi

Nilai CBR digunakan untuk menentukan apakah material memenuhi spesifikasi pondasi jalan Bina Marga.

4. Uji Kuat Tekan Bebas (UCS) – Opsional

UCS dilakukan untuk menilai kekuatan tekan soil-cement secara struktural, Mengukur kekuatan campuran setelah curing tertentu (7–28 hari), biasan digunakan dalam desain soil-cement modern (AASHTO).

3.11 Analisa Data dan Evaluasi

Tahap ini dilakukan setelah seluruh hasil laboratorium diperoleh.

1. Analisis Nilai CBR dan UCS

Peneliti menganalisis peningkatan kekuatan campuran akibat penambah penambahan semen, misalnya:

1. CBR meningkat signifikan dibanding tanah asli
2. UCS menunjukkan pembentukan ikatan semen antarpartikel

2. Penentuan Kadar Semen Optimum

Dari seluruh variasi semen, ditentukan kadar optimum berdasarkan :

1. Nilai CBR tertinggi dan ekonomis
2. Pemenuhan standar Bina Marga
3. Efektivitas stabilisasi

3. Evaluasi Kesesuaian Spesifikasi

Hasil pengujian dibandingkan dengan standar teknis seperti :

1. Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Rev.2
2. SNI Pemadatan dan CBR
3. Standar AASHTO Soil-Cement

Tujuannya memastikan kelayakan sebagai material lokal untuk lapis pondasi jalan.

4. Kesimpulan dan Rekomendasi

Tahap akhir penelitian menghasilkan keputusan teknis.

5. Kelayakan Tanah Kapur + Semen sebagai Pondasi Jalan

Disimpulkan apakah material tanah kapur lokal Sorong Selatan - Kambuaya dapat digunakan sebagai :

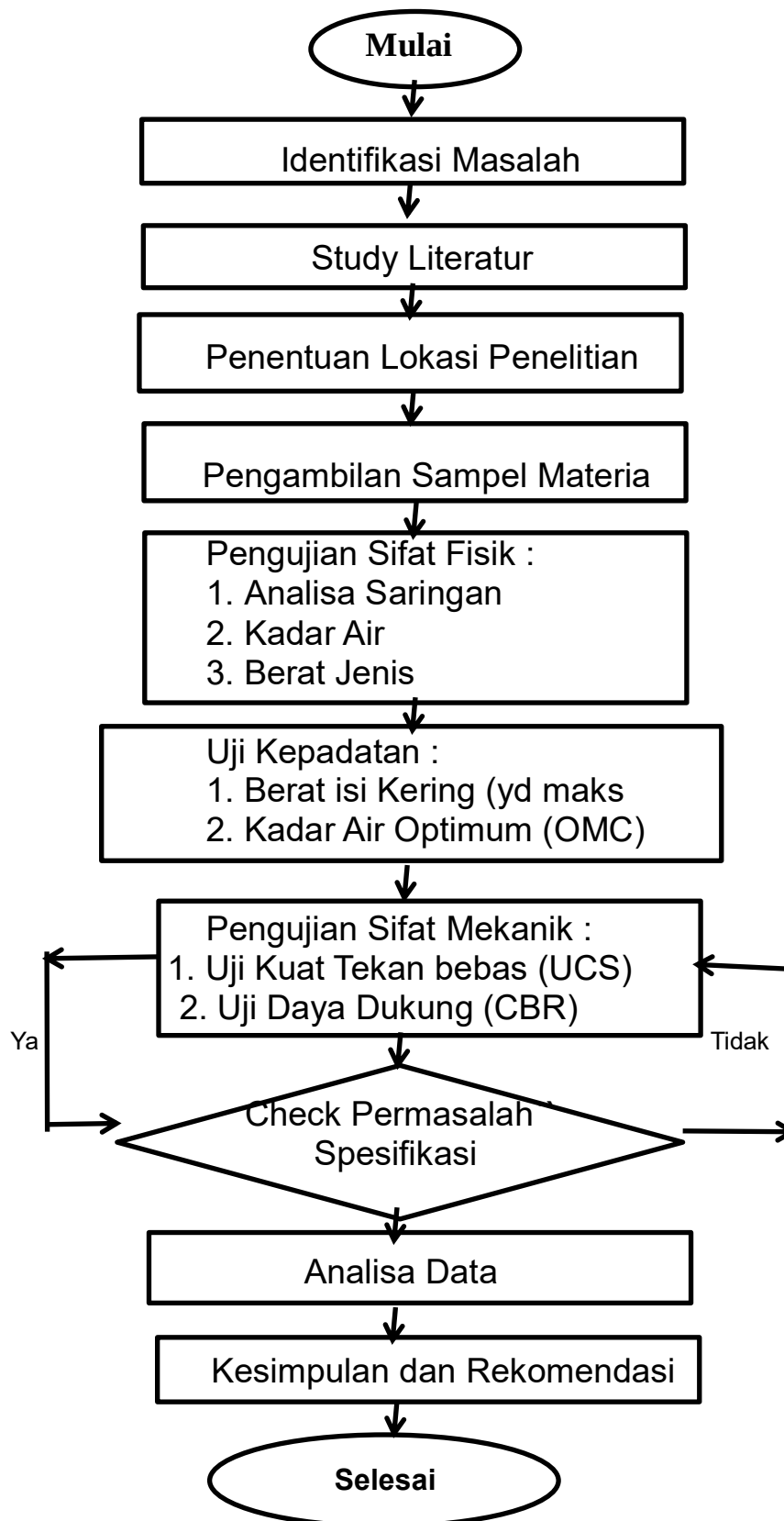
1. Tanah Dasar (Subgrade)

2. Lapis Pondasi Bawah (Subbase Course)

3. Lapis Pondasi Atas (Base Course)

Penelitian juga memberikan rekomendasi seperti kadar semen optimum untuk lapangan, prosedur pemadatan yang sesuai, perlunya curing atau kontrol kadar air, penerapan praktis untuk pelaksanaan dilapangan. Semua tahapan di atas disusun dalam laporan tesis yang Memuat data hasil uji, analisis kadar semen optimum, pemadatan USC dan CBR, analisis kadar semen optimum,

3.12 Bagan Alur Penelitian



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian