

TINJAUAN KARAKTERISTIK TANAH DASAR SEBAGAI FAKTOR PENYEBAB KERUSAKAN JALAN (STUDI KASUS RUAS JALAN BTS. KOTA PALEMBANG / BTS. KAB.BANYUASIN – TJ. API-API STA 6+000 – 8+000)

Ligal Subastian¹⁾, Rita Anggareni²⁾, Wawan Yulianto³⁾

¹⁾²⁾Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang

³⁾Alumni Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang

e-mail ligal.oke@gmail.com¹⁾, e-mail ritaanggrainy@unpal.ac.id²⁾

ABSTRAK

Jalan Bts. Kota Palembang / Bts. Kab. Banyuasin - Tanjung Api-API yang terletak di Kabupaten Banyuasin merupakan jalan arteri primer yang berstatus jalan nasional penghubung antara kota Palembang menuju pelabuhan Tanjung Api-API. Jalan tersebut terdapat kerusakan pada beberapa titik yang berada di STA 6+600, STA 6+800, STA 7+400 dengan kerusakan sedang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui sifat fisik dan sifat mekanis tanah dasar pada ruas jalan (Bts. Kota Palembang / Bts. Kab. Banyuasin – Tj. Api-API STA 6+000 – STA 8+000). Metode penelitian menggunakan pengujian laboratorium. Berdasarkan hasil pengujian maka dapat karakteristik sifat fisik tanah menggunakan metode USCS ketiga contoh tanah termasuk kedalam jenis CH memiliki sifat plastisitas tinggi serta berbutir halus dan klasifikasi tanah menggunakan metode AASHTO mengelompokkan tanah tersebut kedalam kelompok lanu lempung (A-5, A-7-5 dan A-7-6). Hasil pengujian CBR soaked didapatkan nilai pada contoh tanah STA 6+600 sebesar 4,1%, STA 6+800 sebesar 3,1%, STA 7+400 sebesar 2,1%, hasil tersebut menunjukan bahwa ketidaksamaan nilai CBR merupakan indikasi faktor penyebab kerusakan jalan.

Kata Kunci : *Tanah Dasar, Sifat Fisik, Sifat Mekanis.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan merupakan infrastruktur transportasi darat yang dibangun di atas lapisan tanah dasar untuk mendukung jalur lalu lintas. Jalan memainkan peran penting dalam menghubungkan satu wilayah ke wilayah lainnya. Agar jalan berfungsi sesuai harapan, perlu memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi konstruksi jalan itu sendiri, termasuk tanah dasar tempat perkerasan jalan diletakkan di atasnya.

Jalan Bts. Kota Palembang / Bts. Kabupaten Banyuasin - Tanjung Api-API sepanjang 63,69 km yang terletak di Kabupaten Banyuasin merupakan jalan arteri primer yang berstatus jalan nasional penghubung antara Kota Palembang menuju Pelabuhan Tanjung Api-API. Ruas jalan ini dilalui oleh kendaraan berat pengangkut logistik pelabuhan serta pengangkut hasil kebun dan hasil olahan pabrik yang berlokasi di sekitar jalan tersebut.

Menurut informasi data hasil survei pada tanggal 02 Juli 2022 yang dilakukukan oleh tim survei kondisi jalan dari instansi terkait, terdapat 3 titik kerusakan pada lokasi STA 6+600, STA

6+800, STA 7+400 dengan tingkat kerusakan sedang (fair). Setelah diamati secara langsung dilapangan, kondisi pada struktur perkerasan memang mengalami kerusakan. Lokasi tersebut berada di STA 6+000 sampai dengan STA 8+000 yang terletak di Kecamatan Talang Kelapa Kabupaten Banyuasin, lokasi tersebut merupakan objek penelitian ini.

Oleh karena itu, berdasarkan penjelasan di atas penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**TINJAUAN KARAKTERISTIK TANAH DASAR SEBAGAI FAKTOR PENYEBAB KERUSAKAN JALAN (STUDI KASUS RUAS JALAN BTS. KOTA PALEMBANG / BTS. KAB.BANYUASIN – TJ. API-API STA 6+000 – 8+000)**”

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana sifat fisik tanah dasar pada lokasi setiap titik tinjauan di ruas jalan Bts. Kota Palembang / Bts. Kab. Banyuasin – Tj. Api-API STA 6+000 sampai dengan STA 8+000?
2. Apakah sifat mekanis tanah dasar tersebut mempengaruhi faktor kerusakan jalan yang terjadi di ruas jalan Bts. Kota Palembang / Bts. Kab. Banyuasin – Tj. Api-API STA 6+000 sampai dengan STA 8+000?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui sifat fisik tanah dasar pada lokasi yang diteliti di jalan Bts. Kota Palembang / Bts. Kab. Banyuasin – Tj. Api-Api STA 6+000 sampai dengan STA 8+000.
2. Mengetahui sifat mekanis tanah terhadap kerusakan yang terjadi di ruas jalan Bts. Kota Palembang / Bts. Kab. Banyuasin – Tj. Api-Api STA 6+000 sampai dengan STA 8+000.

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan masalah di atas, maka penelitian dilakukan dengan beberapa batasan atau ruang lingkup, yaitu:

1. Lokasi pengambilan contoh tanah setempat di 3 (tiga) titik yang berada di STA 6+600, STA 6+800 STA 7+400, yang mewakili kerusakan di ruas Jalan Bts. Kota Palembang / Bts. Kab. Banyuasin – Tj. Api-Api.
2. Pengujian yang dilakukan berupa uji sifat fisik, kadar air, berat jenis tanah, batas-batas Atterberg, Analisa saringan dan sifat mekanik yakni, uji kepadatan ringan dan uji CBR terendam..
3. Pada penelitian ini tidak meninjau beban lalu lintas, volume kerusakan, drainase jalan dan desain perkerasan.

1.5. Manfaat Penulisan

Penulis berharap hasil penelitian ini dapat bermanfaat baik secara teoritis maupun secara praktis.

1. Manfaat Teoritis (Peneliti)

Secara teoritis, dapat memperoleh pengalaman ataupun pengetahuan serta gambaran yang jelas tentang faktor-faktor penyebab kerusakan jalan yang disebabkan oleh sifat fisik dan mekanis tanah dasar.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Pemerintah

Diharapkan dengan adanya penelitian ini akan berguna sebagai bahan masukan atau informasi tambahan kepada pihak terkait antara lain pihak pekerjaan umum provinsi Sumatra Selatan, dan instansi terkait perencanaan kedepannya.

b. Bagi Masyarakat Umum

Menjadi wawasan pengetahuan masyarakat tentang sifat tanah dasar dan faktor kerusakan jalan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Jalan

Berdasarkan UU Nomor 38 Tahun 2004, jalan merupakan prasarana yang ditujukan untuk transportasi darat, termasuk bagian jalan, berbagai bangunan serta perlengkapan untuk lalu lintas, berada di atas permukaan tanah serta di bawah permukaan tanah dan atau air, terkecuali untuk jalan kereta api, jalan lori serta jalan kabel.

2.2. Perkerasan Jalan

Menurut Silvia Sukirman (2010), berdasarkan bahan pengikat yang digunakan untuk membentuk lapisan atas, perkerasan jalan dibedakan menjadi perkerasan lentur (flexible pavement) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, perkerasan kaku (rigid pavement) yaitu perkerasan yang menggunakan semen portland, dan perkerasan komposit (composite pavement) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

2.3. Faktor Penyebab Kerusakan Jalan

Menurut Silvia Sukirman (2010) Kerusakan-kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh:

1. Lalu Lintas, dapat berupa peningkatan dan repetasi beban.
2. Air, yang berupa air hujan, sistem drainase yang tidak baik, naiknya air akibat kapilaritas.
3. Material konstruksi perkerasan, dalam hal ini disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh system pengelolaan bahan yang tidak baik.
4. Iklim, Indonesia beriklim tropis dimana suhu udarah dan curah hujan umumnya tinggi, yang merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan.
5. Kondisi tanah dasar yang tidak setabil, kemungkinan disebabkan oleh system pelaksanaan yang kurang baik, atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah yang memang jelek.
6. Proses pemadatan lapisan diatas tanah yang kurang baik.

2.4. Pengertian Tanah

Tanah menurut Braja M. Das (1995) adalah sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair serta gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

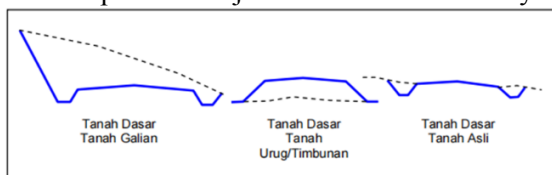
2.5. Pengambilan contoh tanah

Pengambilan contoh tanah merupakan tahapan penting untuk penetapan sifat-sifat fisik tanah di laboratorium. Prinsipnya, hasil analisis sifat-sifat fisik tanah di laboratorium harus dapat menggambarkan keadaan sesungguhnya sifat fisik tanah di lapangan. Analisis sifat fisik tanah memerlukan contoh tanah yang berbeda, tergantung tujuannya. Ada beberapa jenis contoh tanah, diantaranya contoh tanah utuh (undisturbed soil sample), agregat utuh (undisturbed soil aggregate), dan contoh tanah tidak utuh (disturbed soil sample) yang peruntukan analisisnya berbeda. (Husein Suganda, Achmad Rachman, dan S. Sotono) Macam contoh tanah dan alat yang diperlukan untuk pengambilannya:

1. Contoh tanah utuh (undisturbed soil sample): tabung logam kuning atau tembaga (ring sample), sekop/cangkul, pisau tajam tipis.
2. Contoh tanah dengan agregat utuh (undisturbed soil aggregate): cangkul, kotak contoh.
3. Contoh tanah terganggu (disturbed soil sample): cangkul dan atau bor tanah, kantong plastik tebal.

2.6. Tanah Dasar

Menurut Silvia Sukirman (2010), lapis tanah dasar berdasarkan elevasi muka tanah dimana struktur perkerasan jalan diletakkan di atasnya.



Sumber: Silvia Sukirman (2010)

1. Lapis tanah dasar tanah asli
2. Lapis tanah dasar tanah urug atau tanah timbunan
3. Lapis tanah dasar tanah galian

2.7. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah yaitu suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok dan sub kelompok menurut pemakaiannya. Sistem klasifikasi AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official) dan sistem klasifikasi tanah unified (USCS). Sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas Atterberg.

2.7.1. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai A-7. Tanah berbutir yang 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200 diklasifikasikan kedalam kelompok A-1, A-2, dan A-3. Tanah berbutir yang lebih dari 35% butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200 diklasifikasikan kedalam kelompok A-4, A5, A6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung. Untuk mengklasifikasikan tanah, maka data yang didapat dari percobaan laboratorium dicocokkan dengan angka-angka yang diberikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sistem klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (35 % atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi Ayakan	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 (% 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 traksi yang lolos ayakan No. 40							
Batas Cair (LL)	Maks 6		NP	Maks 40	Maks 41	Maks 40	Min 41
Indek Plastisitas (PI)				Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah kerikil pasir	Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau				
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						

Sumber: Mekanika Tanah Jilid 1, Braja. M. Das

1. Tanah A-1 sampai A-3 yaitu tanah berbutir (granular) dengan tidak lebih dari 35 persen bahan lolos saringan saringan No.200.
2. Bahan khas dalam kelompok A-1 yaitu campuran bergradasi baik dari kerikil, pasir kasar, pasir halus, dan suatu bahan pengikat

- (binder) yang mempunyai plastisitas sangat kecil atau tidak sama sekali ($I_p \leq 6$).
- Kelompok A-3 terdiri dari campuran pasir halus, bergradasi buruk, dengan sebagian kecil pasir kasar dan kerikil, fraksi lanau yang merupakan bahan tidak plastis lolos saringan No.200.
 - Kelompok A-2 juga merupakan bahan berbutir tetapi dengan jumlah bahan yang lolos saringan No.200 yang cukup banyak (tidak lebih dari 35 persen).
 - Bahan ini terletak di antara bahan dalam kelompok A-1 dan A-3 dan bahan lanau – lempung dari kelompok A-4 sampai A-7.
 - Kelompok A-4 sampai A-7 yaitu tanah berbutir halus dengan lebih dari 35 % bahan lolos saringan No.200, dengan jenis material yang paling dominan adalah tanah berlanau sampai tanah berlempung.

2.7.2. Sistem Klasifikasi Tanah Sistem Unified (USCS)

Dalam sistem ini, Cassagrande membagi tanah atas 3 (tiga) kelompok (Sukirman, 1992) yaitu:

- Tanah berbutir kasar, < 50% lolos saringan No. 200
- Tanah berbutir halus, > 50% lolos saringan No. 200
- Tanah organik yang dapat dikenal dari warna, bau dan sisa-sisa tumbuh-tumbuhan yang terkandung didalamnya.

Sistem klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan teknik fondasi seperti bendungan, bangunan dan konstruksi yang sejenis. Sistem ini biasa digunakan untuk desain lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah untuk jalan. Klasifikasi berdasarkan Unified System (Das, 1995) seperti terlihat pada Tabel 2.2, tanah dikelompokkan menjadi:

- Tanah berbutir kasar adalah tanah yang lebih dan 50% bahannya tertahan pada ayakan No.200. Tanah butir kasar terbagi atas kerikil dengan simbol G (gravel), dan pasir dengan simbol S (sand).
- Tanah butir halus adalah tanah yang lebih dan 50% bahannya lewat pada saringan No.200. Tanah butir halus terbagi atas lanau dengan simbol M (silt), lempung dengan simbol C (clay), serta lanau dan lempung organik dengan simbol O, bergantung padatan itu terletak pada grafik plastisitas. Tanda L untuk plastisitas rendah dan tanda H untuk plastisitas tinggi.

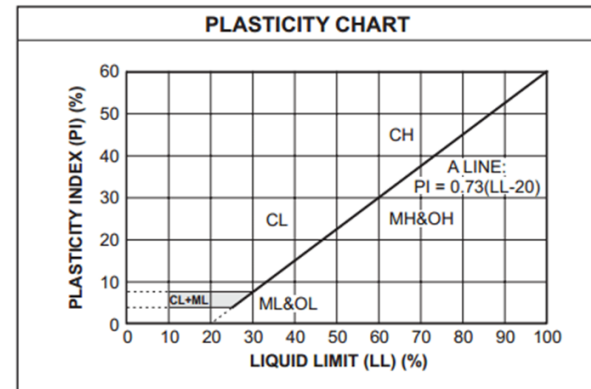
Adapun simbol lain yang digunakan dalam klasifikasi tanah ini adalah:

W = tanah dengan gradasi baik (well graded)

P = tanah dengan gradasi buruk (poorly graded)

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

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



(Sumber: Hardiyatmo, 2007)

Gambar 2.1 Grafik Plastis Indeks USCS

Lanau adalah tanah berbutir halus yang mempunyai batas cair dan indeks plastisitas terletak dibawah garis A dan lempung berada diatas garis A dapat dilihat pada Gambar 2.1. Lempung organik adalah pengecualian dari peraturan diatas karena batas cair dan indeks plastisitasnya berada dibawah garis A. Lanau, lempung dan tanah organik dibagi lagi menjadi batas cair yang rendah (L) dan tinggi (H). Garis pembagi antara batas cair yang rendah dan tinggi ditentukan pada angka 50 seperti:

- Kelompok ML dan MH adalah tanah yang diklasifikasikan sebagai lanau pasir, lanau lempung atau lanau organik dengan plastisitas relatif rendah, juga termasuk tanah jenis butiran lepas, tanah yang mengandung mika juga beberapa jenis lempung kaolinite dan illite.
- Kelompok CH dan CL terutama adalah lempung organik. Kelompok CH adalah lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi mencakup lempung gemuk. Lempung dengan plastisitas rendah yang diklasifikasikan CL biasanya adalah lempung kurus, lempung kepasiran atau lempung lanau.
- Kelompok OL dan OH adalah tanah yang ditunjukkan sifat-sifatnya dengan adanya bahan organik. Lempung dan lanau organik termasuk dalam kelompok ini dan mereka mempunyai plastisitas pada kelompok ML dan MH.

Tabel 2.2. Klasifikasi tanah berdasarkan sistem Unified

Klasifikasi	Simbol	Klasifikasi		
		Uji	Uji	Uji
tanah berbutir kasar	GW	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	GP	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	GM	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	GC	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	SM	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	SP	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	SW	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	SC	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	ML	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	CL	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	OL	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	HM	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	CH	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	OH	batas butir	batas butir	batas butir
tanah berbutir halus	PT	batas butir	batas butir	batas butir

Sumber: Das, 1995.

2.8. Pengujian Sifat Fisik Tanah

2.8.1. Kadar air (W)

Kadar air (w) yang juga disebut sebagai water content didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki (Das, 1991).

2.8.2. Berat Jenis (*Specific Gravity*) (*G_s*)

Harga *specific gravity* (*G_s*) dari butiran tanah sangat berperan penting dalam bermacam-macam keperluan perhitungan mekanika tanah. Harga - harga itu dapat ditentukan secara akurat di laboratorium (Das,1991).

Tabel 2.3. Berat Jenis Spesifik Tanah (*specific gravity*)

Macam Tanah	Berat Jenis (<i>G_s</i>)
Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lanau anorganik	2,62-2,68
Lempung organik	2,58-2,65
Lempung anorganik	2,68-2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25-1,80

Sumber:Hardiyatmo, 2006

Sebagian dari mineral-mineral tersebut mempunyai *specific gravity* berkisar antara 2,6 sampai 2,9. *Specific gravity* dari bagian padat tanah pasir yang berwarna terang, umumnya sebagian besar 2,65 untuk tanah lempung berlanau, harga tersebut berkisar antara 2,6 - 2,9 (Das, 1991). Berat jenis tanah (*G_s*) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat

partikel tanah (γ_s), dengan berat volume air (γ_w) (Hardiyatmo, 2006).

2.8.3. Batas-batas Konsistensi (*Atterberg*)

Pada awal tahun 1900, seorang ilmuwan dari Swedia bernama *Atterberg* mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bilamana kadar airnya sangat tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek seperti cairan. Oleh karena itu, atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dipisahkan ke dalam empat keadaan dasar, yaitu: padat, semi padat, plastis, dan cair (Das, 2009).

2.8.3.1. Batas cair (*liquid limit*)

Batas cair (*liquid limit*) yaitu di mana kadar air transisi dari keadaan plastis ke keadaan cair (Das, 2009).

2.9.3.2. Batas plastis (*plastic limit*)

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air (dinyatakan dalam persen) di mana tanah apabila digulung sampai dengan diameter 1/8 in (3,2 mm) menjadi retak-retak. Batas plastis merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah. (Das,2009).

2.8.3.3. Indeks Plastisitas

Sifat keplastisitan tanah dapat ditunjukkan dari nilai indeks plastisitasnya. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) adalah selisih antara batas cair dengan batas plastis. Indeks platisitas dinyatakan dalam persamaan:

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(2.6)$$

Di mana:

$$PI = \text{Plastic Index (\%)}$$

$$LL = \text{Liquid limit (\%)}$$

$$PL = \text{Plastic limit (\%)}$$

Indeks plastisitas merupakan interval kadar air tanah di mana tanah masih bersifat plastis. Batasan mengenai nilai indeks plastisitas, sifat tanah, macam tanah dan kohesi diberikan oleh Atterberg (Hardiyatmo 2006) seperti terlihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Nilai Indeks Plastisitas Dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesi
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesi sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber:Hardiyatmo, 2006

2.8.4. Analisis Ukuran Butiran

Analisis ayakan adalah mengayak dan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan di mana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan. Analisis hydrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi (pengendapan) butir-butir tanah dalam air. Bila contoh tanah dilarutkan dalam air, partikel-partikel tanah akan mengendap dengan kecepatan yang berbeda-beda tergantung pada bentuk, ukuran dan beratnya (Das, 2009).

2.9. Pengujian Sifat Mekanis Tanah

2.9.1. Uji Pemadatan

Untuk menentukan hubungan kadar air dan berat volume dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan, maka umumnya dilakukan uji pemadatan. Proctor (1933) dalam Hardiyatmo (2006) telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering tanah padat. Untuk berbagai jenis pada umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya.

Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w), dinyatakan dalam persamaan:

$$\gamma_d = (\gamma_b) / (1 + w)$$

Di mana:

γ_d = berat volume kering (gram/cm³)

γ_b = berat volume basah (gram/cm³)

w = kadar air (%)

Berat volume kering setelah pemadatan bergantung pada jenis tanah, kadar air dan usaha yang diberikan oleh alat penembuknya. Karakteristik kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian standar laboratorium yang disebut uji Proctor (Hardiyatmo,2006)

2.9.2. California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan dengan beban standar yang dinyatakan dalam persentase dan dinyatakan dalam persamaan:

$$CBR = \frac{P_T}{P_S} \times 100\%$$

Di mana:

CBR = Perbandingan antara beban percobaan dengan beban standar yang dinyatakan dalam persentase (%)

P_T = beban percobaan (lbs)

P_S = beban standar (lbs)

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas. Sebelum dilakukan pengujian CBR, terlebih dahulu akan dilakukan pengujian pemadatan, karena nilai CBR sangat bergantung pada proses pemadatan. Prosedur pelaksanaan uji proctor standar telah diberikan dalam SNI 1742:2008. Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi menjadi:

1. CBR lapangan (*CBR in place atau field CBR*). Digunakan untuk memperoleh nilai CBR asli lapangan sesuai dengan kondisi tanah pada saat itu.
2. CBR lapangan rendaman (*undisturbed soaked CBR*). Digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swell*) yang maksimum.

2.9.3. Potensi Pengembangan Tanah (*Swelling*)

Menurut Hardiyatmo (2006), tanah-tanah yang mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Pengurangan kadar air menyebabkan lempung menyusut dan sebaliknya bila kadar air bertambah lempung mengembang.

Persamaan nilai pengembangan dinyatakan:

$$\text{Pengembangan} = \frac{\text{tinggi akhir} - \text{tinggi awal}}{\text{tinggi awal}} \times 100\%$$

Hubungan antara batas-batas Atterberg dengan nilai pengembangan dapat dilihat pada Tabel 2.12 yang menunjukkan kemungkinan potensi ekspansif tanah dari pengumpulan data uji pengembangan pada lempung dan tanah-tanah ekspansif (Hardiyatmo, 2006).

Tabel 2.1 Potensi pengembangan

Potensi pengembangan	Indeks plastisitas(%)	Batas Cair (%)
Sangat tinggi	> 35	> 63
Tinggi	25 – 41	50 – 63
Sedang	15 – 28	39 – 50
Rendah	< 18	< 39

Sumber: Hardiyatmo

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian pengujian laboratorium. Contoh tanah yang diteliti diambil

dari Jalan Bts. Kota Palembang / Bts. Kab. Banyuasin – Tj. Api-Api.

3.2. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan di laboratorium mekanika tanah BBPJN Provinsi Sumatra Selatan.

3.3. Data Primer

Data primer pada penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian laboratorium yang meliputi pengujian sifat fisik dan mekanis tanah, yaitu:

1. Pengujian Sifat Fisik Tanah
 - a) Pengujian kadar air (SNI 1965:2008)
 - b) Pengujian berat jenis (SNI 1964:2008)
 - c) Pengujian analisis saringan (SNI 3423:2008)
 - d) Pengujian batas-batas Atterberg:
 - Pengujian batas Cair (SNI 1967:2008)
 - Pengujian batas Plastis (SNI 1966:2008)
2. Pengujian Sifat Mekanis
 - a) Pengujian kepadatan ringan untuk tanah (SNI 1742:2008)
 - b) Pengujian CBR (SNI 03-1744-2012)

3.4. Studi Literatur

Sebelum persiapan penelitian dimulai dilakukan mengumpulkan informasi dan data-data yang berhubungan dengan tema yang dibahas sebagai tinjauan pustaka, baik dari buku, jurnal dan beberapa hasil penelitian yang telah lalu yang bersangkutan dengan judul yang di ambil.

3.5. Pengambilan Contoh Tanah

Pekerjaan persiapan atau lapangan diawali dengan pengambilan contoh tanah atau bahan-bahan yang akan dibutuhkan untuk penelitian di laboratorium. Sehingga pelaksanaan di laboratorium dapat berjalan dengan baik. Tanah yang di ambil dari ruas Jalan Bts. Kota Palembang / Bts. Kab. Banyuasin – Tj. Api-Api yang mewakili 3 (tiga) titik kerusakan jalan.

Adapun hal – hal yang dilakukan pada pengambilan sampel tanah sebagai berikut:

1. Pembersihan sampel dari akar pohon, rumput dan kotoran lainnya. Selain tanah yang di ambil dengan kedalaman tidak lebih dari 1 meter di bawah permukaan tanah.
2. Tanah yang di ambil dicangkul lalu dimasukkan ke dalam karung dan plastik sehingga mudah dalam pengangkutan dan penyimpanan.

3. Perlakuan pada sampel sebelum dilakukan penelitian adalah menghilangkan kadar air dengan cara di jemur ataupun di oven.

3.6. Persiapan Alat

Untuk persiapan alat, alat penelitian menggunakan alat-alat yang terdapat di Laboratorium Mekanika Tanah BBPJN Provinsi Sumatra Selatan. Peralatan yang digunakan pada masing-masing pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.6.1. Alat Uji kadar air

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian kadar air yaitu: cawan, oven listrik, dan timbangan dengan ketelitian 0,01 gram. Pengujian kadar air dilakukan dengan mengeringkan contoh tanah basah dalam oven listrik.

3.6.2. Uji berat jenis (GS)

Peralatan yang dipakai dalam pengujian berat jenis tanah terdiri dari: Sebuah botol ukur yang mempunyai kapasitas sekurang - kurangnya 100 ml atau botol yang dilengkapi penutup dengan kapasitas sekurang - kurangnya 50 ml. Penutup botol harus berukuran dan berbentuk sedemikian rupa, sehingga dapat menutup dengan rapat sampai kedalaman tertentu dibagian leher botol, dan ditengah-tengahnya harus mempunyai lubang kecil untuk mengeluarkan udara dan kelebihan air.

3.6.3. Analisis ukuran saringan.

Pengujian analisa saringan bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butiran dari tanah yang lolos saringan No. 40. Pengujian berdasarkan SNI 3423: 2008.

3.6.4. Alat uji batas-batas Atterberg

Pengujian batas-batas Atterberg terdiri atas: pengujian batas cair, batas plastis dan batas susut. Alat-alat yang digunakan dalam pengujian batas- batas cair yaitu: cassagrande, cawan, oven, mangkuk, sendok, pengaduk, pipet, dan timbangan dengan ketelitian 0,01 gram. Mesin cassagrande digunakan untuk menghitung ketukan yang dibutuhkan satu contoh tanah pada kadar air tertentu sampai alurnya tertutup sepanjang $\pm 1,25$ cm

Alat uji yang digunakan dalam pengujian batas plstis adalah pelat kaca. Pelat kaca digunakan untuk menggulung contoh tanah sampai berbentuk seperti batangan dan tanah tanpa retak-retak dan tidak dapat digiling menjadi batang lebih kecil.

3.6.5. Uji pemadatan Standar

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian pemadatan standar yaitu: silinder pemadatan (*mould*), palu besi, pengikir sendok, timbangan dengan ketelitian 0,01 kg, cawan, gelas ukur, oven listrik, dongkrak, kantong plastik, timbangan dengan ketelitian 0,01 gr, penumbuk, loyang, talam, perata dan kuas. Silinder pemadatan dan penumbuk digunakan saat proses pemadatan, dimana contoh tanah dalam silinder pemadatan dipadatkan dengan menggunakan alat penumbuk

Timbangan digital dengan kapasitas 12 kg digunakan untuk menimbang contoh tanah sebelum dan sesudah dipadatkan.

3.6.6. Alat uji CBR (California Bearing Ratio)

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) dan pengembangan (*swelling*) yaitu: mould, alat penetrasi, cetakan logam yang dilengkapi leher sambung dan keeping alas logam yang berlubang, piringan pemisah dari logam, alat penumbuk, keeping beban dengan berat 2,27 kg, penetrasi dari logam, satu buah arloji pengukur penetrasi, arloji pembaca pengembangan, alat timbang, talam, perata, cawan, bak perendaman, gelas ukur dan oven listrik. Alat uji CBR berupa mesin penekandengan kapasitas sekurang-kurangnya 4,45ton, yang digunakan untuk menekan benda uji dalam hal ini untuk mengetahui nilai CBR

3.7. Pengujian Sifat Fisis Tanah

Pengujian sifat fisis (*index Properties*) tanah yaitu sifat tanah dalam keadaan asli maupun akibat adanya pembebanan. Adapun pengujian sifat fisis tanah yang dilakukan adalah (Laboratorium Mekanika Tanah BBPJN Provinsi Sumatra Selatan).

3.7.1. Pengujian Kadar Air (*Water Content*)

Pengujian ini dilakukan dengan berpedoman SNI 1965:2008 terhadap standard percobaan. Adapun tujuannya adalah untuk menentukan kadar air tanah yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering yang dinyatakan dalam persen (%).

Prosedur perhitungannya:

- a) Berat cawan + tanah basah = W1 gram
- b) Berat cawan + tanah kering = W2 gram
- c) Berat cawan kosong = W3 gram

- d) Berat air = $(W1 - W2)$ gram
- e) Berat tanah kering = $(W2 - W3)$ gram
- f) Kadar air = $\frac{W1 - W2}{W2 - W3} \times 100\%$

3.7.2. Berat Jenis Tanah

Pengujian berat jenis tanah (*specific gravity*) adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dan berat isi air suling pada temperatur dan volume yang sama. Pengujian ini dilakukan dengan berpedoman terhadap standar percobaan SNI 1964:2008.

prosedur perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat piknometer + tanah} &= W_2 \text{ (gr)} \\
 \text{Berat piknometer} &= W_1 \text{ (gr)} \\
 \text{Berat tanah (W}_t\text{)} &= W_2 - W_1 \text{ (gr)} \\
 \text{Berat piknometer + air + tanah pada suhu } 20^\circ\text{C} &= W_3 \text{ (gr)} \\
 \text{Berat piknometer + air pada suhu } 20^\circ\text{C} &= W_4 \text{ (gr)} \\
 \text{Berat tanah + Berat piknometer (W}_s\text{)} &= W_t + W_4 \text{ (gr)} \\
 \text{Isi tanah} &= \frac{W_5 - W_3}{W_t} = (\text{cm}^3) \\
 \text{Berat jenis (G}_s\text{)} &= \frac{W_2 - W_1}{(W_2 - W_1) + (W_4 - W_3)} = (\text{gr})
 \end{aligned}$$

3.7.3. Analisa Saringan

Pengujian ini dilakukan dengan berpedoman terhadap standard percobaan analisis saringan (SNI 3423:2008). Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui jumlah tanah yang tertahan dan lolos dalam saringan yang telah ditentukan, serta menentukan pembagian ukuran butir suatu tanah (SNI 3423:2008):

Setelah di dapatkan hasil pengujian maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan data yang akurat, berikut prosedur perhitungannya (SNI 3423:2008):

- a) Persentase contoh tanah yang telah terurai yang tertahan pada tiap-tiap saringan dalam analisis saringan dari bahan yang telah di cuci pada saringan No.200 (0,075 mm) diperoleh dengan membagi berat dari fraksi yang tertahan pada tiap saringan dengan berat kering oven dari tanah yang teruji dan dikalikan dengan 100.
- b) Persentase total contoh uji, termasuk fraksi tertahan saringan diperoleh dengan harga:

$$\frac{100 - \text{pesentase tertahan saringan No. 10 (2,00 mm)}}{100}$$

3.7.4. Pengujian Atterberg Limits

Pengujian batas konsistensi (*Atterberg Limit*), pengujian ini dilakukan dengan berpedoman terhadap standard percobaan laboratorium pengujian batas cair (SNI 1967:2008) dan pengujian batas plastis (SNI

1966:2008). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas dari suatu tanah.

3.7.4.1. Pengujian Batas Cair

Batas cair (*Liquid Limits*) adalah kadar air dimana tanah berada dalam batas keadaan plastis dan cair.

Setelah di dapatkan hasil pengujian maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan data yang akurat, berikut prosedur perhitungannya:

- a) Buat grafik dimana jumlah ketukan (N) dan kordinat adalah kadar air contoh tanah yang bersangkutan.
- b) Yang disebut dengan Batas Cair adalah kadar air dimana $N = 25$.

3.7.4.2. Pengujian Batas Plastis

Batas plastis (*Plastic Limits*) adalah nilai kadar air terendah dari suatu tanah dimana tanah tersebut masih dalam keadaan plastis.

1. Adapun peralatan yang harus di sediakan dalam melakukan penelitian ini, berikut peralatan yang akan digunakan pada pengujian batas plastis ini (Laboratorium Mekanika Tanah BBPJN Sumatra Selatan):
 - a) Cawan penguap
 - b) Spatula
 - c) Pelat kaca
 - d) Cawan pencampur
 - e) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
 - f) Oven pengering
2. Prosedur Pelaksanaannya (Laboratorium Mekanika Tanah BBPJN Sumatra Selatan) :
 - a) Ambil contoh tanah dan campur dengan air suling sampai merata dengan bantuan spatula.
 - b) Jika tanah sudah homogen, ambil contoh ± 8 gram dan buat gulungan tanah di atas plat kaca dengan diameter 3 mm. contoh tanah yang tepat pada diameter 3 mm mulai menunjukkan retak-retak menunjukkan tanah dalam keadaan batas plastis.
 - c) Ambil contoh tanah tersebut dan periksa kadar airnya.
 - d) Jika batangan tanah belum mencapai diameter 3 mm sudah menunjukkan retak maka tanah tersebut terlalu kering dan percobaan tersebut harus diulang dengan menambahkan kadar airnya dan sebaliknya jika batangan tanah sudah mencapai

diameter 3 mm dan belum menunjukkan retak maka tanah terlalu basah dan perlu dikeringkan dengan cara didiamkan atau diaduk-aduk dalam cawan pencampur.

3.8. Pengujian Sifat Mekanis Tanah

3.8.1. Uji Kepadatan Ringan Tanah (SNI 1742:2008)

Pemadatan tanah di laboratorium dimaksudkan untuk menentukan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum. Kadar air dan kepadatan maksimum ini dapat digunakan untuk menentukan syarat yang harus dicapai pada pekerjaan pemadatan tanah di lapangan.

3.8.2. Perhitung kepadatan basah dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{(B_2 - B_1)}{V}$$

dengan pengertian:

ρ = kepadatan basah, dinyatakan dalam gram/cm³;

B_1 = massa cetakan dan keping alas, dinyatakan dalam gram;

B_2 = massa cetakan, keping alas dan benda uji, dinyatakan dalam gram;

V = volume benda uji atau volume cetakan, dinyatakan dalam cm³

3.8.3. Hitung kadar air benda uji dengan rumus sebagai berikut:

$$W = \frac{(A - B)}{(B - C)} \times 100\%$$

dengan pengertian:

W = kadar air, dinyatakan dalam %;

A = massa cawan dan benda uji basah, dinyatakan dalam gram;

B = massa cawan dan benda uji kering, dinyatakan dalam gram;

C = massa cawan, dinyatakan dalam gram.

3.8.4. Hitung kepadatan (berat isi) kering dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho_d = \frac{(\rho)}{(100 + w)} \times 100\%$$

dengan pengertian:

ρ_d = kepadatan kering, dinyatakan dalam gram/cm³;

ρ = kepadatan basah, dinyatakan dalam gram/cm³;
 w = kadar air, dinyatakan dalam %.

3.8.5. Hitung kepadatan (berat isi) kering untuk derajen jenuhan 100% dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho_d = \frac{(G_s \cdot \rho_w)}{(100 + G_s \cdot w)} \times 100\%$$

dengan pengertian:

ρ_d = kepadatan kering, dinyatakan dalam gram/cm³;

G_s = berat jenis tanah;

ρ_w = kepadatan air, dinyatakan dalam gram/cm³;

w = kadar air, dinyatakan dalam %.

3.8.6. Penggambaran grafik

1. Gambarkan titik-titik hubungan antara kepadatan kering (sumbu X) dan kadar air (sumbu Y) dari hasil uji pada sebuah grafik, kemudian gambarkan sebuah kurva yang halus yang menghubungkan titik-titik tersebut. Dari kurva yang telah digambarkan, tentukan kepadatan kering maksimum pada puncak kurva dan kadar air optimum.
2. Gambarkan grafik hubungan antara kepadatan kering dan kadar air pada derajat kejenuhan 100% (garis jenuh). Grafik pemadatan tidak boleh memotong garis jenuh dan pada harga kadar air yang tinggi grafik pemadatan menjadi sejajar dengan garis jenuh tersebut.

3.8.7. CBR (California Bearing Ratio)

CBR (California Bearing Ratio) merupakan perbandingan antara beban penetrasi suatu jenis material dan beban standar padakedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama (SNI 1744:2012).

Perhitungan dapat dengan persamaan sebagai berikut:

$$CBR = \frac{P_T}{P_S} \times 100\%$$

Di mana:

CBR = Perbandingan antara beban percobaan dengan beban standar yang dinyatakan dalam persentase (%)

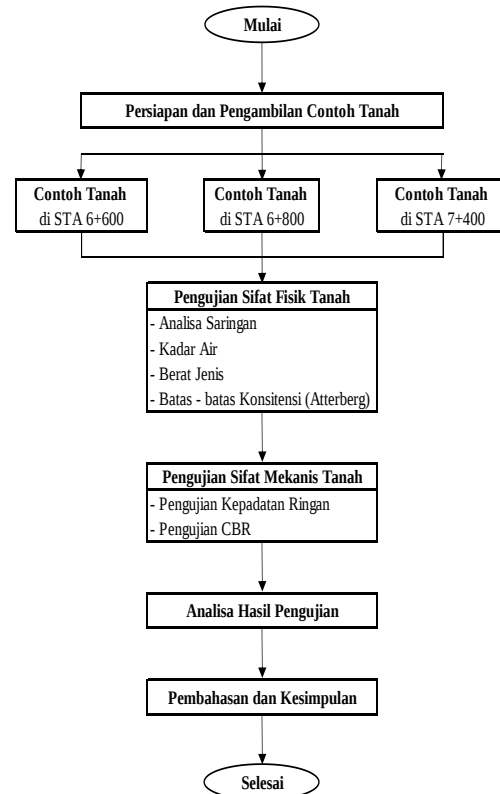
P_T = beban percobaan (lbs)

P_S = beban standar (lbs)

CBR umumnya dipilih pada penetrasi 2,54 mm (0,10 inci). Jika CBR pada penetrasi 5,08 mm (0,20 inci) lebih besar dari CBR pada penetrasi 2,54 mm (0,10 inci), pengujian CBR harus diulang. Jika setelah diulang, tetap

memberikan hasil yang serupa, CBR pada penetrasi 5,08 mm (0,20 inci) harus digunakan.

3.9. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir Penelitian

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Objek penelitian adalah tanah setempat yang diambil di tiga titik yang berada di Ruas Jalan Bts. Kota Palembang / Bts. Kab. Banyuasin – Tj. Api-Api, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatra Selatan. Penelitian dilakukan pengujian sampel di laboratorium BBPJJN Provinsi Sumatra Selatan.

4.2. Hasil Survey Lapangan

Setelah diamati secara langsung dilapangan jenis kerusakan pada struktur perkerasan mengalami kerusakan yang bervariasi. Kerusakan terjadi berada di STA 6+000 s/d 8+000 yang terletak di Kecamatan Talang Kelapa Kabupaten Banyuasin. Berdasarkan pengamatan langsung pada STA 6+000 sampai dengan STA 8+000 ruas Jalan Bts. Kota Palembang / Bts. Kab. Banyuasin – Tj. Api-Api, terdapat tiga titik kerusakan jalan yaitu pada segmen yang berada di STA 6+500 - STA 6+600 kondisi jalan dapat dilihat pada gambar 4.1.



(Sumber: Data Pribadi Kamera Handpone)

Gambar 4.1. Kondisi jalan di STA 6+600

Selanjutnya terdapat kerusakan yang berada pada segmen yang berada di STA 6+800 sampai dengan 6+900 kondisi jalan dilihat pada gambar 4.2.



(Sumber: Data Pribadi Kamera Handpone)

Gambar 4.2. Kondisi Jalan di STA 6+800

Selanjutnya berada di segmen yang berada di STA 7+400 sampai dengan 7+500 kondisi jalan dapat dilihat pada Gambar 4.3.



(Sumber: Data Pribadi Kamera Handpone)

Gambar 4.3. Kondisi Jalan di STA 7+400

4.3. Karakteristik Tanah

Pengujian karakteristik tanah dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah pada tiga titik tinjauan pada jalan yang terdapat kerusakan.

4.4. Pengujian Sifat Fisik

4.4.1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

Dari keseluruhan pengujian sifat fisik tanah maka didapatkan parameter-parameter sifat fisik tanah yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

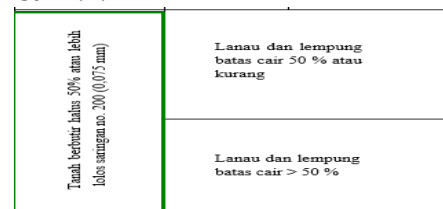
No.	Jenis Pengujian	Satuan	Contoh Tanah		
			Sta 6+600	Sta 6+800	Sta 7+400
1	Analisa butiran (Lolos saringan no. 200)	(%)	85,37	89,12	89,43
2	Uji Batas-Batas Atterberg				
	- Batas cair (LL)	(%)	70,56	72,44	73,77
	- Batas plastis (PL)	(%)	36,26	36,52	36,22
	- Indeks plastisitas (PI)	(%)	34,30	35,92	37,55
3	Kadar Air	(%)	16,08	13,29	18,29
4	Berat Jenis	(gram)	2,54	2,54	2,50

(Sumber hasil: pengujian laboratorium BBPJN Sumsel)

4.4.2. Karakteristik fisik tanah menggunakan metode USCS

Dari keseluruhan pengujian sifat fisik tanah yang sudah dilakukan dari masing-masing contoh tanah maka dapat diketahui jenis karakteristik fisik tanah yang digunakan menjadi sampel yang diteliti menggunakan metode USCS. Berdasarkan metode USCS didapatkan hasil sebagai berikut:

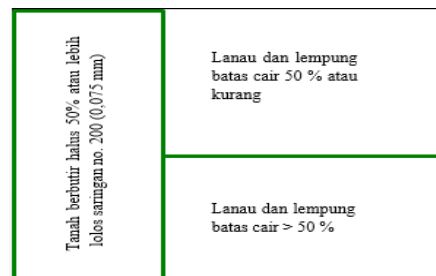
1. Klasifikasi divisi utama tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm). Hasil pengujian dari contoh tanah Sta 6+600 sebanyak 85,37% tergolong tanah berbutir halus, contoh tanah Sta 6+800 sebanyak 89,12% tergolong tanah berbutir halus, contoh tanah Sta 7+400 sebanyak 89,43% tergolong tanah berbutir halus. Klasifikasi divisi utama dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Sumber: Das, 1995.

Gambar 4.4. Sistem Klasifikasi USCS tanah berbutir halus

2. Hasil pengujian didapatkan nilai batas cair (LL) contoh tanah STA 6+600 sebesar 70,56%, contoh tanah STA 6+800 sebesar 72,44%, contoh tanah STA 7+400 sebesar 73,77%. Dengan nilai batas cair lebih dari 50% maka sampel tanah yang digunakan termasuk jenis lanau dan lempung dengan batas cair lebih besar dari 50%. Klasifikasi divisi utama dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Sumber: Das, 1995.

Gambar 4.5. Penentuan Klasifikasi divisi utama Batas cair (LL)

3. Nilai indeks plastisitas tanah hasil pengujian untuk contoh tanah STA 6+600 didapatkan sebesar 34,30%, contoh tanah STA 6+800

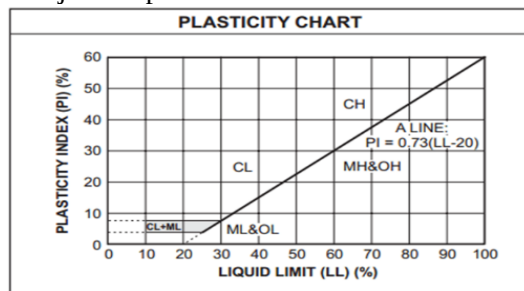
didapatkan sebesar 35,92%, contoh tanah STA 7+200 didapatkan sebesar 37,55%. Berdasarkan Tabel 2.2, nilai indeks plastisitas tanah lebih besar dari 17% maka tanah memiliki sifat plastisitas tinggi. Berdasarkan sistem klasifikasi USCS termasuk kedalam tanah lempung organik dengan plastisitas rendah sampai tinggi (OH). Klasifikasi tanah berdasarkan metode USCS dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Tanah berbutir halus 90% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50 % atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung bekerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kasar ("lean clays")
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
	Lanau dan lempung batas cair > 50 %	MH	Lanau tak organik atau pasir halus distone, lanau elastis
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ("fat clays")
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi

Sumber: Das, 1995

Gambar 4.6. Penentuan Indeks Plastisitas (PI) Sistem Klasifikasi USCS

- Hasil pengujian batas plastis contoh tanah STA 6+600 didapatkan nilai batas plastis sebesar 36,26%, contoh tanah STA 6+800 sebesar 36,52%, contoh tanah STA 7+200 sebesar 36,22%, Menurut diagram plastisitas maka tanah termasuk kedalam jenis CH (lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi mencakup lempung gemuk) yang ditunjukkan pada Gambar 4.7.



(Sumber: Hardiyatmo, 2007)

Gambar 4.7. Penentuan batas plastis contoh tanah dengan diagram plastisitas.

4.4.3. Klasifikasi Tanah menggunakan metode AASHTO

Klasifikasi Tanah menggunakan metode AASHTO didapatkan hasil sebagai berikut:

- Pada contoh tanah STA 6+600 yang lolos saringan no. 200 diameter (0,075mm) (F) sebesar 85,37%, contoh tanah STA 6+800 (F) sebesar 89,12%, contoh tanah STA 7+400 (F) sebesar 89,43%. Karena (F) lebih besar dari 35%, maka tanah termasuk dalam jenis lanau

atau lempung yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.

Tanah-tanah lanau-lempung (> 35% lolos saringan no. 200)			
A-4	A-5	A-6	A-7
			A-7-5/A-7-6
- 36 min	- 36 min	- 36 min	- 36 min

Sumber: Mekanika Tanah Jilid 1, Braja. M. Das

Gambar 4.8. Penentuan Klasifikasi Tanah menggunakan metode AASHTO

- Pada contoh tanah STA 6+600 batas cair (LL) sebesar 70,56% dan nilai indeks plastisitas (IP) sebesar 34,30%, contoh tanah STA 6+800 batas cair (LL) sebesar 72,44% dan nilai indeks plastisitas (IP) sebesar 35,92%, contoh tanah STA 7+400 batas cair (LL) sebesar 73,77% dan nilai indeks plastisitas (IP) sebesar 37,55%, maka tanah termasuk dalam kelompok A-5, A-7-5 atau A- 7-6 seperti pada Gambar 4.9. dibawah ini.

Tanah-tanah lanau-lempung (> 35% lolos saringan no. 200)			
A-4	A-5	A-6	A-7
			A-7-5/A-7-6
- 36 min	- 36 min	- 36 min	- 36 min
40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 min
8 maks	12 maks	16 maks	20 maks

Sumber: Mekanika Tanah Jilid 1, Braja. M. Das

Gambar 4.9. Kelompok A-5, A-7-5 atau A-7-6 metode AASHTO

- Kelompok A-4 sampai A-7 adalah tanah berbutir halus dengan lebih dari 35 % bahan lolos saringan No.200, dengan jenis material yang paling dominan adalah tanah berlanau sampai tanah berlempung. Untuk menentukan sampel tanah termasuk kelompok A-7-5 atau A-7-6 dengan meninjau batas plastisnya. Batas plastis (PL) contoh tanah STA 6+600 sebesar 36,26%, contoh tanah STA 6+800 sebesar 36,52%, contoh tanah STA 7+400 sebesar 36,22%, karena nilai PL lebih besar dari 30% maka contoh tanah STA 6+600, 6+800 dan 7+400 termasuk kedalam kelompok A-7-5/A-7-6 seperti pada Gambar 4.14 dibawah ini.

Klasifikasi umum	Material granuler ($< 35\%$ lolos saringan no. 200)							Tanah-tanah lanau-lempung ($> 35\%$ lolos saringan no. 200)			
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7.5/A-7-6
Analisis saringan (% lolos)											
2,00 mm (no. 10)	50maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no. 40)	30 maks	50 maks	51 min	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
0,075 mm (no. 200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no. 40											
Batas cair (LL)	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks plastis (PI)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (G)	0		0	0		4 maks		6 maks	12 maks	15 maks	20 maks
Tipe material yang cocok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berbatu atau berlempung dan pasir				Tanah berbatu		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

Sumber: Mekanika Tanah Jilid 1, Braja. M. Das

Gambar 4.10 Sistem klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO

4. Indeks Kelompok (GI) Contoh tanah STA 6+600

$GI = (F-35) [0,2+0,005(LL-40)] + 0,01 (F-15) (PI-10)$
 $= (85,75-35) [0,2+0,005(70,56-40)] + 0,01 (85,75-15) (34,30-10) = 35,09 \sim 35$, Jadi, klasifikasi tanah tersebut adalah A-7-6(35).

5. Indeks Kelompok (GI) Contoh tanah STA 6+800

$GI = (F-35) [0,2+0,005(LL-40)] + 0,01 (F-15) (PI-10)$
 $= (89,12-35) [0,2+0,005(72,44-40)] + 0,01 (89,12-15) (36,22-10) = 39,036 \sim 39$ Jadi, klasifikasi tanah tersebut adalah A-7-5(39).

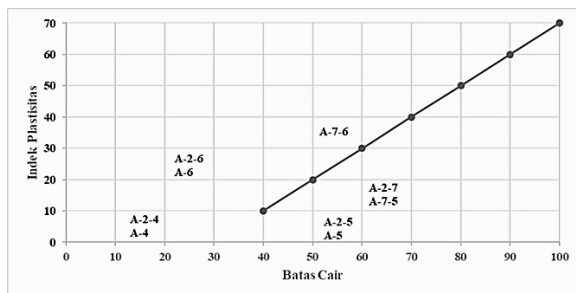
6. Indeks Kelompok (GI) Contoh tanah STA 7+400

$GI = (F-35)[0,2+0,005(LL-40)]+0,01$

$(F-15)(PI-10)$

$= (89,43-35) [0,2+0,005(73,77-40)] + 0,01 (89,43-15) (37,55-10) = 67,37 \sim 67$

Jadi, klasifikasi tanah tersebut adalah A-7-6(67) kelompok A-7-5/A-7-6 seperti pada Gambar 4.15 dibawah ini.



Sumber: Mekanika Tanah Jilid 1, Braja. M. Das

Gambar 4.11 Pengelompokan klasifikasi A-7-5/A-7-6

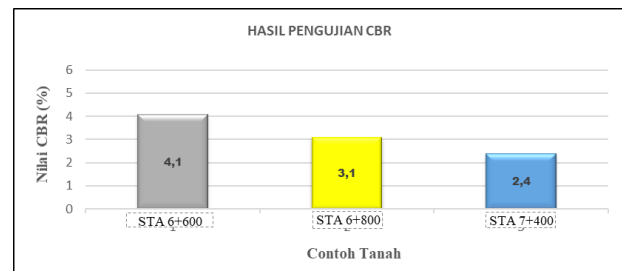
4.5. Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah

4.5.1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah

Tabel 4.2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kadar air, Kepadatan Kering dan CBR soaked

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Contoh Tanah		
			Sta 6+600	Sta 6+800	Sta 7+400
1	Kadar air optimum	(%)	31,51	32,30	33,00
2	Kepadatan kering maksimum (γ_d maks)	(gr/cm ³)	1,40	1,38	1,35
3	CBR terendam	(%)	4,1	3,1	2,4

(Sumber hasil: pengujian laboratorium BBPJN Sumsel)



(Sumber hasil: pengujian laboratorium BBPJN Sumsel)

Gambar 4.11. Grafik Hasil Pengujian CBR soaked

4.6. Pembahasan Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah

Pemadatan dilakukan dengan menambah atau mengurangi jumlah air yang ada pada masing-masing contoh tanah. Sehingga pukulan dengan besar tertentu dapat menghasilkan keadaan padat paling maksimum dari tanah tersebut.

Air berfungsi sebagai pengikat pada tanah. Berdasarkan hasil pengujian kepadatan ringan ke 3 (tiga) contoh tanah nilai kadar air optimum pada contoh tanah Sta 6+600 sebesar 31,51% dengan kepadatan maksimum sebesar 1,400 (gr/cm³), contoh tanah Sta 6+800 sebesar 32,30% dengan kepadatan maksimum sebesar 1,380 (gr/cm³), contoh tanah Sta 7+400 sebesar 33,00% dengan kepadatan maksimum sebesar 1,348 (gr/cm³).

Dari hasil pengujian CBR soaked didapatkan nilai pada contoh tanah STA 6+600 sebesar 4,1%, contoh tanah STA 6+800 sebesar 3,1%, contoh tanah STA 7+400 sebesar 2,1%, hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai kadar air semakin tinggi mempengaruhi nilai CBR dari ke 3 (tiga) contoh tanah tersebut.

Hasil tersebut tentunya belum memenuhi standar minimum CBR soaked yang ditentukan menurut "Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017", CBR efektif tanah dasar hendaknya tidak kurang dari 6%.

BAB V

BAB V**KESIMPULAN DAN SARAN****5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dilaboratorium dan pembahasan penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik fisik tanah menggunakan metode USCS ketiga contoh tanah termasuk kedalam jenis CH memiliki sifat plastisitas tinggi serta berbutir halus dan klasifikasi tanah menggunakan metode AASHTO mengelompokkan tanah tersebut kedalam kelompok lanu lempung (A-5, A-7-5 dan A-7-6).
2. Dari hasil pengujian CBR soaked didapatkan nilai pada contoh tanah STA 6+600 sebesar 4,1%, STA 6+800 sebesar 3,1%, STA 7+400 sebesar 2,1%, hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai kadar air semakain tinggi mempengaruhi nilai CBR dari ke 3 (tiga) contoh tanah yang di tinjau, hal tersebut menunjukan bahwa ketidaksamaaan nila CBR merupakan indikasi faktor penyebab kerusakan jalan.

5.2. Saran

1. Di sarankan penelitian selanjutnya lebih teliti lagi dalam menentukan kadar air optimum supaya nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimum lebih akurat.
2. Di sarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan teknik pemadatatan lebih lanjut sehingga dapat menaikkan nilai standar minimum CBR soaked yang dapat memperkuat daya dukung tanah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Penerbit Pekerjaan Umum, 2006.” *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan*”.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Cara uji analisis ukuran butir tanah*. SNI No.3423:2008. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Cara uji penentuan batas cair tanah*. SNI No.1967:2008. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Cara uji penentuan batas plastis dan indeks*

plastisitas tanah. SNI No.1966:2008. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

- [5] Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Metode uji bahan yang lebih halus dari saringan 75 mm (No. 200) dalam agregat mineral dengan pencucian*. SNI ASTM No.C117:2012. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [6] Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 03-1744-2012. *Cara Uji CBR (California Bearing Ratio)*. Jakarta.
- [7] Hardiyatmo, Christady, Hary. 2006. *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [8] Das, B. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [9] Direktorat Jendral Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017*. Jakarta.
- [10] Sukirman Silvia, 1994. *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, Bandung.
- [11] Yahya, Robby, Gunawan. 2016. *Kerusakan Jalan Akibat Tanah Mengembang*. Jurnal Teknik Sipil, Volume 11 Nomor 1. Universitas Langlang buana. Bandung.
- [12] Hangge, E. E., et.al., Jurnal Teknik Sipil, Vol. 11, No. 2, September 2022. “*Pengaruh Karakteristik Tanah Dasar terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan*”