

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan lapisan tanah yang paling atas, yang mana diatas tanah dasar akan diletakkan lapis perkerasan. Umumnya tanah dasar adalah berupa tanah asli atau berupa galian dan timbunan yang *relative* lemah daya dukungnya. Menurut (Sukirman, 1999), sifat tanah dasar ini memengaruhi ketahanan lapisan diatasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Metode yang digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar ada bermacam-macam, seperti metode CBR (*California Bearing Ratio*) dan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). CBR diperoleh dari hasil pemeriksaan contoh tanah yang telah disiapkan di laboratorium atau langsung di lapangan. Sifat tanah dasar ini mempengaruhi ketahanan lapisan di atasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Sehingga tanah dasar memiliki peranan yang sangat penting bagi kestabilan sistem perkerasan lentur. Untuk kondisi desain tertentu makin tinggi daya dukung tanah dasar maka akan semakin tipis struktur perkerasan yang diperlukan.

Menurut (Zulmi and Fitri, n.d., 2017), pengertian dari perkerasan jalan adalah struktur utama pada suatu konstruksi jalan dimana sistem manajemen perkerasan jalan secara teliti dituntut untuk menentukan kondisi struktur perkerasan jalan. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kinerja dari suatu perkerasan jalan yaitu laju lintas, cuaca, desain perkerasan, pelaksanaan pembangunan serta pemeliharaan. Pada perkerasan jalan memiliki beberapa lapis perkerasan jalan yang mempunyai umur rencana dan ketika bertambahnya umur rencana maka bertambah juga dampak dari penggunaan jalan sehingga kondisi jalan akan semakin menurun sampai dimana rehabilitasi sudah harus dilaksanakan kembali.

Kabupaten Simalungun saat ini menjadi salah satu daerah yang terbilang cepat berkembang dan maju pesat. Dengan kemajuan Kabupaten Simalungun dalam bidang bisnis, industri dan ekonomi. Menjadikan aktivitas masyarakat yang kini semakin tinggi. Hal ini dapat terjadi karena sebagian besar kendaraan melintasi ruas jalan, serta kondisi jalan yang sebagian mengalami kerusakan.

Kerusakan yang terjadi pasti akan berpengaruh pada keamanan serta kenyamanan bagi pengguna jalan. Sehingga akan dilakukan penanganan seperti pemeliharaan, peningkatan ataupun rehabilitasi pada konstruksi perkerasan jalan secara optimal saat penyebab kerusakan jalan. Berdasarkan dari (Delfanti et al. 2018), untuk menjaga agar kondisi jalan dapat tetap layak melayani berbagai jenis kendaraan perlu dilakukannya evaluasi permukaan jalan agar diketahui apakah jalan tersebut dalam kondisi baik atau perlu dilakukannya tindakan yang lebih lanjut. Jika tidak baik maka perlu diadakan program untuk peningkatan pemeliharaan secara rutin ataupun secara berkala. Bentuk pemeliharaan jalan yang akan dilakukan tergantung dari hasil penilaian kondisi kerusakan permukaan jalan yang telah ditetapkan secara visual. Adapun beberapa parameter yang sering digunakan di Indonesia adalah metode *Surface Distress Index* (SDI). Oleh sebab itu akan ditinjau secara teknis tentang evaluasi kondisi perkerasan permukaan jalan Merek terletak di Kabupaten Simalungun dengan menggunakan parameter tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana perencanaan perbaikan tanah dasar (*subgrade*) dan perkerasan di Jalan Tiga Runggu Kabupaten Simalungun.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah merencanakan perbaikan tanah dasar (*subgrade*) dan perkerasan di Jalan Tiga Runggu Kabupaten Simalungun.

1.4 Batasan Masalah

Dalam analisa ini penulis membatasi permasalahan untuk penyederhanaan sehingga tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini dapat dicapai, adapun pembatasan masalahnya akan lebih difokuskan sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan terbatas pada perencanaan perbaikan tanah dasar (*subgrade*) dan perkerasan Jalan Tiga Runggu Kabupaten Simalungun.
2. Penelitian hanya dilakukan dari STA 33+000 m sampai STA 34+000 m.
3. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian dan Klasifikasi Jalan

Berdasarkan dari UU No. 38 tahun 2004, jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan. Bangunan pelengkap dan perlengkapannya juga termasuk yang diperuntukkan bagi lalu lintas dimana yang berada pada permukaan tanah seperti di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah serta di atas permukaan air kecuali pada jalan kereta api, jalan lori dan juga jalan kabel. Klasifikasi jalan umum di Indonesia dibedakan menjadi beberapa dasar sebagai berikut:

1. Berdasarkan sistem jaringan

a. Sistem jaringan primer

Merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah pada tingkat nasional dengan dihubungkannya semua simpul jasa distribusi yang berwujudkan kegiatan.

b. Sistem jaringan sekunder

Merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat yang berada dalam kawasan perkotaan.

2. Berdasarkan fungsi jalan

a. Jalan arteri

Merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan utama seperti perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.

b. Jalan kolektor

Merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan pengumpul atau pembagi seperti perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan lokal

Merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan setempat seperti perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

d. Jalan lingkungan

Merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan lingkungan seperti perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.

3. Berdasarkan status jalan

a. Jalan nasional

Merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan primer yang menghubungkan antara ibu kota provinsi dan jalan strategis nasional serta jalan tol.

b. Jalan provinsi

Merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibu kota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota dan jalan strategis provinsi.

c. Jalan kabupaten

Merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan nasional maupun jalan provinsi yang menghubungkan ibu kota kabupaten dengan ibu kota kecamatan, antar ibu kota kecamatan, ibu kota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten dan jalan strategis kabupaten.

d. Jalan kota

Merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dengan persil serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.

e. Jalan desa

Merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan atau antar permukiman di dalam desa serta jalan lingkungan.

4. Berdasarkan kelas

a. Jalan bebas hambatan

Merupakan jalan dengan pengendalian jalan masuk secara penuh, tidak ada persimpangan sebidang, dilengkapi pagar ruang milik jalan, yang dilengkapi median, paling sedikit memiliki dua lajur tiap arah, serta lebar lajur paling sedikit 3,5 m.

b. Jalan raya

Merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara terbatas, yang dilengkapi dengan median, paling sedikit memiliki dua lajur setiap arah serta lebar lajur paling sedikit 3,5 m.

c. Jalan sedang

Merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani lalu lintas jarak sedang dengan pengendalian jalan masuk tidak dibatasi, paling sedikit memiliki dua lajur untuk dua arah serta lebar jalan paling sedikit 7 m. Jalan ini merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani lalu lintas setempat, paling sedikit memiliki dua lajur untuk dua arah serta lebar lajur paling sedikit 5,5 m.

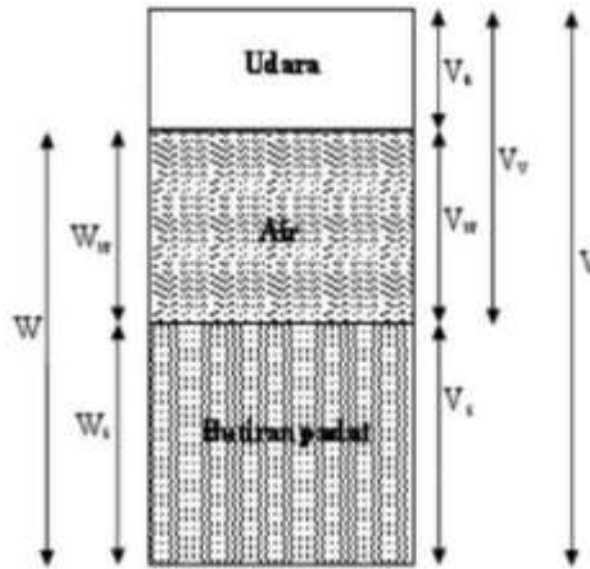
2.2 Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah merupakan sifat tanah yang berhubungan dengan bentuk/kondisi tanah asli, yang dimaksud diantaranya adalah tekstur, struktur, bobot isi tanah, porositas, stabilitas, konsistensi, warna maupun suhu tanah dan lain-lain (Braja, 1998).

2.2.1 Hubungan Volume-Berat

Tanah merupakan komposisi dari dua atau tiga fase yang berbeda. Tanah yang benar-benar kering terdiri dari dua fase yang disebut partikel padat dan udara pengisi pori. Tanah yang jenuh sempurna juga terdiri dari dua fase yaitu partikel padat dan air pori. Sedangkan tanah yang jenuh sebagian terdiri dari tiga fase yaitu partikel padat, udara pori dan air pori (Braja, 1998).

Komponen-komponen tanah dapat digambarkan dalam suatu diagram fase seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tiga fase elemen tanah

(Sumber: Braja, 1998)

Menunjukkan 3 fase elemen tanah yaitu : butiran padat, air dan udara yang di pisahkan seperti pada gambar. Jadi volume total contoh tanah yang diselidiki dapat dinyatakan dengan persamaan 2.1 berikut.

$$V = V_s + V_v = V_s + V_w + V_a \quad 2.1$$

Dimana :

V = Volume (cm^3).

V_s = Volume butiran padat (cm^3).

V_v = Volume pori (cm^3).

V_w = Volume air dalam pori (cm^3).

V_a = Volume udara dalam pori (cm^3).

2.2.2 Berat Spesifik (*Specific Gravity, G_s*)

Harga berat spesifik dari butiran tanah (bagian padat) sering dibutuhkan dalam bermacam-macam keperluan perhitungan dalam mekanika tanah. Harga-harga itu dapat ditentukan secara akurat di laboratorium (Braja, 1998).

Tabel harga-harga berat spesifik beberapa mineral yang umum terdapat dalam tanah.

Tabel 2.1 Berat spesifik mineral-mineral penting

Mineral	Berat Jenis (Gs)
Quartz	2,65
Kaolinite	2,6
Halloysite	2,0 – 2,55
Potassium Feldspar	2,57
Sodium and Calcium Feldspar	2,62 – 2,76
Chlorite	2,6 – 2,9
Biotite	2,8 – 3,2
Muscovite	2,76 – 3,1
Illite	2,8
Hornblende	3,0 – 3,47
Limonite	3,6 – 4,0
Olivine	3,27 – 3,37

(Sumber: Braja, 1998)

Sebagian besar dari mineral-mineral tersebut mempunyai berat spesifik berkisar 2,6 sampai dengan 2,9. Berat jenis dari bagian padat tanah pasir yang berwarna terang, umumnya sebagian besar terdiri dari *quartz* dapat diperkirakan sebesar 2,65 untuk tanah berlempung atau lanau harga tersebut berkisar antara 2,6 sampai 2,9. Adapun persamaan dari berat spesifik seperti persamaan 2.2 berikut.

$$\gamma_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad 2.2$$

Dimana :

γ_s = *Specific gravit.*

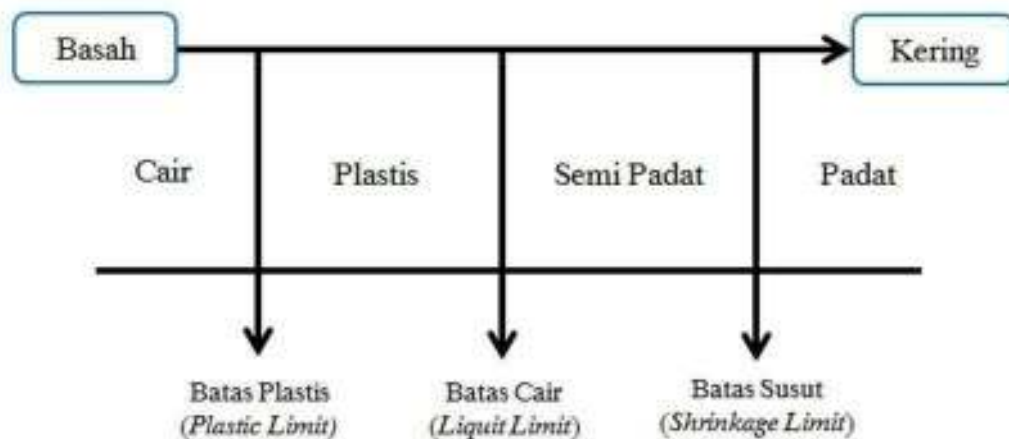
γ_s = Berat volume butiran padat (kN/m³).

γ_w = Berat volume air (kN/m³).

2.2.3 Konsistensi Tanah

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesi disebabkan karena adanya air yang terserap (*absorbed water*) di sekeliling permukaan dari partikel lempung. Batas konsistensi tanah atau yang biasa disebut *Atterberg Limit* merupakan hal yang penting dan selalu dilakukan pada saat penyelidikan (Braja, 1998).

Batas-batas konsistensi tanah dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Batas-batas konsistensi tanah

(Sumber :Braja, 1998)

2.3 Tanah Dasar

Tanah dasar merupakan pondasi bagi perkerasan, sebagai pondasi perkerasan, disamping harus mempunyai kekuatan atau daya dukung terhadap beban kendaraan, tanah dasar juga harus mempunyai stabilitas volume akibat pengaruh lingkungan terutama air. Tanah dasar yang mempunyai kekuatan dan stabilitas volume yang rendah akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami deformasi (misalkan gelombang atau alur) dan retak (Braja, 1998).

2.3.1 Persyaratan Material Tanah *Subgrade* Dasar

Material yang digunakan untuk tanah dasar harus memenuhi ketentuan sesuai dengan spesifikasi. Material berplastis tinggi golongan A-7-6 tidak boleh digunakan sebagai lapisan tanah dasar pengendalian mutu pekerjaan tanah. Menurut ASSHTO 1993 tanah berplastis tinggi termasuk golongan A-7-6. Pada kelas A-7-6 adalah jenis tanah kelempungan berplastis tinggi dengan tingkatan umum sedang sampai jelek. Batasan kelas A-7-6 antara lain lolos saringan No 200, batas cair 41, Indeks plastis 30 apabila material tanah dasar termasuk dalam spesifikasi kelas A-7-6, maka tanah tersebut terlebih dahulu di stabilisasi sebelum dilakukan proses pekerjaan berikutnya.

2.3.2 Stabilisasi Perbaikan Tanah Dasar *Subgrade*

Stabilisasi tanah dasar *subgrade* adalah usaha untuk memperbaiki mutu tanah daya dukung tanah yang tidak baik dan meningkatkan mutu dari tanah agar mendapatkan kondisi tanah dasar *subgrade* yang memenuhi spesifikasi teknis yang disyaratkan. Stabilisasi tanah dasar *subgrade* bertujuan untuk meningkatkan kemampuan daya dukung tanah serta mendapatkan tanah dasar yang stabil pada semua kondisi musim dan selama umur rencana perkerasan jalan tersebut (Braja, 1998). Metode stabilitas tanah yang diketahui sebagai berikut.

1. Stabilisasi Mekanis

Stabilitas mekanis adalah penambahan kekuatan atau daya dukung tanah dengan jalan mengatur gradasi tanah yang dimaksud dengan tujuan untuk mendapatkan tanah yang berdaya dukung baik. Metode ini biasanya digunakan pada tanah yang berbutir kasar dengan fraksi tanah lolos saringan No. 200. Hal ini disebabkan karena adanya kait mengkait dan geseran antar butiran tanah serta daya antar butiran tanah oleh bagian yang halus dan kestabilan akan tercapai setelah diberi usaha pemadatan yang cukup.

2. Stabilisasi Kimiawi

Stabilisasi kimiawi adalah penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah. Metode stabilisasi ini biasanya dilakukan untuk tanah yang berbutir halus. Bahan pencampur yang dipergunakan untuk stabilisasi disebut *stabilizing agent* karena setelah diadakan pencampuran menyebabkan tanah menjadi lebih stabil. Bahan pencampur yang digunakan seperti semen portland, kapur, abu sekam padi, abu batubara (*fly ash*), *sodium* dan lain-lain.

Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :

1. Menambah kepadatan secara teknis.
2. Mencampur dengan tanah lain.
3. Mencampur dengan material.
4. Merendahkan muka air drainase tanah.
5. Pemanasan dengan temperatur tinggi.
6. Mengganti tanah tanah yang buruk dan lain sebagainya.

2.4 Pemadatan Tanah

Pada proyek konstruksi jalan, pemadatan untuk tanah dasar selalu dilakukan sebelum dihamparnya item-item perkerasan lainnya, guna untuk menaikkan daya dukung tanah dasarnya. Derajat kepadatan tanah diukur berdasarkan satuan kepadatan kering yaitu massa partikel padat per satuan volume tanah. Kepadatan kering setelah pemadatan tergantung pada kadar air dan besarnya energi yang diberikan oleh alat pemadat dinyatakan usaha pemadatan. Hasil pemadatan tanah dapat diketahui dari uji standar di laboratorium (Braja, 1998).

Umumnya pemadatan tanah di lapangan menggunakan penggilas (*rollers*).

Jenis penggilas yang paling umum dipakai adalah :

1. Penggilas ban karet (angin).
2. Penggilas besi berpermukaan halus.
3. Penggilas getar.
4. Penggilas kaki kambing.

2.5 Pengujian Pemadatan Lapangan

Salah satu cara untuk mengetahui kepadatan tanah di lapangan adalah dengan pengujian *sand cone*. Pada prinsipnya metode *sand cone* hanya di pergunakan untuk menentukan volume tanah yang di gali pada lapisan perkerasan. Sedangkan berat dan kadar di dalam contoh tanah dapat di tentukan masing- masing dengan menimbang dan mengeringkannya. Pada pengujian *sand cone*, volume galian ditentukan dengan cara mengkonversikan berat pasir standar yang sudah diketahui volumenya yang di perlukan untuk mengisi lubang galian bekas pengambilan contoh tanah (Braja, 1998).

2.6 Jenis Pakerasan

Jenis perkerasan jalan adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa jenis material yang diletakkan pada tanah-dasar (*subgrade*). Tujuan utama dari dibangunnya perkerasan adalah untuk memberikan permukaan yang rata dengan kekesatan tertentu, dengan umur layanan cukup panjang, serta pemeliharaan yang minimum. Menurut (Braja, 1998), perkerasan dapat diklasifikasikan menjadi tiga sebagai berikut.

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Perkerasan ini terdiri dari tiga lapisan utama yaitu : Lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi (*base course*) dan lapis pondasi bawah (*subbase course*).

2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*)

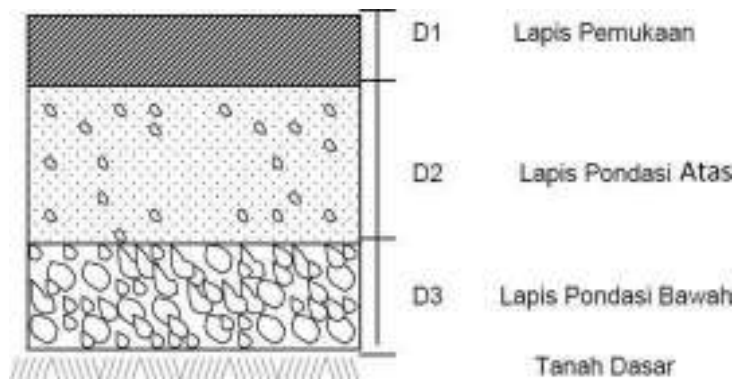
Perkerasan kaku atau perkerasan beton semen portland, umumnya terdiri hanya dua lapis yaitu : pelat beton dan pondasi bawah (*subbase*), tapi lapisan permukaan aspal kadang-kadang ditambahkan pada saat pembangunan maupun sesudahnya.

3. Perkerasan komposit (*composite pavement*)

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid & pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas.

2.7 Jenis Kontruksi Perkerasan Jalan

Jenis kontruksi perkerasan jalan memiliki beberapa lapisan. Berikut merupakan gambar dari susunan perkerasan jalan seperti Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Sununan lapisan perkerasan lentur

(Sumber : Silvia Sukirman, 1999)

2.7.1 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Menurut (Silvia Sukirman, 1999), lapisan yang terletak paling atas disebut lapisan permukaan dan berfungsi sebagai berikut.

1. Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Lapis kedap air, sehingga hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
3. Lapis aus (*wearing course*), lapis yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

Guna dapat memenuhi fungsi tersebut, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama (Silvia Sukirman, 1999).

Pemilihan bahan untuk lapisan permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi, agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan (Silvia Sukirman, 1999). Jenis lapisan permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia sebagai berikut.

1. Lapisan bersifat *nonstructural* berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air antara lain :
 - a. Burtu (laburan aspal satu lapis)
Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.
 - b. Burda (laburan aspal pasir)
Merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.

- c. **Latasir (lapis tipis aspal pasir)**
Merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1 cm - 2 cm.
 - d. **Buras (laburan aspal)**
Merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inch.
 - e. **Latasbum (lapis tipis asbuton murni)**
Merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampurkan secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
 - f. **Lataston (lapis tipis aspal beton)**
Dikenal dengan nama *Hot Roll Sheet (HRS)*, merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat 11 bergradasi timpang, mineral pengisi (*filter*) dan aspal keras dengan pertimbangan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas tebal padat 2,5 cm - 3 cm.
2. Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda.
- a. **Penetrasi macadam (lapen)**
Merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara dicampurkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Di atasnya ini biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4 cm - 10 cm.
 - b. **Lasbug**
Merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisan antara 3 cm - 5 cm.
 - c. **Laston (lapis aspal beton)**
Merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu.

2.7.2 Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Menurut (Silvia Sukirman, 1999), lapis perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*Base Course*). Fungsi lapisan pondasi atas ini antara lain sebagai berikut.

1. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
2. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
3. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Material yang digunakan untuk lapisan pondasi atas adalah material yang cukup kuat. Bahan untuk lapisan pondasi atas umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan dipertimbangkan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik untuk lapisan pondasi atas tanpa bahan pengikat umumnya menggunakan material dengan $CBR > 50\%$ dan *plastisitas indeks* (PI) $< 4\%$ (Silvia Sukirman, 1999). Bahan-bahan alam seperti batu pecah, krikil pecah, stabilitas tanah dengan semen dan kapur dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas yang umumnya dipergunakan di Indonesia antara lain sebagai berikut.

1. Agregat bergradasi baik dapat dibagi atas :
 - a. Batu pecah kelas A (kekuatan bahan CBR 100%).
 - b. Batu pecah kelas B (kekuatan bahan CBR 80%).
 - c. Bahan pecah kelas C (kekuatan bahan CBR 60%).
2. Pondasi madacam.
3. Pondasi telford.
4. Penetrasi madacam (lapen).
5. Aspal beton pondasi (*asphalt concrete base / asphalt treated base*).
6. Stabilitas yang terdiri dari
 - a. Stabilitas agregat dengan semen (*cemen treated base*).
 - b. Stabilitas agregat dengan kapur (*lime treated base*).
 - c. Stabilitas agregat dengan aspal (*asphalt treated base*).

2.7.3 Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapisan perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar dinamakan lapis pondasi bawah (Silvia Sukirman, 1999). Lapisan bawah ini berfungsi sebagai berikut.

1. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai CBR 20% dan plastisitas Indeks (PI) $\leq 10\%$.
2. Efisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah *relative* murah dibandingkan dengan lapisan di atasnya.
3. Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih murah.
4. Lapis peresapan, agar air tanah tidak terkumpul dipondasi. Lapisan pertama, agar perkerasan dapat berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah menahan roda-roda alat besar. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.

Menurut (Silvia Sukirman, 1999), jenis lapisan pondasi bawah yang umum dipergunakan di Indonesia sebagai berikut.

1. Agregat bergradasi baik dibedakan menjadi tiga sebagai berikut.
 - a. Sirtu / pitrun kelas A.
 - b. Sirtu / pitrun kelas B.
 - c. Sirtu / pitrun kelas C.
2. Stabilisasi.
 - a. Stabilisasi agregat dengan semen (*cement treated subbase*).
 - b. Stabilisasi agregat dengan kapur (*lime treated subbase*).
 - c. Stabilisasi tanah dengan semen (*soil cement stabilization*).
 - d. Stabilisasi tanah dengan kapur (*soil stabilization*).

2.7.4 Lapisan Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Lapisan tanah dasar 50-100 cm di atas mana akan diletakan lapisan pondasi bawah dinamakan lapisan tanah dasar. Sebelum diletakan lapisan-lapisan lainnya, tanah dasar dipadatkan terlebih dahulu sehingga tercapai kestabilan yang tinggi

terhadap perubahan volume dan mempunyai nilai CBR 3,4% (Silvia Sukirman, 1999).

Ditinjau dari muka tanah asli, lapisan tanah dasar dapat dibedakan sebagai berikut.

1. Lapisan tanah dasar, tanah galian.
2. Lapisan tanah dasar, tanah timbunan.
3. Lapisan tanah dasar, tanah asli.



Gambar 2.4 Jenis tanah dasar ditinjau dari muka tanah asli

(Sumber : Silvia Sukirman, 1999)

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar (Silvia Sukirman, 1999). Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut.

Perubahan bentuk tetap (*deformasi permanen*) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.

1. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan air.
2. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.
3. Lendutan dan lendutan baik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.
4. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

2.8 Perkerasan Lentur Metode Bina Marga Tahun 2017

Metode Bina Marga tahun 2017 merupakan metode yang paling sering digunakan di Indonesia karena sesuai dengan kondisi lingkungannya. Untuk dapat melakukan perhitungan perkerasan lentur metode Bina Marga tahun 2017 ditentukan dahulu besaran-besaran diperlukan antara lain sebagai berikut.

2.8.1 Umur Rencana (UR)

Umur rencana perkerasan jalan ialah jumlah tahun dari saat jalan dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat *structural* sampai diperlukan *overlay* lapisan perkerasan (Silvia Sukirman, 1999).

2.8.2 Lalu Lintas

Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, berarti dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu-lintas yang hendak memakai jalan tersebut (Silvia Sukirman, 1999). Besarnya arus lalu lintas diperoleh sebagai berikut.

1. Jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan (c)

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan menurut Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (N)
$L < 5,50 \text{ m}$	1 Lajur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 Lajur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 Lajur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 Lajur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 Lajur
$18,75 \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 Lajur

(Sumber : SKBI, 1987)

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat lewat lajur rencana kendaraan ditentukan menurut Tabel 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.3 Koefisien distribusi kendaraan (C)

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 Lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 Lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 Lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 Lajur	-	0,30	-	0,45
5 Lajur	-	0,25	-	0,425
6 Lajur	-	0,20	-	0,40

(Sumber : SKBI, 1987)

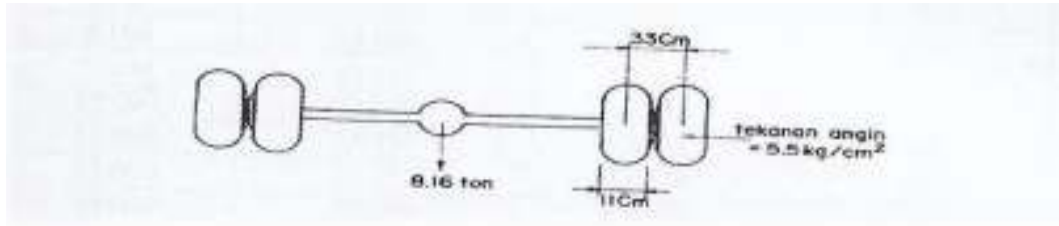
Catatan :

- a. Berat total < 5 ton misalnya : mobil penumpang, pick up dan mobil hantaran.
 - b. Berat total ≥ 5 ton, misalnya : bus, truk, traktor, semi trailer dan trailer.
2. Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

Jenis kendaraan yang memakai jalan beraneka ragam, bervariasi baik ukuran, berat total, konfigurasi, beban sumbu, daya dan lain sebagainya. Oleh karena itu volume lalu lintas umumnya dikelompokkan atas beberapa kelompok yang masing-masing kelompok diwakili oleh satu jenis kendaraan (SKBI, 1987). Pengelompokan jenis kendaraan untuk perencanaan tebal perkerasan dapat dilakukan sebagai berikut.

- a. Mobil penumpang termasuk didalamnya semua kendaraan dengan berat total 2 ton.
- b. Bus.
- c. Truk 2 as.
- d. Truk 3 as.
- e. Truk 5 as.
- f. Semi trailer.

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan (SKBI, 1987). Besarnya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antarroda dan perkerasan, kecepatan kendaraan dan lain sebagainya. Dengan demikian efek dari masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidaklah sama. Oleh karena itu perlu adanya beban standar sehingga semua beban lainnya dapat diekivalensikan ke beban standar tertentu. Beban standar merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18.000 pon (8,16 ton). Semua beban kendaraan lain dengan beban sumbu berbeda diekivalenkan ke beban sumbu standar dengan menggunakan angka ekivalen beban sumbu (E). Angka ekivalen kendaraan adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penentuan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan lewat satu kali.



Gambar 2.5 Sumbu standar 18.000 pon/8,16 kg/cm²

(Sumber : Silvia Sukirman, 1999)

Untuk angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan dapat ditentukan menurut Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lbs	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1.000	2.205	0,0002	-
2.000	4.409	0,0036	0,0003
3.000	6.614	0,0183	0,0016
4.000	8.818	0,0577	0,0050
5.000	11.023	0,1410	0,0121
6.000	13.228	0,2923	0,0251
7.000	15.432	0,5425	0,0466
8.000	17.637	0,9238	0,0794
8.160	18.000	1,000	0,0860
9.000	19.841	1,4798	0,1273
10.000	22.046	2,2555	0,1940
11.000	24.251	3,3022	0,2840
12.000	26.455	4,6770	0,4022
13.000	28.660	6,4419	0,5540
14.000	30.864	8,6647	0,7452
15.000	33.064	11,4184	0,9820
16.000	35.276	14,7815	1,2712

(Sumber : SKBI, 1987)

1. Lintas ekivalen

a. Lalu lintas harian rata-rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor beroda empat atau lebih yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan.

b. Lintas ekivalen permulaan (LEP)

Lintas ekivalen permulaan adalah lintas ekivalen pada suatu jalan tersebut dibuka. Lintas ekivalen permulaan (LEP) dihitung dengan persamaan 2.3 berikut.

$$LEP = \sum_{j=1}^n C_j \times E_j \quad 2.3$$

Dimana :

j = Jenis kendaraan.

n = Tahun pengamatan

C_j = Koefisien distribusi kendaraan

LHR = Lalu lintas harian rata – rata

E_j = Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

c. Lintas ekivalen akhir (LEA)

Lintas ekivalen akhir adalah besarnya lintas ekivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan secara *structural*. Lintas ekivalen akhir (LEA) dihitung dengan persamaan 2.4 berikut.

$$LEA = \sum_{j=1}^n (1+i)^j \times LHR \times C_j \times E_j \quad 2.4$$

Dimana :

j = Jenis kendaraan.

n = Tahun pengamatan

C_j = Koefisien distribusi kendaraan

LHR = Lalu lintas harian rata – rata

E_j = Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

i = Perkembangan lalu lintas (%).

UR = Umur rencana.

d. Lintas ekivalen tengah (LET)

Lintas ekivalen tengah (LET) dihitung dengan persamaan 2.5 berikut.

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \quad 2.5$$

e. Lintas ekivalen rencana (LER)

Lintas ekivalen rencana adalah jumlah lalu lintas ekivalen yang akan melintas jalan tersebut selama masa pelayanan, dari saat dibuka sampai akhir umur rencana. Lintas Ekivalen Rencana (LER) dihitung dengan persamaan 2.6 berikut.

$$LER = LET \times FP \quad 2.6$$

Faktor penyesuaian (FP) tersebut ditentukan dengan persamaan 2.7 berikut.

$$FP = \frac{UR}{10} \quad 2.7$$

Dimana :

UR = Umur rencana

2.4.3 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Jadi harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas atau dinyatakan dengan persamaan 2.8 berikut.

$$CBR = \frac{\text{Test unit stres}}{\text{Standard unit stres}} \times 100\% \quad 2.8$$

dimana :

1. *Test unit stres* adalah daya dukung bahan (tanah dasar).
2. *Standard unit stres* adalah daya dukung bahan standar.
3. Nilai CBR dinyatakan dalam persen (%).

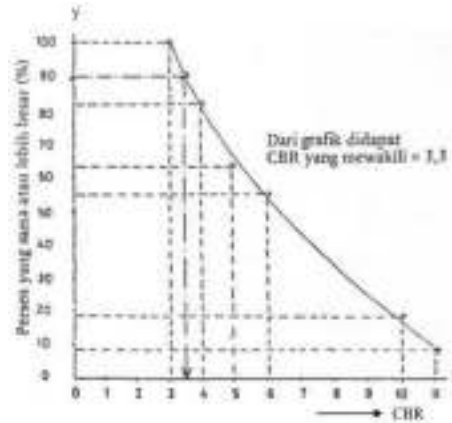
Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan dengan contoh sebagai berikut. Diketahui harga CBR = 3; 4; 3; 6; 6; 5; 11; 10; 6; 6; dan 4. Untuk mencari harga CBR yang mewakili dapat dijelaskan pada Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Perhitungan CBR

CBR	Jumlah Yang Sama Atau Lebih Besar	Persen (%) yang Sama Atau Lebih Besar
3	11	11/11 x 100% = 100%
3	-	-
4	9	9/11 x 100% = 81.8%
4	-	-
5	7	7/11 x 100% = 63.6%
6	6	6/11 x 100% = 54.5%
6	-	-
6	-	-
6	-	-
10	2	2/11 x 100% = 18.2%
11	1	1/11 x 100% = 9.0%

(Sumber : SKBI, 1987)

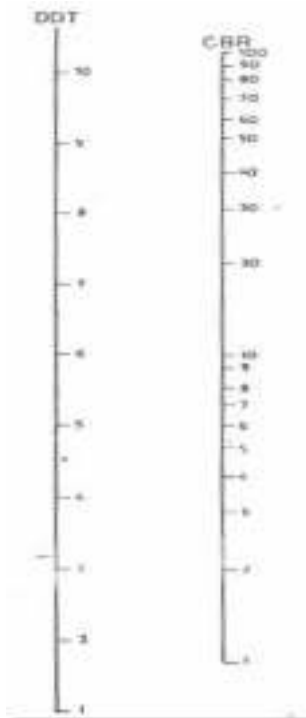
Contoh cara menentukan harga CBR yang mewakili seperti Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Contoh penentuan harga CBR yang mewakili

(Sumber : SKBI, 1987)

Korelasi nilai CBR dan DDT dapat ditentukan seperti Gambar 2.7 sebagai berikut.



Gambar 2.7 Korelasi nilai CBR dan DDT

(Sumber : SKBI, 1987)

1. Cara Analitis mencari CBR dan juga mencari DDT

$$\text{CBR}_{\text{Segmen}} = \text{CBR}_{\text{rata-rata}} - (\text{CBR}_{\text{maks}} - \text{CBR}_{\text{min}}) / R \quad 2.9$$

Daya dukung tanah dasar (DDT), adalah merupakan salah satu parameter yang dipakai dalam nomogram penetapan indeks tebal perkerasan (ITP). Nilai daya dukung tanah dasar didapat dari hasil grafik korelasi CBR tanah dasar terhadap DDT, secara analitis nilai DDT dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Silvia Sukirman, 1999).

$$\text{DDT} = 4,3 \text{ Log CBR} + 1,7 \quad 2.10$$

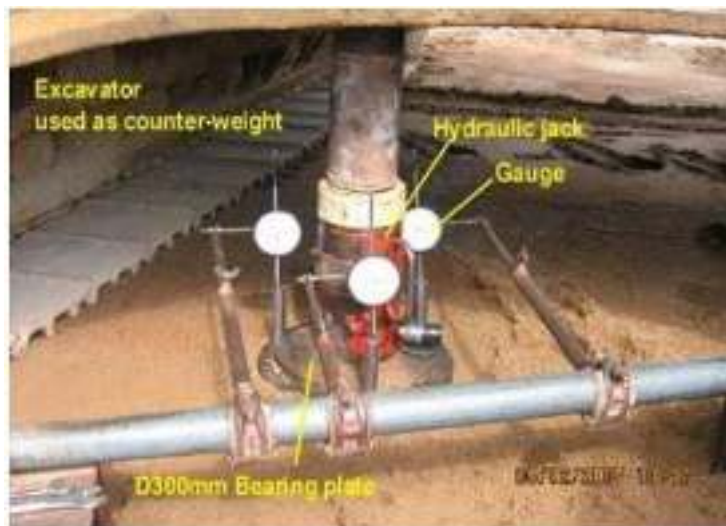
Dimana :

DDT = Daya dukung tanah dasar.

CBR = Nilai CBR tanah dasar.

a. Alat CBR

Berikut gambar alat CBR seperti Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 CBR in-situ

(Sumber : Google, 2022)

Dimana :

1. Beban berupa mobil/truck.
2. *Hydraulic jack*.
3. *Gauge*.
4. D300 mm *bearing plate*.

b. CBR Dynamic

Berikut gambar alat CBR seperti Gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9 CBR *dynamic*

(sumber : Google, 2022)

Dimana :

1. *Loading mechanism* sebagai rangkaian alatnya.
2. *Load plate* sebagai bebannya.
3. *Electronic settlement measuring instrument* sebagai *display out* rincian pengujian.

2.8.4 Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Alat ini digunakan untuk menentukan nilai CBR *subgrade*, *subbase* atau *base course* suatu sistem secara cepat dan praktis. Biasa dilakukan sebagai pekerjaan *quality control* pekerjaan pembuatan jalan.

Spesifikasi :

1. Konus : Baja yang diperkeras, diameter 20 mm, sudut kemiringan 60°.
2. Palu penumbuk : Berat 8 kg, tinggi jatuh 575 mm.
3. Mistar : 100 cm.
4. Batang penetrasi : diameter 16 mm.

5. Pengoperasian yang praktis : Peralatan ini cukup dioperasikan oleh dua operator saja. Tanpa memerlukan perhitungan khusus, pekerjaan *quality control* menjadi cepat dan efisien tanpa mengabaikan ketepatan hasil pengukuran. *Portable* Alat ini di desain khusus agar mudah dibawa kemana pun juga. Rangkaian alat ini dapat dibongkar pasang dengan mudah dan cepat.

Masing-masing alat antara lain :

- a. Mistar ukur.
- b. Batang penetrasi.
- c. Konus.
- d. Landasan penumbuk.
- e. Stang pelurus.
- f. Palu penumbuk 7.
- g. Kunci pas 8.
- h. Tas terpal.



Gambar 2.10 Alat DCP

(Sumber : Google, 2022)

2.8.5 Faktor Regional (FR)

Keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk alinyemen serta persentase kendaraan dengan berat ≥ 13 ton. Kendaraan yang berhenti sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata pertahun. Mengingat persyaratan penggunaan disesuaikan dengan “Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya” edisi terakhir, maka pengaruh keadaan lapangan yang mengangkut permeabilitas tanah dan perlengkapan drainase dapat

dianggap sama (SKBI, 1987). Dengan demikian dalam penentuan tebal perkerasan ini, faktor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kendali dan tikungan), persentase berat kendaraan dan yang berhenti serta iklim (curah hujan).

Tabel 2.6 Faktor regional (FR)

Curah Hujan	Kelandaian I (< 6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (> 10%)	
	% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat	
	≤30%	>30%	≤30%	>30%	≤30%	>30%
Iklim <900 mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
Iklim >900 mm/th	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

(Sumber : SKBI, 1987)

Catatan :

Pada bagian-bagian jalan tertentu seperti persimpangan, perhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m) FR ditambahkan dengan 0,5 pada daerah rawa-rawa FR ditambahkan dengan 1,0.

2.8.6 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai dari pada kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat (SKBI, 1987). Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah seperti berikut.

1. IP = 1,0 adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga mengganggu lalu lintas kendaraan.
2. IP = 1,5 adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).
3. IP = 2,0 adalah tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.
4. IP = 2,5 adalah menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintasan ekivalen rencana (LER) ditentukan menurut Tabel 2.7 berikut.

Tabel 2.7 Indeks permukaan pada akhir umur rencana (IPt)

LER=Lintas Ekivalen Rencana*)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 - 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

(Sumber : SKBI, 1987)

Catatan :

1. LER dalam satuan angka ekivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal.
2. Pada proyek-proyek penunjang jalan, JAPAT/jalan murah atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehausan serta kekokohan) pada awal umur rencana ditentukan menurut Tabel 2.8 berikut.

Tabel 2.8 Indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	Ipo	Roughness
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	≤ 2000
BURTU	3,4 – 3,0	> 2000
LASPEN	3,4 – 3,0	< 2000
	2,9 – 2,5	≤ 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	> 3000
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KRIKIL	$\leq 2,4$	

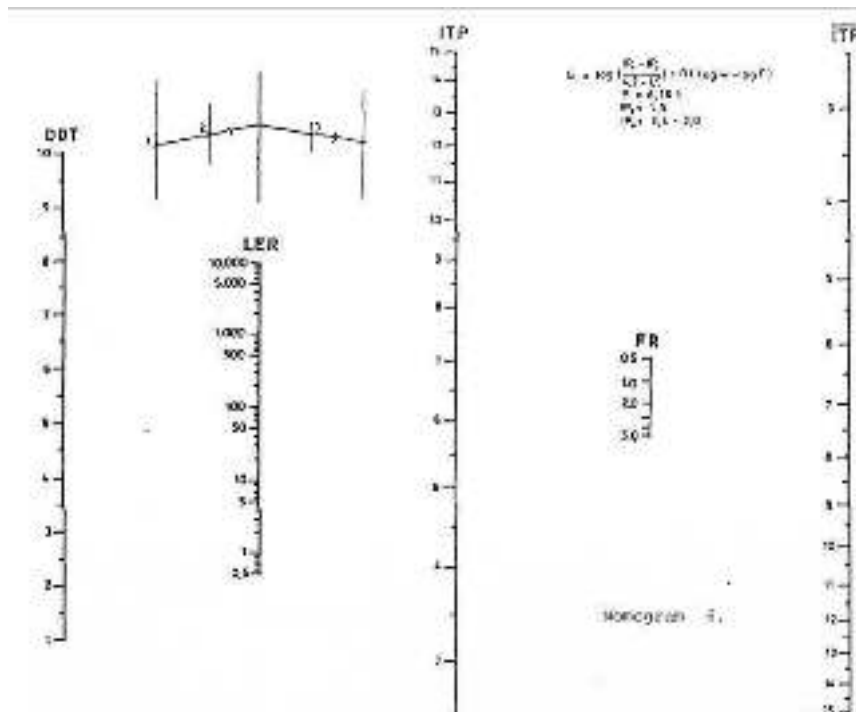
(Sumber : SKBI, 1987)

Catatan :

1. Alat pengukuran *roughness* yang dipakai adalah NAASRA, yang dipasang pada kendaraan standar datsun 1500 station wagon, dengan kecepatan kendaraan ± 32 km per jam.
2. Gerakan sumbu belakang dalam arah vertikal dipindahkan pada alat *roughometer* melalui kabel yang dipasang ditengah-tengah sumbu belakang kendaraan yang selanjutnya dipindahkan kepada *cournter "flexible drive"*.

2.8.7 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Dengan menggunakan nomogram dapat diperoleh dari nomogram dengan menggunakan LER selama umur rencana (SKBI, 1987).



Gambar 2.11 Nomogram untuk $IP_t = 2,0$ dan $IP_o = 3,9 - 3,5$

(Sumber : SKBI, 1987)

2.8.8 Koefesien Kekuatan Relatif (a)

Koefesien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi dan pondasi bawah. Ditentukan secara korelasi sesuai nilai *Marshall Test* untuk bahan dengan aspal, kuat tekan untuk bahanyang distrabilisasikan dengan semen atau kapur atau CBR untuk bahan lapis pondasi bawah (SKBI, 1987).

Tabel 2.9 Koefisien kekuatan relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	
0,35	-	-	590	-	-	Laston
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	HRA
0,30	-	-	340	-	-	Aspal macadam
0,26	-	-	340	-	-	Lapen (mekanis)
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
0,20	-	-	-	-	-	
-	0,28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,19	-	-	-	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

(Sumber : SKBI, 1987)

Catatan :

Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke 7. Kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke 21.

2.8.9 Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

Batas-batas minimum tabel lapisan perkerasan ditentukan menurut Tabel 2.10 berikut.

Tabel 2.10 Batas minimum tebal lapisan permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapisan pelindung (Buras/Burtu/Burda)
< 3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbug, Laston
6,70 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbug, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston

(Sumber : SKBI, 1987)

Batas minimum tebal perkerasan ditentukan menurut Tabel 2.11 berikut.

Tabel 2.11 Batas minimum tebal perkerasan

ITP	Tebal Minimum(cm)	Bahan
< 3,00	15	Besar pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00	20*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
7,50 – 7,49	10	Laston atas
	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi
7,50 – 9,99		Macadam Laston atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, Stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston Atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, Stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas

(Sumber : SKBI, 1987)

2.8.10 Pelapisan Tambahan

Untuk perhitungan pelapisan tambahan (*overlay*), kondisi perkerasan lama (*existing pavement*) dinilai sesuai Gambar 2.12 berikut.

1. Lapis Permukaan :	
Umumnya tidak retak, hanya sedikit deformasi pada jalur roda.....	90 – 100%
Terlihat retak halus, sedikit deformasi pada jalur roda namun masih tetap stabil.....	70 – 90%
Retak sedang, beberapa deformasi pada jalur roda, retak pada dasarnya menunjukkan kestabilan.....	50 – 70%
Retak banyak, demikian juga deformasi pada jalur roda, menunjukkan gejala ketidakstabilan.....	30 – 50%
2. Lapis Pondasi :	
a. Pondasi Aspal Beton atau Penetrasi Macadam	
umumnya tidak retak.....	90 – 100%
Terlihat retak halus, namun masih tetap stabil.....	70 – 90%
Retak sedang, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan.....	50 – 70%
Retak banyak, menunjukkan gejala ketidakstabilan.....	30 – 50%
b. Stabilitas Tanah dengan Semen atau Kapur :	
Indek Plastisitas (Plasticity Index = PI) ≤ 10.....	70 – 100%
c. Pondasi Macadam atau Batu Pecah :	
Indek Plastisitas (Plasticity Index = PI) ≤ 6.....	80 – 100%
3. Lapis Pondasi Bawah	
Indek Plastisitas (Plasticity Index = PI) ≤ 6.....	90 – 100%
Indek Plastisitas (Plasticity Index = PI) ≤ 6.....	70 – 90%

Gambar 2.12 Nilai kondisi perkerasan jalan

(Sumber : SKBI, 1987)

2.8.11 Analisa Komponen Perkerasan

Perhitungan perencanaan ini didasarkan pada kekuatan relative masing-masing lapisan perkerasan jangka panjang \bar{P} (Indeks Tebal Perkerasan) dengan rumus sebagai berikut.

$$\bar{P} = a1.d1 + a2.d2 + a3.d3 \quad 2.11$$

Keterangan :

1. a1, a2, a3 adalah koefisien kekuatan relative bahan perkerasan dari table 2.8 untuk lapisan permukaan (a1), lapis atas (a2) dan lapis pondasi bawah (a3).
2. d1, d2, d3 adalah tebal masing-masing lapisan dalam cm untuk lapisan permukaan (d1), lapis pondasi atas (d2) dan lapis pondasi bawah (d3).

2.9 Contoh Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh (Achmad Zultan, 2011), penelitian tersebut menghasilkan data tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana memanfaatkan tanah lempung sebagai material subgrade jalan yang distabilisasi menggunakan limbah beton. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil uji CBR rendaman tanah asli hanya 1,8 % tidak memenuhi spesifikasi kekuatan tanah dasar jalan raya yang dipersyaratkan (persyaratan nilai CBR >6%). Dengan stabilisasi limbah beton 40% diperoleh nilai CBR 7,7 % maka sudah sesuai spesifikasi kekuatan sebagai tanah dasar.

Penelitian yang dilakukan oleh (Neni Kusnianti, 2008), penelitian tersebut menghasilkan data pengujian stabilisasi ini dilakukan dengan mencampur tanah asli dengan mineral asbuton. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi kenaikan daya dukung CBR akibat tambahan mineral asbuton, semakin banyak campuran mineral asbuton, semakin tinggi harga kepadatan kering dan CBR Soaked . Pada campuran 12% mineral asbuton akan meningkatkan CBR sekitar 53% terhadap CBR tanah asli. Peningkatan nilai kekuatan tanah (UCS) untuk mineral asbuton pada campuran, terjadi pada umur 7 hari dan 28 hari yaitu peningkatan sebesar 49% dan 63% dari nilai UCS tanah aslinya.

Penelitian yang dilakukan oleh (Muhammad Shalahuddin, 2012), penelitian tersebut menghasilkan Kekuatan relatif tanah dasar diuji dengan alat DCP untuk mendapatkan nilai CBR lapangan. Uji DCP dilakukan sampai kedalaman 100 cm (panjang alat uji). Artinya bahwa nilai CBR yang mewakili yang diperoleh adalah data kekuatan relatif tanah dasar sampai kedalaman 100 cm. Nilai CBR juga dapat diperoleh dengan uji CBR laboratorium pada sampel tanah diambil sampai kedalaman 30 cm. Perbedaan tinjauan kedalaman pada saat uji DCP, yaitu bacaan yang mendekati kedalaman 30 cm dan kedalaman 100 cm. Nilai CBR yang mewakili diperhitungkan pada kedalaman 30 cm dan 100 cm. CBR yang mewakili sampai kedalaman 30 cm lebih besar dari CBR yang mewakili sampai kedalaman 100 cm. CBR yang mewakili sampai kedalaman 30 cm adalah 1,62% sedangkan CBR yang mewakili sampai kedalaman 100 cm adalah 1,2%. Tanah pada kedalaman 30 cm sampai 100 cm secara alami memiliki kepadatan yang lebih rendah sehingga nilai CBR nya juga rendah.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang tepatnya pada segmen 9 STA 33+000 sampai STA 34+000 yang berada di Tiga Runggu Kecamatan Silimakuta Kabupaten Simalungun. Pada lokasi penelitian ini di ambil 11 titik data DCP yaitu di bagian kira dan kanan pelebaran jalan dengan *zigzag*. Jarak titik DCP tersebut sudah memenuhi syarat Standard Nasional Indonesia dimana untuk struktur memanjang (jalan raya, rel kereta, *runway* dan *taxiway*) jumlah penyidikan tanah 50 m sampai 200 m, kecuali *runway* dan *taxiway* jarak maksimum dibatasi 100 m.



Gambar 3.1 Peta lokasi perkerasan Jalan Tiga Runggu

(Sumber : Google Earth, 2022)

3.3 Data Umum Proyek

Dalam pengumpulan data pada lokasi penelitian proyek preservasi jalan Tiga Runggu-Tanjung Dolok di dapat data data umum tentang proyek adalah sebagai berikut.

1. Nama pekerjaan : Preservasi Jalan Tiga Runggu-Tanjung Dolok.
2. Lokasi : Tiga Runggu-Tanjung Dolok.
3. Pemiliki proyek : Kementrian Pekerjaan Umum.
4. Kontraktor pelaksana : PT.Kartika Indah Jaya.
5. Konsultan supervisi : PT.Anugrah Kridapradana KSO.
PT.Berlian Jaya PT.Guteg Harindo.

3.4 Survey Pendahuluan

Tahapan persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai tahapan pengumpulan data dan pengolahan data. Dalam tahapan awal ini disusun beberapa hal-hal penting yang harus dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Adapun langkah dalam tahap persiapan ini antara lain sebagai berikut.

1. Studi pustaka terkait materi Tugas Akhir untuk dapat menentukan garis-garis besar tujuan dan permasalahan dan menentukan kebutuhan data yang akan digunakan.
2. Mencari informasi melalui instansi terkait yang dapat dijadikan sebagai sumber informasi untuk proyek yang sedang berlangsung.
3. Survei ke lokasi proyek untuk mengetahui gambaran umum dan kondisi pekerjaan di lapangan.

Persiapan dalam langkah-langkah diatas harus dilakukan dengan cermat agar tidak ada bagian yang terlupakan ataupun pekerjaan berulang yang mengakibatkan pekerjaan pada tahap pengumpulan data tidak maksimal.

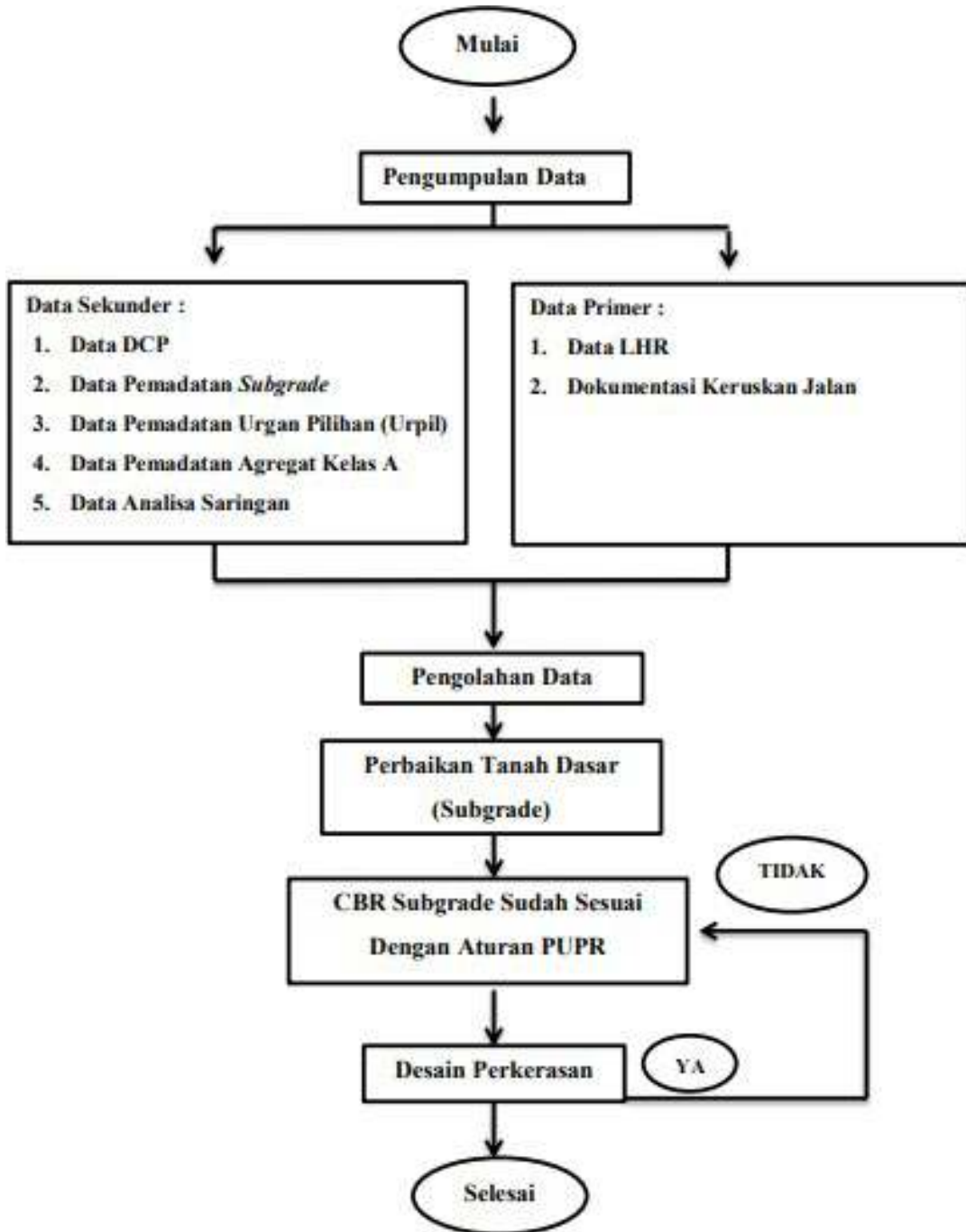
3.5 Metodologi Penelitian

Adapun metodologi penulisan Tugas Akhir ini sebagai berikut.

1. Survei dan pengambilan data ke lokasi proyek, adapun pengambilan data yang di lakukan yaitu data DCP yang di gunakan untuk memperoleh nilai CBR.
2. Studi literatur yaitu dengan mempelajari buku-buku referensi yang tersedia dari media cetak maupun internet dan juga ataupun catatan kuliah yang mendukung untuk penulisan tugas akhir ini.
3. Pengambilan data adapun pengambilan data dilakukan dengan mengambil data-data lalu,
4. Diskusi interaktif melakukan diskusi dalam bentuk tanya jawab dengan teknisi proyek. Pengamatan lapangan langsung ke lapangan proyek.

3.6 Bagan Alir (*Flowchart*) Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan guna penyelesaian Tugas Akhir ini dapat dijelaskan pada bagan alir di Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Bagan alur penelitian