

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan konstruksi di Indonesia semakin berkembang pesat seperti jalan, bangunan, jembatan dan lainnya. Seperti yang diketahui bahwa Pembangunan tidak terlepas dari tanah dasarnya. Tanah dasar merupakan material yang sangat berpengaruh dan berperan penting dalam pembangunan konstruksi, dengan hal ini diperlukan tanah yang stabil agar memiliki nilai daya dukung yang tinggi untuk menahan beban yang berada di atasnya.

Masalah pada tanah dasar dapat dilihat dari nilai daya dukung tanah dasar yang direspresentasikan berdasarkan angka CBR (*California Bearing Ratio*) yang didapatkan melalui pengujian laboratorium.

Pengujian yang umum digunakan untuk menilai daya dukung subgrade adalah melalui uji CBR (*California Bearing Ratio*) laboratorium. Uji CBR adalah metode pengujian yang digunakan untuk menentukan kekuatan atau kemampuan subgrade dalam menahan beban yang diterima. Untuk standart nilai minimum CBR adalah $> 6\%$ baik menurut SNI. Berdasarkan standar AASHTO, nilai CBR 20-25 umumnya dianggap cukup baik untuk subgrade jalan, tetapi perlu perhatian lebih untuk memastikan perencanaan ketebalan lapisan perkerasan yang tepat. Nilai CBR ini biasanya cocok untuk jalan kelas II atau III, yang dilalui oleh kendaraan dengan beban sedang (seperti kendaraan ringan dan kendaraan komersial kecil).

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dirumuskan strategi peningkatan daya dukung subgrade yang tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga mempertimbangkan aspek keberlanjutan dan efisiensi biaya. Hal ini pada akhirnya akan berkontribusi pada pengembangan infrastruktur transportasi yang lebih handal, aman, dan berkelanjutan di wilayah Rokan Hulu dan daerah-daerah dengan karakteristik serupa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik atau propertis daya dukung Subgrade pada Lokasi penelitian ?
2. Berapa nilai CBR pada *subgrade* di Jalan Raya Boter Pasir Pengaraian?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui karakteristik atau sifat fisik tanah *subgrade* jalan raya boter.
2. Untuk mengetahui nilai CBR laboratorium subgrade jalan raya boter.

Manfaat Penelitian:

1. Dapat mengetahui karakteristik tanah dasar di jalan raya boter.
2. Dapat mengetahui nilai CBR laboratorium pada jalan raya boter.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Lokasi penelitian terbatas pada ruas jalan Raya Boter, Rokan Hulu, Riau
2. Penelitian ini dilakukan di jalan Raya Boter, untuk mendapatkan sampel tanah sebanyak 6 titik dan jarak antar titik/STA 500m dengan kedalaman 65cm – 75cm.
3. Analisis hanya difokuskan pada daya dukung subgrade dan tidak mencakup analisis faktor lain seperti drainase atau jenis material perkerasan yang digunakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

1. Daud, Dkk (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. Hendy Rivaldi, Dkk (2023) melakukan penelitian dengan judul “ANALISIS DAYA DUKUNG TANAH DASAR PADA PERKERASAN JALAN”. Tujuan pada penelitian ini adalah menganalisis nilai daya dukung tanah dasar pada perkerasan di jalan Kasongan Baru. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada ruas jalan Kasongan Baru, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Hasil pengujian sifat mekanik tanah diambil data tertinggi dan terendah didapat nilai, Kadar Air Optimum (OMC) a. Titik 1 (STA 0+000) = 18,29% b. Titik 5 (STA 8+000) = 21,55% Kepadatan Kering (γ_{dmaks}) a. Titik 1 (STA 0+000) = 1,600 g/cm³ b. Titik 5 (STA 8+000) = 1,200 g/cm³ CBR Rencana a. Titik 1 (STA 0+000) = 7,60 b. Titik 5 (STA 8+000) = 4,40 . Hasil Nilai Daya Dukung Tanah (DDT) a. Titik 1 (STA 0+000) = 5,49 b. Titik 5 (STA 8+000) = 4,47. Tanah di daerah Jalan Kasongan Baru memiliki kondisi

yang buruk, maka untuk meningkatkan nilai CBR dan Daya Dukung Tanah (DDT) perlu dilakukan perbaikan tanah, seperti capping layer. (Hendy Rivaldi, dkk 2023)

3. Fitra Darwis, Dkk (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 menunjukkan 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 menunjukkan 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 di lapangan. (Fitro Darwis, dkk 2022)
4. Bambang Supranotoa, Dkk(2022) melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Daya Dukung Tanah Dasar (Subgrade) Terhadap Tebal Perkerasan Flexible Pavement”. Penelitian bertujuan untuk merencanakan lapisan perkerasannya masih memerlukan faktor yang berkaitan dengan jumlah lalu lintas, kondisi lingkungan (faktor regional) dan jenis bahan-bahan untuk membuat jalan yang bersangkutan. Dari data-data tersebut bisa dihitung indeks tebal perkerasan (ITP) yang menentukan nanti dimensi dari ketebalan masing-masing lapisan. Untuk mendapatkan ITP telah disediakan nomogram di dalam petunjuknya (Flexible Pavement), hasil penelitian menunjukkan untuk merencanakan lapisan perkerasannya

masih memerlukan faktor yang berkaitan dengan jumlah lalu lintas, kondisi lingkungan (faktor regional) dan jenis bahan-bahan untuk membuat jalan yang bersangkutan. Dari data-data tersebut bisa dihitung indeks tebal perkerasan (ITP) yang menentukan nanti dimensi dari ketebalan masing-masing lapisan. Untuk mendapatkan ITP telah disediakan nomogram di dalam petunjuknya. Hasil menunjukkan peningkatan kualitas perkerasan jalan lentur atau flexible pavement yang perlu diperhatikan lebih dulu adalah daya dukung tanah dasarnya. Peningkatan daya dukung tanah dasar yaitu dengan menaikkan nilai CBR tanah bisa dilakukan dengan pemadatan maupun penambahan dengan bahan lain. Tanah dasar yang akan dimanfaatkan untuk meletakkan lapis perkerasan jalan bisa berupa galian, timbunan atau tanah asli. (Supranoto,dkk 2022)

5. Ahmad Garuddin (2021) melakukan penelitian dengan judul *“Evaluasi daya dukung tanah pada perkerasan jalan lawela- labalawa buton selatan*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar daya dukung tanah dasar pada lapisan perkerasan dan mengetahui tebal lapisan perkerasan dengan menggunakan metode analisa komponen bina marga untuk mengetahui nilai CBR atau daya dukung tanah dasar dibutuhkan penggunaan alat dynamic cone penetrometer(dcp.) Pengujian dinamic continetrometer dilakukan secara zigzag dari SDA awal sampai dengan SDA akhir dengan cara pengujian 100 meter per SDA nilai hasil dcp dihitung berdasarkan total kedalaman penetrasi ujung konus dibagi kumulatif tumbukan dari hasil pengujian dinamikameter pada ruas Canon laba-laba diperoleh nilai CBR sebesar 3,11% dan nilai daya dukungan tanah dasar DDT sebesar 3,82 titik perhitungan tambah lapisan pergerakan dengan metode analisa komponen biner marga untuk umur rencana 10 tahun diperoleh tebal lapisan permukaan 5 cm menggunakan laston MS 774 (Gasruddin, 2022)

2.2 Keaslian Penelitian

Berdasarkan studi Pustaka dari penelitian terdahulu, penelitian dengan judul “Analisa California Ratio (CBR) Pada Ruas jalan Raya boter pasir pengaraian)”.

1. Penelitian dilakukan di sekitaran Jalan Raya Boter.
2. Fokus Penelitian Ini: Mengidentifikasi strategi spesifik untuk meningkatkan daya dukung subgrade.
3. Metode yang Digunakan Penelitian Ini: Mengadopsi metode kombinasi antara analisis laboratorium dan survei lapangan untuk pendekatan yang lebih komprehensif.
4. Pendekatan Perbaikan Penelitian Ini: Mengembangkan strategi yang terarah dan spesifik untuk kondisi tanah di Rokan Hulu.
5. Sumber Data Penelitian Ini: Menggunakan data lapangan terkini dan pengujian pada laboratorium
6. Kontribusi Penelitian Ini: Diharapkan memberikan solusi praktis dan inovatif untuk meningkatkan infrastruktur jalan di Rokan Hulu.

Dengan keenam poin tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam bidang strategi meningkatkan daya dukung subgrade dan menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar 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.

3.1.1 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).

3.1.2 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 :

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). Untuk lebih jelas dalam penglasifikasian tanah berdasarkan USCS dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 3. 1 Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS)

Pembagian Jenis			Nama Jenis	Simbol
Lebih dari setengah materialnya lebih kasar dari	Kerikil	Lebih dari setengah fraksi kasaihkasar dari	Kerikil bersih, (tanpa atau sedikit mengandung ahan halus)	Gw
			Kerikil campur pasir bergradasi baik tanpa	GP

			atau dengan sedikit pasir halus	
		Kerikil dengan bahan halus (banyak mengandung bahan halus)	Kerikil lanuan, kerikil campur pasir atau lanau.	GM
			Kerikil lempungan, kerikil campur pasir atau lembung	GC
	Pasir Lebih dari setengah fraksi kasai kasar dari ayakan no 4	Pasir bersih, (tanpa atau sedikit mengandung bahan halus)	Pasir, pasir kerikilan bergradasi baik tanpa atau sedikit dengan bahan halus	SW
			Pasir, pasir kerikilan bergradasi buruk tanpa atau sedikit dengan bahan halus	SP
		Pasir dengan bahan halus (banyak mengandung bahan halus)	Pasir kelanauan, pasir campur lanau	SM
			Pasir kelempunga, pasir campur lempung	SC
Lebih dari setengah materialnya lebih halus dari ayakan no 200 Lanau dan lempung		Batas cair kurang dari 50%	Lanau organic dan pasir sangat halus, tepung batu, pasir halus kelanauan atau kelempungan atau lanau kelempungan sedikit plastis	ML

			Lempung organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung kerikilan, lempung pasir, lempung lanau, lempung humus	CL
			Lempung organik dan lempung lanau organik dengan plastisitas rendah	OL
		Batas cair lebih dari 50%	Lempung anorganik, tanah pasir halus atau tanah lanau mengandung mika atau diamote lanau elastis	MH
			Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung ekspansif	CH
			Lempung anorganik dengan plastisitas sedang sampai tinggi, lanau organik	OH
		Tanah Organik		Gambut dan tanah organik lainnya

Sumber: Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS)

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. Untuk lebih jelas dalam pengklasifikasian tanah berdasarkan AASHTO dapat dilihat pada tabel 2.5 dibawah ini :

Tabel 3. 2 Sistem Klasifikasi Tanah Berbutir Berdasarkan AASTHO

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan no.200)						
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan no. 200 (%) lolos)							
No. 10	Maks 50						
No. 40	Maks 30	Maks 50	Min 51				
No. 200	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40				Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Batas cair (LL)				Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Indeks Plastis (PI)							
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai tanah dasar	Baik sekali sampai baik						

3.2 Jalan

Jalan adalah suatu prasarana transportasi yang dirancang untuk memfasilitasi pergerakan kendaraan dan pejalan kaki dari satu tempat ke tempat lain. Jalan dapat berupa jalan raya, jalan lokal, jalan tol, atau jalan setapak, dan biasanya terdiri dari permukaan yang keras (seperti aspal atau beton) yang memungkinkan kendaraan melintas dengan aman dan nyaman.

3.2.1 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.

3.2.2 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 *California Bearing Ratio* (CBR).

3.2.3 Karakteristik Atau Propertis Tanah Dasar (Subgrade)

Dalam SNI (Standar Nasional Indonesia), untuk pengujian dan menentukan karakteristik tanah sebagai subgrade untuk konstruksi jalan dan lainnya dijelaskan melalui berbagai standar teknis. Berikut adalah karakteristik dan properti yang mengacu pada SNI terkait uji gradasi, berat jenis, berat volume, indeks plastis, dan kadar air yang digunakan untuk menilai daya dukung subgrade.

1. Uji Analisa Saringan (SNI-03-1967-1990/ASTM C136:2012)

- Karakteristik : Uji gradasi digunakan untuk menentukan distribusi ukuran butir tanah, yang meliputi proporsi antara pasir, lanau, dan lempung dalam sampel tanah.
- Propertis:
 - 1. Gradasi menunjukkan sebaran ukuran partikel dalam tanah, yang berhubungan langsung dengan kepadatan dan kemampuan tanah dalam menahan beban.

2. Gradasi yang baik akan memiliki kombinasi proporsional antara partikel yang besar (pasir) dan kecil (lanau/lempung) sehingga tanah dapat dipadatkan dengan baik dan memiliki daya dukung yang tinggi.
 3. SNI 03-1967-1990 memberikan pedoman dalam menentukan jenis dan kelas tanah berdasarkan gradasinya, yang digunakan untuk menentukan kelayakan tanah sebagai *subgrade* dalam konstruksi jalan.
2. Uji Berat Jenis (Specific Gravity) - SNI 03-1971-1990
- A. Karakteristik: Berat jenis tanah adalah rasio antara berat jenis tanah dengan berat jenis air pada suhu tertentu. Uji ini digunakan untuk menentukan seberapa padat suatu material.
 - B. Propertis:
 - 1) Berat jenis tanah yang umum berkisar antara 2,60 - 2,80 untuk tanah yang biasa digunakan sebagai subgrade.
 - 2) Menentukan densitas tanah, yang memberikan informasi tentang konsolidasi dan kestabilan tanah.
 - 3) Tanah dengan berat jenis lebih tinggi cenderung memiliki kepadatan lebih tinggi, memberikan kestabilan lebih baik untuk subgrade.
3. Uji Berat Volume (Bulk Density) - SNI 03-2405-1991
- a. Karakteristik: Berat volume tanah adalah massa per satuan volume tanah yang mencakup volume total (termasuk pori-pori udara dan air).
 - b. Propertis:
 - 1) Uji ini digunakan untuk menilai tingkat kompaksi tanah, yang berhubungan langsung dengan kemampuan tanah untuk menahan beban.
 - 2) Berat volume yang lebih rendah menunjukkan porositas tanah yang lebih tinggi, yang berpotensi menyebabkan pergerakan tanah lebih besar dan daya dukung subgrade lebih rendah.

- 3) Nilai berat volume yang lebih tinggi menandakan tanah lebih padat dan lebih stabil, cocok untuk subgrade konstruksi jalan.
4. Indeks Plastis (Plasticity Index) - SNI 03-2453-1991
 - a. Karakteristik: Indeks plastis adalah selisih antara batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Indeks plastis mengindikasikan seberapa plastis atau mudah dibentuk tanah pada kondisi kelembaban tertentu.
 - b. Propertis:
 - 1) $PI = LL - PL$: Semakin tinggi nilai PI, semakin besar potensi tanah untuk mengalami perubahan bentuk dengan perubahan kadar air.
 - 2) Tanah dengan PI rendah (<10) memiliki daya dukung yang lebih baik untuk subgrade, karena kurang rentan terhadap perubahan volume akibat perubahan kadar air.
 - 3) Tanah dengan PI tinggi (>20) memiliki plastisitas yang tinggi, dan lebih mudah mengalami perubahan volume (kembang susut), yang dapat mengurangi kestabilan dan daya dukung subgrade.

Kategorisasi PI:

- a) $PI < 10$: Tanah lebih stabil, baik untuk subgrade.
 - b) $PI > 20$: Tanah cenderung lebih lunak dan mudah berubah dengan perubahan kadar air, kurang cocok untuk subgrade.
5. Uji Kadar Air (Water Content) - SNI 03-1965-1990
 - a. Karakteristik: Kadar air tanah adalah persentase massa air dalam sampel tanah terhadap massa kering tanah.
 - b. Propertis:
 - 1) Kadar air yang tepat sangat penting untuk daya dukung tanah. Tanah dengan kadar air yang sangat tinggi atau sangat rendah dapat mempengaruhi kohesi dan stabilitas tanah.
 - 2) Tanah dengan kadar air terlalu tinggi akan kehilangan kekuatan geser dan menjadi lebih mudah terdeformasi, yang akan menurunkan daya dukung subgrade.

- 3) Kadar air ideal: Untuk tanah subgrade, kadar air harus berada pada suhu jenuh atau sedikit lebih rendah agar tanah tetap kompak dan memiliki kekuatan.

6. Uji Pemadatan Tanah (Standart Proctor) (SNI-1964, 2008).

Pemadatan merupakan suatu usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel atau suatu proses ketika udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan cara mekanis. Pada percobaan pemadatan standar (*Standard Proctor*) tanah dipadatkan dalam cetakan berdiameter 102 mm dan tinggi 115 mm, menggunakan alat tumbuk dengan diameter 50,8 mm, berat 2,5 kg, dengan tinggi jatuh 30 cm. Tanah ini dipadatkan dalam 3 lapis dimana tiap lapis dipadatkan 25 kali pukulan.

7. Uji CBR (California Bearing Ratio) (SNI 1744, 2012)

Pengujian ini digunakan untuk daya dukung *subgrade* yaitu dengan pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) Laboratorium. Adapun yang mengatur tentang pengujian CBR Laboratorium adalah SNI 1744-2012 merupakan revisi dari SNI 1744-1989, tentang metode pengujian CBR laboratorium. Pengujian CBR laboratorium yang di maksud pada standart ini adalah penentuan nilai CBR contoh material tanah , agregat atau campuran tanah dan agregat yang di padatkan di laboratorium pada kadar air yang telah ditentukan (SNI 1744, 2012).

Adapun Klasifikasi nilai CBR tanah dasar menurut (ASTMD D1883) sebagai berikut :

Tabel 3. 3 Klasifikasi CBR Tanah Dasar (ASTMD D1883)

Nilai CBR (%)	Keterangan
0 – 3	Sangat Buruk
3 – 7	Buruk
7 – 20	Sedang
20 – 50	Baik
> 50	Sangat Baik

Sumber:(Herman Dermawan. MT, 2023)