

**STUDI DAYA DUKUNG MATERIAL YANG DIGUNAKAN
SEBAGAI LAPISAN SUBGRADE PADA JARINGAN JALAN
CENTRE POINT OF INDONESIA**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana dari**

Universitas Fajar

Oleh :

MUHAMMAD YASRIL

1720121113



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS FAJAR

2022

**STUDI DAYA DUKUNG MATERIAL YANG DIGUNAKAN
SEBAGAI LAPISAN SUBGRADE PADA JARINGAN
JALAN CENTRE POINT OF INDONESIA**

Oleh:

MUHAMMAD YASRIL

1720121113

Menyetujui

Tim pembimbing

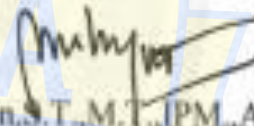
Tanggal, 18 Maret 2022

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Dr. Erdawaty, S.T., M.T.
NIDN. 09221047802



Ir. Mahtyuddin, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.
NIDN. 090112800

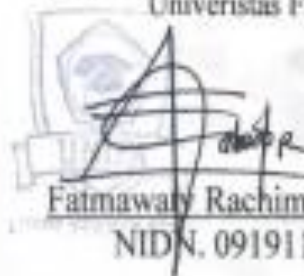
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Fajar



Dr. Ezzati, S.T., M.T.
NIDN. 0906107701

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Univeristas Fajar



Fatmawaty Rachim, S.T., M.T.
NIDN. 0919117903

Penulis dengan ini mengatakan bahwa tugas akhir :

"Daya Dukung Material Yang Digunakan Sebagai Studi Lapisan Subgrade Pada Jaringan Jalan Centre Point Of Indonesia" adalah karya original saya dan seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan panduan penulis ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, 11 Mei 2022

Yang menyatakan,



Handwritten signature of Muhammad Yasri
Muhammad Yasri



UNIVERSITAS FAJAR

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang melimpah ruah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang sangat dibutuhkan untuk wisuda universitas Fajar “**STUDI DAYA DUKUNG MATERIAL YANG DIGUNAKAN SEBAGAI LAPISAN SUBGRADE PADA JARINGAN JALAN CENTRE POINT OF INDONESIA** “, semoga selesai tepat waktu banyak pihak yang membantu dan membimbing penulis selama ini. proses pencapaian produk akhir ini, dari awal sampai akhir. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya:

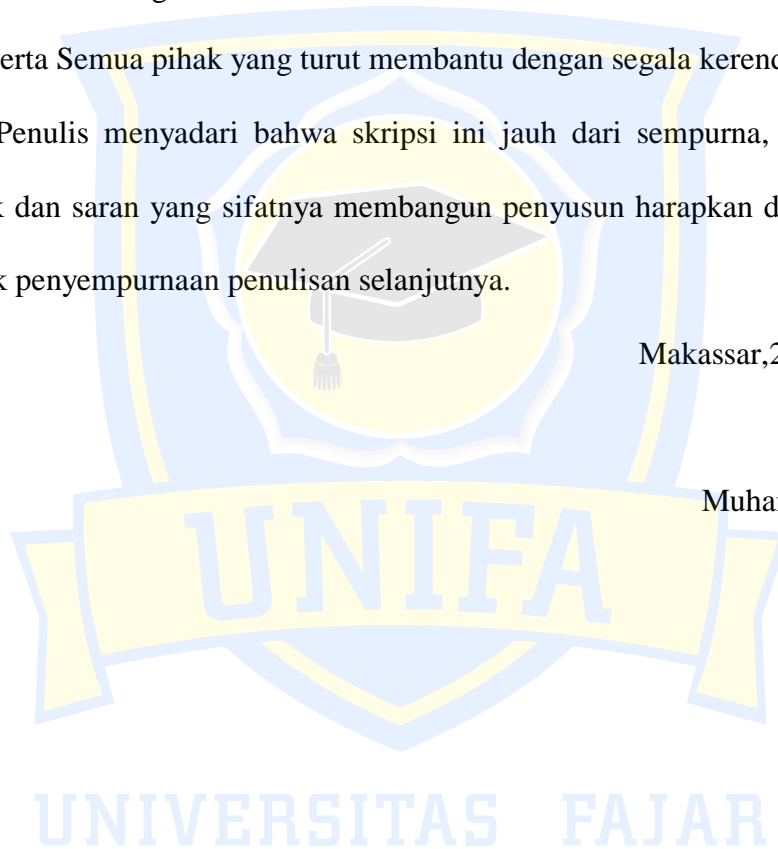
1. Kedua orang tua saya yang telah memberikan semangat, doa, dan bantuan dana sehingga saya dapat menyelesaikan kuliah yang saya miliki.
2. Keluarga dan teman-teman saya, yang selalu mendoakan saya dan memberi semangat kepada saya..
3. Dr. Mulyadi Hamid, S.E., M.SI. selaku rektor Universitas Fajar Makassar yang memberikan motivasi dan dukungan moral kepada mahasiswanya.
4. Dr. Ir. Erniati, S.T., M.T selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar.
5. Fatmawaty Rachim, S.T.,M.T, Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar.

6. Dr. Erdawaty,ST.,MT selaku pembimbing I dan Ir. Mahyuddin, ST.,MT.,IPM.,ASEAN,Eng selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing saya dalam penelitian ini.
7. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Sipil Universitas Fajar Makassar terkhusus Angkatan 2017.
8. Serta Semua pihak yang turut membantu dengan segala kerendahan hati.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun penyusun harapkan dari semua pihak untuk penyempurnaan penulisan selanjutnya.

Makassar,21 Februari 2022

Muhammad Yasril



ABSTRAK

STUDI DAYA DUKUNG MATERIAL YANG DIGUNAKAN SEBAGAI LAPISAN SUBGRADE PADA JARINGAN JALAN CENTRE POINT OF INDONESIA.

Dalam pengembangan kawasan, infrastruktur jalan menjadi hal utama sebelum memasuki pembangunan fasilitas - fasilitas lainnya. Infrastruktur jalan yang baik diperlukan untuk mengikat dan menghubungkan pusat-pusat dalam kegiatan pembangunan. Persiapan tanah merupakan salah satu faktor yang paling penting untuk dipertimbangkan ketika membangun jalan yang cocok dan stabil. Dalam menentukan daya dukung tanah, terdapat beberapa cara untuk mengetahui kemampuan tanah dalam memikul beban, salah satunya adalah pengujian California Bearing Ratio. Sebelum melakukan pengujian California Bearing Ratio, diperlukan pengujian - pengujian tanah lainnya seperti pengujian kadar air, berat jenis dan Analisa saringan. Tujuan dilakukan penelitian ini agar diketahuinya karakteristik material yang digunakan sebagai material subgrade pada perkerasan jalan di Centre Point of Indonesia (CPI) dan diketahuinya nilai daya dukung material yang digunakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Dari hasil penelitian didapatkan rata-rata kadar air yang didapatkan 4,33%, Rata-rata berat jenis yang didapatkan 2,66 gram/cm³. Analisa saringan pada sampel 1 fraksi tanah berbutir kasar sebanyak 44,12% (220,6 gram) dan fraksi tanah berbutir halus sebanyak 0,96% (4,8 gram), pada sampel 2 fraksi tanah berbutir kasar sebanyak 43,624% (218,12 gram) dan fraksi tanah berbutir halus sebanyak 1,94%(9,7 gram), serta pada sampel 3 fraksi tanah berbutir kasar sebanyak 44,532% (222.66 gram) dan fraksi tanah berbutir halus sebanyak 1,12%(5,6 gram). Rata-rata nilai CBR yang didapatkan 31.45 dan hasil daya dukung tanah 8,139. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, diketahui Material yang digunakan pada jalan proyek reklamasi Center Point Of Indonesia yaitu tanah berbutir kelompok grade A3 dengan jenis material pasir halus dan tingkatan sebagai subgrade baik sampai sangat baik dan memiliki daya dukung tanah yang sangat baik.

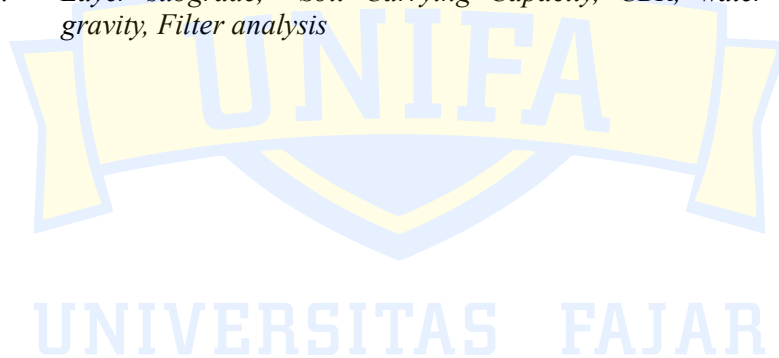
Kata kunci: *Lapisan Subgrade, Daya Dukung Tanah, CBR, Kadar air, Berat jenis, Analisa saringan*

ABSTRACT

STUDY OF THE CARRYING CAPACITY OF MATERIALS USED AS SUBGRADE LAYERS ON ROAD NETWORKS CENTRE POINT OF INDONESIA.

In the development of the area, road infrastructure becomes the main thing before entering the construction of other facilities. Good road infrastructure is needed to bind and connect centers in development activities. Soil preparation is one of the most important factors to consider when building a suitable and stable road. Before testing the California Bearing Ratio, other soil testing is required such as water content testing, type weight and filter analysis. The purpose of this study is the characteristics of materials used as subgrade materials on road pavement at Centre Point of Indonesia (CPI) and the known value of the carrying capacity of the materials used. The method used in the experimental method. The average water content obtained is 4.33%, The average weight of the type is obtained 2.66 grams / cm³. Filter analysis on sample 1 of coarse-grained soil fraction as much as 44.12% (220.6 grams) and fine-grained soil fraction of 0.96% (4.8 grams), in sample 2 coarse-grained soil fraction as much as 43.624% (218, 12 grams) and the fine-grained soil fraction was 1.94% (9.7 grams), and in sample 3 the coarse-grained soil fraction was 44.532% (222.66 grams) and the fine-grained soil fraction was 1.12% (5.6 grams).).Average CBR value obtained 31.45 and soil carrying capacity of 8,139. Based on the tests conducted, it is known that the material used on the road of the Center Point Of Indonesia reclamation project is grade A3 grade grained soil with a type of fine sand material and levels as a good subgrade to very good and have an excellent soil carrying capacity.

Keywords: Layer subgrade, Soil Carrying Capacity, CBR, water content, Specific gravity, Filter analysis

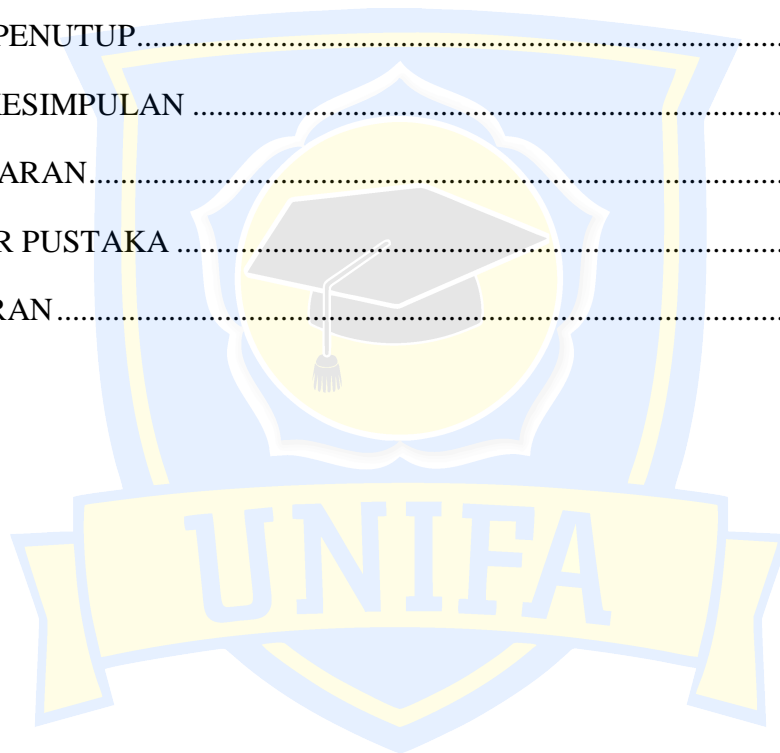


DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBARAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	14
I.1 Latar Belakang	14
I.2 Rumusan Masalah	16
I.3 Tujuan Penelitian	17
I.4 Batasan Masalah.....	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	18
II.1 Umum	18
II.2 Sistem Klasifikasi Tanah	18
II.2.1. Sistem Klasifikasi International Soil Science Society (ISSS), United States Department of Agriculture (USDA) dan United States Public Roads Administration (USPRA).....	19
II.2.2 Sistem Klasifikasi <i>Unified</i>	22

II.2.3 Sistem Klasifikasi <i>AASHTO</i>	25
II.3 Sifat Fisik Tanah.....	28
II.3.1 Kadar air.....	28
II.3.2 Berat jenis.....	29
II.3.3 Analisis saringan	31
II.3.4 Batas cair.....	32
II.3.5 Batas plastis.....	32
II.4 Tanah Dasar (<i>Sub Grade</i>)	33
II.5 Pemadatan Tanah.....	34
II.5.1 Pemadatan lapangan.....	36
II.6 Daya Dukung Tanah.....	37
II.7 Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> (<i>CBR</i>).....	39
II.7.1 <i>California Bearing Ratio</i> (<i>CBR</i>) Lapangan	40
II.7.2 Perhitungan Nilai <i>California Bearing Ratio</i> (<i>CBR</i>) Lapangan.....	40
II.7 Penelitian terdahulu	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	45
III. 1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	45
III.2 Alat dan Bahan	45
III.2.1 Alat.....	45
III.2.2 Bahan	46
III.3 Pelaksanaan penelitian.....	46
III.4 Metode Pengumpulan Data	54
III.5 Analisis Data	54

III.6 Bagan Alur Penelitian.....	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
IV.1. Hasil Karakteristik Meterial	56
IV.2. Hasil Pengujian CBR	62
IV.3. Hasil Nilai Daya Dukung Tanah	63
BAB V PENUTUP.....	65
V.1. KESIMPULAN	65
V.2. SARAN.....	65
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	69



UNIVERSITAS FAJAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Segita Tekstur	20
Gambar II. 2 Grafik berat satuan kering terhadap kadar air	35
Gambar III. 1 Bagan Alur Penelitian	56
Gambar IV.1 Grafik distribusi butir analisa saringan	61
Gambar IV. 2 Grafik korelasi CBR dengan DDT	63



DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Klasifikasi Tekstur Tanah Menurut beberapa Sistem	19
Tabel II. 2 Sistem Klasifikasi Unified.....	24
Tabel II. 3 Sistem Klasifikasi AASHTO.....	27
Tabel II. 4 Berat Jenis Tanah	30
Tabel II. 5 Penentuan nilai CBR	37
Tabel IV.1 Kadar air	56
Tabel IV.2 Berat Jenis.....	57
Tabel IV.3 Analisa Saringan Sampel 1	58
Tabel IV. 4 Analisa Saringan Sampel 2.....	59
Tabel IV. 5 Analisa Saringan Sampel 3.....	60
Tabel IV. 6 Nilai CBR lapangan.....	61

UNIVERSITAS FAJAR

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

SINGKATAN

AASHTO	: The American Association of State Highway and Transportation Official
ASTM	: American standart testing and material
Cc	: Gradation coefficient
Cu	: Uniformy coefisien
CBR	: California bearing ratio
CPI	: Centre point of indonesia
DDT	: Daya dukung tanah
GI	: Group indeks
ITP	: Indeks tebal perkerasan
LL	: Liquid limit
PI	: Plasticity index
SNI	: Standar nasional Indonesia
STA	: Stasuin
USCS	: Unified soil classification system

SIMBOL

%	: Persen
°C	: Derajat celcius
°F	: Derajat fahrenheit
Gr	: Gram
<	: Kurang dari
>	: Lebih dari
±	: Kurang lebih
Mm	: Milimeter
MI	: Mililiter
Cm	: Centimeter
Kg	: Kilogram

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pembangunan merupakan suatu proses perubahan untuk meningkatkan taraf hidup manusia yang tidak terlepas dari aktivitas pemanfaatan sumber daya alam. Di daerah perkotaan persoalan lingkungan yang paling nampak adalah persoalan yang ditimbulkan oleh penggunaan lahan. Ada tiga penyebab utama antara lain; (1) faktor meningkatnya pertumbuhan penduduk baik secara alami (kelahiran) maupun perpindahan penduduk dari desa ke kota (urbanisasi), (2) faktor pembangunan yang senantiasa mendominasi daerah perkotaan, (3) faktor keterbatasan lahan perkotaan.

Reklamasi pantai merupakan salah satu contoh dari upaya manusia untuk menjawab keterbatasan lahan di perkotaan, salah satunya yang terjadi di Kota Makassar. Reklamasi Kawasan perairan merupakan upaya pembentukan suatu Kawasan daratan baru, baik di wilayah pesisir pantai maupun ditengah lautan. Kawasan baru tersebut, biasanya dimanfaatkan untuk Kawasan permukiman, perindustrian, bisnis dan pertokoan serta objek wisata.

Dalam pengembangan kawasan tersebut infrastruktur jalan menjadi hal utama sebelum memasuki pembangunan fasilitas - fasilitas lainnya. Infrastruktur jalan yang baik diperlukan untuk mengikat dan menghubungkan pusat-pusat dalam kegiatan pembangunan.

Untuk menghasilkan konstruksi jalan yang baik dan kuat, salah satu hal utama yang perlu diperhatikan adalah penyiapan tanah dasar (*subgrade*). Tanah dasar (*subgrade*) adalah bagian terbawah suatu konstruksi perkerasan yang dibuat secara berlapis-lapis seperti yang biasa dipergunakan dalam konstruksi jalan raya (Soekanto.I. 1984). Tanah dasar merupakan struktur yang sangat penting dalam membangun konstruksi jalan karena tanah dasar akan mendukung beban lalu lintas atau beban konstruksi di atasnya.

Seperti yang telah diketahui bersama, tanah adalah suatu material pendukung konstruksi jalan yang tersusun dari tiga bahan, yaitu butiran, air dan udara (Craig.F.R, Susilo Budi S “Mekanika Tanah Edisi 4, 1987) sehingga diperlukan suatu perhitungan matematis didalam mencari nilai daya dukungnya. Susunan ketiga bahan tersebut sangatlah mempengaruhi daya dukung tanah, sehingga perlu melakukan penentuan parameter demi kepentingan analisa. Daya dukung tanah pada jalan ditekan pada dua faktor, yaitu kemampuan tanah untuk menahan beban dan meratanya daya dukung tanah sepanjang konstruksi jalan.

Kekuatan dan keawetan struktur perkerasan jalan, akan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Beberapa permasalahan yang sering muncul tentang keawetan dan kekuatan suatu perkerasan jalan, justru didominasi oleh permasalahan tanah dasarnya. Beberapa sifat yang kurang menguntungkan dari tanah dasar yang dapat menimbulkan permasalahan kerusakan antara lain sifat kembang susut yang besar akibat terjadi perubahan kadar airnya.

Dalam menentukan daya dukung tanah, terdapat beberapa cara untuk mengetahui kemampuan tanah dalam memikul beban, salah satunya adalah pengujian *California Bearing Ratio*. *California Bearing Ratio* adalah suatu pengujian untuk menentukan suatu kekuatan relatif bahan yang digunakan sebagai lapisan pondasi terhadap suatu bahan standar (SNI 03 – 1738 – 2011, Cara Uji CBR Lapangan). Penentuan daya dukung tanah dengan *California Bearing Ratio*, tidaklah terlepas dari pengujian – pengujian parameter tanah lainnya, akan tetapi semuanya saling berhubungan. Oleh karena itu sebelum melakukan pengujian California Bearing Ratio, diperlukan pengujian - pengujian tanah lainnya salah satunya adalah pengujian kadar air

Peneliti ingin mengetahui seberapa besar nilai daya dukung dan keistimewaan material yang digunakan pada proyek jalan di Center Point Of Indonesia berdasarkan uraian sebelumnya. Akibatnya, akademisi tertarik untuk melakukan studi dengan judul berikut “**STUDI DAYA DUKUNG MATERIAL YANG DIGUNAKAN SEBAGAI LAPISAN SUBGRADE PADA JARINGAN JALAN CENTRE POINT OF INDONESIA**”.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dapat diturunkan dari konteks sebelumnya, yaitu:

1. Bagaimana karakteristik material yang digunakan sebagai material subgrade pada perkerasan jalan di Centre Point of Indonesia (CPI)?
2. Berapa nilai daya dukung material yang digunakan?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui karakteristik material yang digunakan sebagai material subgrade pada perkerasan jalan di Centre Point of Indonesia (CPI).
2. Untuk mengetahui nilai daya dukung material yang digunakan.

I.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat berbagai kendala dalam permasalahan tersebut:

1. Lapisan tanah dasar yang digunakan yaitu pasir yang diambil dari proyek reklamasi *Centre Point of Indonesia* (CPI).
2. Pengujian nilai kadar air.
3. Pengujian nilai berat jenis.
4. Pengujian analisa saringan.
5. Pengujian CBR lapangan.

UNIVERSITAS FAJAR

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Umum

Tanah didefinisikan sebagai bahan yang terdiri dari agregat (butiran) mineral padat yang tidak tersementasi (berhubungan secara kimia) satu sama lain, serta bahan organik yang lapuk (dalam partikel padat) dan cairan dan gas yang mengisi celah. Di antara partikel padat, ada ruang kosong. Tanah digunakan sebagai bahan bangunan dalam berbagai proyek teknik sipil, dan juga berfungsi sebagai penopang pondasi bangunan. Akibatnya, seorang insinyur sipil harus meneliti kualitas dasar tanah, seperti asalnya, distribusi ukuran butir, kemampuan drainase, sifat kompresibilitas saat dibebani (kompresibilitas), kekuatan geser, daya dukung beban, dan lainlain. Mekanika tanah adalah cabang studi yang menyelidiki sifat fisik tanah dan bagaimana massa tanah merespon berbagai tekanan. Rekayasa tanah adalah penerapan prinsip-prinsip mekanika tanah untuk masalah dunia nyata (M. Das Braja, "Mekanika Tanah, Volume 1").

II.2 Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara mudah sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang rinci. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan

pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butir dan plastisitas.

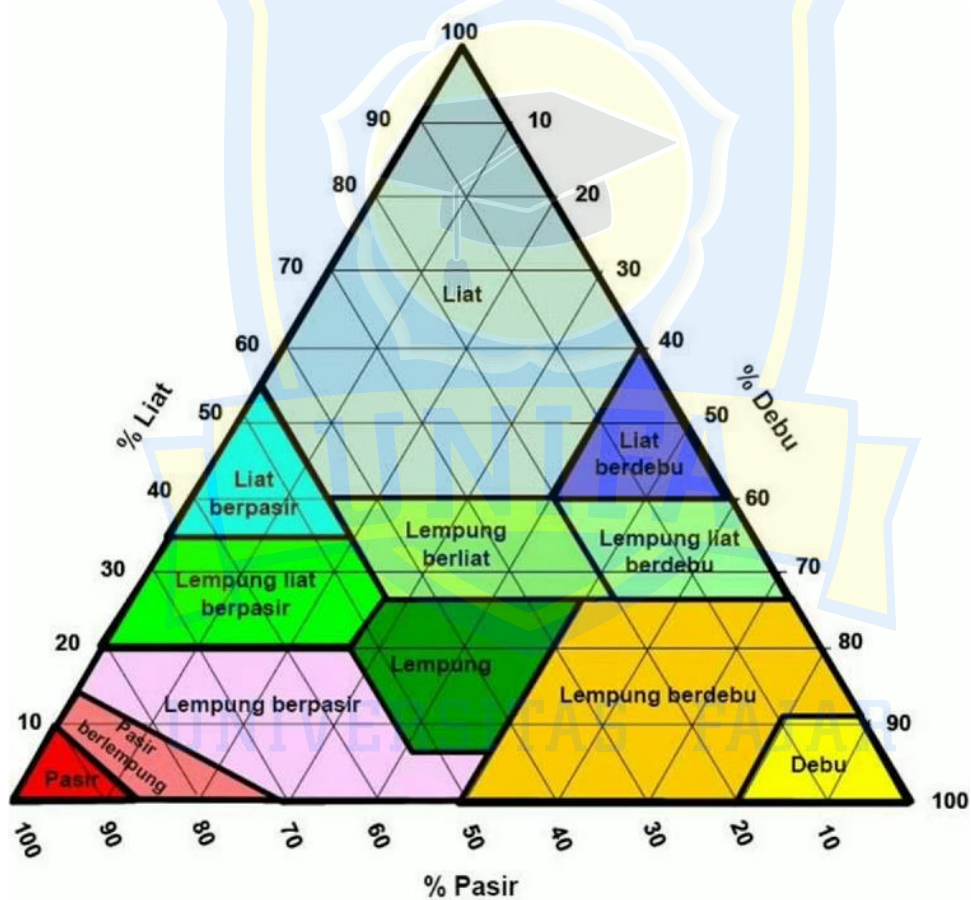
II.2.1. Sistem Klasifikasi International Soil Science Society (ISSS), United States Department of Agriculture (USDA) dan United States Public Roads Administration (USPRA)

Sistem klasifikasi fraksi partikel menurut International Soil Science Society (ISSS), United States Department of Agriculture (USDA) dan United States Public Roads Administration (USPRA).

Tabel II 1 Klasifikasi Tekstur Tanah Menurut beberapa Sistem

ISSS		USDA		USPRA	
Diameter	Fraksi	Diameter	Fraksi	Diameter	Fraksi
Mm		Mm		Mm	
>2	Kerikil	>0,02	Kerikil	>2	Kerikil
0,02-2	Pasir	0,05-2	Pasir	0,05-2	Pasir
0,2-2	Kasar	1-2	Sangat kasar	0,25-2	Kasar
0,02-0,2	Halus	0,5-1	Kasar	0,05-0,25	Halus
		0,25-0,5	Sedang		
		0,1-0,25	Halus		
		0,05-0,1	Sangat halus		
0,002-0,02	Debu	0,002-0,05	Debu	0,005-0,05	Debu
<0,002	Liat	<0,002	Liat	<0,05	Liat

Ada beberapa sistem untuk mengklasifikasikan komponen ukuran partikel tanah, maka perlu untuk menunjukkan sistem klasifikasi mana yang digunakan untuk menyajikan hasil analisis. Sistem USDA digunakan di Lembaga Penelitian Tanah (LPT, 1979). Tanah dengan proporsi pasir, debu, dan liat yang berbeda dikelompokkan ke dalam jenis tekstur yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada segitiga tekstur (Gambar 2.1). Berikut cara menggunakan segitiga tekstur:



Gambar II. 1 Segita Tekstur

Misalnya tanah mengandung 50% pasir 20 debu dan 30% tanah liat. Dari segitiga tekstur kita dapat melihat bahwa sudut kanan atas mewakili 0% pasir dan sudut kiri mewakili 100% pasir. Temukan titik pasir 50% dari alas segitiga dan dari titik itu buat garis sejajar dengan sisi kanan segitiga (kiri atas). Kemudian cari titik 20% di sebelah kanan segitiga. Dari titik ini buat garis yang sejajar dengan sisi kiri segitiga sehingga garis ini memotong garis pertama. Selanjutnya cari titik lempung 30% dan buat garis sejajar dengan alas segitiga sehingga memotong dua garis sebelumnya. Dari perpotongan ketiga garis tersebut terlihat bahwa tanah ini memiliki tekstur “pasir campur”. Salah satu lapisan tekstur tanah adalah lempung yang terletak di tengah segitiga tekstur. Tanah liat memiliki komposisi yang seimbang antara bagian kasar dan halus dan tanah liat sering dianggap sebagai tekstur yang optimal untuk pertanian. Memang kemampuannya untuk menyerap nutrisi umumnya lebih baik daripada pasir; sedangkan drainase reabilitas dan kemudahan penanganan lebih baik dari tanah liat. Namun pendapat ini umumnya tidak diterima karena untuk kondisi lingkungan tertentu dan jenis tanaman tertentu pasir atau tanah liat mungkin lebih baik daripada tanah liat. Penentuan kuantitatif tekstur sampel tanah dilakukan dengan analisis mekanis. Proses ini melibatkan pendispersian agregat tanah menjadi partikel tunggal diikuti oleh sedimentasi

II.2.2 Sistem Klasifikasi *Unified*

Sistem Klasifikasi Terpadu Tanah pertama kali dikembangkan oleh Casa Grande pada tahun 1942 untuk digunakan dalam pembangunan lapangan terbang Korps Insinyur Angkatan Darat selama Perang Dunia II. Metode ini ditingkatkan pada tahun 1952 bekerja sama dengan TPA AS. Sistem klasifikasi ini banyak digunakan oleh para insinyur saat ini. Tanah dibagi menjadi dua kelas dengan sistem klasifikasi terpadu:

1. Tanah berbutir kasar (*coarse - grained - soil*), yaitu : Hanya sekitar setengah dari semua sampel tanah yang memiliki No. lolos saringan 1.200. Semua simbol dalam grup ini dimulai dengan huruf G atau S. S menunjukkan tanah berpasir atau berpasir, G menunjukkan tanah berkerikil atau berkerikil.
2. Tanah berbutir halus (*fine - grained - soil*), yaitu 50 mm atau lebih dari total massa sampel tanah dalam tanah nomor filter 200 Inisial M menunjukkan lanau mineral, C menunjukkan lempung anorganik, O melambangkan lanau (organik dan organoklay). Simbol PT digunakan untuk tanah dengan kandungan gambut, pupuk kandang, dan bahan organik lainnya yang tinggi

Karakter berikut juga digunakan dalam klasifikasi USCS:

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)

Simbol golongan untuk tanah berbutir kasar meliputi GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC. Aspek-aspek berikut harus dipertimbangkan untuk klasifikasi yang tepat:

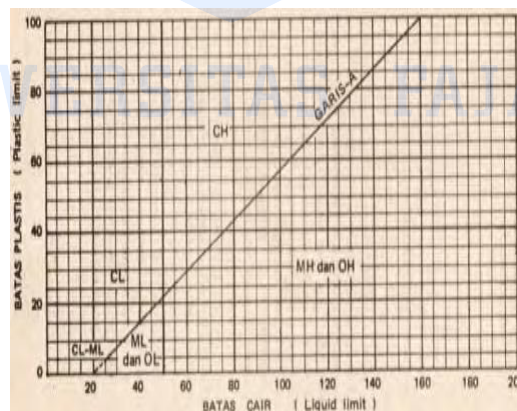
1. Persentase butiran yang lolos saringan No. 200. (ini adalah fraksi halus)
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No.40
3. Koefisien gradasi (C_c) dan koefisien keseragaman (C_u) untuk tanah dengan saringan lolos 0-12% No.200.
4. Batas cair tanah (LL) dan indeks plastisitas (PI) setelah lolos saringan No. (untuk tanah dimana 5 persen atau lebih lolos saringan No.200).

Beberapa simbol seperti GWGM, GPGM, GWGC, SWSC, SPSM dan SPSC diperlukan untuk menentukan persentase butir yang lolos nomor satu. 200 adalah 5-12%. Plotting kekuatan luluh dan indeks plastisitas tanah terkait pada plot plastisitas (Casagrande, 1948) memungkinkan klasifikasi tanah halus menggunakan simbol ML, CL, OL, MH, CH, dan OH.

UNIVERSITAS FAJAR

Deskripsi	Simbol kelompok	Kriteria Laboratorium					
		Butiran Halus (%)	Kualitas	Plastisitas	Catatan		
Berbutir kasar (lebih dari 50% lebih besar dari 63 µm BS atau ayakan US No. 250)	Kerikil (lebih dari 50% pecahan kasar berukuran kerikil)	Kerikil bergradasi baik, kerikil berpasir, dengan sedikit atau tanpa butiran halus	GW	0-5	$C_u > 4$ $1 < C_c < 3$	Simbol rangkap dua jika butiran halus 5-12%. Simbol rangkap dua jika diatas garis A dan $PI < 7$	
	Pasir (lebih dari 50% pecahan kasar berukuran pasir)	Kerikil berlanau, kerikil berpasir, dengan sedikit atau tanpa butiran halus	GP	0-5	Tidak memenuhi syarat-syarat GW		
		Kerikil berlanau, kerikil berpasir berlanau	GM	> 12			Dibawah garis A atau $PI < 4$
		Kerikil berlempung, kerikil berlempung berpasir	GC	> 12			Diatas garis A dan $PI > 7$
		Pasir bergradasi baik, kerikil berpasir, dengan sedikit atau tanpa butiran halus	SW	0-5	$C_u > 6$ $1 < C_c < 3$		
	Pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil, dengan sedikit atau tanpa butiran halus		SP	0-5	Tidak memenuhi syarat-syarat SW		
Pasir berlanau		SM	> 12		Dibawah garis A atau $PI < 4$		
Berbutir halus (lebih dari 50% lebih kecil dari 63 µm BS atau ayakan AS No. 200)	Lanau dan lempung (batas cair kurang dari 50)	Lanau anorganik, pasir halus berlanau atau berlempung plastisitas tinggi	ML	Gunakan grafik plastisitas			
		Lempung anorganik lempung berlanau, lempung berpasir plastisitas rendah	CL	Gunakan grafik plastisitas			
		Lanau organik dan lempung berlanau organik plastisitas rendah	OL	Gunakan grafik plastisitas			
	Lanau dan lempung (batas cair lebih besar dari 50)	Lanau anorganik plastisitas tinggi	MH	Gunakan grafik plastisitas			
		Lempung anorganik plastisitas tinggi	CH	Gunakan grafik plastisitas			
		Lempung organik plastisitas tinggi	OH	Gunakan grafik plastisitas			
Tanah organik tinggi	Gambut dan tanah berkadarnya organik tinggi lainnya	Pt					

Tabel II. 2 Sistem Klasifikasi Unified



Sumber: Braja M. Das, "Mekanika Tanah jilid 1"

II.2.3 Sistem Klasifikasi AASHTO

Pada tahun 1929, sistem klasifikasi Biro Jalan Umum menciptakan sistem klasifikasi tanah ini. Sistem telah mengalami beberapa kali perubahan. Versi saat ini diusulkan untuk Komite Klasifikasi Material Badan Penelitian Jalan Raya untuk Jalan Tanah dan Subdivisi pada tahun 1945 (Standar ASTM No. D3282, Metode AASHTO M145).

Tanah dibagi menjadi 7 kelas utama, dari A1 hingga A7. , menurut pendekatan ini. Tanah A1, A2, A3 adalah tanah granuler yang jumlah butirnya kurang dari 35 mm lolos saringan nomor. 200. A4, A5, A6 dan A7 - Klasifikasi no. 200. Lumpur dan tanah liat merupakan mayoritas dari biji-bijian dalam kategori A4 sampai A7. Kriteria berikut digunakan untuk mengklasifikasikan sistem ini:

a. Ukuran Butir

Kerikil adalah kotoran yang tertahan pada saringan No. setelah melewati saringan 75 mm (3 in.) (2mm).

Pasir adalah tanah yang lolos saringan No. 10 (2mm) tetapi tertahan saringan No. 200 (0,075 mm).

b. Plastisitas

Jika komposisi tanah yang lebih halus memiliki Indeks Plastisitas (PI) 10 atau kurang, maka tanah tersebut dianggap lanau.

Jika komposisi tanah yang lebih halus memiliki Indeks astisitas (PI) dari 11 atau lebih, maka itu adalah tanah liat Dikatakan. Jika ada batu dalam sampel tanah

(lebih besar dari 75 mm) yang perlu ditentukan klasifikasi tanahnya, batu tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu,

Tetapi persentase batu yang dibuang harus dicatat dan ini disebut indeks gradasi (IG). evaluasi. Kualitas tanah sama dengan dasar jalan. Eksponen grup dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$GI = (F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15)(PI - 10).....(II.1)$$

dimana :

- GI : Group Indeks
- F : persentase butiran yang lolos ayakan No.200
- LL : batas cair (*liquid limit*)
- PI : indeks plastisitas

Suku pertama dalam Persamaan 2.1, $(F-35)[0.2 + 0.005(LL-40)]$, adalah komponen eksponensial grup yang dihitung dari kekuatan luluh (LL). Suku kedua, $0.01(F-15)(PI-10)$, adalah bagian dari indeks plastisitas dari indeks golongan turunan (PI). Aturan untuk menetapkan harga indeks grup adalah:

- a. Jika Persamaan 2.1 menghasilkan nilai GI negatif, nilai GI diasumsikan nol.
- b. Indeks kelompok turunan Persamaan 2.1 dibulatkan ke bilangan bulat terdekat.
- c. Tidak ada batasan jumlah indeks grup yang dapat dibuat.
- d. Untuk tanah yang termasuk golongan A-1a, A-1b, A-2-4, A-2-5, dan A-3, indeks golongannya selalu nol.

- e. Hanya sebagian dari indeks kelompok untuk PI yang digunakan untuk tanah dalam kelompok A-2-6 dan A-2-7, khususnya:

$$GI = 0,01(F - 15)(PI - 10) \dots \dots \dots (II.2)$$

Tabel II. 3 Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (≤35% lolos ayakan No.200)						Tanah Lanau-Lempung (>35% lolos ayakan No.200)				
	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7	
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Analisa saringan (%lolos)											
2.36 mm (No.8)	Maks 50										
0.425 mm (No.40)	Maks 30	Maks 50	Min 51								
0.075 mm (No.200)	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Karakteristik fraksi lolos no. 40											
Batas cair (LL)				Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41	Maks 40	Maks 41	Maks 40	Min 41
Indeks plastisitas (PL)				Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11	Maks 10	Maks 10	Maks 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Keritikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Tingkatan umum sebagai tanah dasar	Baik sekali sampai baik						Biasa sampai jelek				

Sumber: Braja M. Das, “Mekanika Tanah jilid 1”

Catatan:

- A1 adalah jenis tanah yang sebagian besar terdiri dari kerikil dan pasir kasar dengan sedikit atau tanpa butiran halus, yang mungkin plastis atau tidak.

- A3 adalah jenis tanah yang terbuat dari pasir halus, dan beberapa partikel halus lolos saringan. 200, tapi bukan plastik.
- A2 bertindak sebagai garis pemisah antara tanah kasar dan tanah halus. Kelompok A2 terdiri dari 35% campuran kerikil-pasir dan tanah kasar. Tanah berbutir halus dibagi menjadi beberapa kategori:
- A4, yaitu tanah berlumpur dengan plastisitas rendah. Plastisitas kelompok A5 lebih tinggi dibandingkan kelompok A4 dengan tanah lanau dengan butiran plastis lebih banyak.
- A6 masih merupakan kelompok tanah lempung yang mengandung pasir dan kerikil, tetapi perubahan volumenya cukup besar.
- A7 Kategori tanah liat lebih lunak. Sifat tanah ini sangat beragam..

Tergantung pada pembatasan plastis (PL), kelompok A-7 dipisahkan menjadi

A-7-5 dan A-7-6

Untuk $PL \geq 30$, A – 7 – 5

Untuk $PL \leq 30$, A – 7 – 6

II.3 Sifat Fisik Tanah

II.3.1 Kadar air

Kelembaban dinyatakan sebagai persentase dan didefinisikan sebagai rasio massa air dengan massa padatan dalam volume tanah yang dianalisis.

$$w = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100\% \dots\dots\dots (II.3)$$

Dimana:

- w : kadar air (%)
- W_1 : berat cawan dan tanah basah (gram)
- W_2 : berat cawan dan tanah kering (gram)
- W_3 : berat cawam (gram)
- $(W_1- W_2)$: berat air (gram)
- $(W_2- W_3)$: berat tanah kering (pertikel padat) (gram)

II.3.2 Berat jenis

Massa jenis suatu zat diukur dibandingkan dengan massa jenis air murni. Kepadatan tanah biasanya digunakan untuk menghitung berat tanah dalam kaitannya dengan volumenya. Kita dapat menghitung berat satuan tanah basah dengan mengetahui rasio rongga, derajat kejenuhan, dan berat jenis. Hampir semua masalah tekanan, penurunan, dan stabilitas dalam dinamika tanah membutuhkan berat jenis. Berat jenis juga banyak digunakan dalam penelitian tanah laboratorium. Berat jenis dapat digunakan untuk menentukan kandungan tanah, tetapi sebagian besar jenis tanah kurang padat pada jarak pendek dan oleh karena itu hanya berlaku untuk beberapa jenis tanah

Untuk menentukan jenis tanah yang dipelajari, berat jenis diperlukan dalam perhitungan analisis mekanika tanah.

$$GS = (W_2-W_1)/(W_4-W_1)-(W_3-W_2).....(II.4)$$

Dimana :

GS = Gravity specific

W1 = berat piknometer

W2 = berat piknometer + tanah

W3 = berat piknometer + tanah + air

W4 = berat piknometer + air pada temperatur

Nilai G_s dapat digunakan untuk menentukan jenis tanah berdasarkan berat jenis tanah menggunakan nilai-nilai berikut: Tentang berat jenis tanah:

Tabel II. 4 Berat Jenis Tanah

Jenis Tanah	Berat jenis (G _s)
Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lanau tak organik	2,62-2,68
Lanau organik	2,58-2,65
Lempung tak organik	2,68-2,75
Hamus	1,37
Gambut	1,25-1,80

(Sumber: Darwis, 2018)

Harga rata-rata. Sebagian besar jenis tanah memiliki nilai berat jenis berkisar antara 2,65 hingga 2,85. Tanah yang kasar atau kaya organik mungkin memiliki nilai berat jenis kurang dari 2,0. Namun, nilai berat jenis dapat melebihi 3,0 jika tanah mengandung partikel berat seperti besi..

Karena sampel tanah jarang seragam, berat jenis sampel tanah sering ditentukan oleh seberapa besar sampel mencerminkan jenis tanah. Misalnya, Lapisan lanau Boston Blue Clay adalah contoh tanah yang tergantung pada jumlah lanau dengan nilai berat jenis berkisar antara 2,70 hingga 2,80.

II.3.3 Analisis saringan

Pengayakan tanah melalui tumpukan ayakan dengan ukuran yang tertera pada ayakan adalah analisis ayakan. Ukuran partikel pori persegi dan diameter bola yang sebanding dengan partikel tanah yang lebih halus digunakan untuk analisis saringan. Ukuran butir sangat mempengaruhi kualitas tanah. Tanah diberi nama dan diklasifikasikan menurut ukuran butirnya. Oleh karena itu, analisis saringan merupakan tes penting. Proporsi partikel dalam satu saringan dengan diameter pori tertentu ditentukan oleh analisis ukuran partikel tanah..

Analisis ayakan yang baik adalah jika partikel tanah tidak dapat melewati ayakan persegi 0,0074 mm (ayakan no 200). Pengujian hidrostatis direkomendasikan untuk sebagian besar tanah yang lebih halus dari saringan 200. Untuk pasir, lempung lanau dan bahan lainnya, analisis pengikatan diperlukan. Partikel kasar dan halus diukur pada saringan 200

Fraksi masing-masing filter yang dipertahankan adalah

$$\frac{\text{berat tanah tertahan}}{\text{berat total}} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{II.5})$$

Biasanya, hasil analisis saringan ditampilkan sebagai kurva distribusi. Diameter partikel dipetakan ke % kehalusan untuk menghasilkan grafik ini. Daftar persentase berat tanah milik kelompok ukuran partikel yang berbeda juga menunjukkan hasil ini.. Proporsi halus dari ukuran tertentu dapat diplot versus kedalaman untuk menggali.

Koefisien keseragaman, yaitu rasio D_{60} terhadap D_{10} , di mana D_{60} adalah diameter tanah 60 persen, dapat digunakan untuk mengukur keseragaman tanah. Berat tanah lebih halus dan D_{10} lebih halus dari 10% Nilai. Tanah dengan koefisien keseragaman kurang dari 2 dikatakan "seragam".

II.3.4 Batas cair

Representasi grafis dari hasil yang diperoleh dengan jumlah goresan di bawah dan kadar air yang sesuai. Jumlah goresan direpresentasikan sebagai sumbu horizontal pada skala logaritmik, sedangkan jumlah kadar air direpresentasikan sebagai sumbu vertikal pada skala reguler. Hubungkan titik-titik dengan garis lurus. Jika titik yang diperoleh bukan garis lurus, buatlah garis lurus yang melalui titik pusat gravitasi titik-titik tersebut. Temukan jumlah air yang termasuk dalam 25 pukulan, dan jumlah air ini adalah kekuatan luluh benda uji.

II.3.5 Batas plastis

Batas plastis merupakan titik transisi kualitas tanah dari plastis menjadi semi padat. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui batas plastisitas tanah dan digunakan untuk menentukan jenis, karakteristik dan klasifikasi tanah.

II.4 Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Tanah dasar adalah pondasi untuk semua perkerasan, termasuk perkerasan lalu lintas dan bahu jalan. Akibatnya, struktur terakhir yang menerima berat kendaraan yang diangkut oleh perkerasan adalah tanah dasar. Tanah dasar dapat terdiri dari tanah alami yang tidak diolah, tanah asli dari penggalian, atau bagian atas tanggul yang dipadatkan.

Selain memiliki kekuatan atau daya dukung beban kendaraan, tanah dasar harus mempunyai kestabilan volume karena faktor lingkungan, khususnya air, sebagai pondasi perkerasan. Perkerasan akan cepat terdistorsi (misalnya gelombang atau alur) dan retak jika tanah dasar memiliki kekuatan dan stabilitas volume yang rendah.

Tanah dasar melayani tujuan berikut:

- a. Bagian dari lapisan bawah yang digunakan untuk menempatkan lapisan perkerasan di atasnya.
- b. Menerima beban sebagai akibat dari berat perkerasan di atasnya, serta beban sebagai akibat dari beban kendaraan yang menyebar

Hal-hal yang berkaitan dengan masalah tanah dasar pada umumnya adalah:

- a. Deformasi permanen yang disebabkan oleh lalu lintas pada beberapa jenis tanah.
- b. Kemampuan tanah tertentu untuk mengembang dan menyusut sebagai respons terhadap variasi kadar air.

- c. Di tempat-tempat dengan jenis dan penempatan tanah yang sangat bervariasi, atau sebagai akibat dari pelaksanaan, daya dukung tanah tidak merata dan sulit ditentukan dengan tepat.
- d. Lendutan dan defleksi balik dari jenis tanah tertentu selama dan setelah pembebanan lalu lintas.
- e. Pemadatan dan penurunan tanah tambahan karena lalu lintas dan penurunan tanah, terutama pada tanah granular yang tidak cukup dipadatkan pada saat pemasangan.

Beberapa faktor harus dipertimbangkan untuk meminimalkan kekhawatiran di atas sebanyak mungkin:

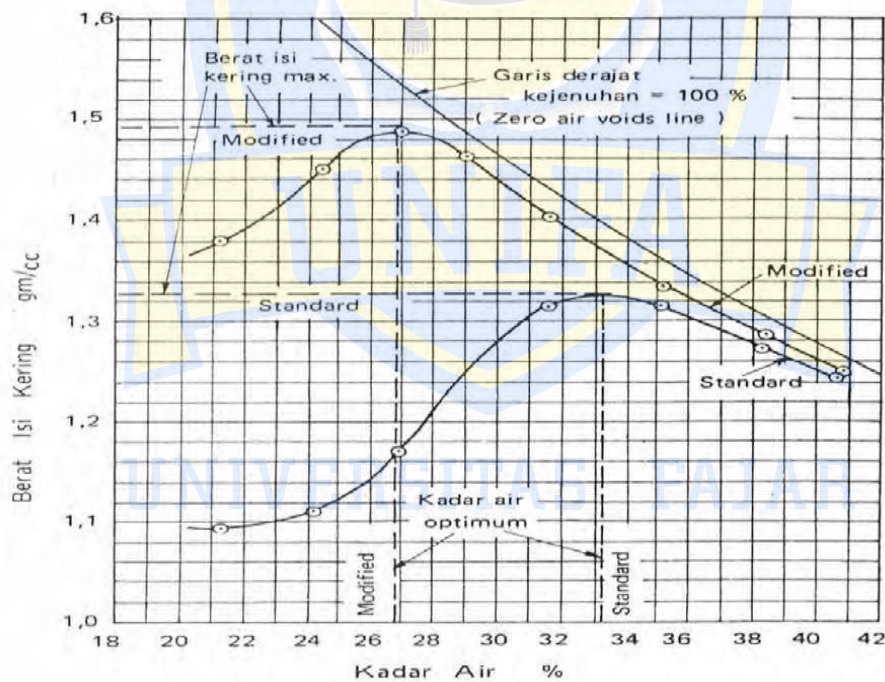
1. Tanah dasar tanpa kohesi
2. Tanah dasar kohesi
3. Tanah dasar dengan kemampuan mengembang yang signifikan
4. Upayakan untuk mendapatkan daya dukung yang merata di tanah dasar.
5. Perbaiki tanah dasar guna menopang beban roda alat berat.

II.5 Pemadatan Tanah

Pemadatan adalah proses pengurangan volume udara sekaligus menaikkan kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel. Pemadatan meningkatkan kekuatan tanah, yang pada gilirannya meningkatkan daya dukung pondasi di atasnya. Pemadatan juga meminimalkan jumlah penurunan tanah yang tidak diinginkan dan meningkatkan stabilitas lereng timbunan. Pemadatan tanah dasar selalu dilakukan

sebelum elemen perkerasan lain dipasang pada proyek pembangunan jalan untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar.

Satuan kerapatan kering, atau massa partikel padat per satuan volume tanah, digunakan untuk menentukan tingkat kerapatan tanah. Kadar air dan jumlah energi yang disuplai oleh pemadat menentukan densitas kering setelah pemadatan (dinyatakan sebagai upaya pemadatan). Uji laboratorium standar dapat digunakan untuk menentukan sifat pemadatan tanah. Uji Pemadatan Proctor adalah percobaan laboratorium standar yang digunakan untuk menentukan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum (uji pemadatan proctor).



Gambar II. 2 Grafik berat satuan kering terhadap kadar air

II.5.1 Pemadatan lapangan

Hampir semua pemadatan di lapangan dilakukan dengan penggilas (*rollers*).

Jenis penggilas yang paling umum dipakai adalah :

- a. Penggilas besi berpermukaan halus
- b. Penggilas ban – karet (angin)
- c. Penggilas getar

Rol besi permukaan halus dapat digunakan untuk meratakan tanah dasar dan menggiling tanggul pasir atau tanah liat hingga hasil akhir yang halus. Dengan tekanan kontak antara permukaan tanah dan roda sebesar 45 hingga 55 psi (310 hingga 380 kN/m²), roller ini dapat memadatkan 100% area permukaan tanah tempat roda bergerak. Rol ini tidak dirancang untuk proyek yang menuntut banyak kepadatan dalam lapisan tebal.

Roller ban karet masih lebih unggul daripada roller logam permukaan halus dalam banyak aspek. Roller ban karet ini pada dasarnya adalah serangkaian gerobak beroda karet yang bermuatan berat. Barisan ban karet ini berdekatan, dengan empat hingga enam ban di setiap baris ban. Tekanan kontak di bawah ban adalah antara 85 dan 100 psi (585 dan 690 kN/m²), dan deretan ban memampatkan 70 hingga 80 persen area tanah yang ditutupi oleh roller. Pasir dan tanah lempung dapat dipadatkan dengan roller ban karet ini. Tekanan dan gerakan heading digunakan untuk memadatkan material (*compacting by squeezing*).

II.6 Daya Dukung Tanah

Beban kendaraan yang disalurkan ke lapisan perkerasan melalui roda kendaraan, kemudian didistribusikan ke lapisan di bawahnya sebelum diterima oleh tanah dasar. Akibatnya, tidak hanya kekuatan lapisan perkerasan, tetapi juga tanah dasar, yang menentukan tingkat kerusakan konstruksi perkerasan selama masa layan. Jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase, dan faktor lainnya semuanya mempengaruhi kemampuan daya dukung tanah dasar.

Salah satu kriteria yang digunakan dalam nomogram untuk pendugaan indeks tebal perkerasan jalan (ITP) adalah daya dukung tanah dasar (DDT). Nilai daya dukung tanah dasar diperoleh dari grafik korelasi CBR tanah dasar terhadap DDT, dan nilai DDT dihitung secara analitik menggunakan persamaan berikut (Sukirman, 1999):

$$DDT = 4,3 \text{ Log CBR} + 1,7 \dots \dots \dots (II.6)$$

Dimana :

DDT : Daya dukung tanah dasar

CBR : Nilai CBR tanah dasar

Berdasarkan tabel II.4, klasifikasi untuk memperoleh nilai CBR untuk tanah dasar jalan raya adalah sebagai berikut:

Tabel II. 5 Penentuan nilai CBR

CBR%	Tingkatan umum	Kegunaan
0-3	Very poor	Subgrade

3-7	Poor to fair	Subgrade
7-20	Fair	Subbase
20-50	Good	Base or subbase
>50	Excellent	Base

Sumber: Browles, 1992, dalam Taminta., B.2019



II.7 Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR)

Metode uji Rasio Bantalan California ditetapkan oleh Divisi Jalan Raya California pada tahun 1930-an dan sejak itu telah diadopsi oleh sejumlah organisasi dan negara di seluruh dunia. Sejak tahun 1940-an, Korps Insinyur telah menggunakan dan mengembangkan sistem ini. Teknik uji California Bearing Ratio diadopsi oleh American Society for Testing and Materials pada tahun 1961 dengan kode ASTM D 1883, Bearing Ratio of Laboratory-Compacted Soils. Metode pengujian ASTM berbeda dari metode The Corps of Engineers dan American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) dalam berbagai cara. AASHTO menyetujui metode uji California Bearing Ratio pada tahun 1972 dengan kode AASHTO T 193.

Pengujian CBR adalah menentukan jumlah gaya yang diperlukan untuk batang tekanan berukuran standar untuk menembus tanah pada kecepatan tertentu. Hasilnya, California Bearing Ratio adalah persentase perbedaan antara gaya yang dibutuhkan untuk mendorong batang ke dalam tanah dan beban yang dibutuhkan untuk mendorong batang ke dalam batu pecah hingga kedalaman tertentu. Beban diberikan dalam megapascal (psi) dalam contoh ini, dan standar untuk batu pecah telah ditetapkan. 2.5 atau 5 mm (0,1 atau 0,2 in) adalah kedalaman referensi yang paling umum, namun kedalaman 7, 5, 10, dan 12,5 mm (0,3, 0,4, dan 0,5 in) juga dapat digunakan jika sesuai.

II.7.1 California Bearing Ratio (CBR) Lapangan

Tujuan dari uji lapangan California Bearing Ratio adalah untuk mendapatkan data CBR di tempat yang dapat digunakan untuk merencanakan tebal perkerasan dan lapisan tambahan (overlay). California Bearing Ratio diuji di lapangan menggunakan kendaraan sebagai penahan beban penetrasi. Hal ini karena kenyamanan pengujian California Bearing Ratio di lapangan. Data California Bearing Ratio di lapangan dilengkapi dengan informasi tentang kadar air dan kepadatan tanah, yang akan digunakan dalam prosedur analitis ketika uji lapangan selesai.

II.7.2 Perhitungan Nilai California Bearing Ratio (CBR) Lapangan

CBR adalah rasio persentase beban penetrasi material dengan material standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tanah dasar atau material lain yang akan digunakan untuk perkerasan jalan.

- Penertasi 0,1” (2.5 mm)

$$CBR = \frac{P1}{3 \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (II.7)$$

- Penertasi 0,2” (5 mm)

$$CBR = \frac{P2}{3 \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (II.8)$$

Dimana:

P1 : beban pada piston pada penetrasi 0,1”

P2 : beban pada piston pada penetrasi 0,2”

II.7 Penelitian terdahulu

Penelitian sebelumnya bertujuan untuk mengumpulkan informasi sebagai bahan pertimbangan dan sebagai sumber referensi. Selanjutnya, penelitian sebelumnya berusaha untuk mencegah membuat asumsi bahwa penelitian ini identik dengannya. Akibatnya, peneliti mengintegrasikan data berikut dari penyelidikan sebelumnya dalam penelitian ini:

1. Penelitian Faizal Manaf

Penelitian yang dilakukan oleh Faizal Manaf pada tahun 2015 yang berjudul “Penentuan Jenis Dan Karakteristik Tanah Sebagai Tanah Dasar Badan Jalan”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis tanah apa yang digunakan dan kualitas apa yang harus dicari.

Tanah uji diklasifikasikan sebagai kelompok CH (tanah lempung dengan plastisitas tinggi) berdasarkan hasil penelitian yang didasarkan pada Sistem Klasifikasi Tanah Terpadu. Tanah uji diklasifikasikan sebagai kelompok A.7-6 (= tanah lempung, dengan tingkat penggunaan subgrade/tanah buruk) oleh Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO. Berdasarkan hasil uji analisis mineral menggunakan X-ray Diffraction (X-RD), tanah uji mengandung mineral sebagai berikut: Al_2O_3 , $2SiO_2$, Kaolinit (Al_2O_3 , $2SiO_2$, $2H_2O$), Montmorillonit (K_2O , Na_2O , MgO , Fe_2O_3), Al_2O_3 , $4SiO_2$, $6HO$ -3,74 persen, Magnesium Oksida (MgO)-1,34 persen, Ferric Oxide (Fe_2O_3)- 3,60 persen, Titanium Dioxide (TiO_2)- Titanium Dioxide (TiO_2)-0.33%, Sodium

Oxide (Na_2O)-1.31%, Potassium Oxide (K_2O)-0.64%, Sulfur Trioxide (SO_3)-TD, Incandescent Loss (HP)-9.70%

2. Penelitian Warta Agustinus Sihite

Penelitian yang dilakukan oleh Warta Agustinus Sihite pada tahun 2017 yang berjudul “Analisa Perhitungan Daya Dukung Tanah Pada Lapisan Subgrade Jalan Menggunakan Metode”. Dengan menggunakan instrumen lapangan California Bearing Ratio, penelitian ini akan mengevaluasi nilai daya dukung tanah dasar.

Temuan nilai uji California Bearing Ratio diturunkan di tiga lokasi pengujian, yaitu STA 46+150, STA 0+212.5, dan STA 44+625-44+825(R/L), berdasarkan penelitian yang dilakukan. Tes Rasio Bantalan California menghasilkan temuan 12,54 persen, 13,02 persen, dan 12,84 persen. Angka Bearing Ratio yang diperoleh di California telah memenuhi nilai standar untuk sebuah jalan, yaitu 6%. Nilai daya dukung tanah sebesar 6,910 dihitung menggunakan semua data yang dikumpulkan selama studi untuk tesis ini.

3. Penelitian Yusuf Amran dan Agus Surandono

Penelitian yang dilakukan oleh Yusuf Amran dan Agus Surandono pada tahun 2017 yang berjudul “Analisa Daya Dukung Tanah (Ddt) Pada Subgrade/Tanah Dasar (Studi Kasus Ruas Jalan Ki Hajar Dewantara, 38 B Banjarrejo Lampung Timur-Batas Kota Metro)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan data dan gambaran tentang kondisi lapisan tanah dasar

di bawah permukaan jalan, serta nilai daya dukung tanah ditinjau dari nilai CBR tanah dasar dan upaya/metode yang dapat dilakukan. digunakan untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar di lokasi penelitian.

Nilai kerapatan tanah dan klasifikasi tanah yang diperoleh dari penelitian adalah sebagai berikut: tanah dasar di lokasi penelitian tergolong lempung organik, dengan nilai kerapatan kering maksimum (d_{Max}) dan OMC rata-rata 16 (enam belas) rata-rata nilai CBR laboratorium adalah 2,66 persen, sedangkan titik uji lapangan adalah 1,30 gr/cm³ dan 9,49 persen.

4. Penelitian Rama Indera Kusuma, Enden Mina dan Pasadena RosaHasibuan

Penelitian yang dilakukan oleh Rama Indera Kusuma , Enden Mina , dan Pasadena Rosa Hasibuan pada tahun 2017 yang berjudul “Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Pasir Laut Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Cbr (California Bearing Ratio) (Studi Kasus : Jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu – Kab. Pandeglang)”. Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan pasir laut untuk membentengi tanah dan mengetahui pengaruhnya terhadap nilai CBR dan atribut fisik tanah.

Hasil uji batas Atterberg menunjukkan bahwa penambahan pasir laut hingga 30% menurunkan nilai indeks plastisitas dari 20,44 persen menjadi 11,08 persen, menurut penelitian tersebut. Semakin tinggi densitasnya, semakin banyak pasir laut yang tercampur. Nilai CBR naik dari 10,844 persen

menjadi 49,462 persen ketika ditambahkan pasir laut 30 persen. Berdasarkan nilai CBR dengan kategori baik sebagai tanah dasar, penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pasir laut dengan persentase pasir laut 30 persen cukup baik untuk meminimalkan nilai plastisitas sekaligus meningkatkan daya dukung tanah.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III. 1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlangsung sekitar satu bulan, mulai dari perencanaan hingga pengujian, dan berlangsung antara bulan Juni hingga Juli 2021. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar dan di proyek reklamasi jalan Center Point Of Indonesia.

III.2 Alat dan Bahan

III.2.1 Alat

Berikut ini adalah alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Timbangan dengan kepekaan 0,1 gr
2. Cawan tempat benda uji
3. Oven
4. 1 set saringan
5. Air Suling
6. Pycnometer
7. Dongkrak CBR mekanis
8. Cincin penguji
9. Arloji
10. Torak

11. Pelat beban

12. Beban pemberat

13. Truk

14. Termometer dengan jangkauan pembacaan 0 hingga 500 derajat Celcius dan kemampuan membaca 0,10 derajat Celcius.

15. Rendam piknometer atau botol ukur dalam bak rendam sampai suhu stabil.

16. Tempat cangkir: sarung tangan, tang, atau peralatan penjepit lainnya untuk memindahkan atau menjepit cangkir panas setelah kering.

17. Pisau, spatula, sendok, dan kain pembersih adalah contoh peralatan lainnya.

III.2.2 Bahan

Berikut ini adalah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Sampel Material

2. Air

III.3 Pelaksanaan penelitian

Ini adalah penelitian yang sedang dilakukan sebagai percobaan. Data karakteristik material proyek reklamasi Center Point Of Indonesia dan hasil pengujian CBR pada jalan proyek reklamasi Center Point Of Indonesia merupakan data perencanaan dan analisis.

Tabel atau visual digunakan untuk menyajikan hasil dari setiap percobaan. Pemeriksaan dan pengujian dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar dan jalur proyek reklamasi Center Point Of Indonesia.

III.3.1 Langkah kerja

- **Uji kadar air**

Langkah-langkah pengujian kadar air yaitu sebagai berikut:

- a. Timbang cawan kering kosong tempat benda uji diletakkan dan catat beratnya (bersama dengan tutupnya jika menggunakan tutup).
- b. Pilih benda uji yang sesuai.
- c. Tempatkan benda uji di dalam cangkir dan, jika menggunakan penutup, kencangkan. Dengan menggunakan timbangan, tentukan berat cangkir yang menampung zat lembab. Catat jumlahnya.

Catatan:

- ✓ Semua cawan lebur dan tutup harus diberi nomor, dan nomor cawan harus didokumentasikan pada lembar data laboratorium, untuk menghindari kesalahan benda uji yang dapat mengakibatkan hasil pengujian yang tidak akurat. Untuk mengurangi kesalahan, nomor tutup harus sesuai dengan nomor cangkir.
- ✓ Spesimen yang cukup besar harus ditempatkan di piring dengan luas permukaan yang besar (seperti wajan) dan bahan harus dipecah menjadi potongan-potongan yang lebih kecil untuk membantu pengeringan oven.

d. Jika menggunakan penutup, lepaskan dan tempatkan cangkir yang berisi benda uji basah ke dalam oven pengering. Untuk mempertahankan berat yang stabil, keringkan benda uji. Pertahankan suhu 110°C dalam oven pengering. Jumlah waktu yang diperlukan untuk mencapai berat konstan untuk spesimen tergantung pada jenis bahan, ukuran spesimen, jenis dan kapasitas oven, dan variabel lainnya. Dengan jaminan dan pemahaman yang baik dengan bahan yang diuji dan peralatan yang digunakan, konsekuensi dari elemen-elemen ini sering kali dapat dihindari.

Catatan:

- ✓ Sebagian besar waktu, mengeringkan spesimen semalaman (sekitar 12 hingga 16 jam) sudah cukup. Jika ada ketidakpastian mengenai pengeringan yang tepat, pengeringan harus dilanjutkan sampai tidak ada perubahan berat yang nyata setelah dua kali pengeringan berturut-turut (lebih dari satu jam) (kurang dari 0,1 persen). Saat menggunakan oven draft paksa, spesimen dalam bentuk tanah berpasir sering dikeringkan hingga berat konstan dalam waktu sekitar 4 jam.
- ✓ Karena benda uji yang kering dapat menyerap uap air dari benda uji yang basah, maka tanah kering tersebut perlu dihilangkan sebelum benda uji yang basah dimasukkan ke dalam oven yang sama. Ini tidak berlaku, bagaimanapun, jika spesimen pra-kering dibiarkan dalam oven pengering selama 16 jam tambahan.

- e. Keluarkan cangkir dari oven setelah benda uji mengering dengan berat yang konsisten (dan tutup kembali jika menggunakan penutup). Biarkan spesimen dan wadah menjadi dingin sampai suhu kamar atau sampai wadah dapat ditangani dengan aman dengan tangan, kemudian siapkan timbangan yang tidak peka terhadap panas. Dengan menggunakan timbangan yang sama seperti pada 10.c), tentukan berat cawan dan berat bahan kering oven dan catat angka-angka ini. Sebelum menetapkan berat kering, kencangkan tutupnya jika benda uji mengambil uap air dari udara.

Catatan:

- ✓ Pendinginan dalam desikator dapat dilakukan dengan tutup tertutup rapat untuk mencegah penyerapan air yang berlebihan dari lingkungan selama pendinginan, yang sangat penting untuk cangkir tanpa penutup yang rapat.

- **Berat jenis**

Berikut ini adalah langkah-langkah untuk menentukan berat jenis:

- a. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 110°C dan 5°C (230°F dan 9°F) selama 24 jam sebelum didinginkan dalam desikator;
- b. Gunakan air suling untuk membersihkan piknometer atau botol ukur, lalu keringkan dan timbang (W_1 gram);
- c. Masukkan benda uji ke dalam piknometer atau botol ukur, kemudian timbang (W_2 gram);

- d. Isi piknometer atau wadah pengukur yang berisi benda uji dua pertiga penuh dengan air suling;
- e. Biarkan spesimen yang mengandung tanah liat direndam dalam air setidaknya selama 24 jam;
- f. Panaskan piknometer atau wadah pengukur dengan hati-hati dengan benda uji setidaknya selama 10 menit untuk menghilangkan semua udara dari benda uji. Piknometer atau botol ukur dapat diputar satu atau dua kali untuk mempercepat proses pelepasan udara.
- g. Sebuah pompa vakum dapat digunakan untuk menghembuskan udara pada tekanan 13,33 kPa (100 mm Hg);
- h. Rendam piknometer atau botol ukur dalam bak rendam sampai suhunya konstan. Isi wadah dengan air suling sampai benar-benar penuh. Setelah kering bagian luarnya ditimbang (W3 gram).
- i. Tentukan faktor koreksi (K) dengan mengukur suhu isi piknometer atau botol ukur.
- j. Jika isi piknometer atau botol ukur tidak diketahui, prosedur berikut digunakan untuk menentukan isinya:
 - o Membersihkan dan mengosongkan piknometer atau botol ukur yang akan digunakan;
 - o Isi piknometer atau botol ukur dengan aquades yang bersuhu sama, kemudian keringkan dan timbang (W4 gram).

- **Analisis saringan**

Langkah-langkah pengujian analisis saringan yaitu sebagai berikut:

- a. Siapkan benda uji yang dikeringkan dan ditumbuk dengan berat sekitar 100 gram atau 50 gram, dan masukkan ke dalam gelas kimia berkapasitas 250 mL yang selanjutnya dapat menampung 125 mL campuran cadangan benda uji dan zat pengurai terpilih.
- b. Membuat bahan pengurai antara lain dengan bahan pengurai dan air suling dalam campuran 20 mL gelas air ditambah 100 mL air suling, atau 50 mL air suling jika menggunakan 100 mL natrium heksametafosfat.
- c. Campurkan benda uji dari langkah 1 dengan dekomposer dari langkah 2 rendam, lalu aduk dengan pengaduk kaca hingga tercampur rata dan diamkan selama 12 jam.
- d. Saringan seri No. 40 (0,425 mm) sampai No. 200 (0,075 mm) digunakan untuk menentukan jumlah dan distribusi butiran yang tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm).

CATATAN

- Bahan yang tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm) disaring lagi setelah sampel dicuci dan dibilas; air tidak boleh dituangkan dari saringan kecuali melalui saringan No. 200 (0,075 mm) untuk menghindari kehilangan material. Selama proses pengeringan, air dari bilasan harus diuapkan dari sampel.

- **CBR lapangan**

Adapun Langkah-langkah pengujian CBR lapangan yaitu sebagai berikut:

- a. Tentukan jarak antara titik uji dan titik berikutnya agar tidak mengganggu pengujian di lokasi berikut. Pada tanah plastis (lempung), jarak minimum antar titik uji penetrasi adalah 175 mm (7 inci), sedangkan pada tanah granular, jarak minimum adalah 380 mm (15 inci);
- b. Siapkan luas permukaan pada titik uji sesuai dengan kedalaman lapisan yang akan diuji dengan membuang material lepas dan meratakan daerah tersebut agar pengujian dapat dilakukan. Ketika bahan non-plastik (butiran) ditemukan, pekerjaan pembersihan bahan tidak boleh mengganggu permukaan area pengujian.
- c. Parkirkan truk di tengah titik uji dan angkat dengan dongkrak sehingga tidak lagi bertumpu pada pegas.
- d. Atur dongkrak pada posisi yang tepat di lokasi pengujian, lalu pasang cincin uji ke ujung dongkrak. Hubungkan sejumlah pipa tambahan ke konektor piston di bagian bawah cincin uji sedemikian rupa sehingga titik uji kira-kira 125 mm (4,9 inci) dari permukaan. Amankan dongkrak di tempatnya dengan menghubungkan pipa bantu ke piston penetrasi.
- e. Tempatkan pelat beban seberat 4,54 kg (10 lb) di bawah piston penetrasi sehingga piston penetrasi dapat menembus lubang di pelat beban;

- f. Sesuaikan piston penetrasi untuk menghasilkan beban 0,21 kg/cm²; (3Psi).
Gunakan putaran gigi tinggi dongkrak untuk penyetelan cepat. Piston diletakkan sedemikian rupa sehingga berada di atas lapisan tipis kapur yang lolos saringan No. 20 sampai No. 40 untuk bahan lapisan/tanah dengan permukaan yang tidak rata;
- g. Luas permukaan area uji harus rata agar beban yang beroperasi pada pelat beban terdistribusi secara merata. Jika luas permukaan tempat uji tidak rata, coba tambahkan lapisan pasir halus dengan ketebalan 3 mm hingga 6 mm (0,12 inci hingga 0,24 inci) untuk menyamakan distribusi beban.
- h. Untuk membuat pelat beban sama dengan beban yang bekerja pada perkerasan, berikan beban tambahan. Kecuali beban minimum pada pelat beban sebesar 4,54 kg (10 lb) dan 1 (satu) beban tambahan sebesar 9,08 kg (20 lb);

CATATAN 3

- ✓ Dalam pengujian CBR Laboratorium, berat minimum ini menghasilkan beban yang setara dengan beban tambahan pelat 4,54 kilogram (10 lb) yang digunakan dalam cetakan berdiameter 150 mm (6 inci) (SNI 03-1744-1989).
- i. Pasang pengukur penetrasi pada piston;
- j. Atur arloji pengukur ke nol;
- k. Terapkan tingkat penetrasi terus menerus sekitar 1,3 mm/mnt (0,05 inci/mnt) ke piston penetrasi. Selama pengujian, putar dongkrak dengan gigi rendah.

Dari kedalaman penetrasi awal 0,64 mm (0,025 in.) hingga kedalaman akhir 12,7 mm, catat pembacaan beban (0,5 in.). Kedalaman penetrasi lebih besar dari 7,62 mm (0,3 in) pada tanah yang seragam adalah minimal. Rasio tegangan kemudian dihitung.

1. Pada jarak 100 mm (4 inci) sampai 150 mm (6 inci) dari titik penetrasi, pengujian dilakukan. Lakukan uji kadar air lapangan dengan alat Speedy sesuai SNI 03-1965.1-2000 dan uji kepadatan lapangan dengan kerucut pasir sesuai SNI 03-2827-1992 setelah Anda selesai melakukan pengujian CBR lapangan.

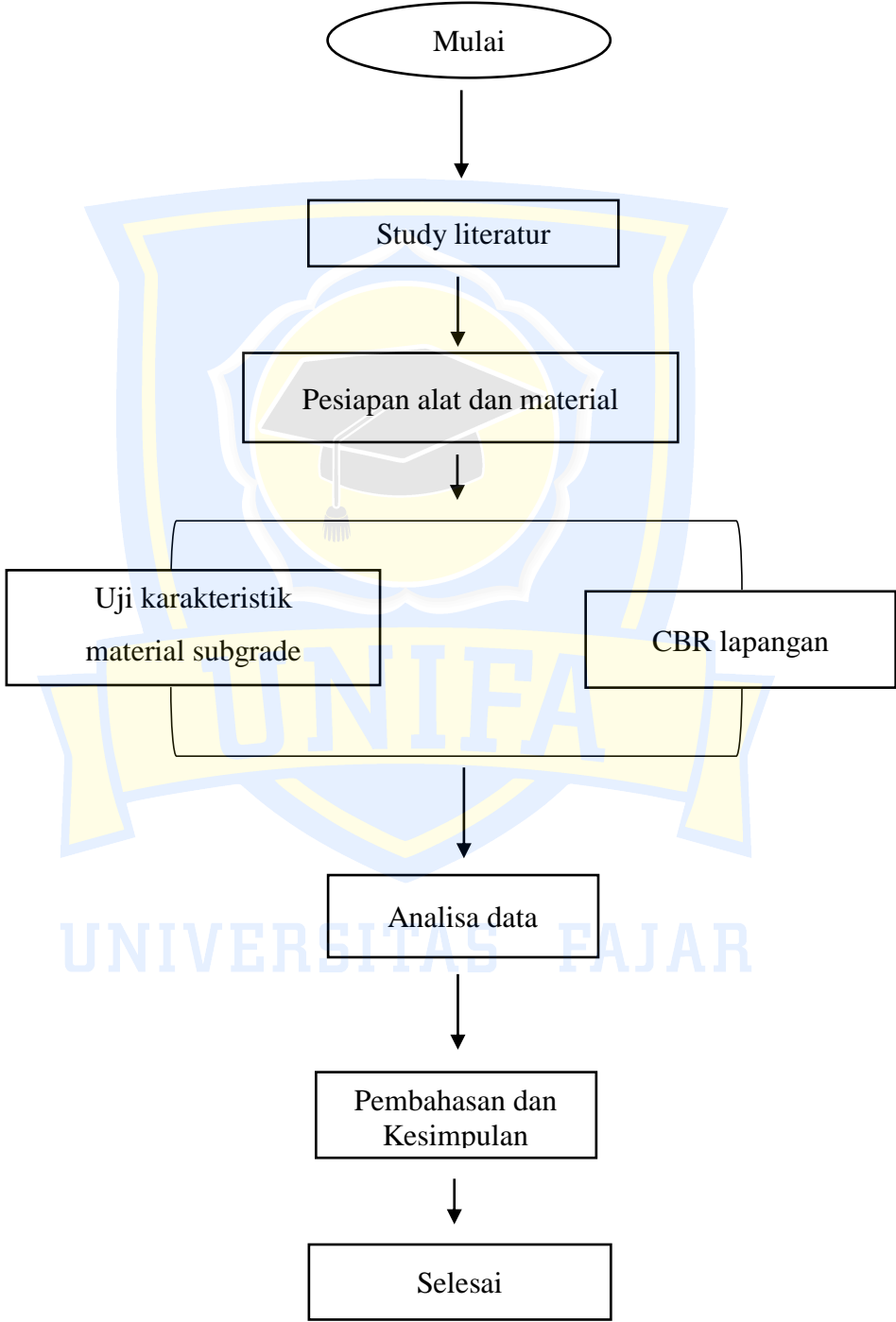
III.4 Metode Pengumpulan Data

Terhadap benda uji/sampel yang diuji di laboratorium dan di lapangan, prosedur pengumpulan data dilakukan dengan metode eksperimen. Data yang akan diperoleh adalah hasil pengujian karakteristik material serta hasil pengujian CBR lapangan.

III.5 Analisis Data

Data tersebut dianalisis untuk mengetahui karakteristik material yang digunakan, dan nilai daya dukung material dihitung dengan menggunakan spesifikasi AASHTO. Data tersebut kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan gambar untuk selanjutnya dianalisis menggunakan Microsoft Office Excel dengan persamaan linier atau nonlinier. Tujuan dari analisis penelitian ini adalah untuk mengevaluasi fitur

III.6 Bagan Alur Penelitian



Gambar III. 1 Bagan Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil Karakteristik Meterial

Nilai karakteristik material yang diperoleh dengan mengevaluasi material yang digunakan pada jaringan jalan Center Point Indonesia di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar adalah sebagai berikut:

a. Kadar air

Rekapitulasi hasil pengujian kadar air pengujian material yang digunakan pada jaringan jalan centre point of Indonesia disajikan ada tabel IV.1.

Tabel IV.1 Kadar air

NO.	URAIAN	SAT UAN	HASIL				
			Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
1	Berat tanah basah + wadah (A)	Gr	141,00	142,00	113,00	123,80	153,00
2	Berat tanah kering + wadah (B)	Gr	137,00	137,00	110,00	121,00	148,00
3	Berat wadah(C)	Gr	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
4	Berat air (A-B)	Gr	4,00	5,00	3,00	2,80	5,00
5	Berat tanah kering(B-C)	Gr	97,00	97,00	70,00	81,00	108,00
6	Kadar air $\frac{A-B}{B-C} \times 100 \%$	%	4,12	5,15	4,29	3,46	4,63
Rata-rata		%	4,33%				

Berdasarkan tabel IV.1 hasil pengujian material *subgrade* yang digunakan pada jaringan jalan centre point of Indonesia yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar, didapatkan kadar air yang di uji yaitu 4,33%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sismiani (2016) nilai maksimal kadar air material yang dapat dijadikan sebagai *subgrade* sebesar 30,06%. Oleh karena itu, dari hasil pengujian tersebut maka material yang diuji baik digunakan sebagai subgrade karena memiliki kadar air yang rendah.

b. Berat jenis

Tabel IV.2 merangkum hasil pengujian untuk berat jenis material yang digunakan pada titik pusat jaringan jalan Indonesia.

Tabel IV.2 Berat Jenis

NO.	URAIAN	SATUAN	SAMPEL 1	SAMPEL 2	SAMPEL 3
1	Berat piknometer kosong (W1)	gram	30,47	30,46	30,46
2	Berat piknometer + material (W2)	gram	55,65	54,39	54,22
3	Berat piknometer + material + air (W3)	gram	95,92	94,98	94,79
4	Berat piknometer + air (W4)	gram	80,17	79,94	80,02
5	Berat jenis (Gs)	gram	2,67	2,69	2,64
Rata-rata berat jenis (Gs)			2,66		

Berdasarkan tabel IV.2 hasil uji laboratorium, berat jenis material yang digunakan di jalan proyek reklamasi Center Point Of Indonesia adalah 2,66 gram/cm³. Berdasarkan buku “Dasar-Dasar Mekanika Tanah” jenis tanah tergolong pasir, dengan nilai berat jenis pada kisaran 2,65-2,68. Oleh karena itu, pasir merupakan tipe material pokok yang digunakan di jalan proyek reklamasi Center Point Of Indonesia. Berdasarkan klasifikasi AASTHO, pasir memiliki penilaian umum baik sampai baik sekali sebagai tanah dasar (*subgrade*).

c. Analisa saringan

Hasil pemeriksaan analisis saringan pengujian material yang digunakan pada jaringan jalan centre point of Indonesia dapat dilihat pada Tabel IV.3.

Tabel IV.3 Analisa Saringan Sampel 1

No, saringan	Diameter (mm)	Berat saringan (g)	Berat saringan + tanah (g)	Berat tanah tertinggal (g)	Berat tanah tertinggal kumulatif (g)	Persen tertinggal (%)	Persen lolos (%)
4	4,75	372,6	380,2	7,60	7,60	1,52	98,48
8	2,36	322,6	340,67	18,07	25,67	5,134	94,866
16	1,18	328,7	381,33	52,63	78,3	15,66	84,34
40	0,425	312,4	454,7	142,3	220,6	44,12	55,88
50	0,3	310,1	450,7	140,6	361,2	72,24	27,76
100	0,15	295,7	366,3	70,6	431,8	86,36	13,64
200	0,075	288,4	350,8	62,4	494,2	98,84	1,16
Pan	0	266,7	271,5	4,8	499	99,8	0,2

Berdasarkan tabel IV.3, perhitungan analisis saringan tersebut di atas dapat diklasifikasikan sebagai berikut menggunakan sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*):

a) Tanah berbutir Kasar (tertahan saringan No. 40)

$$100 \% - 55,88 \% = 44,12\% (220,6 \text{ gram})$$

b) Tanah berbutir Halus (Lolos saringan No. 200)

$$1,16\% - 0,2\% = 0,96\% (4,8 \text{ gram})$$

Tabel IV. 4 Analisa Saringan Sampel 2

No, saringan	Diameter (mm)	Berat saringan (g)	Berat saringan + tanah (g)	Berat tanah tertinggal (g)	Berat tanah tertinggal kumulatif (g)	Persen tertinggal (%)	Persen lolos (%)
4	4,75	372,8	383,05	10,25	10,25	2,05	97,95
8	2,36	322,6	337,14	14,54	24,79	4,958	95,042
16	1,18	328,9	377,43	48,53	73,32	14,664	85,336
40	0,425	312,3	457,1	144,8	218,12	43,624	56,376
50	0,3	310,3	449	138,7	356,82	71,364	28,636
100	0,15	295,7	375,91	80,21	437,03	87,406	12,594
200	0,075	288,6	339,8	51,2	488,23	97,646	2,354
Pan	0	266,9	276,6	9,7	497,93	99,586	0,414

Berdasarkan tabel IV.4, perhitungan analisis saringan tersebut di atas dapat diklasifikasikan sebagai berikut menggunakan sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*):

a) Tanah berbutir Kasar (tertahan saringan No. 40)

$$100 \% - 56,329 \% = 43,624\% (218,12 \text{ gram})$$

b) Tanah berbutir Halus (Lolos saringan No. 200)

$$2,354\% - 0,414\% = 1,94\% (9,7 \text{ gram})$$

Tabel IV. 5 Analisa Saringan Sampel 3

No, saringan	Diameter (mm)	Berat saringan (g)	Berat saringan + tanah (g)	Berat tanah tertinggal (g)	Berat tanah tertinggal kumulatif (g)	Persen tertinggal (%)	Persen lolos (%)
4	4,75	372,6	380,56	7,96	7,96	1,592	98,408
8	2,36	322,4	340,43	18,03	25,99	5,198	94,802
16	1,18	328,8	380,67	51,87	77,86	15,572	84,428
40	0,425	312,3	457,1	144,8	222,66	44,532	55,468
50	0,3	310,4	446,6	136,2	358,86	71,772	28,228
100	0,15	295,7	366,9	71,2	430,06	86,012	13,988
200	0,075	288,5	351,1	62,6	492,66	98,532	1,468
Pan	0	266,7	272,3	5,6	498,26	99,652	0,348

Berdasarkan tabel IV.5, perhitungan analisis saringan tersebut di atas dapat

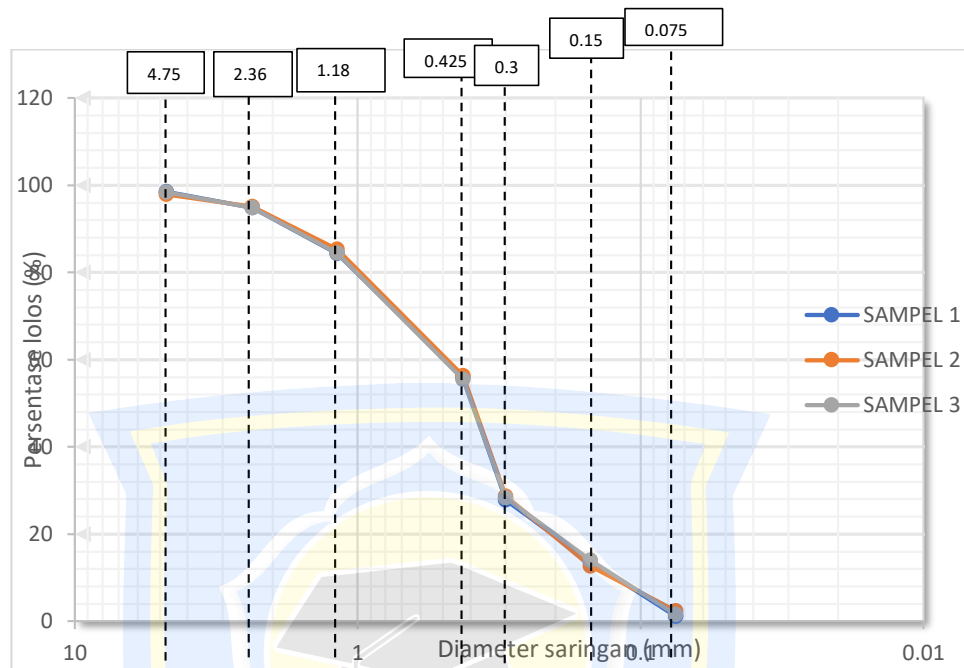
diklasifikasikan sebagai berikut menggunakan sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*):

a) Tanah berbutir Kasar (tertahan saringan No. 40)

$$100 \% - 55,468 \% = 44,532\% (222,66 \text{ gram})$$

b) Tanah berbutir Halus (Lolos saringan No. 200)

$$1,468\% - 0,348\% = 1,12\% (5,6 \text{ gram})$$



Gambar IV. 1 Grafik distribusi butir analisa saringan

Grafik distribusi butir analisis saringan, berdasarkan hasil uji Analisis Saringan yang ditampilkan pada Gambar IV.1 menggambarkan bahwa jumlah persentase dapat membedakan fraksi kasar, sedang, dan halus dengan menggunakan berbagai ukuran saringan. Analisa saringan pada sampel 1 fraksi tanah berbutir kasar sebanyak 44,12% (220,6 gram) dan fraksi tanah berbutir halus sebanyak 0,96% (4,8 gram), pada sampel 2 fraksi tanah berbutir kasar sebanyak 43,624% (218,12 gram) dan fraksi tanah berbutir halus sebanyak 1,94%(9,7 gram), serta pada sampel 3 fraksi tanah berbutir kasar sebanyak 44,532% (222.66 gram) dan fraksi tanah berbutir halus sebanyak 1,12%(5,6 gram).

Berdasarkan hasil penelitian Analisa saringan, pada material sampel 1 yang lolos saringan no. 40 yaitu 55.88% (279,4 gram) dan material yang lolos

saringan no.200 yaitu 1,16% (5,8 gram), pada material sampel 2 yang lolos saringan no. 40 yaitu 56.329%(281,645 gram) dan material yang lolos saringan no.200 yaitu 2,34% (11,7 gram), serta pada material sampel 3 yang lolos saringan no. 40 yaitu 55.468% (277.34 gram) dan material yang lolos saringan no.200 yaitu 1,468% (7,34 gram).

Menurut sistem klasifikasi AASTHO, material yang digunakan pada jalan proyek reklamasi Center Point Of Indonesia diklasifikasikan sebagai tanah berbutir pada kelompok kelas A3 dengan jenis material pasir halus dan grade umum sebagai tanah dasar, yaitu baik sampai sangat baik, jika lolos saringan no. 40 minimal 51 dan saringan no. 200 maksimal 10.

IV.2. Hasil Pengujian CBR

Tabel IV.6 menampilkan hasil CBR lapangan.

Tabel IV. 6 Nilai CBR lapangan

NO	TEST POINT	CBR %
1	0 + 030	40.00
2	0 + 070	29.90
3	0 + 105	26.41
4	0 + 130	19.42
5	0 + 145	41.55
Rata-rata		31.45

Sumber: jalan proyek reklamasi Centre Point Of Indonesia

Berikut adalah hasil yang diperoleh berdasarkan tabel IV.6, nilai hasil pengujian CBR lapangan yang dilakukan:

- Nilai CBR lapangan pada titik STA 0+030 yaitu sebesar 40.00%.
- Nilai CBR lapangan pada titik STA 0+070 yaitu sebesar 29.90%.
- Nilai CBR lapangan pada titik STA 0+105 yaitu sebesar 26.41%.
- Nilai CBR lapangan pada titik STA 0+130 yaitu sebesar 19.42%.
- Nilai CBR lapangan pada titik STA 0+145 yaitu sebesar 41.55%.

Jalan proyek reklamasi Center Point Of Indonesia memiliki nilai CBR yang baik dan telah memenuhi persyaratan sebagai nilai CBR tanah dasar pada perkerasan jalan yaitu minimal 6% sesuai dengan kategorisasi penetapan nilai CBR untuk tanah dasar jalan raya.

IV.3. Hasil Nilai Daya Dukung Tanah

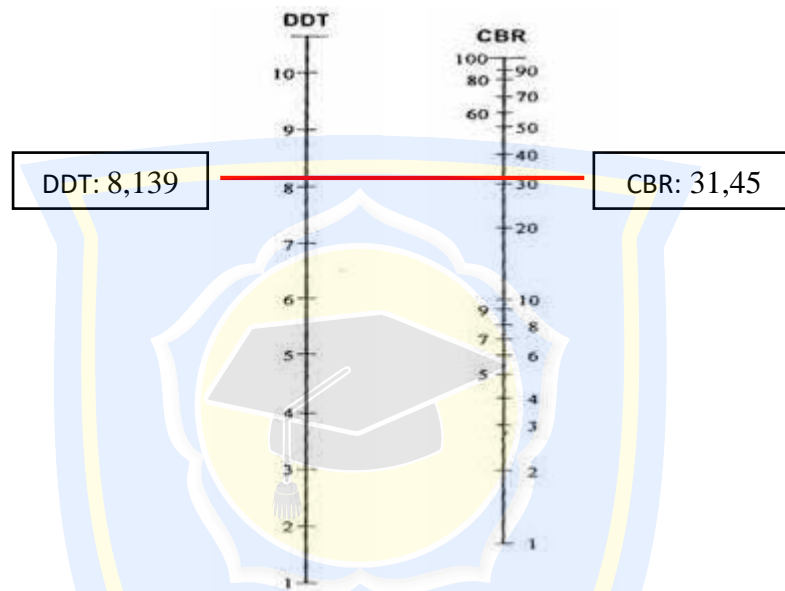
Hubungan antara CBR dan DDT digunakan untuk menentukan daya dukung tanah. Hubungan CBR dan DDT menggunakan rumus dalam penelitian ini sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{DDT} &= 4,3 \text{ LogCBR} + 1,7 \\ &= 4,3 \text{ Log}(31,45) + 1,7 \\ &= 8,139 \end{aligned}$$

Grafik yang menggambarkan korelasi antara nilai CBR tanah dasar dan nilai DDT juga dapat digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dengan

menggambar garis horizontal dari nilai CBR, seperti diilustrasikan pada Gambar

IV.2. Uji CBR tanah dapat digunakan untuk menentukan nilai CBR.



Gambar IV. 2 Grafik korelasi CBR dengan DDT

Nilai rata-rata 31,45 persen ditemukan dari hasil pengujian CBR di lapangan. Daya dukung tanah dihitung menggunakan nilai 8,139 ini. Nilai daya dukung tanah ini merupakan salah satu data acuan yang digunakan untuk menghitung nilai indeks tebal perkerasan jalan untuk pekerjaan selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

V.1. KESIMPULAN

Beberapa hal yang dapat disimpulkan berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Fajar, dan pada proyek reklamasi Center Point Of Indonesia:

1. Adapun karakteristik material yang digunakan pada proyek CPI berdasarkan analisa saringan masuk dalam tanah berbutir kelompok A3 dengan jenis material pasir halus dan tingkatan sebagai subgrade baik sampai sangat baik, diketahui kadar air sebesar 4,33% dan berat jenis sebesar 2,66 gram/cm³ yang termasuk dalam jenis tanah pasir.
2. Jalan proyek reklamasi CPI memiliki daya dukung tanah yang sangat baik karena nilai CBR >6%.

V.2. SARAN

1. Dalam pengujian nilai CBR tanah dasar, dapat menggunakan metode lain sebagai pembandingan.
2. Dalam pengujian CBR lapangan, diperlukan beban penahan alat yang lebih berat agar hasil pengujian lebih maksimal.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap lapisan agregat setelah *subgrade*.

4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan indeks tebal perkerasan (ITP)



DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. J. (2013). Kajian pengaruh nilai CBR subgrade terhadap pebal pengerasan jalan. *Teras jurnal*.
- Amran, Y., & Surandono, A. (2017). 'Analisa Daya dukung tanah (DDT) pada sungrade/tanah dasar (studi kasus ruas jalan Ki Hajar Dewantara, 38 B Banjar Rejo Lampung Timur-Batas Kota Metro)'. *Teknologi Aplikasi Kontruksi*, 7(1). <https://ojs.ummetro.ac.id/index.php/tapak/article/view/569>
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1964:2008 Cara uji berat jenis tanah*. 14.Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1965:2008 Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium*. 16.Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 3423:2008 Cara uji analisis ukuran butir tanah*. 1–27.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 1783:2011 Cara uji CBR (California Bearing Ratio)*. 11. Indonesia.
- Barnas, E., & Keropeboka, B. (2015). Penelitian kekuatan tanah metode CBR (California Beariang Ratio) di SPBG Bogor 1 Bubulak JL KH R Abdullah bin Nuh.
- Candra, vivi., dkk. (2021). *Pengantar Metodologi Penelitian*. Medan. Yayasan Kita Menulis.
- Darwis. (2018). *Dasar-dasar mekanikah tanah*. yogyakarta.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik*. Penerbit Erlangga, 1–300.
- Fathurrozi, & Rezqi, F. (2016). 'Sifat-sifat fisis dan mekanis tanah timbunan badan jalan Kuala Kapuas'. *Jurnal Poros Teknik*, 8(1), 1–54.
- Hidayat, I. (2014). *Modul Praktikum Mekanika Tanah (Khusus Tanah Disturbed)*. Binus University. Indonesia.

- Kementrian pekerjaan umum dan perumahan rakyat. (2018). *Daftar standar dan pedoman bahan kontruksi bangunan dan rakayasa sipil*. Jakarta Selatan.
- Kurdin, M. A., & Ahmad, S. N. (2013). 'Engineering properties pada tanah sebagai subgrade dengan variasi clay content'. *Jurnal Stabilita*. 1(3), 325–342.
- Kusuma, R. I., Mina, E., & Hasibuan, P. R. (2017). 'Stabilisasi tanah lempung dengan menggunakan pasir laut dan pengaruhnya terhadap nilai cbr (california bearing ratio) (Studi Kasus :Jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu – Kab. Pandeglang)'. *Jurnal Fondasi*, 6(2).
<https://doi.org/10.36055/jft.v6i2.2473>
- Manaf, F. (2018). Penentuan Jenis dan Karakteristik Tanah Sebagai Tanah Dasar Badan Jalan. *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, 25(1), 91–97. <https://doi.org/10.37277/stch.v25i1.142>
- Nur, N.K., dkk. (2021). *Perancangan Pengerasan Jalan*. Medan. Yayasan Kita Menulis.
- Sihite, W. A., Study, P., Sipil, T., Teknik, F., & Area, U. M. (2017). *Lapisan Subgrade Jalan Menggunakan Metode California Bearing Ratio Lapangan*.
- Sismiani, A. (2016). *Tinjauan tanah subgrade di bawah badan jalan tol ruas gedawang-penggaron sta 6+200 semarang jawa tengah*. 17(1).
- Utami, G. S. (2016). Stabilisasi tanah dasar (subgrade) jalan darmahusada indah dengan pasir laut. *Jurnal.Itats*, 100, 1–10. <https://jurnal.itats.ac.id/stabilisasi-tanah-dasar-subgrade-jalan-darmahusada-indah-dengan-pasir-laut/>
- Yuniarti, R. (2009). 'Perbandingan nilai daya dukung tanah dasar badan jalan yang distabilisasi semen dan abu sekam padi'. *Media Teknik Sipil*, 8(1), 39–44.

LAMPIRAN



LABORATORIUM TRANSPORTASI DAN JALAN RAYA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 1: Kadar air
Dikerjakan : Muhammad Yasril
Diperiksa :
Pengujian : Kadar air
Penelitian : Tugas Akhir

NO.	URAIAN	SATUAN	HASIL				
			Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
1	Berat tanah basah + wadah (A)	Gr	141,00	142,00	113,00	123,80	153,00
2	Berat tanah kering + wadah (B)	Gr	137,00	137,00	110,00	121,00	148,00
3	Berat wadah(C)	Gr	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
4	Berat air (A-B)	Gr	4,00	5,00	3,00	2,80	5,00
5	Berat tanah kering(B-C)	Gr	97,00	97,00	70,00	81,00	108,00
6	Kadar air $\frac{A-B}{B-C} \times 100 \%$	%	4,12	5,15	4,29	3,46	4,63

UNIVERSITAS FAJAR Makassar, ,Agustus 2021

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty,ST.,MT



LABORATORIUM TRANSPORTASI DAN JALAN RAYA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 2 : Berat jenis
Dikerjakan : Muhammad Yasril
Diperiksa :
Pengujian : Berat jenis
Penelitian : Tugas Akhir

NO.	URAIAN	SAMPEL1	SAMPEL2	SAMPEL3
1	Berat piknometer kosong (W1)	30,47	30,46	30,46
2	Berat piknometer + material (W2)	55,65	54,39	54,22
3	Berat piknometer + material + air (W3)	95,92	94,98	94,79
4	Berat piknometer + air (W4)	80,17	79,94	80,02
5	Berat jenis (Gs)	2,67	2,69	2,64
Rata-rata berat jenis (Gs)		2,66		

Makassar, .Agustus 2021

Mengetahui,
Koordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty,ST.,MT



Lampiran 3 : Analisa Saringan

Dikerjakan : Muhammad Yasril

Diperiksa :

Pengujian : Analisa Saringan

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 500gr

Sampel 1

No, saringan	Diameter (mm)	Berat saringan (g)	Berat saringan + tanah (g)	Berat tanah tertinggal (g)	Berat tanah tertinggal kumulatif (g)	Persen tertinggal (%)	Persen lolos (%)
4	4,75	372,6	380,2	7,60	7,60	1,52	98,48
8	2,36	322,6	340,67	18,07	25,67	5,134	94,866
16	1,18	328,7	381,33	52,63	78,3	15,66	84,34
40	0,425	312,4	454,7	142,3	220,6	44,12	55,88
50	0,3	310,1	450,7	140,6	361,2	72,24	27,76
100	0,15	295,7	366,3	70,6	431,8	86,36	13,64
200	0,075	288,4	350,8	62,4	494,2	98,84	1,16
Pan	0	266,7	271,5	4,8	499	99,8	0,2

Makassar, ,Agustus 2021
Mengetahui,
Koordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty,ST.,MT



LABORATORIUM TRANSPORTASI DAN JALAN RAYA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Lampiran 3 : Analisa Saringan
Dikerjakan : Muhammad Yasril
Diperiksa :
Pengujian : Analisa Saringan
Penelitian : Tugas Akhir
Berat Bahan : 500gr

Sampel 2

No, saringan	Diameter (mm)	Berat saringan (g)	Berat saringan + tanah (g)	Berat tanah tertinggal (g)	Berat tanah tertinggal kumulatif (g)	Persen tertinggal (%)	Persen lolos (%)
4	4,75	372,8	383,05	10,25	10,25	2,05	97,95
8	2,36	322,6	337,14	14,54	24,79	4,958	95,042
16	1,18	328,9	377,43	48,53	73,32	14,664	85,336
40	0,425	312,3	457,1	144,8	218,12	43,624	56,376
50	0,3	310,3	449	138,7	356,82	71,364	28,636
100	0,15	295,7	375,91	80,21	437,03	87,406	12,594
200	0,075	288,6	339,8	51,2	488,23	97,646	2,354
Pan	0	266,9	276,6	9,7	497,93	99,586	0,414

Makassar, ,Agustus 2021
Mengetahui,
Koordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty,ST.,MT



Lampiran 3 : Analisa Saringan

Dikerjakan : Muhammad Yasril

Diperiksa :

Pengujian : Analisa Saringan

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Bahan : 500gr

Sampel 3

No, saringan	Diameter (mm)	Berat saringan (g)	Berat saringan + tanah (g)	Berat tanah tertinggal (g)	Berat tanah tertinggal kumulatif (g)	Persen tertinggal (%)	Persen lolos (%)
4	4,75	372,6	380,56	7,96	7,96	1,592	98,408
8	2,36	322,4	340,43	18,03	25,99	5,198	94,802
16	1,18	328,8	380,67	51,87	77,86	15,572	84,428
40	0,425	312,3	457,1	144,8	222,66	44,532	55,468
50	0,3	310,4	446,6	136,2	358,86	71,772	28,228
100	0,15	295,7	366,9	71,2	430,06	86,012	13,988
200	0,075	288,5	351,1	62,6	492,66	98,532	1,468
Pan	0	266,7	272,3	5,6	498,26	99,652	0,348

Makassar, ,Agustus 2021
Mengetahui,
Koordinator Laboratorium

Dr. Erdawaty,ST.,MT



Lampiran 4 : CBR

(CENTER)

Titik	0 + 030	Pembacaan Arloji	Beban (lb)
WAKTU (menit)	PENURUNAN (Inchi)		
0.00	0	0	0
0.25	0.0125	12	139.80
0.50	0.0250	24	279.60
1.00	0.0500	53	617.45
1.50	0.0750	75	873.75
2.00	0.1000	103	1199.95
3.00	0.1500	stopped	stopped
4.00	0.2000	stopped	stopped
6.00	0.3000	stopped	stopped
8.00	0.4000	stopped	stopped
10.00	0.5000	stopped	stopped
CBR %		CBR %	
0,1" =	1199.95	0,2" =	0
40.00		0.00	

UNIVERSITAS FAJAR

Titik 0 + 070 (CENTER)

WAKTU (menit)	PENURUNAN (Inchi)	Pembacaan Arloji	Beban (lb)
0.00	0	0	0
0.25	0.0125	11	128.15
0.50	0.0250	20	233.00
1.00	0.0500	37	431.05
1.50	0.0750	58	675.70
2.00	0.1000	77	897.05
3.00	0.1500	Stopped	stopped
4.00	0.2000	Stopped	stopped
6.00	0.3000	Stopped	stopped
8.00	0.4000	Stopped	stopped
10.00	0.5000	Stopped	stopped
CBR %		CBR %	
0,1"	= 897.05	0,2"	= 0
29.90		0.00	

Titik 0 + 105 (RIGHT)

WAKTU (menit)	PENURUNAN (Inchi)	Pembacaan Arloji	Beban (lb)
0.00	0	0	0
0.25	0.0125	9	104.85
0.50	0.0250	15	174.75
1.00	0.0500	30	349.50
1.50	0.0750	49	570.85
2.00	0.1000	68	792.20
3.00	0.1500	stopped	stopped
4.00	0.2000	stopped	stopped
6.00	0.3000	stopped	stopped
8.00	0.4000	stopped	stopped
10.00	0.5000	stopped	stopped
CBR %		CBR %	
0,1"	= 792.20	0,2"	= 0
26.41		0.00	

Titik 0 + 130 (LEFT)

WAKTU (menit)	PENURUNAN (Inchi)	Pembacaan Arloji	Beban (lb)
0.00	0	0	0
0.25	0.0125	12	139.80
0.50	0.0250	20	233.00
1.00	0.0500	35	407.75
1.50	0.0750	45	524.25
2.00	0.1000	50	582.50
3.00	0.1500	stopped	stopped
4.00	0.2000	stopped	stopped
6.00	0.3000	stopped	stopped
8.00	0.4000	stopped	stopped
10.00	0.5000	stopped	stopped
CBR %		CBR %	
0,1" =	582.5	0,2" =	0
19.42		0.00	

Titik 0 + 145 (RIGHT)

WAKTU (menit)	PENURUNAN (Inchi)	Pembacaan Arloji	Beban (lb)
0.00	0	0	0
0.25	0.0125	18	209.70
0.50	0.0250	36	419.40
1.00	0.0500	66	768.90
1.50	0.0750	87	1013.55
2.00	0.1000	107	1246.55
3.00	0.1500	110	1281.50
4.00	0.2000	stopped	stopped
6.00	0.3000	stopped	stopped
8.00	0.4000	stopped	stopped
10.00	0.5000	stopped	stopped
CBR %		CBR %	
0,1" =	1246.55	0,2" =	0
41.55		0.00	

Lampiran 5 Dokumentasi penelitian



Dokumentasi Pengambilan Sampel Material



Dokumentasi pengujian kadar air



Dokumentasi Analisa saringan



Dokumentasi pengujian CBR lapangan