

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan salah satu elemen dalam sistem transportasi yang mendukung mobilitas masyarakat dan distribusi barang. Meskipun jalan raya telah dibangun dengan baik, seiring berjalannya waktu, berbagai faktor dapat menyebabkan kerusakan pada elemen-elemen jalan, kerusakan pada jalan dapat mengakibatkan dampak negatif, baik dari segi keselamatan maupun kenyamanan pengguna jalan.

Di Jalan Raya Boter, Rokan Hulu, Riau, telah teridentifikasi adanya kerusakan jalan yang cukup signifikan. Berdasarkan survey lapangan beberapa lokasi yang mengalami kerusakan terletak pada STA 0+000, STA 1+200, dan STA 2+200. Kerusakan ini ditandai dengan adanya retakan, penurunan permukaan, dan pengikisan material yang dapat mengganggu fungsi jalan. Penyebab kerusakan ini bisa bervariasi, mulai dari kualitas material *subgrade* yang tidak memadai, pengaruh beban lalu lintas yang tinggi, hingga faktor lingkungan seperti curah hujan yang ekstrem. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis daya dukung *subgrade* pada jalan guna memahami lebih dalam mengenai kondisi yang menyebabkan kerusakan tersebut.

Analisis daya dukung tanah merupakan langkah penting untuk mengevaluasi kemampuan tanah dalam mendukung beban yang diterima. Analisis daya dukung tanah menggunakan metode uji *California Bearing Ratio* (CBR) merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas tanah dasar, khususnya dalam proyek jalan dan infrastruktur.

Dalam penelitian ini, metode yang akan digunakan adalah dengan menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Metode DCP merupakan teknik yang efektif untuk mengukur daya dukung tanah secara langsung di lokasi, dengan cara menembus tanah menggunakan alat yang dilengkapi dengan kerucut. Dengan menggunakan metode ini, diharapkan dapat diperoleh data yang akurat mengenai daya dukung *subgrade* pada ruas jalan raya boter, sehingga analisis yang dilakukan dapat lebih komprehensif. Hasil dari pengukuran ini akan menjadi

dasar bagi rekomendasi perbaikan dan pemeliharaan yang lebih efisien, serta membantu dalam meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan di masa mendatang.



Gambar 1. 1 Kerusakan bahu jalan pada lokasi penelitian

Sumber: Hasil survey lokasi penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah berapa nilai daya dukung *subgrade* pada Jalan Raya Boter mulai dari STA 0+000 sampai STA 2+200?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai daya dukung *subgrade* dari pengujian yang dilakukan pada Jalan Raya Boter mulai dari STA 0+000 sampai STA 2+800.

Manfaat Penelitian ini adalah dapat mengetahui nilai Daya Dukung *Subgrade* dari pengujian yang dilakukan pada Jalan Raya Boter mulai dari STA 0+000 sampai STA 2+800.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada analisis daya dukung *subgrade* jalan Raya Boter, Rokan Hulu, Riau, dengan fokus pada:

1. Lokasi penelitian terbatas pada ruas jalan Raya Boter, Rokan Hulu, Riau
2. Penelitian dilakukan menggunakan alat DCP per STA 200 meter.
3. Standar yang digunakan untuk Uji CBR dan DCP mengacu surat edaran menteri pekerjaan umum No. 04/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Cara Uji *California Bearing Ratio* (CBR) dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

1. Deasi D. A. A. Daud, Anie A. Tuati, Yacob V. Hayer (2024) melakukan penelitian dengan judul *“Analisis Kelayakan Tanah Dasar Sebagai Subgrade Jalan Ditinjau Dari Kualitas Daya Dukung Tanah (Studi Kasus Ruas Jalan Anggrek Kota Kupang)”*. Tujuan dalam penelitian ini adalah menganalisis kerusakan jalan Anggrek akibat kualitas daya dukung tanah berdasarkan data hasil uji laboratorium. Metode penelitian yaitu data hasil pengujian tanah dianalisis dan diinterpretasikan secara deskripsi kuantitatif. Hasil analisis menunjukkan bahwa tanah dasar pada ruas jalan Anggrek Kota Kupang merupakan tanah berbutir halus jenis lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi, mudah dipengaruhi oleh air dan musim/cuaca sehingga kadar air mudah naik dan turun, mudah mengalami perubahan volume isi tanah tergantung kadar air, nilai CBR tanah rendah dan tidak memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dalam Spesifikasi BM 2018 Rev 2 Tahun 2020 serta penilaian sebagai tanah dasar sedang sampai buruk, sehingga tidak layak dijadikan material Subgrade pada perkerasan jalan raya. (Daud dkk., 2024)
2. Nasrullah, Kamaluddin Lubis & Amsuardiman (2024) melakukan penelitian dengan judul *“Analisis Daya Dukung Tanah Lapisan Pondasi Jalan pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi – Parapat Tahap I (Zona I)”*. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan daya dukung tanah berdasarkan hasil uji Dynamic Cone Penetrometer (DCP) dengan memakai alat DCP dan hasil uji California Bearing Ratio (CBR) dengan memakai alat CBR pada tanah dasar (subgrade). metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode SNI, AASHTO T 193 dan ASTM D 1883. Dari hasil perhitungan pengujian DCP di dapat nilai rata – rata CBR 6,16 %. Dan hasil perhitungan pengujian CBR lapangan didapat nilai rata – rata CBR maksimum 6,43 %. Berdasarkan metode AASHTO T 193 dan ASTM D 1883 memenuhi persyaratan. Karena nilai CBR yang didapat

lebih dari 6 %. Dengan nilai CBR rata-rata tersebut memenuhi persyaratan. Jadi tanah tidak memerlukan pemadatan dan pekerjaan dapat dilanjutkan ke pekerjaan timbunan (borrow material). (Nasrullah dkk, 2024)

3. Noor Dhani, Nina Haryati, La Ode Muhammad Masnur Nasrun (2024) melakukan penelitian dengan judul *“Analisis Kepadatan Tanah Pada Perkerasan Jalan Menggunakan Alat Dcp (Dynamic Cone Penetrometer) Pada Jalan Tani Di Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton”*. . Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai CBR pada Jalan usahatani Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton. Dari hasil pengujian nilai CBR sepanjang 1 Km dengan metode zig-zag dan setiap segmen dengan jarak 100 meter, sepanjang 1 Km menggunakan alat DCP pada perkerasan jalan tani Dusun Mabulugo, di dapatkan nilai CBR diatas 6% (> 6%) ini berarti jalan perkerasan tersebut dapat dilakukan perencanaan perkerasan jalan. (Noor dkk., 2024)
4. Lisa Trisnawati, Erny (2024) melakukan penelitian dengan judul *“Pengujian Daya Dukung Lapis Tanah Dasar (Subgrade) Menggunakan Alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer) (Studi Kasus: Jl. Pendidikan Desa Rantau Mapesai Kecamatan Rengat Kabupaten Indragiri Hulu)*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kekuatan tanah dasar di Jalan Pendidikan Desa Rantau Mapesai, Kecamatan Rengat, Kabupaten Indragiri Hulu. Pengujian DCP dilakukan langsung di lapangan dengan metode zig-zag, di mana setiap segmen memiliki jarak 50 meter dan total ada 6 titik pengujian. Hasil pengujian DCP menunjukkan bahwa nilai CBR desain/rencana, yang merupakan representasi dari CBR pada 90% kedalaman adalah sebesar 4,55%. Nilai tersebut masih di bawah standar nilai CBR yang telah ditetapkan sebesar 6%, sehingga perbaikan atau pemadatan pada tanah dasar diperlukan. (Trisnawati Lisa & Erny, 2024)
5. Kibar M. Panjaitan, Jupriah Sarifah, Ahmad Bima Nusa (2024) melakukan penelitian dengan judul *“Analisis Daya Dukung Tanah Dasar Menggunakan Alat DCP Proyek Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi –*

Indrapura”. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tanah dasar atau lapis perkerasan jalan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi – Indrapura. Pada penelitian ini, metode pengujian lapangan dilakukan dengan metode zig-zag yaitu di kiri dan kanan pada saat pengujian lapangan. Ruas jalan yang ditinjau dengan mengambil 14 titik pengujian. Setiap segmen diberi jarak 25 meter sepanjang 425 meter untuk tata letak alat DCP. Hasil pengujian menunjukkan nilai-nilai CBR dari uji STA 93+550 – STA 106+575 untuk mendapatkan nilai DDT adalah sebagai berikut : CBR rata-rata 3.65% CBR maks 5.88% CBR min 1.46% Secara analitis CBR Segmen di dapat CBR segmen 2.27% Nilai Daya Dukung Tanah 3.23% Berdasarkan hasil nilai standar persyaratan CBR yang telah ditetapkan sebesar 6%. Nilai CBR lapangan yang di dapat belum memenuhi standar. (Panjaitan dkk., 2024)

6. Fitro Darwis, Elfira Resti Mulya (2022) melakukan penelitian dengan judul *“Analisis Daya Dukung Tanah Dasar Berdasarkan Uji Cbr Laboratorium Dan Uji Cbr Lapangan Pada Ruas Jalan Kampus Unipas Morotai”*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung tanah dasar (*subgrade*) untuk keperluan perencanaan tebal perkerasan jalan di ruas jalan kampus Unipas Morotai melalui pengujian secara langsung di lapangan dengan pengujian laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tanah pada 3 titik lokasi pengambilan sampel termasuk jenis Tanah Lempung dengan kadar air lapangan tinggi antara 30-35%. Nilai CBR laboratorium pada titik 01 sebesar 33%, titik 2 sebesar 28% dan titik 3 sebesar 49%. Hasil ini menunjukan bahwa dari hasil pengujian lab, tanah dasar memenuhi syarat sebagai subgrade pada perkerasan jalan dimana CBR >5%. Nilai CBR lapangan yang diuji pada titik 6 titik pengujian memberikan nilai yang variatif sebesar 4,64%-6,96% Hasil ini menunjukan bahwa dari hasil pengujian lab, tanah dasar memenuhi syarat sebagai *subgrade* pada perkerasan jalan dimana CBR >5% pada titik 01, dan titik 04. Sedangkan pada 4 titik lainnya tidak

memenuhi nilai CBR nya sehingga diperlukan pemadatan khusus dilpangan.(Darwis & Elfira, 2021)

7. Nina Haryati, Anna Irada La Ode Malim (2022) melakukan penelitian dengan judul *“Analisa Daya Dukung Tanah Dasar (Sub Grade) Di Kecamatan Wolowa Dusun Waole I Jalan Kaulea Menggunakan Alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer)”*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa tentang daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada ruas jalan kaulea, desa waole kecamatan Wolowa, Kabupaten buton sehingga pengguna lalu lintas dapat lebih mudah mengakses jalan dan agar akses jalan menjadi lebih mudah untuk dilalui. Hasil pengujian menunjukkan nilai rata-rata DCP adalah 22,02 mm, sedangkan rata-rata nilai CBR sebesar 8,88%. Nilai korelasi CBR-DDT terkecil 5,76 %, dengan DDT sebesar 8,8%. Nilai CBR untuk desain / plan yang diperoleh memenuhi standar persyaratan nilai CBR yang telah ditetapkan sebesar 6%. Tidak perlu dilakukan pemadatan kembali di lapangan karena tidak memenuhi standar nilai CBR yang telah ditentukan dan disetujui untuk menambah perkerasan jalan.(Haryati dkk., 2022)
8. Sylvina Permatasari (2021) melakukan penelitian dengan judul *“Hubungan Nilai CBR Laboratorium Dan DCP Pada Tanah Yang Dipadatkan Pada Ruas Jalan Desa Semisir Kabupaten Kotabaru”*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan nilai CBR laboratorium dan DCP pada tanah yang dipadatkan di ruas Jalan Desa Semisir Kabupaten Kotabaru. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata nilai DCP adalah 18,13 mm, sedangkan rata-rata nilai CBR adalah 13,35% dan desain nilai CBR adalah 24,78% dengan Daya Dukung Tanah adalah 7,74%. Kondisi di lapangan saat pengujian sudah layak untuk ditingkatkan perkerasan lapisan permukaan aspal karena memiliki standar kepadatan minimum 6%. Hasil nilai CBR tersebut akan menjadi rekomendasi untuk penentuan tebal lapis perkerasan dan tebal lapis permukaan pada Jalan tersebut (Permatasari, 2021)
9. Sylvina Permatasari (2020) melakukan penelitian dengan judul *“Analisis Kepadatan Tanah Dengan Pengujian California Bearing Ratio (CBR)*

Pada Ruas Jalan Masuk Jembatan Penyebrangan Tanjung Serdangbatulicin Kecamatan Pulau Laut Tengah Kabupaten Kota Baru”.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai CBR tanah tersebut apakah sudah layak untuk dilakukan peningkatan jalan sampai tahap perkerasan. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata nilai DCP adalah 45,20 mm, sedangkan rata-rata nilai CBR adalah 3,86%. Desain nilai CBR adalah 4%, dengan DDT adalah 4,28%. Nilai CBR desain/rencana yang didapat belum memenuhi standar nilai CBR yang sudah ditetapkan yaitu 6%. Sehingga sehingga perlu dilakukan pemadatan kembali pada tanah dasar karena tidak memenuhi standar nilai CBR yang sudah ditetapkan dan sebaiknya ditambahkan perkerasan jalan.(Permatasari, 2020)

10. Nisrina Zaida Ulfa dan Pherto Rimos (2020) melakukan penelitian dengan judul *“Analisis Kestabilan Tanggul Ditinjau Dari Nilai Daya Dukung Tanah Pada Daerah Penambangan Bauksit Tayan Kalimantan Barat”*. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis kapasitas daya dukung tanah dan penurunan/settlement pada tanggul kolam sedimen UBPB Kalbar dengan metode elemen hingga dan membandingkan hasilnya dengan interpretasi uji DCP dan CBR. Hasil dari perhitungan nilai CBR (CBRkonversi) yang dikonversi dari data DCP lapangan memperlihatkan hasil yang sesuai dengan keadaan aktual dilapangan. Nilai CBR pada tanggul sediment pond 0,42 – 18,08 % dengan nilai daya dukung tanah (DDT) sebesar 1,77 - 64,66 ton/m², dengan ground pressure sebesar 43,75 kN/m² , menghasilkan penurunan/settlement tanggul sebesar 0,05-0,15 m. Dengan menggunakan metodologi yang sama, perbandingan dan pemodelan numerik dilakukan pada setiap area tanggul. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa area tanggul masih dapat menahan beban dari peralatan tambang yang berupa dump truck dan excavator. Namun, nilai tersebut masih sangat bervariasi dan masih memiliki nilai DDT di bawah 2 ton/m². Oleh karena itu, sangat disarankan untuk dilakukan perkerasan material pada area ini. Hasil dari analisis ini perlu diperkuat dengan adanya pemantauan rutin terhadap area tanggul yang akan dilewati oleh alat berat.(Ulfa & Rimos, 2020)

2.2 Keaslian Penelitian

Keaslian merupakan perbedaan antara penelitian yang dilakukan saat ini dengan penelitian lain sebelumnya. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Tempat penelitian dilakukan di Ruas Jalan Raya Boter, Kecamatan Rambah, Kabupaten Rokan Hulu, Riau.
2. Fokus penelitian ini membahas tentang Analisis Daya Dukung *Sub Grade* Pada Ruas Jalan Raya Boter

BAB III

LANDASAN TEORI

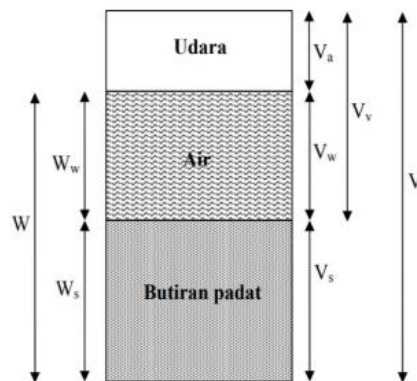
3.1 Tanah

Tanah merupakan komponen dasar yang memiliki peranan penting, tanah berfungsi sebagai penerima beban struktur di atasnya. Tanah yang baik adalah tanah yang memiliki daya dukung tanah yang tinggi, akan tetapi tidak semua jenis tanah memiliki daya dukung tanah yang tinggi, hal ini dikarenakan letak geografis yang berbeda dan tidak semua tanah mendapatkan treatment yang sama (Fathonah et al., 2018)

3.1.1 Komposisi Tanah

Sebagaimana dijelaskan oleh Braja M. Das (1998) tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan bahan organik yang lapuk (yang mengandung partikel padat) yang bercampur dengan udara, gas yang mengisi rongga antara padatan. Tanah yang benar-benar kering terdiri dari dua fase yang disebut partikel padat dan udara pengisi pori. Tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan. Sehingga dibutuhkan tanah yang kokoh menopang beban di atasnya dan menyebarkannya merata.

Tanah terdiri dari tiga fase elemen yaitu: butiran padat (*solid*), air dan udara. Seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3. 1 Fase Penyusunan Tanah

Tanah tersusun dari butiran tanah atau partikel lainnya dan rongga-rongga atau pori diantara partikel butiran tanah. Rongga-rongga sebagian terisi dengan air

atau zat cair lainnya. Rongga-rongga tanah yang tidak terisi oleh air atau zat cair akan di isi dengan udara atau bentuk lain dari gas.

3.1.2 Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar (subgrade) merupakan pondasi bagi perkerasan, baik perkerasan pada jalur lalu-lintas maupun pada bahu. Dengan demikian, maka tanah dasar harus mampu memikul beban kendaraan yang disalurkan oleh perkerasan. Disamping harus mempunyai kekuatan, tanah dasar juga harus mempunyai stabilitas volume akibat pengaruh lingkungan, terutama air.

3.2 Sistem Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah proses untuk mengklasifikasikan berbagai jenis tanah tetapi dengan karakteristik yang sama ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan kegunaannya. Sistem klasifikasi menyediakan bahasa yang sederhana untuk dengan mudah menggambarkan karakteristik umum tanah dari berbagai jenis tanpa penjelasan rinci. Sebagian besar metode struktur tanah yang dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butir dan plastisitas.

Tujuan dari perencanaan tanah adalah untuk menggambarkan dan mengidentifikasi tanah, menemukannya cocok untuk penggunaan tertentu, berguna untuk menyampaikan informasi tentang kondisi tanah dari suatu daerah ke daerah lain secara mendasar (Bowles JE, 1991). Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut :

3.2.1 Sistem Klasifikasi Unified Soil Classification System (USCS)

Casagrande pertama kali memperkenalkan *Unified Land Classification System* (USCS) pada tahun 1942 untuk digunakan oleh korps Insinyur Angkatan Darat selama perang Dunia II. Bekerja sama dengan Badan Rekonstruksi Amerika Serikat pada tahun 1952, sistem ini disempurnakan. Saat ini para ahli teknik menggunakan sistem klasifikasi.

Sistem klasifikasi unified mengelompokkan tanah kedalam dua kelompok besar, yaitu :

1. Tanah gembur (tanpa butiran – tanah), yaitu: kerikil dan pasir dimana kurang dari 50 % dari total berat sampel tanah melewati saringan nasional No.200. Simbol grup ini dimulai dengan huruf pertama G atau S.G untuk tanah kerikil atau kerikil, dan s untuk tanah berpasir atau berpasir.
2. Tanah yang baik (tanah berbutir halus), yaitu tanah yang lebih dari 50 % berat total contoh tanahnya lolos saringan no.200. Simbol golongan ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau anorganik, C untuk lempung anorganik, dan lempung organik. Simbol – simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS Adalah :

W = well graded (tanah dengan gradasi baik)

P = poorly graded (tanah dengan gradasi buruk)

L = low plasticity (plastisitas rendah) ($LL < 50$)

H = high plasticity (plastisitas tinggi) ($LL > 50$)

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti : GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC. Simbol-simbol yang digunakan dalam Sistem Unified adalah sebagai berikut

G = Kerikil (gravel)

S = pasir (sand)

C = lempung (clay)

M = lanau (silt)

O = lanau atau lempung organik (organic sily or clay)

Pt = tanah gambut dan tanah organik tinggi (peat and highly organic g soil)

W = gradasi baik (well-graded)

P = gradasi buruk (poorly-graded)

H = plastisitas tinggi (high-plasticity)

L = plastisitas rendah (low-plasticity)

Untuk klasifikasi yang benar, faktor – faktor berikut ini perlu diperhatikan:

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus)
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40
3. Koefisien keseragaman (uniformy coefisien, C_u) dan koefisien gradasi (*gradation coefficient*, C_c) untuk tanah dimana 0 – 12 % lolos ayakan No.200
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah dimana 5 % atau lebih lolos ayakan No.200).

3.2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem perataan jalan ini dikembangkan pada tahun 1992 oleh *Public Road Administration Classification System*. Metode ini telah mengalami banyak penyempurnaan. Model yang saat ini digunakan adalah model Komite Desain Material untuk Jalan Jenis Subgrade dan Granular tahun 1945 (Standar ASTM no D-3282, AASHTO M145).

Dalam *sistem* ini tanah dibagi menjadi tujuh kelompok besar , yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang diklasifikasikan sebagai A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah granular dimana 35% atau kurang dari jumlah total melebihi No.200 saringan. Tanah dimana lebih dari 35% melewati saringan No.200 diklasifikasikan sebagai kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 hingga A7 sebagian besar berupa lanau dan lempung. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria dibawah ini :

a. Ukuran Butir

Kerikil: bagian tanah yang lolos saringan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada saringan No. 20 (2 mm) Pasir : bagian tanah yang lolos saringan no.10 (2mm) dan yang tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm).

b. Plastisitas

Nama lanau digunakan ketika bagian tanah yang lebih halus memiliki indeks plastisitas (PI) 10 atau kurang. Nama berlempung digunakan

ketika bagian tanah yang lebih halus memiliki indeks plastisitas 11 atau lebih. Jika ditemukan batu (lebih 75 mm) pada jenis tanah yang akan ditentukan, batu tersebut harus dibuang terlebih dahulu, tetapi persentase batu yang dibuang harus dicatat. Untuk mengevaluasi mutu (quality) dari suatu tanah sebagai bahan lapisan tanah dasar (subgrade) dari suatu jalan indeks grup (group indeks, GI) juga diperlukan dari tanah yang bersangkutan.

3.3 Daya Dukung Tanah Dasar

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan (Panjaitan dkk., 2024)

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi dari struktur yang terletak di atasnya. Perancangan yang benar dan teliti sangat diperlukan agar beban pondasi tidak mengakibatkan timbulnya tekanan yang berlebihan pada tanah dibawahnya karena tekanan yang berlebihan dapat mengakibatkan penurunan yang besar .(Maharani dkk., 2024)

Daya dukung yang aman terhadap keruntuhan tidak berarti bahwa penurunan pondasi akan berada dalam batas % batas yang diizinkan. Oleh karena itu, analisis penurunan harus dilakukan karena umumnya bangunan peka terhadap penurunan yang berlebihan. Kapasitas nilai daya dukung dari suatu tanah didasarkan pada karakteristik tanah dasar dan dipertimbangkan terhadap kriteria penurunan dan stabilitas yang diisyaratkan, termasuk faktor aman terhadap keruntuhan (Medio Agustian N, 2014).

Kekuatan tanah atau daya dukung tanah dapat diketahui dengan mencari nilai *California Bearing Ratio* (CBR). Tanah dasar sebagai lapisan *subgrade* harus dapat menahan beban lalu lintas dengan berbagai kondisi kelas jalan. Menurut spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 revisi 2 klasifikasi nilai CBR 0%-3% termasuk dalam kategori sangat buruk, 3%-7% termasuk kategori buruk, 7%-20% termasuk kategori sedang, 20%-50% termasuk kategori baik dan >50% termasuk kategori sangat baik. Tanah dasar dengan daya dukung sedang

didefenisikan sebagai setiap jenis tanah yang mempunyai CBR hasil pemadatan sama atau diatas 2,5% tetapi kurang dari 6%.

3.4 Defenisi Jalan

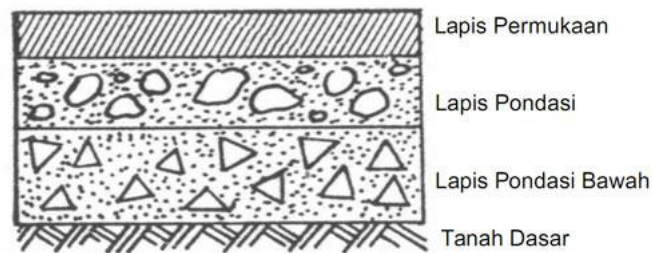
Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapan lainnya yang diperuntukkan untuk lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (Gupta, 2004). Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan Jalan umu adalah yan diperuntukkan bagi lalulintas umum, jalan khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri, bagian-bagian jalan meliputi ruang manfaat jalan, ruang milik jalan, dan ruas pengawasan jalan.

- a. Ruang manfaat jalan meliputi adan jalan, saluran tepi, dan ambang pengamannya.
- b. Ruang milik jalan meliputi ruang manfaat jalan dan sejalur tanah tertentu diluar ruang manfaat jalan.
- c. Ruang pengawasan jalan merupakan ruang tertentu diluar ruang milik jalan yang ada dibawah pengawasan penyelenggaraan jalan.

Kemiringan jalan adalah sudut antara permukaan jalan dan horizontal, yang dinyatakan dalam bentuk persentase atau derajat. Kemiringan jalan yang tepat adalah yang dapat memfasilitasi aliran lalu lintas dengan stabil dan aman. Kemiringan perkerasan jalan adalah 2–3 %, dan kemiringan bahu jalan adalah 4–6 %.(Menteri PUPR, 2023)

3.4.1 Struktur Perkerasan Jalan

Struktur perkerasan jalan terdiri dari beberapa lapisan yang masing-masing memiliki fungsi penting dalam menahan beban lalu lintas dan melindunginya dari kerusakan. Lapisan-lapisan tersebut meliputi lapisan tanah dasar (*subgrade*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), lapisan pondasi atas (*base course*), dan lapisan permukaan (*surface course*). Kualitas material penyusun lapisan semakin tinggi ke arah permukaan karena tegangan akibat beban roda lalu lintas akan semakin kecil saat disebarkan ke lapisan bawah.



Gambar 3. 2 Lapisan Struktur Perkerasan Jalan

Tanah dasar (*subgrade*) adalah lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai landasan stabil bagi lapisan di atasnya. Tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan, tanah galian, atau tanah timbunan. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*) terletak di atas subgrade dan berfungsi sebagai fondasi serta pencegah masuknya tanah dasar ke lapisan pondasi. Material *subbase course* memiliki kualitas yang lebih baik dari *subgrade*.

Lapisan pondasi atas (*base course*) berada di atas lapisan pondasi bawah dan berfungsi sebagai tempat peletakan lapisan permukaan sekaligus penahan beban roda. Lapisan permukaan (*surface course*) adalah lapisan paling atas yang memberikan kekesatan, ketahanan terhadap gesekan, serta penutup permukaan yang kedap air. Material geosintetik juga dapat digunakan untuk perkuatan dan stabilisasi lapisan jalan

3.4.2 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya

Menurut (BSNI, 2003) klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Klasifikasi berdasarkan fungsinya

Klasifikasi Jalan	Fungsi	Contoh Jalan
Jalan Arteri	Menghubungkan pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah atau antar pusat kegiatan nasional.	Jalan Nasional, Jalan Tol
Jalan Kolektor	Menghubungkan pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal atau antar pusat kegiatan wilayah.	Jalan Provinsi, Jalan Penghubung antar kota
Jalan Lokal	Menghubungkan pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan atau antar pusat kegiatan lingkungan.	Jalan Kabupaten, Jalan Kecamatan
Jalan Lingkungan	Menghubungkan antar pusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan atau lingkungan.	Jalan Perumahan, Jalan Lingkungan Perkampungan

Sumber : PP No 34 Tahun 2006

3.4.3 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 13 tahun 2004 klasifikasi menurut kelas jalan berhubungan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas yang dinyatakan muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton, dan kemampuan jalan tersebut dalam menyalurkan kendaraan dengan dimensi maksimum tertentu (PUPR, 2024). Klasifikasi kelas jalan, fungsi jalan dan dimensi kendaraan maksimum dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 3. 2 Klasifikasi menurut Kelas Jalan

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan maksimum		Muatan Sumbu Terberat (ton)
		Panjang (m) Lebar	Panjang (m) Lebar	
I	Arteri	18	2,5	> 10
II		18	2,5	10
III A		18	2,5	8
III A	Kolektor	18	2,5	8
III B		12	2,5	8
III C	Lokal	9	2,1	8

Menurut SK Bupati tentang penetapan ruas jalan raya tahun 2024, Ruas SMPN 7 Rambah – MAN – Kampung Kandis atau dikenal dengan Ruas Jalan Raya Boter termasuk jalan kabupaten, sehingga untuk klasifikasi kelas jalan termasuk sebagai Jalan Lokal. (Dinas PUPR Rokan Hulu, 2024)

3.4.4 Kerusakan Pada Jalan

Kerusakan jalan adalah kondisi di mana jalan mengalami penurunan kualitas atau integritas struktural yang dapat mengakibatkan deformasi, retakan, atau kerusakan lainnya. Kerusakan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk beban lalu lintas yang berlebihan, kondisi cuaca yang ekstrem, kualitas material yang tidak memadai, serta pengelolaan drainase yang buruk.

Adapun faktor yang paling umum dan menjadi penyebab kerusakan dari perkerasan jalan ialah kondisi tanah yang tidak lagi stabil, air, yang berasal dari air hujan, material konstruksi perkerasan, iklim, serta kesalahan dimana proses pemadatan pada lapisan di tanah tersebut yang kurang baik, penurunan kualitas juga dapat menjadi salah satu faktornya, dan beban yang berlebihan juga menjadi faktor rusaknya perkerasan tersebut. (Maulana dkk., 2022)

Kerusakan jalan dapat mencakup:

- a. Retakan dan Pecah: Munculnya retakan pada permukaan bahu jalan yang dapat berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius jika tidak ditangani.
- b. Deformasi: Perubahan bentuk atau penurunan pada bahu jalan yang dapat mengganggu fungsi dan keselamatan pengguna jalan.
- c. Erosi: Pengikisan material bahu jalan akibat aliran air, yang dapat mengurangi daya dukung dan stabilitas bahu jalan.

Adapun solusi perbaikan untuk kerusakan jalan adalah sebagai berikut:

1. Perbaikan Struktural
 - a. Melakukan perbaikan pada bagian yang rusak dengan menggunakan material yang sesuai.
 - b. Memperkuat bahu jalan untuk meningkatkan daya dukung.

2. Peningkatan Drainase
 - a. Mengimplementasikan sistem drainase yang baik untuk mengurangi genangan air.
 - b. Memastikan aliran air tidak mengikis bahu jalan.
3. Pemeliharaan Berkala
 - a. Melakukan pemeliharaan rutin untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.
 - b. Memantau kondisi bahu jalan secara berkala untuk deteksi dini kerusakan.

3.4.5 Pengambilan Data Topografi

Pengambilan digunakan untuk mengukur elevasi tanah di berbagai titik sepanjang rute jalan. Data ini penting untuk menentukan kontur dan kemiringan permukaan tanah serta mengidentifikasi area yang mungkin mengalami genangan air atau masalah drainase, yang dapat mempengaruhi daya dukung tanah. Pada penelitian ini alat yang digunakan untuk pengambilan data topografi adalah dengan menggunakan alat *waterpass*.

Berikut merupakan prosedur pengambilan data topografi menggunakan alat *waterpass*:

1. Persiapkan Patok dan alat-alat pengukuran
2. Melakukan penyetelan alat dan langkah pengukuran
 - a. Pemasangan dan penyetelan statif di titik peninjau
Skrup pada kepala kaki tiga pada lubang harus cukup kuat dan kencang agar tidak mudah bergeser maupun terlepas, usahakan statif dipasang sedatar mungkin dan membentuk piramida sama sisi dengan dicek menggunakan *waterpass* tukang batu
 - b. Penyetelan Nivo kotak (Gelembung kecil *waterpass*)
 - c. Penyetelan arah lensa *waterpass*.
 - d. Menyiapkan rambu ukur di titik yang ingin tinjau atau di patok
3. Pembacaan BA (batas atas), BT (Batas tengah) Melakukan pengukuran dan membaca hasil pembacaan

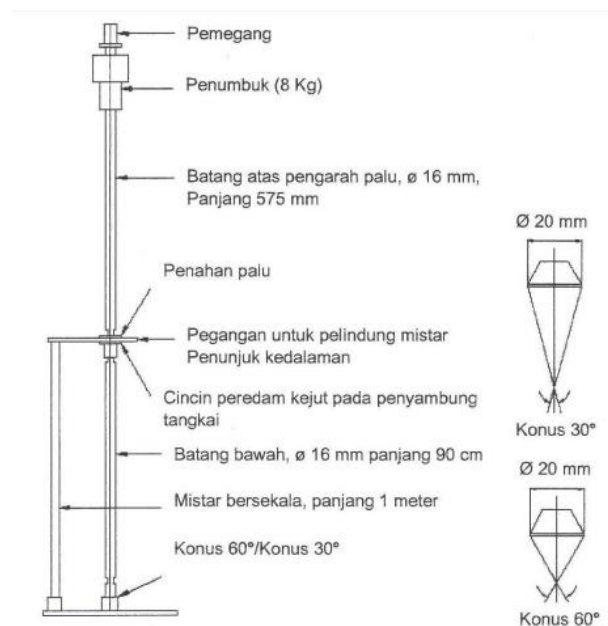
- Lihat dan catat BA (batas atas), BT (Batas tengah) dari titik yang ditinjau berdasarkan rambu ukur dan pesawat
- Hitung besar jarak dari titik letak waterpass ke titik tinjau menggunakan meteran (Jarak rantai)
- Hitung beda tinggi dan tinggi tanah menggunakan rumus disetiap titik

3.5 Pengujian Tanah

Pengujian tanah bertujuan untuk mengetahui parameter-parameter tanah yang baik secara fisik maupun teknis. Parameter-parameter hasil uji tanah penting untuk berbagai keperluan seperti CBR untuk menentukan daya dukung suatu tanah terhadap beban. pada penelitian ini, pengujian yang dilakukan adalah dengan menggunakan alat *dynamic cone penetration* (DCP).

3.5.1 Pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

Dynamic Cone Penetrometer (DCP) adalah alat yang digunakan untuk mengukur daya dukung tanah secara langsung di lapangan. Alat ini bekerja dengan cara mendorong konus atau ujung tumpul ke dalam tanah menggunakan energi yang dihasilkan dari palu yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu. (PUPR, 2010)



Gambar 3. 3 Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Cara uji ini merupakan suatu prosedur yang cepat untuk melaksanakan evaluasi kekuatan tanah dasar dan lapis fondasi jalan, dengan menggunakan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Cara uji ini juga merupakan cara alternatif jika pengujian CBR lapangan tidak bisa dilakukan.

Pengujian tersebut memberikan kekuatan lapisan bahan sampai kedalaman 90 cm di bawah permukaan yang ada dengan tidak melakukan penggalian sampai kedalaman pada pembacaan yang diinginkan.

Pengujian dilaksanakan dengan mencatat jumlah pukulan (blow) dan penetrasi dari konus (kerucut logam) yang tertanam pada tanah/lapisan fondasi karena pengaruh penumbuk kemudian dengan menggunakan grafik dan rumus, pembacaan penetrometer diubah menjadi pembacaan yang setara dengan nilai CBR.

1. Keuntungan menggunakan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) yaitu :
 - a. Menentukan kekerasan dalam mm/pukulan.
 - b. Perubahan tingkat tanah dapat diidentifikasi dengan perubahan kemiringan.
 - c. Meminimalisir gangguan permukaan tanah.
 - d. Informasi kekuatan dan desain dapat digabungkan dengan tes lain (CBR).
 - e. Harga jangka pendek dan mendesak.
2. Kekurangan menggunakan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)
 - a. Tidak dapat digunakan pada batuan keras, aspal, atau beton
 - b. DCP dapat rusak jika diterapkan berulang kali pada lantai keras atau mempertahankan penutup yang tidak lengkap.
 - c. Tidak dapat mengukur kelembapan atau kepadatan (hanya untuk mengukur kekakuan).

3.5.2 Prosedur Pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

1. Pilih titik pengujian telah ditentukan.
2. Gali lubang sedalam perkerasan yang ada atau sampai tanah dasar, ukuran lubang berdiameter ± 20 cm.

3. Pasang peralatan DCP dan pastikan bahwa semua sambungan telah kencang.
4. Pasang DCP dalam posisi vertical sedemikian rupa sehingga konus terletak di atas dasar lubang yang digali tempat bagian kerucut yang paling tebal terletak sama tingginya dengan permukaan tanah dasar.
5. Atur batang pengukur atau berskala, sehingga menunjukkan angka 0 dan catat dalam centimeter.
6. Naikkan palu geser sampai menyentuh, bagian bawah pegangan, dan jatuhkan dengan bebas sehingga palu mengenai anvil atau landasan dan jaga jangan sampai miring. Lakukan Sebanyak 5 pukulan dan catat jumlah penetrasinya(cm).
7. Ulangi pekerjaan langkah 6 di atas, Hentikan pengujian apabila kecepatan penetrasi kurang dari 1 mm/3 tumbukan.

3.6 Rumus Perhitungan

- a. Penetrasi (h)
= Kumulatif penetrasi i – Kumulatif penetrasi sebelumnya.....(3.1)

- b. DCP (mm/pkl)
$$DCP = \frac{\text{Penetrasi } i}{\text{Kumulatif Pukulan } i - \text{kumulatif pukulan sebelumnya}} \dots\dots\dots(3.2)$$

- c. Rumus pengujian nilai hubungan DCP dan CBR

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 Untuk mencari Nilai Hubungan DCP dan CBR sebagai berikut:

- 1) Ukuran Konus 30°
$$\text{Log}_{10} \text{ CBR} = 1,352 - 1,125 \text{ Log}_{10} (\text{cm/tumbukan}) \dots\dots\dots(3.3)$$

- 2) Untuk Ukuran Konus 60°
$$\text{Log}_{10} \text{ CBR} = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} (\text{mm/tumbukan}) \dots\dots\dots(3.4)$$

- d. Rumus Nilai Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Persamaan untuk menghitung daya dukung tanah dasar (DDT) berdasarkan nilai CBR (California Bearing Ratio) tanah dasar sebagai berikut:

$$DDT = 4,3 \text{ Log CBR} + 1,7 \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana : DDT = Daya dukung tanah dasar

 CBR = Nilai CBR tanah dasar

e. Kemiringan Jalan

$$i = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100 \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana: t_1 = tinggi tanah dibagian tertinggi (m)

t_2 = tinggi tanah dibagian terendah (m)