

TUGAS AKHIR

STUDI PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK PET TERHADAP

NILAI CBR DAN REMBESAN TANAH LEMPUNG



Disusun Oleh :

JULSEN ROMBE
45 15 041 011

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

MAKASSAR

2022



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No.A.110/FT/UNIBOS/I/2022 Tanggal 21 Januari 2022, Perihal Pengangkatan panitia dan tim penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Rabu / 26 Januari 2022
N a m a : Julsen Rombe
No. Stambuk : 45 15 041 011
Judul Tugas Akhir : **STUDI PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK PET
TERHADAP NILAI CBR DAN REMBESAN
TANAH LEMPUNG**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian sarjana strata satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex. Officio) : Ir. Fauzy Lebang, ST. MT
Sekretaris (Ex. Officio) : Ir. Eka Yuniarto, ST. MT
Anggota : Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
: Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT

(.....)

Makassar, Februari 2022

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa Makassar



Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN.09-101271-01

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil
Universitas Bosowa Makassar



Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.
NIDN.00-01056



UNIVERSITAS
BOSOWA

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Urip Sumoharjo Km. 4 Gd. 2 Lt 6
Makassar – Sulawesi Selatan 90231
Telp. 0411 452 901 – 452 789 ext. 116
Faks. 0411 424 568
<http://www.universitasbosowa.ac.id>

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR

Judul : **STUDY PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK PET TERHADAP
NILAI CBR DAN REMBESAN TANAH LEMPUNG**

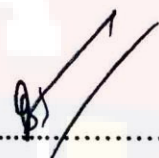
Disusun dan diajukan oleh :

N a m a : **JULSEN ROMBE**

No.Stambuk : **45 15 041 011**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil
/ Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing I : **Ir. FAUZY LEBANG, S.T., MT.** (.....)

Pembimbing II : **Ir. EKA YUNIARTO, S.T., M.T.** (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN.09-101271-01

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil



Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, M.T.
NIDN.00-010565-02



SURAT PERNYATAAN

KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Julsen Rombe**
Nomor Stambuk : **45 15 041 011**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **STUDI PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK PET
TERHADAP NILAI CBR DAN REMBESAN
TANAH LEMPUNG**

Menyatakan Dengan Sebenarnya Bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas bosowa menyimpan, mengalih mediakan / mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Desember 2021

Yang Menyatakan



Julsen Rombe

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul skripsi “**Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR Dan Rembesan Tanah Lempung**”.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari kesabaran, dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Walaupun selama penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis banyak mengalami hambatan. Pada kesempatan ini, penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak **Ir. Fausy Lebang, ST., MT.** Selaku pembimbing I dan Bapak **Ir. Eka Yuniarto, ST., MT.** Selaku pembimbing II yang dengan sabar telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing, mengarahkan dan membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.
2. Ayahanda **Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.** Dan Bapak **Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.** Selaku penguji yang telah memberikan bantuan, saran dan koreksi dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak **Ir. H. ABD. Rahim Nurdin, MT.** Selaku Penasehat Akademik yang telah membina dan mengarahkan penulis selama perkuliahan di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bosowa.
4. Bapak **Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.** Sebagai Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik

5. Ayahanda **Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.** Selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa.
6. Bapak **Hasrullah, ST.** Selaku instruktur Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa yang sudah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis selama penelitian.
7. Bapak/Ibu **Dosen dan seluruh Staff Administrasi** Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa atas ilmu yang diberikan serta bimbingan dalam mengurus administrasi selama berada di kampus Universitas Bosowa.
8. Teman-teman **Angkatan 2015, Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS)** dan keluarga sederhana tercinta **Mahasiswa Sipil Cinta Alam 45 (Mahasila45)** terima kasih atas kerjasamanya, doa dan semangat yang kalian berikan kepada penulis dalam menyelesaikan perkuliahan di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bosowa.
9. Teman-teman dekat (**Risaldo Kendek Samaa S.T., Miftahul Shahib Se Putra S.T., Irdyanti S.T., Alyzha Frisadila ST., Boni S.T., Nurul Islamiah, Fatma Rauf, Cristy Payangan, Bruno, Alfian, Gustianus Kalua, Arkam Saputra, Febriansah, Megasari Sambara, dll**) atas bantuan bagi penulis dalam melaksanakan penelitian baik dalam pengambilan sampel maupun di Laboratorium Mekanika Tanah.
10. Semua pihak yang telah turut membantu dan bekerjasama setulusnya dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini.

Akhirnya pencapaian ini saya persembahkan kepada Almarhum Ayahanda **Joni Lantang** dan Ibunda tercinta **Ruth Rombe** serta saudara

terkasih **Nober Rombe, Jumita Rombe, Selfina Rombe Todingbua, Yulianto Rombe, Rio Bin Rombe Todingbua, Yohanis Rombe, Efraim Rombe** yang telah mencurahkan kasih sayang, perhatian, pengorbanan, doa, dan motivasi yang kuat serta segala jerih payahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat beberapa kekurangan dan kekeliruan dalam penyusunan skripsi ini, untuk itu penulis mengharapkan saran yang bersifat rekonstruktif untuk menyempurnakan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Makassar, Juli 2021

BOSOWA

JULSEN ROMBE

STUDI PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK PET TERHADAP NILAI CBR DAN REMBESAN TANAH LEMPUNG

Oleh : Julsen Rombe¹⁾ Fauzy Lebang²⁾ Eka Yuniarto³⁾

ABSTRAK

Tanah merupakan permukaan dasar yang utama bagi semua pekerjaan konstruksi. Tetapi tidak semua jenis tanah dapat digunakan sebagai bahan konstruksi. Apabila tanah tersebut tidak memenuhi persyaratan, maka tanah tersebut harus diperbaiki sebelum melaksanakan suatu konstruksi.

Penelitian ini menggunakan metode pencampuran tanah lempung dengan limbah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan tanah lempung tanpa menggunakan bahan campuran (0%) yang bertindak sebagai kelompok kontrol terhadap reaksi tanah lempung yang dilakukan pencampuran. Limbah plastik PET yang digunakan sebagai bahan campuran dalam penelitian ini dicacah secara tepi bergerigi lalu dipotong-potong dengan bentuk persegi ukuran 1 cm x 1 cm dan bentuk persegi panjang ukuran 1 cm x 0,5 cm. Kemudian pada proses pencampuran, kedua ukuran potongan plastik PET tersebut digabung dalam tiap sampel tanah lempung sesuai dengan komposisi campuran masing-masing sampel yaitu 0.5%, 1%, dan 1.5% plastik PET lalu diuji untuk mencari nilai CBR dan Rembesan.

Untuk nilai CBR selama proses pengujian dilaboratorium yang telah diamati maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa semakin banyak campuran variasi plastik PET yang diberikan pada benda uji akan menyebabkan nilai CBR nya semakin menurun. Hal ini dipengaruhi oleh sifat plastik PET yang

sulit menyatuh dengan tanah lempung sehingga mengurangi kerapatan pada benda uji tersebut. Penurunan nilai CBR nya juga dipengaruhi oleh penurunan nilai berat isi kering (γ **dry**) dimana semakin banyak campuran variasi plastik PET yang diberikan, benda uji akan semakin ringan sebab berat jenis plastik PET lebih kecil dari berat jenis tanah lempung.

Dari hasil pengamatan dilaboratorium selama proses pengujian Rembesan, terlihat bahwa seiring dengan penambahan campuran variasi plastik PET yang diberikan pada contoh benda uji maka penurunan air dalam pipa semakin cepat dan benda uji dalam tabung semakin mudah dirembes oleh air melalui pori-pori. Hal ini dipengaruhi oleh sifat plastik PET yang digunakan sebagai bahan campur sulit menyatu dengan tanah lempung sehingga menyebabkan benda uji akan semakin berpori dan berpotensi meloloskan air. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk mempercepat Rembesan air pada suatu konstruksi yang selalu dalam keadaan kering supaya tidak tergenang air.

Kata Kunci : California Bearing Ratio (CBR), Permeabilitas, Plastik PET

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pengajuan Ujian Tutup	iii
Surat Pernyataan Keaslian	iv
Kata Pengantar	v
Abstrak	viii
Daftar Isi	x
Daftar Notasi	xiv
Daftar Gambar	xvii
Daftar Tabel	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-4
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	I-4
1.3.1. Tujuan Penelitian	I-4
1.3.2. Manfaat Penelitian	I-5
1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	I-5
1.4.1. Pokok Bahasan	I-5
1.4.2. Batasan Masalah	I-5

1.5. Sistematika Penulisan	I-6
----------------------------------	-----

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah.....	II-1
2.1.1. Pengertian Tanah.....	II-1
2.1.2. Klasifikasi Tanah.....	II-3
2.1.2.1 Sistem Klasifikasi AASHTO	II-3
2.1.2.2 Sistem Klasifikasi USCS	II-6
2.1.3 Sifat-sifat Fisis Tanah	II-10
2.1.3.1 Kadar Air.....	II-10
2.1.3.2 Berat Jenis.....	II-10
2.1.3.3 Batas-batas Atterberg	II-11
2.1.3.4 Analisa Saringan.....	II-18
2.1.4 Sifat-sifat Mekanis Tanah.....	II-22
2.1.4.1 Pemadatan Tanah (Compaction).....	II-22
2.1.4.2 California Bearing Ratio (CBR).....	II-24
2.1.4.3 Rembesan Tanah (Permeabilitas).....	II-27
2.2 Mineral Lempung (Clay Minerals).....	II-32
2.3 Jenis-jenis Plastik.....	II-34
2.4 Stabilisasi Tanah.....	II-39
2.5 Penelitian Terdahulu.....	II-41

BAB III METODE PERENCANAAN PENELITIAN

3.1. Bagan Penelitian	III-1
3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian	III-2

3.3.	Jenis Pengujian Material.....	III-2
3.4.	Variabel Penelitian.....	III-2
3.5.	Metode Analisis	III-3
3.6.	Metode Pencampuran Cacahan Plastik Pet	III-4
3.7.	Gambar Cacahan Plastik Pet	III-4
3.8.	Notasi dan Jumlah Sampel.....	III-5
3.9.	Pelaksanaan Pengujian.....	III-6
3.9.1.	Uji Kadar Air.....	III-6
3.9.2.	Uji Pemadatan Tanah (Kompaksi)	III-7
3.9.3.	Uji California Bearing Ratio (CBR)	III-8
3.9.4.	Uji Permeabilitas	III-9
3.9.5.	Uji Berat Jenis.....	III-10
3.9.6.	Uji Batas Atterberg.....	III-10
 BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Karakteristik Dasar Tanah Asli.....	IV-1
4.1.1	Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Tanah Lempung.....	IV-1
4.1.2	Sifat Mekanik Tanah Setelah Di Campur Variasi Plastik PET.....	IV-1
4.2.	Pembahasan Hasil Pemeriksanan Karakteristik Tanah Tanpa Bahan Variasil.....	IV-2
4.2.1.	Berat Jenis (Gs).....	IV-2
4.2.2.	Pengujian Batas-batas Konsistensi	IV-2
4.3.	Klasifikasi Tanah Asli.....	IV-8
4.3.1	AASHTO	IV-8

4.3.2	USCS	IV-9
4.4	Sifat Mekanis Tanah.....	IV-9
4.4.1	Hasil Pengujian CBR (California Bearing Ratio).....	IV-9
4.4.2	Hasil Pengujian Rembesan (Permeabilitas).....	IV-11

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-1

Daftar Pustaka.....	xvi
----------------------------	------------

Lampiran.....	xvii
----------------------	-------------



DAFTAR NOTASI

A	: Luas Penampang
AASHTO	: <i>American Association and Transportation officials</i>
USCS	: <i>Unified Soil Classification System</i>
GI	: Indeks Kelompok
F	: Persen lolos saringan 200
Clay	: Lempung
Gs	: Berat Jenis
i	: Gradien Hidraulik
k	: Koefisien Permeabilitas
L	: Panjang Benda Uji
LL	: Batas Cair
PL	: Batas Plastis
IP	: Indeks Plastis
SL	: Batas Susut
A	: Activity
P	: Beban yang Bekerja
PCC	: Portland Composite Cement
Qu	: Kuat Tekan Bebas
Sand	: Pasir
Shrinking	: Penyusutan
Silt	: Lanau

PET	: Polyethylene Terephthalate
Swelling	: Pengembangan
V	: Volume
w	: Kadar Air
W	: Berat Tanah
Ws	: Berat Butiran Padat
Ww	: Berat Air
α	: Koreksi Untuk Berat Jenis dari Butiran Tanah
y_b	: Berat Isi Tanah Basah
y_d	: Berat Isi Tanah Kering
y_s	: Kerapatan
y_w	: Berat Volume Air
V_s	: Volume Butiran Padat
n	: Porositas
S	: Derajat Kejenuhan
Gs	: Berat Jenis
y	: Berat isi tanah
y_{sat}	: Berat volume tanah tak jenuh air
y_{unsat}	: Berat volume tanah jenuh air
q_c	: Tekan conus
fs	: Hambatan pelekat
ϕ	: Sudut geser dalam tanah

q_u	: Unconfined Compressive Strength
E_s	: Modulus elastis
c	: Kohesi
C_c	: Indeks Pemampatan
Δp	: Penambahan Tekanan Untuk Lapisan Tanah
e_0	: Angka Pori
T_v	: Faktor waktu dari derajat Konsolidasi (U)
T	: Waktu Pembacaan
C_v	: Koefisien Konsolidasi (cm^2/detik)
t	: Waktu Konsolidasi
H_t	: Tinggi rata-rata sampel
FK	: Faktor Keamanan
σ	: Tegangan normal total pada bidang longsor
W_n	: Kadar air tanah lempung
W_0	: Kadar air awal
W_t	: Kadar air akhir
H_v	: Tinggi Rongga Awal
H	: Tinggi Total
N	: Jumlah ketukan
K	: Rasio Kekentalan Air ditentukan dengan Grafik

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Fase Tanah.....	II-2
Gambar 2.2	Batas-batas Atterberg.....	II-13
Gambar 2.3	Alat Uji Batas Cair.....	II-14
Gambar 2.4	Hubungan Antara Kadar Air Dan Berat Isi Kering Tanah.....	II-24
Gambar 2.5	Alat Uji Permeabilitas.....	II-29
Gambar 2.6	Detail sampel pada alat uji Permeabilitas.....	II-29
Gambar 2.7	Jenis Mineral Lempung Secara Skematis.....	II-33
Gambar 2.8	Plastik Jenis PET.....	II-34
Gambar 2.9	Plastik Jenis HDPE.....	II-35
Gambar 2.10	Plastik Jenis PVC.....	II-36
Gambar 2.11	Plastik Jenis LDPE.....	II-36
Gambar 2.12	Plastik Jenis PP.....	II-38
Gambar 2.13	Plastik Jenis PS.....	II-38
Gambar 2.14	Plastik Jenis Other.....	II-38
Gambar 3.1	Bagan Penelitian.....	III-1
Gambar 3.2	Bahan Campuran dan hasil pencampuran.....	III-4
Gambar 4.1	Kurva Aliran Untuk Penentuan Batas Cair.....	IV-2

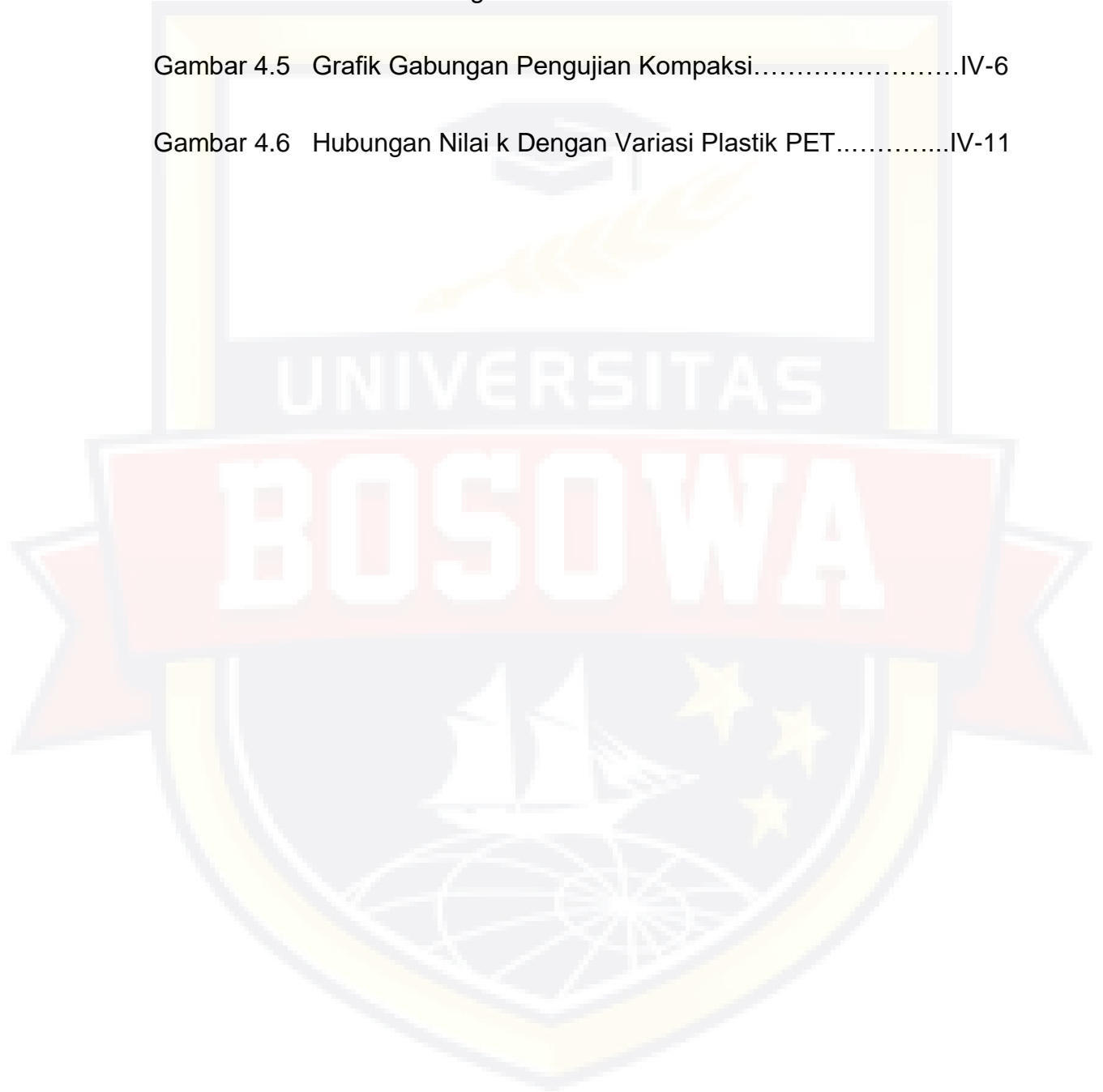
Gambar 4.2 Indeks plastisitas sistem Unified.....IV-3

Gambar 4.3 Grafik Analisa Saringan.....IV-4

Gambar 4.4 Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer.....IV-5

Gambar 4.5 Grafik Gabungan Pengujian Kompaksi.....IV-6

Gambar 4.6 Hubungan Nilai k Dengan Variasi Plastik PET.....IV-11



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ukuran Partikel Untuk Berbagai Jenis Tanah	
	II-2	
Tabel 2.2	Klasifikasi AASTHO.....	II-5
Tabel 2.3	Sistem Klasifikasi USCS	II-9
Tabel 2.4	Berat Jenis Tanah	
	II-11
Tabel 2.5	Nilai Indeks Plastisitas Dan Macam Tanah.....	II-17
Tabel 2.6	Nilai Aktivitas Khas Mineral Lempung.....	II-20
Tabel 2.7	Skema Jenis Tanah Dan Batas-Batas Ukuran Butirnya.....	II-20
Tabel 2.8	Faktor Koreksi α Untuk Hidrometer 152 H.....	II-20
Tabel 2.9	Harga K Untuk Menghitung Diameter Butir.....	II-21
Tabel 2.10	Harga Kedalaman Efektif L Hidrometer 152 H.....	II-21
Tabel 2.11	Beban Penetrasi Bahan Standar.....	II-27
Tabel 3.1	Pengujian Karakteristik Tanah.....	III-2
Tabel 3.2	Variasi Benda Uji Kompaksi.....	III-5
Tabel 3.3	Variasi Benda Uji CBR.....	III-5
Tabel 3.4	Variasi Benda Uji Permeabilitas.....	III-5
Tabel 4.1	Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Tanah Lempung..	IV-1

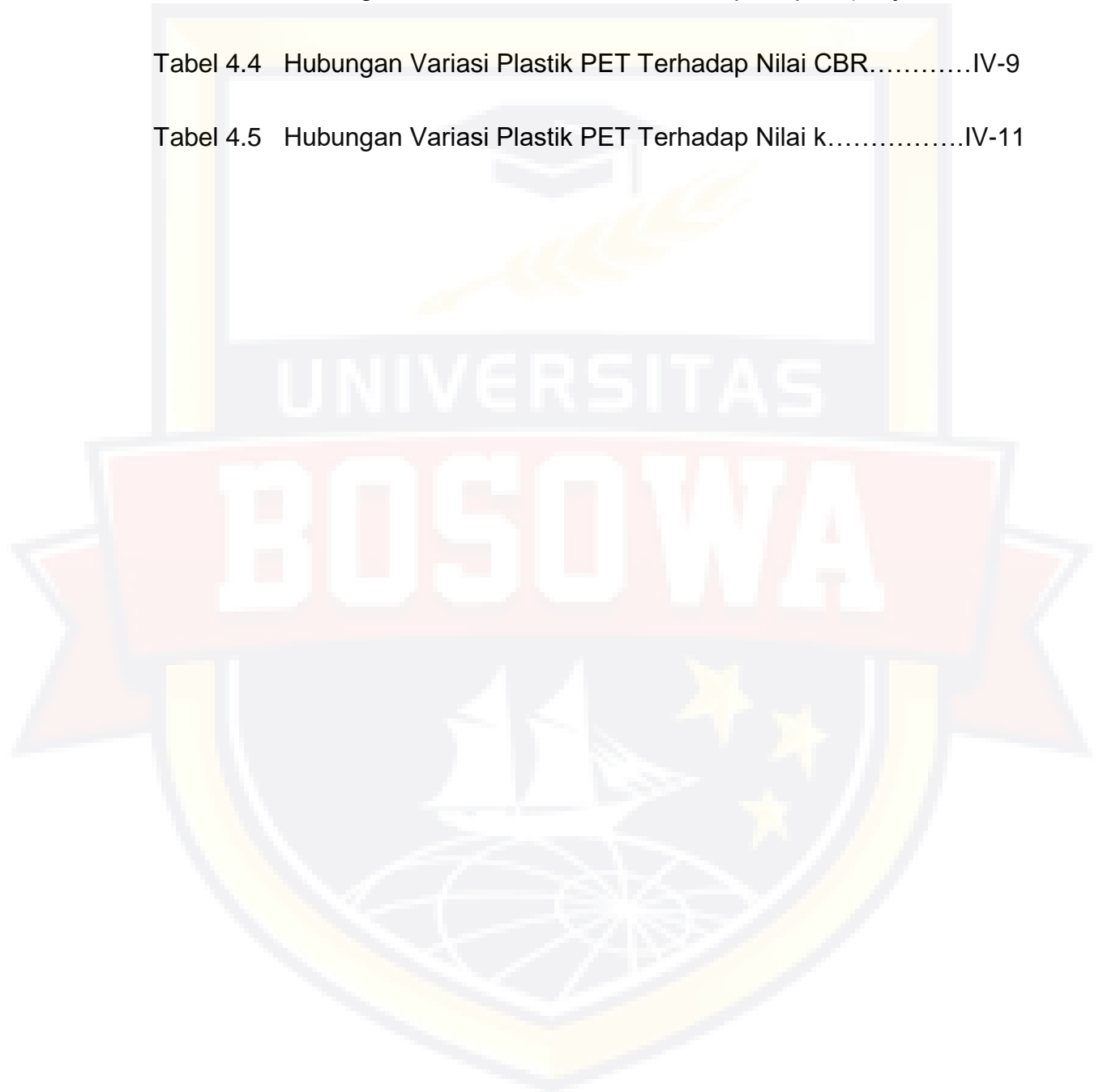
Tabel 4.2 Sifat Mekanik Tanah Setelah Di Campur Variasi Plastik

PET.....IV-1

Tabel 4.3 Hubungan Variasi Plastik PET Terhadap W_{opt} & γ dry.....IV-7

Tabel 4.4 Hubungan Variasi Plastik PET Terhadap Nilai CBR.....IV-9

Tabel 4.5 Hubungan Variasi Plastik PET Terhadap Nilai k.....IV-11



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan aspek terpenting dalam berdirinya suatu konstruksi. Kekuatan tanah dalam menahan beban di atasnya merupakan faktor penting dalam pekerjaan Teknik Sipil. Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) suatu lapisan tanah tertentu tergantung dari kepadatan tanah yang menyusun lapisan tersebut. Namun, tidak semua lapisan tanah dasar mampu menahan beban di atasnya termasuk tanah lempung.

Semakin kecil nilai *California Bearing Ratio* (CBR) suatu lapisan tanah dari jenis tanah tertentu maka lapisan yang dibuat di atasnya haruslah semakin tebal. Umumnya tanah lempung memiliki sifat plastisitas tinggi, volume akan berubah bila kadar air berubah sifat inilah yang dapat menimbulkan kerusakan pada konstruksi pengerasan seperti retaknya jalan, terangkatnya lapisan pengerasan, jalan bergelombang dan sebagainya. Adapun sifat-sifat tanah yang mempengaruhi Rembesan (*permeabilitas*) yakni ukuran partikel, komposisi mineral, struktur tanah, dan derajat jenuh air. Sifat tanah lempung yang kurang baik harus diperbaiki sebelum melaksanakan suatu konstruksi.

Usaha perbaikan sifat-sifat tanah lempung dapat dilakukan dengan cara menambahkan bahan-bahan campuran (*admixture*) untuk memperbaiki daya dukung tanah dasar tersebut. Penggunaan bahan limbah yang ramah lingkungan seperti limbah plastik juga perlu

dipertimbangkan sebagai bahan campuran untuk perkuatan tanah lempung, selain dapat mengurangi volume limbah plastik yang dihasilkan masyarakat dampak bahan buangan juga dapat dimanfaatkan secara tepat.

Pada penelitian ini menggunakan limbah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai bahan campuran (*admixture*) pada tanah lempung. Plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) tersebut dicacah secara tepi bergerigi lalu dipotong-potong bentuk persegi ukuran 1 cm x 1 cm dan bentuk persegi panjang ukuran 1 cm x 0,5 cm dengan komposisi campuran 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% plastik PET. Perencanaan dalam penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh penggunaan limbah plastik PET terhadap nilai CBR dan Rembesan tanah lempung serta mampu meningkatkan daya dukung tanah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah tanah yang diteliti masuk kategori tanah berlempung ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan cacahan limbah plastik PET pada tanah lempung terhadap nilai CBR ?
3. Bagaimana pengaruh penambahan cacahan limbah plastik PET pada tanah lempung terhadap nilai Rembesan ?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui spesifikasi tanah lempung yang diuji.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan cacahan limbah plastik PET pada tanah lempung terhadap nilai CBR.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan cacahan limbah plastik PET pada tanah lempung terhadap nilai Rembesan.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu :

1. Mampu menganalisa sifat fisis tanah yang diuji.
2. Dapat mengetahui pengaruh penambahan cacahan limbah plastik PET pada tanah lempung terhadap nilai CBR.
3. Dapat mengetahui pengaruh penambahan cacahan limbah plastik PET pada tanah tempung terhadap nilai Rembesan.
4. Dapat mempercepat Rembesan air pada suatu konstruksi yang selalu dalam keadaan kering supaya tidak tergenang air.
5. Dapat mengurangi volume limbah plastik yang dihasilkan masyarakat.

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1 Pokok Bahasan

Pokok bahasan dalam penelitian meliputi :

1. Melakukan pengujian sifat fisis terhadap sampel tanah untuk mengetahui kriteria tanah lempung.
2. Melakukan pengujian CBR terhadap tanah tempung.
3. Melakukan pengujian Rembesan terhadap tanah tempung.
4. Melakukan pengujian CBR terhadap campuran tanah tempung dengan cacahan limbah plastik PET.
5. Melakukan pengujian Rembesan terhadap campuran tanah tempung dengan cacahan Plastik PET.

1.4.2 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada masalah-masalah yang akan dianalisa yaitu :

1. Pengujian CBR laboratorium tanpa rendaman
2. Pengujian Rembesan menggunakan metode falling head
3. Sampel tanah yang akan diuji merupakan tanah tempung.
4. Perbaikan tanah lempung dilakukan dengan menambahkan bahan campuran limbah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang dicacah secara tepi bergerigi lalu dipotong-potong dengan bentuk persegi 1cm x 1cm dan persegi panjang 1cm x 0,5cm.
5. Persentase penambahan potongan limbah plastik PET 0%, 0.5%, 1%, 1.5%.

1.5 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan tugas akhir ini dapat disajikan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini menguraikan latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Membahas tentang keseluruhan dasar-dasar teori mengenai hal yang menunjang penelitian sebagai acuan dalam penyusunan tugas akhir.

BAB III Metode Perencanaan Penelitian

Berisi tentang gambaran umum metode perencanaan penelitian, waktu dan lokasi penelitian serta persiapan dan prosedur pelaksanaan stabilisasi tanah lempung.

BAB IV Hasil Pengujian dan Pembahasan

Bab ini diuraikan hasil pengujian karakteristik fisis dan mekanis tanah lempung yang telah dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa. Data hasil pengujian tersebut dilakukan pembahasan hasil pemeriksaan yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Menyajikan kesimpulan pokok dari penelitian yang telah dilaksanakan dan saran yang dapat diberikan untuk memperbaiki hasil dari penelitian penggunaan limbah plastik PET bergerigi sebagai bahan stabilisasi terhadap nilai CBR dan Rembesan tanah lempung

BAB II

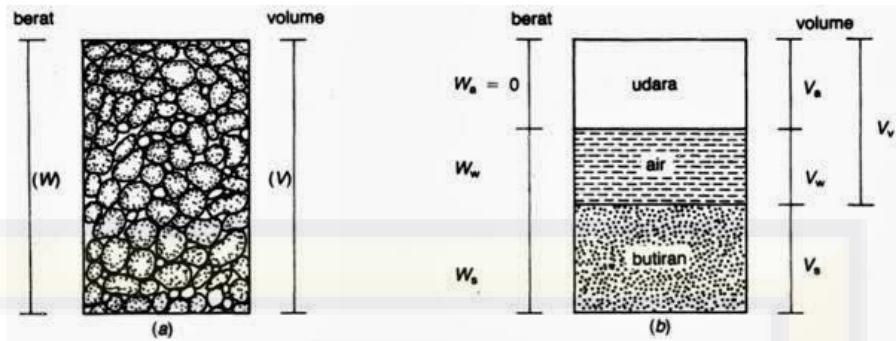
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

2.1.1 Pengertian Tanah

Definisi dan pengertian tanah adalah kumpulan tubuh alam bebas yang menduduki sebagian besar daratan planet bumi, yang mampu menumbuhkan tanaman dan berbagai makhluk hidup lainnya dalam melangsungkan kehidupannya. Tanah mempunyai sifat yang mudah dipengaruhi oleh iklim, serta jasad hidup yang bertindak terhadap bahan induk dalam jangka waktu tertentu. Istilah tubuh alam bebas adalah hasil pelapukan batuan yang menduduki sebagian besar daratan permukaan bumi, memiliki kemampuan menumbuhkan tanaman dan menjadi tempat makhluk hidup lainnya untuk melangsungkan kehidupannya. (Bambang Surendro.,2014).

Tanah didefinisikan 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 dan gas yang mengisi ruang ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan Teknik sipil, di samping itu tanah juga berfungsi sebagai pendukung pondasi dari bangunan. . (Braja M.Das, Jilid 1, 1995).



Gambar 2.1 Diagram Fase Tanah

Ukuran dari partikel tanah adalah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar. Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (gravel), pasir (sand), lanau (silt), atau lempung (clay), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut. (Braja M.Das, Jilid 1, 1995).

Sedikit banyaknya, sifat-sifat tanah selalu bergantung pada ukuran butir-butirnya dan ini dipakai sebagai titik tolak untuk klasifikasi teknis dari tanah.

Tabel 2.1 Ukuran Partikel untuk Berbagai Jenis Tanah

Jenis Tanah	Ukuran Partikel
Berangkal (Boulder)	> 20 cm
Kerakal (Cooble Stone)	8 cm - 20 cm
Batu Kerikil (Gravel)	2 mm - 8 cm
Pasir Kasar (Coarse Sand)	0.6 mm - 2 mm
Pasir Sand (Medium Sand)	0.2 mm - 0,6 mm
Pasir Halus (Fine Sand)	0.06 mm - 0,2 mm
Lanau (Silt)	0.002 mm - 0.06 mm
Lempung (Clay)	< 0.002 mm

Sumber: L.D. Wesley, *Mekanika Tanah cetakan VI*, hal. 16, Penerbit Pekerjaan Umum

2.1.2 Klasifikasi Tanah

System klasifikasi tanah adalah suatu pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya.

Tekstur tanah dipengaruhi oleh ukuran-ukuran tiap butir yang ada di dalam tanah. Pada gambar 2.1 membagi tanah dalam beberapa kelompok: kerikil (gravel) , pasir (sand) , lanau (silt) dan lempung (clay), atas dasar ukuran butir-butirnya. Pada umumnya tanah asli merupakan campuran dari butir-butir yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda.

Ada dua cara yang dapat dipergunakan di dalam menentukan klasifikasi tanah, yakni:

1. Metode klasifikasi *Unified*, yang pertama kali diusulkan oleh Casagrande (1942), kemudian direvisi oleh kelompok ahli dari USBR (United State Bureau of Reclamation).
2. Metode klasifikasi AASTHO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).

2.1.2.1 Sistem Klasifikasi AASTHO (*American Association Of State Highway And Transportation Officials*)

AASTHO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). Sebagai badan transportasi dan jalan raya Amerika Serikat menyusun sistem klasifikasi tanah untuk keperluan perencanaan jalan (subbase dan subgrade).

Pengujian tanah yang diperlukan dalam klasifikasi ini adalah “analisis saringan” dan “uji batas-batas Atterberg”, selanjutnya dihitung indeks kelompok (group indeks – GI), yang digunakan untuk mengevaluasi pengelompokan tanah-tanah. Indeks kelompok dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$GI = (F - 35)[0.2 + 0.005 (LL - 40)] + (F - 15)(PI - 10) \dots \dots \dots (2.1)$$

Yang mana:

GI = Indeks Kelompok

F = Persen lolos saringan No. 200

LL = Batas Cair

PI = Indeks Plastisitas

Apabila nilai indeks kolompok semakin tinggi, maka semakin berkurang ketepatan dalam pemilihan penggunaan tanah tersebut (gradasi jelek).

Menurut AASHTO tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai A-7. Tanah dengan klasifikasi A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah berbutir yang kurang dari 35% tanah tersebut lolos ayakan No.200. Tanah A-1 granuler yang bergradasi baik, sedangkan A-3 adalah pasir yang bergradasi buruk. Tanah A-2 termasuk tanah granuler, tatapi masih terdiri atas lanau dan lempung. Tanah berbutir halus klasifikasi A-4, A-5, A-6 dan A-7 adalah tanah yang lebih dari 35% dari butirannya lolos ayakan No. 200, tanah-tanah dalam kelompok ini biasanya merupakan jenis tanah lempung - lanau.

Tabel 2.2 Klasifikasi AASTHO Untuk Lapisan Tanah Dasar Dan Jalan Raya

Klasifikasi Umum	Tanah Granuler (<35% Lolos Saringan No. 200)							Tanah Lanau - Lempung (>35% Lolos Saringan No. 200)			
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7
	A1-a	A1-b		A2-4	A25	A2-6	A2-7				A7-5 / A7-6
Analisis Saringan (% Lolos)											
No. 10 (2,00 mm)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 40 (0,425 mm)	30 maks	50 maks	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 200 (0,075 mm)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat Fraksi yang lolos saringan No. 200											
Batas Cair (LL)	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks Plastis (PI)	6 maks	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		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe Material yang Dominan Pada Umumnya	Pecahan batu, kerikil & pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian Umum Sebagai Tanah Dasar	"Sangat Baik" sampai "Baik"							"Sedang" sampai "Buruk"			

Sumber : (Braja M Das, 1995)

Catatan : Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)

- Untuk $PL > 30$ klasifikasinya A-7-5
- Untuk $PL < 30$ klasifikasinya A-7-6
- Np = non plastis

2.1.2.2 Sistem Klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*)

Klasifikasi tanah sistem ini diajukan pertama kali oleh Casagrande dan selanjutnya dikembangkan oleh *United States Bureau of Reclamation* (USBR) dan *United State Army Corps of Engineering* (USACE). Kemudian *American Society for Testing and Materials* (ASTM) telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah. Sistem Unified membagi tanah ke dalam dua kelompok utama:

1. Tanah berbutir kasar (*Coarse-Grained-Soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no. 200. Klasifikasi tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC.
2. Tanah berbutir halus (*Fine-Grained-soil*). Lempung dan lanau, yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no.200. Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol ML, CL, OL, MH, CH, dan OH.

Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan sub kelompok (lihat table klasifikasi). Simbol-simbol yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

- G = Gravel (kerikil)
- S = Sand (pasir)
- C = Clay (lempung)
- M = Silt (lanau)
- O = lanau atau lempung organik

- Pt = peat (tanah gambut atau tanah organic tinggi)
- W = gradasi baik (*well graded*)
- P = gradasi buruk (*poor graded*)
- L = plastisitas rendah (*low plasticity*) ($LL < 50$)
- H = plastisitas tinggi (*high plasticity*) ($LL > 50$)

Prosedur penentuan klasifikasi tanah dengan system Unified sebagai berikut:

1. Tentukan tanah apakah berbutir “halus” atau “kasar” (secara visual atau saringan No. 200).
2. Untuk tanah berbutir kasar, maka lakukan:
 - a. Saringan tanah tersebut dan gambarkan grafik distribusi butiran.
 - b. Hitung persen lolos saringan No. 4: bila persentase lolos $< 50\%$ klasifikasikan tanah sebagai “kerikil”, bila persentase lolos $> 50\%$ klasifikasikan tanah sebagai “pasir”.
 - c. Hitung persen lolos saringan No. 200: bila persentase lolos $< 5\%$ maka hitung C_u dan C_c ; bila termasuk bergradasi baik, klasifikasikan sebagai GW (bila kerikil) dan klasifikasikan sebagai SW (bila pasir); bila termasuk bergradasi buruk, klasifikasikan sebagai GP (bila kerikil) dan klasifikasikan sebagai SP (bila pasir).
 - d. Apabila persentase butiran yang lolos saringan No. 200 diantara $5\% - 12\%$, maka tanah akan memiliki symbol ganda dan mempunyai sifat plastisitas (GW-GM atau SW-SM, dan lain-lain)

- e. Apabila persentase butiran yang lolos saringan No. 200 > dari 12%, maka harus dilakukann uji batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran tanah yang tinggal pada saringan No. 40. Kemudian dengan menggunakan diagram plastisitas, tentukan klasifikasinya (GM, GC, SM, SC, GM-GC, SM-SC).
3. Untuk tanah berbutir halus, maka:
- a. Lakukan uji batas-batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran yang tinggal di atas saringan No. 40. Bila batas cair (LL) > 50% klasifikasikan tanah tersebut sebagai H (plastisitas tinggi); bila LL < 50% klasifikasikan tanah sebagai L (plastisitas rendah).
 - b. Untuk tanah H, bila batas-batas Atterberg diplot pada grafik plastisitas dan berada di bawah garis A, tentukanlah apakah masuk kategori OH (organic) atau MH (anorganik). Dan bila plottingnya jatuh di atas garis A, klasifikasikan sebagai tanah CH (organic plastisitas tinggi).
 - c. Untuk tanah L, bila batas-batas Atterberg diplot pada grafik plastisitas dan berada di bawah garis A dan area yang diarsir, tentukanlah apakah masuk kategori OL (organic) atau ML (anorganik) berdasarkan warna, bau atau perubahan batas cair dan batas plastisnya dengan mengeringkannya di dalam oven.
 - d. Bila batas-batas Atterberg diplot pada grafik plastisitas dan berada pada area yang diarsir, dekat dengan garis A, atau nilai LL sekitar 50%, maka gunakan symbol ganda.

Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi USCS (Unified Soil Classification System)

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi		
Tanah berbutir kasar = 50% butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% = fraksi kasar tertahan saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus			
		Kerikil dengan Butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol	
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
		Pasir = 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
				SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
	Pasir dengan butiran halus		SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol	
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200		Lanau dan lempung batas cair = 50%	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.
				CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)	
		OL		Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah		
		Lanau dan lempung batas cair = 50%	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis		
CH			Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)			
OH			Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi			
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi			PT	<i>Peat</i> (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488	

Sumber : (Braja M Das, 1995)

2.1.3 Sifat-sifat Fisis Tanah

2.1.3.1 Kadar Air (*Moisture Water Content*)

Kadar air (W) adalah persentase perbandingan berat air (W_w) dengan berat butiran (W_s) dalam tanah. Kadar air tanah (W_s) dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$w (\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

w = Kadar air

W_w = Berat air

W_s = Berat butiran

2.1.3.2 Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat jenis tanah (G_s) adalah perbandingan antara berat volume butiran tanah (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) dengan isi yang sama pada temperatur tertentu. Berat jenis tanah (G_s) dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

Dimana:

$$\gamma_s = \frac{W_s/V_s}{W_w/V_w} = \frac{W_s}{V_s}$$

$$G_s = \frac{W_2/W_1}{(W_4-W_1)-(W_3-W_2)} \sigma \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

W_s = Berat Butiran Padat

V_s = volume butiran padat

γ_w = Volume air

γ_s = Berat volume padat

G_s = Berat jenis tanah

W_1 = Berat pycnometer

W_2 = Berat pycnometer + tanah

W_3 = Berat pycnometer + tanah + air

W_4 = Berat pycnometer + air

Adapun penilaian serta batas-batas besaran berat jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Berat Jenis Tanah (Hardiyatmo, 2002)

Macam Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau Tak Organik	2,62 - 2,68
Lempung Organik	2,58 - 2,65
Lempung Tak Organik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,8

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. Tabel 2.4 menunjukkan harga-harga specific gravity beberapa mineral yang umum terdapat pada tanah.

2.1.3.3 Batas-batas Atterberg (*Atterberg Limit*)

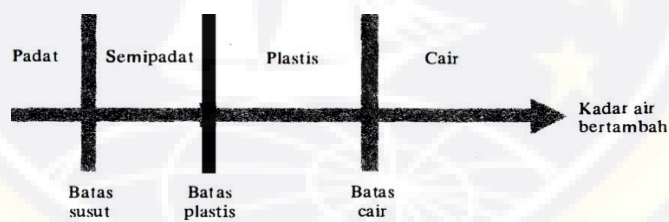
Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas (remolded) tanpa menimbulkan retakan.

Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap (adsorbed water) di sekeliling permukaan dari partikel lempung.

Pada awal tahun 1900, seorang ilmuwan dari Swedia bernama Atterberg mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi, bila mana 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 dalam 4 keadaan dasar, yaitu : padat, semipadat, plastis, dan cair, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.2.

Kadar air dinyatakan dalam persen, dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi-padat didefinisikan sebagai batas susut (shrinkage limit). Kadar air dimana transisi dari keadaan semi-padat ke keadaan plastis dinamakan batas plastis (plastic limit), dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (liquid limit). Dimana batas-batas dari konsistensi tanah tersebut dinamakan Batas-batas Atterberg.

(Braja M.Das, Jilid 1, 1995).



Gambar 2.2 Batas-batas Atterberg

1) Batas Cair (*Liquid Limit*)

Skema dari alat yang digunakan untuk menentukan batas cair diberikan dalam gambar 2.3. Alat tersebut terdiri dari mangkok kuningan yang

bertumpuh pada dasar karet yang keras. Mangkok kuningan dapat diangkat dan dijatuhkan diatas dasar karet keras tersebut dengan sebuah pengungkit eksentris (“cam”) dijalankan oleh suatu alat pemutar.

Untuk melakukan uji batas cair, pasta tanah diletakkan kedalam mangkok kuningan kemudian digores tepat ditengahnya dengan menggunakan alat penggores standar (grooving tool). Dengan menggerakkan pemutar mangkok kemudian dinaik turunkan dari ketinggian 0.3937 inch (10 mm). kadar air dinyatakan dalam persen, dari tanah yang dibutuhkan untuk menutup goresan yang berjarak 0.5 in (12,7 mm) sepanjang dasar contoh tanah didalam mangkok (lihat pada gambar 2.3) sesudah 25 pukulan didefinisikan sebagai batas cair (liquid limit).

Untuk mengatur kadar air dari tanah yang bersangkutan agar dipenuhi persyaratan diatas ternyata sangat sulit. Oleh karena itu akan lebih baik kalau dilakukan uji batas cair paling sedikit empat kali pada tanah yang sama tetapi dengan kadar air yang berbeda sehingga jumlah pukulan N , yang dibutuhkan untuk menutup goresan bervariasi. (Braja M.Das, Jilid 1, 1995).

$$LL = wN(\%)\left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \dots \dots \dots (2.4)$$

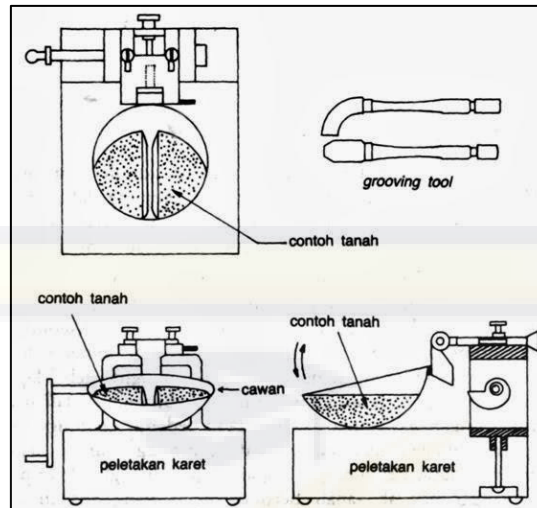
Dimana (%) :

LL = Batas Cair (Liquid Limit)

wN = Kadar Air Tanah Tiap Ketukan

N = Jumlah Ketukan yang dibutuhkan menutup goresan.

Alat uji batas cair berupa cawan *Cassagrande* dan *grooving tool* dapat dilihat pada Gambar 2.3. berikut ini:



Gambar 2.3 Alat Uji Batas Cair

2) Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air, dinyatakan dalam persen dimana tanah apabila digulung sampai diameter 1/8 in (3,2 mm) menjadi retak-retak. Batas plastis merupakan batas paling rendah diantara keplastisan suatu tanah. Cara pengujiannya sangat sederhana, yaitu dengan cara menggulung massa tanah berukuran elipsoidal dengan telapak tangan diatas kaca datar. (Braja M.Das, Jilid 1, 1995).

$$PL = \frac{\text{Berat Basah}}{\text{Berat Tanah Kering}} (100)$$

$$PL = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} (100) \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana: W1 = Berat cawan kosong

W2 = Berat cawan + tanah basah

W3 = Berat Cawan + Tanah Kering

3) Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut adalah nilai kadar air pada kedudukan antara semi padat dengan padat. Pada kondisi ini pengurangan kadar air dalam tanah tidak akan mempengaruhi lagi perubahan volume pada tanah.

Percobaan untuk mengetahui batas susut dilakukan dengan mengisi tanah jenuh sempurna ke dalam cawan porselin berukuran 44,4 mm dan tinggi 12,7 mm. selanjutnya cawan dan tanah isinya dikeringkan dalam oven. Setelah tanah dalam cawan mengering, selanjutnya dikeluarkan dari cawan tersebut.

Untuk mengetahui nilai batas susut, maka sampel yang telah kering dicelupkan ke dalam air raksa, dan nilai batas susutnya dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$SL = \left[\frac{(m1 - m2)}{m2} - \frac{(v1 - v2)\gamma_w}{m2} \right] \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan :

SL = Batas susut (%).

m1 = berat tanah basah dalam cawan percobaan (gram)

m2 = berat tanah kering (gram)

V1 = Volume berat tanah basah pada saat permulaan percobaan (cm³).

V2 = Volume tanah kering sesudah di oven (cm³).

γ_w = berat jenis air (gram/ cm³)

4) Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks Plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis. Adapun rumusan dalam menghitung besaran nilai indeks plastisitas adalah sesuai dengan persamaan seperti yang ditunjukkan pada rumusan dibawah:

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan :

PI = Plastis Indeks (%)

LL = Liquid Limit (%)

PL = Plastis Limit (%)

Indeks plastisitan menunjukkan sifat keplastisan tanah, jika nilai PI tinggi maka tanah mengandung banyak lempung. Dan jika nilai PI rendah maka tanah mengandung banyak lanau. Ciri dan sifat dari tanah lanau adalah dengan kadar air yang berkurang sedikit saja tanah akan menjadi kering. (Hardiyatmo, 2002).

Nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Nilai Indeks Plastisitas Dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam Tanah
0	Non Plastis	Pasir
< 7	Plastisitas Rendah	Lanau
7 - 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung

Sumber : (Hardiyatmo, 2002)

5) Aktivitas (Activity)

Istilah “Aktivitas” dipakai untuk menggambarkan sifat butir lempung, butir ini dapat mengembang atau menyusut akibat air masuk atau keluar.

Umumnya, makin besar sifat aktivitas makin buruk sifat tekniknya. Aktivitas dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$A = \frac{PI}{\% \text{ Fraksi Lempung}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Sumber: Laurence D. Wesley, Mekanika Tanah.

Nilai aktivitas kurang dari 0,75 dianggap rendah, antara 0,75 – 1,25 normal, dan di atas 1,25 menunjukkan aktivittas yang tinggi.

Tabel 2.6 Nilai Aktivitas Khas Mineral Lempung

Jenis Mineral	Nilai Aktivitas
Kaolinite	< 0,75
illite	0,75 - 1,25
Montmorillonite	> 1,25

Sumber: (Laurence D. Wesley)

2.1.3.4 Analisa Saringan

Analisa saringan adalah analisis yang dilakukan untuk menentukan gradasi butir (distribusi ukuran butir), yaitu dengan menggetarkan contoh tanah kering melalui satu set ayakan dimana lubang-lubang ayakan tersebut makin kebawah makin kecil secara berurutan. Analisa saringan dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu analisa ayakan dan analisa hidrometer.

Analisa ayakan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara kering dan cara basah. Cara kering dilakukan dengan menggetarkan saringan, baik itu digetarkan dengan cara manual atau dengan alat penggetar. Cara basah dilakukan dengan mencampur tanah dengan air sampai menjadi lumpur encer dan dibasuh seluruhnya melewati saringan.

Dari data tersebut maka dapat diperoleh rumus :

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{\text{Berat kumulatif}}{\text{Berat total}} \times 100\%.$$

$$\% \text{ Lolos} = 100\% - \% \text{ tertahan} \dots \dots \dots (2.9)$$

Analisa hidrometer adalah analisa yang digunakan untuk menentukan ukuran butiran dari tanah berbutir halus atau bagian berbutir halus dari tanah berbutir kasar yang didasarkan pada prinsip sedimentri (pengendapan) butir-butir dari dalam air.

Dalam melakukan percobaan akan diperoleh berat tanah kering, selain itu diperoleh juga berat tanah yang tertahan serta berat komulatifnya.

- Untuk persentase butiran-butiran halus dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Butiran halus} = \frac{\alpha \cdot R_{cp}}{W_s} \times 100\% \dots \dots \dots (2.10)$$

Dengan :

W_s = Berat kering contoh tanah

α = Koreksi untuk berat jenis dari butiran tanah

$$\alpha = \frac{GS \times 1.65}{(GS - 1) \times GS} \dots \dots \dots (2.11)$$

- Rumus untuk mencari garis tengah butir-butir tanah adalah:

$$D = \kappa \left(\frac{L}{t} \right)^{0.5} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dengan :

κ = Rasio kekentalan air ditentukan dengan menggunakan grafik

L = Panjang efektif yang ditentukan dengan menggunakan grafik diberikan pada gambar sesuai dengan harga R yang bersangkutan

T = Waktu pembacaan

Tabel 2.7 Skema Jenis Tanah Dan Batas - Batas Ukuran Butirnya

Tanah berbutir kasar (tanah tidak berkohesi)			Tanah berbutir kasar (tanah tidak berkohesi)		
Kerikil	Pasir			Lanau	Lempung
	kasar	sedang	halus		
60	2	0.6	0.2	0.06	0.002

Sumber : Mekanika tanah, tanah endapan dan residu (Laurence D Wesley)

Tabel 2.8 Faktor Koreksi α , Untuk Hidrometer 152 H Terhadap Berat Jenis Butir Tanah

Berat Jenis, G	Faktor Koreksi, α
2,95	0,94
2,90	0,95
2,85	0,96
2,80	0,97
2,75	0,98
2,70	0,99
2,65	1,00
2,60	1,01
2,55	1,02
2,50	1,03
2,45	1,05

Sumber : ASTM D 1140-0

Tabel 2.9 Harga K Untuk Menghitung Diameter Butir dengan Hidrometer

Temperature (°C)	Specific Gravity of Soil Particles								
	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85
16	0.01510	0.01505	0.01481	0.01457	0.01435	0.01414	0.01394	0.01371	0.01356
17	0.01511	0.01486	0.01462	0.01439	0.01417	0.01396	0.01376	0.01356	0.01338
18	0.01492	0.01467	0.01443	0.01421	0.01399	0.01378	0.01359	0.01339	0.01321
19	0.01474	0.01449	0.01425	0.01403	0.01382	0.01361	0.01342	0.01323	0.01305
20	0.01456	0.01431	0.01408	0.01368	0.01365	0.01344	0.01325	0.01307	0.01289
21	0.01438	0.01414	0.01391	0.01369	0.01348	0.01328	0.01308	0.01291	0.01273
22	0.01421	0.01397	0.01374	0.01252	0.01332	0.01312	0.01294	0.01276	0.01258
23	0.01404	0.01381	0.01358	0.01337	0.01317	0.01297	0.01279	0.01261	0.01243
24	0.01388	0.01465	0.01342	0.01321	0.01301	0.01282	0.01264	0.01246	0.01229
25	0.01372	0.01349	0.01327	0.01306	0.01286	0.01267	0.01249	0.01232	0.01215
26	0.01357	0.01334	0.01312	0.01291	0.01272	0.01253	0.01235	0.01218	0.01201
27	0.01342	0.01319	0.01297	0.01277	0.01258	0.01239	0.01221	0.01204	0.01188
28	0.01328	0.01304	0.01283	0.01264	0.01244	0.01225	0.01208	0.01191	0.01175
29	0.01312	0.01290	0.01269	0.01249	0.01240	0.01212	0.011950	0.01178	0.01162
30	0.01298	0.01276	0.01256	0.01235	0.01217	0.01199	0.01182	0.01165	0.01149

Sumber : ASTM D 1140-0

Tabel 2.10 Harga Kedalaman Efektif L Hidrometer 152 H, Ditentukan oleh Macam Hidrometer, Ukuran Silinder Pengendapan

Pembacaan Hidrometer	Kedalaman Efektif (cm)	Pembacaan Hidrometer	Kedalaman Efektif (cm)	Pembacaan Hidrometer	Kedalaman Efektif (cm)
0	16,3	21	12,9	42	9,4
1	16,1	22	12,7	43	9,2
2	16	23	12,5	44	9,1
3	15,8	24	12,4	45	8,9
4	15,6	25	12,2	46	8,8
5	15,5	26	12	47	8,6
6	15,3	27	11,9	48	8,4
7	15,2	28	11,7	49	8,3
8	15	29	11,5	50	8,1
9	14,8	30	11,4	51	7,9
10	14,7	31	11,1	52	7,8
11	14,5	32	11,1	53	7,6
12	14,3	33	10,9	54	7,4
13	14,2	34	10,7	55	7,3
14	14	35	10,6	56	7,1
15	13,8	36	10,4	57	7,0
16	13,7	37	10,2	58	6,8
17	13,5	38	10,1	59	6,6
18	13,3	39	9,9	60	6,5
19	13,2	40	9,7		
20	13	41	9,6		

Sumber : ASTM D 1140-0

2.1.4 Sifat-sifat Mekanis Tanah

2.1.4.1 Pemadatan Tanah (Compaction)

Pemadatan adalah densifikasi tanah yang jenuh dengan penurunan volume rongga diisi dengan udara, sedangkan volume padatan dan kadar air tetap pada dasarnya sama.

Beberapa kegunaan pemadatan tanah (*compaction*) adalah:

1. Meningkatkan kekuatan geser
2. Mengurangi kompresibilitas
3. Mengurangi permeabilitas
4. Mengurangi potensi likuifaksi
5. Kontrol *swelling* dan *shrinking*
6. Memperpanjang durabilitas

Pada tanah granular mampu memberikan kuat geser yang tinggi dengan sedikit perubahan volume sesudah dipadatkan. Sedangkan pada tanah lanau sangat sulit dipadatkan bila dalam keadaan basah karena permeabilitasnya rendah.

Lempung padat mempunyai permeabilitas yang rendah dan tanah ini tidak dapat dipadatkan dengan baik dalam kondisi basah. Tanah lempung yang dipadatkan dengan cara yang benar akan memberikan kuat geser yang tinggi. Stabilitas terhadap sifat kembang-susut tergantung dari jenis kandungan mineralnya.

Tingkat pemadatan tanah diukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah (pelumas) pada partikel-partikel tanah. Karena adanya air partikel-partikel tanah tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat/padat. Untuk suatu pemadatan yang sama, berat volume

kering pada tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat. (Braja M.Das, Jilid 1, 1995).

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

Rumus mencari berat isi basah (γ_b)

$$\gamma_b = W/V \dots\dots\dots(2.13)$$

W = Berat tanah (gram)

V = Volume (cm³)

Rumus mencari berat isi kering (γ_d)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + \frac{w(\%)}{100}} \dots\dots\dots(2.14)$$

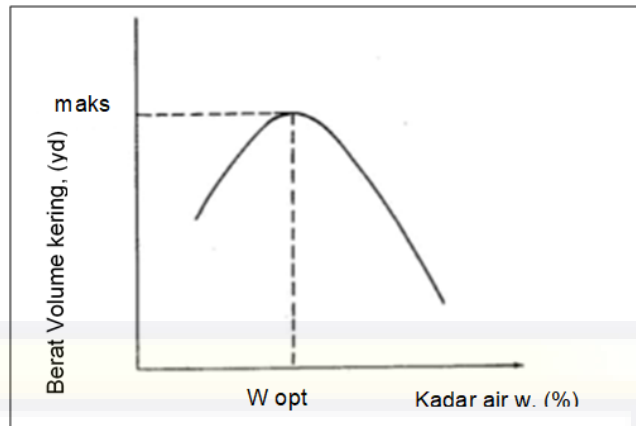
γ_d = Berat isi kering (gram)

w = kadar air (%)

γ_b = Berat isi tanah basah (gram)

Pada pengujian *compaction* di laboratorium alat pemadatan berupa silinder *mould* dengan volume $9,34 \times 10^{-4} m^3$, dan penumbuk dengan berat 2,5 kg dengan tinggi jatuh 30,5 cm. Pada pengujian ini tanah dipadatkan dalam 3 lapisan (*standart Proctor*) dan 5 lapisan (*modified Proctor*) dengan pukulan sebanyak 25 kali pukulan.

Hasil dari pengujian *compaction* berupa kurva yang menunjukkan hubungan antara kadar air dan berat volume kering tanah yang ditunjukkan oleh Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Hubungan Antara Kadar Air Dan Berat Isi Kering Tanah

2.1.4.2 *California Bearing Ratio (CBR)*

Metode perencanaan perkerasan jalan yang umum digunakan yaitu dengan cara-cara empiris, yang biasa dikenal adalah cara *California Bearing Ratio (CBR)*. Metode ini dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*).

CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi tanah contoh sebesar 0,1" atau 0,2". Jadi harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai sebesar 100% dalam memikul beban. Nilai CBR akan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Untuk menentukan tebal lapis perkerasan dari nilai CBR digunakan grafik-grafik yang dikembangkan untuk berbagai muatan roda kendaraan dengan intensitas lalu lintas.

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanah, CBR dapat dibagi atas :

1. CBR lapangan (*CBR in place* atau *field CBR*).

CBR lapangan memiliki kegunaan untuk mendapatkan nilai CBR asli di

lapangan sesuai dengan kondisi tanah pada saat itu. Umumnya digunakan untuk perencanaan tebal lapis perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi.

2. CBR laboratorium (*laboratory CBR*).

CBR laboratorium dapat disebut juga CBR rencana titik. Tanah dasar yang diperiksa merupakan jalan baru yang berasal dari tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang dipadatkan sampai mencapai 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar merupakan kemampuan lapisan tanah yang memikul beban setelah tanah itu dipadatkan. Oleh karena itu, nilai CBR laboratorium adalah nilai CBR yang diperoleh dari contoh tanah yang dibuat dan mewakili keadaan tanah tersebut setelah dipadatkan.

Pemeriksaan CBR laboratorium dilaksanakan dengan dua macam metode yaitu CBR laboratorium rendaman (*soaked design CBR*) dan CBR laboratorium tanpa rendaman (*unsoaked design CBR*).

Untuk metode CBR rendaman, contoh tanah di dalam cetakan direndam dalam air sehingga air dapat meresap dari atas maupun dari bawah dan permukaan air selama perendaman harus tetap kemudian benda uji yang direndam telah siap untuk diperiksa.

Uji CBR metode rendaman adalah untuk mengasumsikan keadaan hujan atau saat kondisi terjelek di lapangan yang akan memberikan pengaruh penambahan air pada tanah yang telah berkurang airnya, sehingga akan mengakibatkan pengembangan (*swelling*) dan penurunan kuat dukung tanah.

Nilai CBR yang digunakan untuk perencanaan ini disebut “design CBR”. Cara yang dipakai untuk mendapat design CBR ini ditentukan dengan 2 faktor, yaitu (Wesley,1977):

- a) Kadar air tanah serta berat isi kering pada waktu dipadatkan.
- b) Perubahan pada kadar air yang mungkin akan terjadi setelah perkerasan selesai dibuat.

$$\text{Penambahan air} = 600 \times \left\{ 1 - \frac{100+A}{600+B} \right\}$$

Dengan: A = kadar air awal (%)

600 = Sampel (gr)

B = kadar air optimum (%) [dari data kompaksi]

Makin tinggi nilai CBR tanah (subgrade) maka lapisan di atasnya akan semakin tipis dan semakin kecil nilai CBR (daya dukung tanah rendah), maka akan semakin tebal lapisan perkerasan di atasnya sesuai dengan beban yang dipikulnya.

Ada dua macam pengukuran CBR yaitu:

1. Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada 0.254 cm (0.1”) terhadap penetrasi standard besarnya 70,37 kg/cm² (1000psi)

$$\text{Nilai CBR} = \frac{PI}{70,37} \times 100 \% (\text{Psi dalam kg/cm}^2)$$

2. Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada penetrasi 0.58 cm (0.2”) terhadap penetrasi standard yang besarnya 105,56 kg/cm² (1500psi)

$$\text{Nilai CBR} = \frac{PI}{105,56} \times 100 \% (\text{Psi dalam kg/cm}^2)$$

Dari kedua hitungan tersebut digunakan nilai nilai terbesar (Manual

Pemeriksaan Badan Jalan, Dir.Jen Bina Marga, 176).

Tabel 2.11. Beban Penetrasi Bahan Standar

Penetrasi (inch)	Beban Standar (lbs)	Beban Standar (lbs/inch)
0,1	3000	1000
0,2	4500	1500
0,3	5700	1900
0,4	6900	2300
0,5	7800	6000

2.1.4.3 Rembesan (Permeabilitas)

Tanah terdiri dari butiran-butiran dengan ruangan-ruangan yang disebut pori (*voids*) antara butiran-butiran tanah tersebut. Pori-pori tersebut selalu berhubungan satu sama lainnya sehingga memungkinkan air untuk mengalir melaluinya. Sifat tanah yang mengalirkan air melalui rongga pori tanah itu disebut permeabilitas tanah.

Koefisien rembesan (coefficient of permeability) mempunyai satuan yang sama seperti kecepatan. Istilah koefisien rembesan sebagian besar digunakan oleh para ahli teknik tanah (geoteknik), para ahli geologi menyebutnya sebagai konduktifitas hidrolis (hydraulic conductivity). Bilamana satuan Inggris digunakan, koefisien rembesan dinyatakan dalam ft/menit atau ft/hari, dan total volume ft³. Dalam satuan SI, koefisien rembesan dinyatakan dalam cm/detik, dan total volume dalam cm³.

Ada beberapa macam pengujian untuk menentukan koefisien permeabilitas dilaboratorium antara lain uji tinggi energy tetap (constant-head) dan uji tinggi energy turun (falling head) :

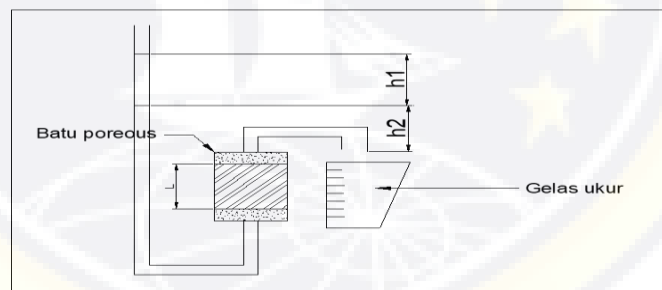
a) Uji tinggi energy tetap (constant-head)

Uji tinggi energy tetap atau *constant head* digunakan untuk tanah yang berbutir kasar dan memiliki koefisien permeabilitas tinggi,

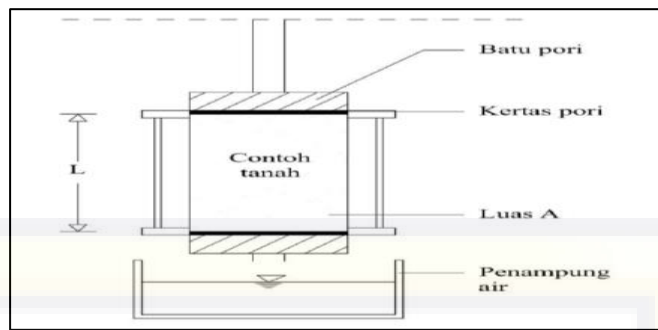
b) Uji tinggi energy turun (*falling-head*)

Uji energi turun atau *falling head* digunakan untuk tanah yang memiliki butiran halus dan memiliki koefisien permeabilitas rendah.

Namun pada penelitian ini digunakan Alat Modifikasi *untuk metode falling head*, yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa. Modifikasi yang dilakukan terhadap alat *Constant Pressure Head* adalah dengan memberikan alat pemberi tekanan berupa kompresor yang mana fungsi dari alat pemberi tekanan tersebut adalah untuk menekan air, namun apabila alat kompresor tidak tersedia biasanya para peneliti membiarkan sample tanah tersebut sampai jenuh air sehingga membantu air untuk lebih cepat meresap terhadap sampel dan untuk mempercepat proses uji permeabilitas. Lebih jelasnya tentang alat uji permeabilitas ini dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Alat Uji Permeabilitas



Gambar 2.6 Detail Sampel Pada Alat Uji Permeabilitas

Cara melakukan percobaannya diperlihatkan pada gambar 2.6. dimana contoh tanah sepanjang L dengan luas A diletakkan dalam suatu tempat yang berbentuk silinder . pipa kecil dengan luas penampang a diisi air setinggi h_1 , karena adanya perbedaan tinggi muka air, maka air mengalir melalui pori-pori tanah. Oleh karena itu pada suatu saat tinggi air dalam pipa adalah h_2 .

Penentuan nilai koefisien permeabilitas (k) dilakukan dengan mengukur penurunan ketinggian air pada pipa tersebut. Jadi tegangan air sekarang tidaklah tetap dan rumus Darcy dapat ditulis pada saat tertentu.

(Bambang Surendro, Mekanika Tanah).

$$Q = q.t = k.i.A.t \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan A adalah penampang benda uji dan Q adalah volume air dalam gelas ukur. Karena $i = h/L$, dengan L adalah panjang benda uji atau panjang pengaliran, maka $Q = k(h/L).t$. Data dari persamaan ini diperoleh:

$$k = \frac{Q.L}{h.A.t} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dalam tanah jenuh, asalkan rongga pori tanah tidak sangat besar, aliran aliran adalah laminar. Pada rentang aliran laminar, Darcy (1856)

mengusulkan persamaan yang menyatakan hubungan antara kecepatan dan gradien hidrolis.

$$v = k \cdot i \dots\dots\dots(2.17)$$

Gradien hidrolis (*i*), didefinisikan sebagai:

$$i = \frac{h}{L} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dengan L adalah panjang sampel.

Karena air hanya dapat mengalir lewat rongga pori, maka persamaan kecepatan sebenarnya rembesan lewat tanah (*v_s*) dapat diperoleh dengan persamaan berikut ini:

$$v_s = \frac{v}{n} \dots\dots\dots(2.19)$$

Atau

$$v_s = \frac{k \cdot i}{n} \dots\dots\dots(2.20)$$

Untuk tanah dengan volume satuan, porositas (*n*), dinyatakan oleh:

$$n = \frac{e}{1+e} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dengan *n* adalah porositas tanah.

Angka pori (e), didefinisikan sebagai:

$$e = \frac{G_s \cdot Y_w}{y_d} - 1 \dots\dots\dots(2.22)$$

Suku persamaan disebelah kanan diperoleh dari hasil pengujian. Dengan substitusi masing-masing nilainya, maka koefisien permeabilitas (*k*) dapat diperoleh.

Pada pengujian permeabilitas menggunakan alat modifikasi, data-data yang perlu diamati adalah sebagai berikut :

- a) Volume rembesan (V), yang dapat diukur dari berat penampung air terisi (W1) dikurangi berat penampung air kosong (W0).
- b) Berat jenis air (γ_w) = 1 gr/cm³.
- c) Waktu yang diperlukan untuk mendapatkan rembesan air (t).
- d) Tekanan yang diberikan (P).
- e) Luas penampang benda uji (A).
- f) Panjang benda uji (L).
- g) Koefisien permeabilitas (k).

Untuk mencapai penurunan air dari h₁-h₂, seperti pada gambar 2.5 maka rumus Koefisien permeabilitas sebagai berikut:

$$k = \frac{aL}{At} \cdot 2,303 \log \frac{h_1}{h_2} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dengan:

- k = Koefisien permeabilitas (cm/t)
- V = Volume air rembesan (cm³)
- L = Panjang benda uji (cm)
- γ_w = Berat jenis air (gr/cm³)
- P = Tekanan yang diberikan (gr/cm²)
- A = Luas penampang benda uji (cm²)
- t = Waktu pengamatan (detik)

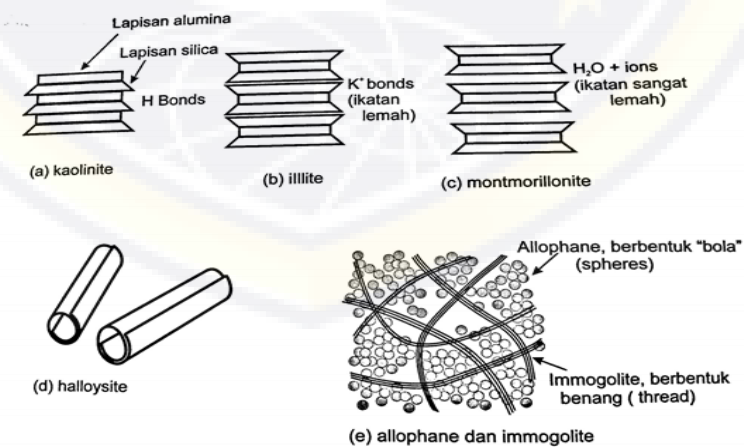
2.2 Mineral Lempung (Clay Minerals)

Mineral lempung merupakan suatu jenis butir tertentu, yang menghasilkan sifat khusus pada tanah lempung. Jenis mineral ini yang paling terkenal adalah kaolinite, illite, dan montmorillonite. Struktur mineral ini disebut kristalin, yaitu molekulnya tersusun sehingga mempunyai bentuk tertentu, seperti lapisan. Kesatuan ini tersusun sehingga merupakan butiran yang sangat kecil dengan bentuk seperti piring terlihat pada gambar 2.7.

Struktur khusus ini berarti bahwa butir lempung sangat berbeda dengan butir pasir atau kerikil. Butir pasir dan kerikil terdiri atas bahan yang tetap keras dan mati, yaitu selalu kaku dengan sifat yang tidak berubah (inert). Lain halnya pada butir lempung istilah aktif dipakai untuk menggambarkan sifatnya. Butir ini dapat mengembang atau menyusut akibat air masuk atau keluar. Umumnya makin besar sifat aktivitas makin buruk sifat tekniknya.

Aktivitas (activity) ketiga jenis mineral lempung adalah sebagai berikut:

Montmorillonite	Tinggi
Illite	Sedang
Kaolinite	Rendah



Gambar 2.7 Jenis Mineral Lempung Secara Skematis

Lempung yang mengandung montmorillonite bersifat Teknik yang buruk, khususnya sering menyebabkan kerusakan pada fondasi Gedung akibat pengembangan dan penyusutan. Sebaliknya lempung yang mengandung kaolinite jarang mendapatkan kesulitan karena aktivitasnya sangat rendah.

Walaupun aktivitas tinggi bersifat Teknik yang buruk, masih ada keadaan yang membutuhkan tanah dengan aktivitas yang tinggi. Misalnya bangunan yang berfungsi untuk menahan air seperti bendungan tanah, memerlukan tanah dengan permeabilitas yang rendah, apalagi seandainya terdapat pada daerah yang kena gempa bumi, diperlukan tanah yang plastis sehingga dapat menahan deformasi akibat Gerakan tanah. (L.D.Wesley, Mekanika Tanah, Edisi Baru).

2.3 Jenis - jenis Plastik

1. *Polyethylene Terephthalate (PETE atau PET)*



Gambar 2.8 Plastik Jenis PET

Jenis ini biasa dipakai untuk botol plastik yang jernih/transparan seperti botol air mineral, botol jus, dan sejenisnya. Botol jenis ini direkomendasikan hanya untuk sekali pakai dan jangan digunakan untuk air hangat apalagi panas. Jika botolnya sudah baret-baret dan sudah lama tidak dianjurkan untuk dipakai lagi, sebaiknya dibuang saja. PET juga dikenal sebagai fiber anti kerut plastik jenis ini berbeda dengan plastik yang biasa kita lihat di supermarket.

Meskipun PET merupakan salah satu bahan plastik yang banyak didaur ulang, PET mengandung *antimony trioxide* yang dianggap *karnosinogen* (dapat memicu kanker). Semakin lama sebuah cairan berada didalam kemasan yang terbuat dari bahan PET, semakin besar potensinya untuk mengaktifkan *antimony*.

2. **High Density Polyethylene (HDPE)**



Gambar 2.9 Plastik Jenis HDPE

Botol yang mengandung plastik jenis ini warnanya putih susu, dan biasa digunakan untuk botol susu. Sama seperti botol jenis **PET**, botol ini juga tidak disarankan untuk penggunaan yang berulang-ulang alias sekali pakai. Cukup special jika dibandingkan plastic tipe lainnya, HDPE memiliki rantai polimer tunggal yang cukup panjang yang membuat jenis plastic ini cukup padat, kuat, dan lebih tebal jika dibandingkan PET. HDPE biasanya digunakan sebagai kantung belanja, karton susu, botol jus, botol shampoo, dan kemasan obat.

HDPE dianggap sebagai jenis plastik yang cukup aman untuk digunakan bersama makan dan minuman, meskipun beberapa study menunjukkan bahwa jika terekspos oleh sinar UV dalam waktu yang lama HDPE dapat menghasilkan zat kimia berupa estrogen (salah satu hormone pada manusia) yang merusak sistem hormone.

3. **Polyvinyl Chloride (V atau PVC)**



Gambar 2.10 Plastik Jenis PVC

jenis plastik ini adalah yang paling sulit didaur ulang, biasanya terdapat pada plastik pembungkus (*wrap*) dan beberapa jenis botol. Kandungan dari PVC yaitu DEHA yang terdapat pada plastik pembungkus dapat bocor dan masuk ke makanan berminyak bila dipanaskan (jadi jangan sekali-kali memanaskan makanan yang tertutup plastik wrap). PVC berpotensi berbahaya untuk ginjal, hati dan berat badan.

4. **Low Density Polyethylene (LDPE)**

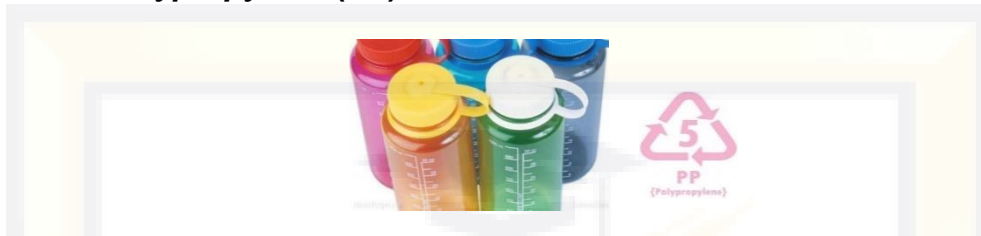


Gambar 2.11 Plastik Jenis LDPE

Plastik jenis ini Biasa dipakai untuk tempat makanan dan botol-botol yang lembek, dapat didaur ulang dan baik untuk dijadikan barang yang memerlukan fleksibilitas tapi kuat. Jenis ini tidak dapat dihancurkan tapi aman untuk menyimpan makanan (*food grade*). LDPE biasa digunakan sebagai bahan produk tas (belanja, laundry, roti, makanan beku, koran, sampah), pembungkus plastik, pelapis karton susu serta gelas minuman. Meskipun beberapa studi menunjukkan bahwa LDPE biasa merusak sistem hormon

manusia, LDPE merupakan salah satu jenis plastik yang dianggap cukup aman untuk digunakan bersama makanan dan minuman.

5. ***Polypropylene (PP)***



Gambar 2.12 Plastik Jenis PP

PP (*Polypropylene*) adalah jenis plastik yang kuat dan ringan. Plastik jenis ini memiliki kualitas tahan panas yang baik dan dapat dijadikan penghalang kelembaban, minyak, dan bahan kimia. Contoh jenis plastik ini adalah plastik pembungkus cereal, mi instan, cemilan. Plastik ini menjaga makanan kering ini tetap kering dan tidak melempem. Selain itu plastik jenis ini juga digunakan pada popok sekali pakai, tutup botol plastik, wadah plastik mentega dan yogurt, sedotan, selotip, dan tali berbahan plastik. Jenis plastik PP tidak selalu bisa di daur ulang.

6. ***Polystyrene (PS)***



Gambar 2.13 Plastik Jenis PS

PS (*Polystyrene*) berciri khas kaku, getas, buram, dan sulit didaur ulang. Biasa ditemukan pada *styrofoam*, *Polystyrene* sangat tidak disarankan digunakan untuk membungkus makanan atau minuman. Bahan *styrene* yang terkandung di dalamnya dapat dengan mudah menyebar pada makanan; berbahaya untuk kesehatan otak, hormone estrogen, reproduksi, pertumbuhan, serta sistem syaraf.

7. OTHER



Gambar 2.1.4 Simbol Plastik

Terdapat beberapa jenis plastik yang tergolong di dalam **Gambar 2.1.4**, berikut dibawah ini.

- **SAN (*Styrene Acrylonitrile*)**
Kuat, resisten terhadap reaksi kimia dan suhu, dan sangat aman untuk mengemas makanan atau minuman. Biasa ditemukan pada mangkuk *mixer*, pembungkus termos, piring makan, alat makan, penyaring kopi, dan sikat gigi.
- **ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*)**
Kuat, serta resisten terhadap reaksi kimia dan suhu. Ditemukan pada wadah makanan atau minuman, mainan anak, serta pipa.



- **PC (Polycarbonate)**

Tidak mudah pecah, ringan, dan transparan. Walau biasa ditemukan pada galon air, gelas balita, botol minuman, serta beberapa botol bayi, PC tidak disarankan penggunaannya untuk mengemas makanan atau minuman tertentu, karena jenis plastik ini dapat melepas kandungan *Bisphenol-A* yang berbahaya bagi sistem hormon, imunitas, dan reproduksi.



2.4 Stabilisasi Tanah Lempung

Stabilisasi tanah merupakan suatu upaya untuk memperkuat atau menambahkan kapasitas dukung tanah dengan bahan tambah (*admixture*) agar tanah tersebut sesuai dengan persyaratan dan memiliki mutu yang baik.

Tanah yang kurang baik daya dukungnya sebaiknya harus diperhitungkan pada saat membangun suatu bangunan di atasnya, solusinya adalah perlu adanya stabilisasi tanah. Stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan dibawah ini:

1. Meningkatkan kerapatan tanah
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan atau gesek yang timbul
3. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi atau fisis dalam tanah
4. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah)
5. Mengganti dengan tanah yang baik

Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang sering dilakukan proses stabilisasi. Hal ini disebabkan sifat lunak plastis dan kohesif pada tanah lempung disaat basah. Sehingga menyebabkan perubahan volume yang besar karena pengaruh air dan menyebabkan tanah mengembang dan menyusut dalam jangka waktu yang relatif cepat. Sifat inilah yang menjadi alasan perlunya dilakukan proses stabilisasi agar sifat tersebut diperbaiki sehingga dapat meningkatkan daya dukung tanah tersebut.

Stabilisasi memiliki 3 (tiga) cara yaitu: mekanis, fisis dan penambahan campuran (*admixture*) seperti cara dengan menggunakan lapisan tambah pada tanah (misalnya *geogrid* atau *geotekstil*), pemadatan serta dapat juga dengan melakukan memompaan air tanah sehingga air tanah mengalami penurunan. Stabilisator yang sering digunakan yakni semen, kapur, abu sekam padi, abu cangkak sawit, abu ampas tebu, *fly ash*, plastik, bitumen dan bahan-bahan lainnya. Kelebihan stabilisasi dengan menggunakan bahan tambahan (*admixture*) adalah sebagai berikut:

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| a. Meningkatkan kekuatan | d. Mengurangi permeabilitas |
| b. Mengurangi deformabilitas | e. Mengurangi erodibilitas |
| c. Menjaga stabilitas volume | f. Meningkatkan durabilitas |

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu memanfaatkan limbah plastik PET sebagai bahan variasi untuk perbaikan tanah lempung sebagai berikut :

1. PEMANFAATAN DAN MODIFIKASI LIMBAH PLASTIK UNTUK PERBAIKAN SIFAT TEKNIK (KUAT-GESER) TANAH LEMPUNG oleh

Endaryanta¹ ,Dian Eksana Wibowo² Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY.

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui nilai kuat tekan bebas (q_u), nilai sudut geser *intern* (ϕ) dan *cohesif* (c) pada tanah lempung yang dicampur cacahan limbah plastik bergerigi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen plastik dicacah secara tepi bergerigi membentuk persegi ukuran (1cm x 1cm) & (1cm x 0,5cm) kemudian dicampurkan pada tanah lempung, dipadatkan, lalu diuji kuat tekan bebas (q_u), sudut geser langsung (ϕ), dan *cohesif* (c).

Hasil uji penambahan cacahan limbah plastik (variasi 0%, 1%, 2%, 3%) pada tanah lempung akan menyebabkan :

- a) Pada lempung kasongan nilai kuat tekan bebas (q_u) akan turun sedikit pada kadar plastik 0 sampai 2%, tetapi q_u akan cenderung naik pada kadar campuran plastik 3 %, pada lempung wates nilai kuat tekan bebas (q_u) akan naik jika campuran potongan plastiknya ukuran besar (1cm x 1cm), namun q_u cenderung turun jika potongan plastiknya ukuran kecil (1cm x 0,5cm).
- b) Pada lempung kasongan nilai sudut geser (ϕ) sudut gesek akan naik sebanding dengan penambahan potongan plastik bergerigi, pada lempung wates sudut gesek akan turun jika campuran potongan plastiknya ukuran kecil (1cm x 0,5cm) namun sudut ϕ akan sedikit naik jika potongan plastiknya ukuran besar (1cm x 1cm).
- c) Pada lempung kasongan nilai lekatan (*cohesif*) akan naik lalu turun lekatan tertinggi terjadi jika kadar campuran plastiknya 1-2%, pada lempung

Wates lekatan (*cohesif*) akan naik jika campuran potongan plastiknya ukuran kecil (1cm x 0,5cm), namun lekatan akan turun jika potongan plastiknya ukuran besar (1cm x 1cm) (Endaryanta & Wibowo, 2016).

2. PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK PADA TANAH EKSPANSIF oleh Himamul A'la¹), Bambang Setiawan²), Noegroho Djarwanti³) 1) Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret 2) Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui nilai *swelling*, *swelling pressure*, dan *California Bearing Ratio* (CBR) pada perbaikan tanah ekspansif menggunakan plastik berjenis *polypropylene* (PP). Metode Penelitian ini yaitu menambahkan plastik pada pengujian dilakukan saat proses pemeraman sebelum uji pemadatan *modified Proctor*. Variasi jumlah air yang ditambahkan saat pemeraman adalah 350 ml, 450 ml, 550 ml, 700 ml, 850 ml, dan 1000 ml. Proses kegiatan pencampuran plastik, air dan tanah dilakukan secara manual sampai campuran merata.

Dari hasil penelitian penambahan plastik (Variasi 0%, 0,5%, 0,75% dan 1%) pada tanah ekspansif paling optimum berdasarkan parameter ujinya didapatkan pada penambahan kadar plastik sebesar 0,5%. Penambahan kadar plastik 0,5% menghasilkan nilai *swelling* dan *swelling pressure* yang rendah. Nilai *swelling* yang dihasilkan meningkat sebesar 0,39% dan nilai *swelling pressure*-nya turun sebesar 24,07%. Nilai CBR-nya mengalami penurunan namun tidak terlalu besar. Nilai CBR terendam dan tidak terendam yang didapatkan turun sebesar 0,219 % dan 9,879%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan penambahan plastik dapat menurunkan nilai potensi pengembangan tanah ekspansif sedangkan nilai CBR-nya juga mengalami penurunan (A'la, Setiawan, & Djarwanti, 2017).

3. PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK UNTUK STABILITAS LERENG

oleh Endang Setyawati Hisyam Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung Email: hisyam.endang@gmail.com Donny Fransiskus Manalu Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung Email: donny_fm@yahoo.com.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kekuatan tanah asli dengan tanah asli yang sudah dicampur plastik dengan variasi ukuran plastik (1cm x 2cm), (2cm x 2cm) dan (3cm x 2cm), dengan kadar plastik 0,5 %, 1 % dan 2 % dari berat kering tanah lempung.

Dari hasil uji laboratorium tersebut akan didapat nilai kohesi (c) dan sudut geser tanah (ϕ), yang nantinya akan digunakan sebagai parameter untuk menghitung angka keamanan suatu lereng dengan menggunakan software Plaxis. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu Program PLAXIS merupakan program yang menggunakan metode elemen hingga Metode ini dapat menganalisis secara simultan tegangan dan regangan yang terjadi pada tanah. Dari hasil analisis menggunakan program PLAXIS, didapat angka keamanan untuk tanah asli sebesar 2,67%, sedangkan nilai angka keamanan paling besar yang didapat dari pencampuran tanah asli ditambah dengan plastik berukuran (2x2) cm pada kadar 0,5% yaitu 3,35% sehingga ada

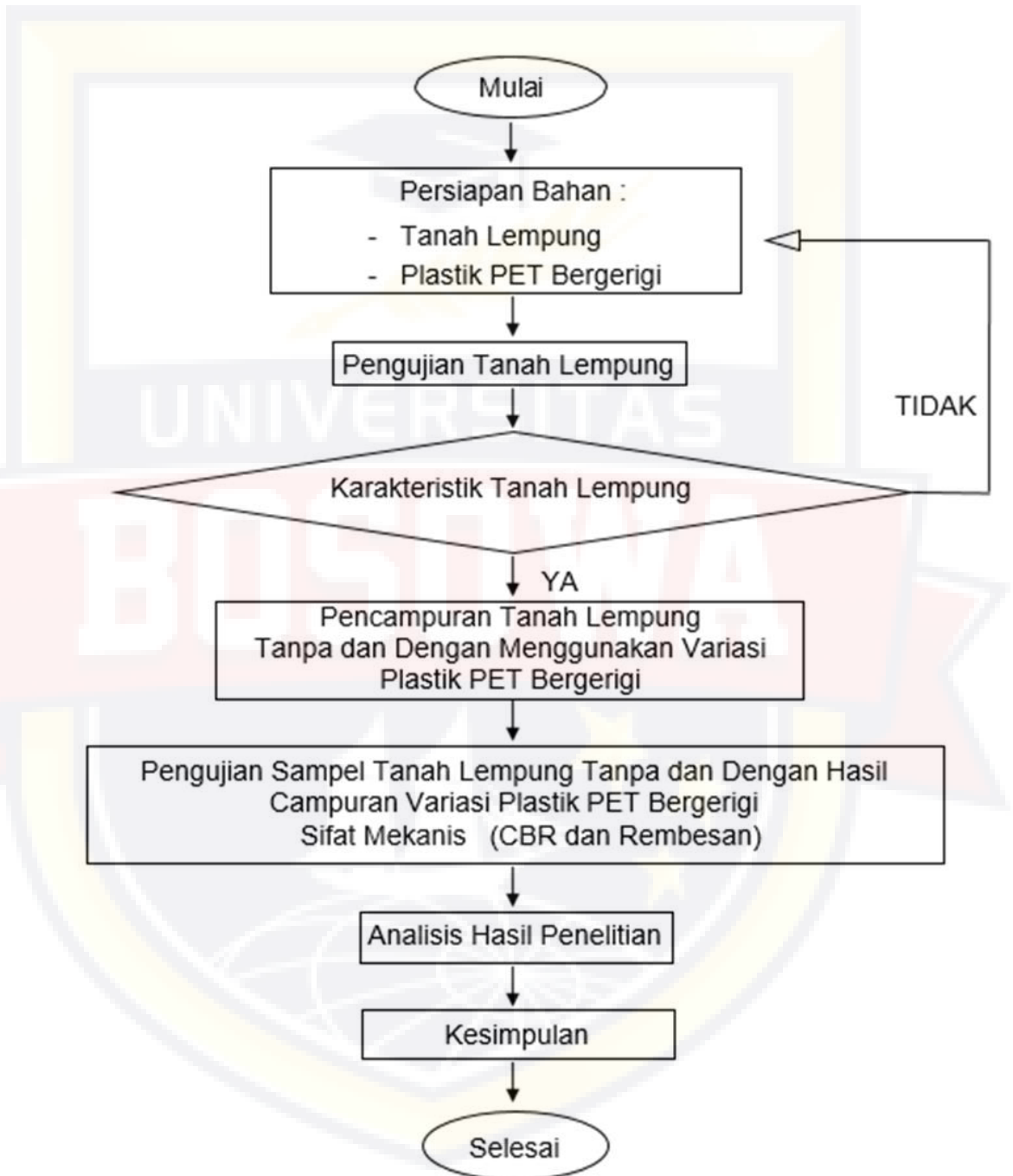
kenaikan sebesar 25,47% dari nilai angka keamanan tanah asli (Endang , 2014).



BAB III

METODE PERENCANAAN PENELITIAN

3.1 Bagan Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pembuatan, pengujian, dan pemeriksaan sampel tanah lempung dilaksanakan pada bulan September 2020 – April 2021 di Laboraturium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Kota Makassar.

3.3 Jenis Pengujian Material

3.1

No	Jenis Pengujian	Referensi
1.	Kadar air	ASTM D 2216-(71)
2.	Berat jenis tanah	SNI 03-1964-2008/ ASTM D854-88(72)
3.	Batas cair (liquid limit,LL)	ASTM D3080-(72) & SNI 03-1967-1990
4.	Batas plastis (plastic limit, PL)	SNI 03-1966-1990
5.	Batas susut	SNI 3422 2008
6.	Indeks plastisitas (plasticity index, PI)	SNI 03-1966-1990
7.	Analisa saringan	AASTHO, ASTM, & SNI 3423:2008
8.	Analisis hydrometer	AASTHO, ASTM, & SNI 3423:2008

Tabel

Pengujian
Karakteristik
Tanah

3.4 Variabel Penelitian

Sebagaimana judul penelitian ini adalah “Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung” maka variabel yang digunakan adalah :

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi cacahan Plastik PET.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai CBR dan Rembesan

3.5 Notasi dan Jumlah Sampel

Tabel 3.2 Variasi Benda Uji

PENGUJIAN KOMPAKSI					
NO	KODE SAMPEL (%)	TANAH LEMPUNG (gr)	VARIASI PLASTIK PET (gr)		JUMLAH SAMPEL
			1 x 1 cm	1 x 0,5 cm	
1.	KTLP 0	2000	0	0	5
2.	KTLP 0,5	2000	5	5	5
3.	KTLP 1,0	2000	10	10	5
4.	KTLP 1,5	2000	15	15	5
TOTAL SAMPEL KOMPAKSI = 20					

Tabel 3.3 Variasi Benda Uji

PENGUJIAN CBR					
NO	KODE SAMPEL (%)	TANAH LEMPUNG (gr)	VARIASI PLASTIK PET (gr)		JUMLAH SAMPEL
			1 x 1 cm	1 x 0,5 cm	
1.	CTLTP 0	5000	0	0	3
2.	CTLTP 0,5	5000	12,5	12,5	3
3.	CTLTP 1,0	5000	25	25	3
4.	CTLTP 1,5	5000	37,5	37,5	3
TOTAL SAMPEL CBR = 12					

Tabel 3.4 Variasi Benda Uji

PENGUJIAN REMBESAN					
NO	KODE SAMPEL (%)	TANAH LEMPUNG (gr)	VARIASI PLASTIK PET (gr)		JUMLAH SAMPEL
			1 x 1 cm	1 x 0,5 cm	
1.	PTLP 0	500	0	0	1

2.	PTLP 0,5	500	1,25	1,25	1
3.	PTLP 1,0	500	2,5	2,5	1
4.	PTLP 1,5	500	3,75	3,75	1
TOTAL SAMPEL REMBESAN = 4					

3.6 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pencampuran tanah lempung dengan limbah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan tanah lempung tanpa menggunakan bahan campuran (0%) yang bertindak sebagai kelompok kontrol terhadap reaksi tanah lempung yang dilakukan pencampuran. Limbah plastik PET yang digunakan sebagai bahan campuran dalam penelitian ini dicacah secara tepi bergerigi lalu dipotong-potong dengan bentuk persegi ukuran 1 cm x 1 cm dan bentuk persegi panjang ukuran 1 cm x 0,5 cm. Kemudian pada proses pencampuran, kedua ukuran potongan plastik PET tersebut digabung dalam tiap sampel tanah lempung sesuai dengan komposisi campuran masing-masing sampel yaitu 0.5%, 1%, dan 1.5% plastik PET lalu diuji untuk mencari nilai CBR dan Rembesan.

Perencanaan penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh penggunaan limbah plastik PET terhadap nilai CBR dan Rembesan tanah lempung dan dapat meningkatkan daya dukung tanah tersebut. Adapun contoh bahan campuran limbah plastik PET dan sampel tanah lempung yang telah dilakukan pencampuran dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Bahan Campuran dan Sampel Dengan Hasil Campuran

3.7 Metode Analisis

Pada analisis data yang digunakan yaitu analisis hasil uji tanah lempung di laboratorium dengan langkah-langkah sebagai berikut ini :

A. Analisis Karakteristik Tanah Lempung

1. Analisis distribusi butiran terhadap tanah lempung yaitu melakukan analisis hasil pengujian tanah tersebut di laboratorium dan klasifikasinya menurut klasifikasi tanah serta menggolongkannya menurut jenis mineral tanah.
2. Analisis kadar air dan berat jenis tanah lempung penggunaan lapisan tanah dasar (*Subgrade*).
3. Analisis batas-batas konsistensi untuk mengklasifikasikan hasil uji batas cair dan batas plastis golongan tanah lempung terhadap analisis tanah lempung plastis tinggi pada konstruksi .

B. Analisis Tanah Lempung yang distabilisasi

1. Nilai CBR dari campuran tanah lempung dengan variasi cacahan Plastik PET.
2. Nilai koefisien permeabilitas (k) dari campuran tanah lempung dengan variasi cacahan Plastik PET.

3.8 Metode Pengujian

Pada pengujian ini yang menggunakan bahan campuran (*admixture*)

cacahan limbah plastik PET, setiap sampel tanah lempung dibuat campuran dengan persentase plastik PET 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% dan dilakukan masa pemeliharaan yang sama yaitu kurang lebih 7 hari serta pemeraman selama 24 jam sebelum dilakukan pengujian.

Pelaksanaan pengujian pada sifat fisis tanah lempung dan sifat mekanis tanah lempung tanpa dan dengan menggunakan campuran cacahan limbah plastik PET dapat dijelaskan sebagai berikut :

3.8.1 Uji Kadar Air

Metode Pengujian ASTM D 2216-(71) :

Langkah Kerja :

- a. Menimbang cawan yang akan digunakan dan memasukkan benda uji kedalam cawan dan menimbangnya.
- b. Memasukkan cawan yang berisi sampel ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- c. Menimbang cawan berisi tanah yang sudah di oven dan menghitung presentase kadar air.

3.8.2 Uji Berat Jenis

Metode Pengujian ASTM D854-(72) :

Langkah Kerja :

- a. Menyiapkan benda uji secukupnya lalu masukan kedalam oven pada suhu 60°C sampai dapat digemburkan atau dengan pengeringan matahari.
- b. Mendinginkan tanah dengan desikator lalu menyaring dengan

saringan No. 200 dan apabila tanah menggumpal ditumbuk lebih dahulu.

- c. Mencuci labu ukur dengan air suling dan mengeringkannya.
- d. Menimbang labu tersebut dalam keadaan kosong.
- e. Mengambil sampel tanah antara 25-30 gram.
Memasukkan sampel tanah kedalam labu ukur dan menambahkan air suling sampai menyentuh garis batas labu ukur.
- f. Mengeluarkan gelembung-gelembung udara yang terperangkap didalam butiran tanah dengan menggunakan pompa vakum.
- g. Mengeringkan bagian luar labu ukur, menimbang dan mencatat hasilnya dalam temperatur tertentu.

3.8.3 Uji Batas-batas Atterberg (*Atterberg Limit*)

A. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Metode Pengujian SNI 03-1967-1990 :

Langkah Kerja :

- a. Benda uji dengan berat 100gr yang diambil dari campuran bahan lolos saringan No. 40.
- b. Mengatur tinggi jatuh mangkok kuningan agar terjadi titik sentuh antara bagian bawah mangkok kuningan dengan permukaan alas karet, sehingga memperoleh ketinggian 10 mm.

- c. Mengambil sampel tanah yang lolos saringan no. 40 sebanyak 100 gram, kemudian diberi air sedikit demi sedikit dan aduk hingga merata, kemudian dimasukkan kedalam mangkuk kuningan dan meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
- d. Membuat alur tepat ditengah-tengah dengan membagi benda uji dalam mangkuk kuningan tersebut dengan menggunakan *grooving tool*.
- e. Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan dengan jumlah ketukan harus berada diantara 10 – 40 kali. Mengambil sebagian benda uji di bagian tengah mangkuk untuk pemeriksaan kadar air dan melakukan langkah kerja yang sama untuk benda uji dengan keadaan adonan benda uji yang berbeda sehingga diperoleh 4 macam benda uji dengan jumlah ketukan yang berbeda yaitu 2 buah dibawah 25 ketukan dan 2 buah di atas 25 ketukan.

B. Batas Plastis (*Plastis Limit*)

Metode Pengujian ASTM D 4318 :

Langkah Kerja :

- a. Mengayak sampel tanah yang telah dihancurkan dengan saringan no. 40.
- b. Mengambil sampel tanah kira-kira sebesar ibu jari

kemudian digulung-gulung di atas plat kaca hingga mencapai diameter 3 mm sampai retak-retak atau putus-putus.

- c. Memasukkan benda uji ke dalam container kemudian ditimbang.
- d. Menentukan kadar air benda uji.

C. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Metode Pengujian SNI 03-1967-1990 :

Langkah Kerja :

- a. Ambil contoh tanah yang sudah dikeringkan pada suhu ruangan dan lolos saringan No.40 secukupnya kedalam mangkok porselin.
- b. Tambahkan air pada tanah tersebut dan campur hingga merata, perlu diperhatikan kadar air dari pasta lebih tinggi dari batas cair tanah yang bersangkutan untuk memastikan campuran tanah dan air telah benar-benar jenuh.
- c. Lapsi mangkok *shrinkage limit* dengan Vaseline setipis mungkin secara merata dan timbang beratnya (W1).
- d. Isi mangkok dengan tanah yang telah dicampur air kira-kira sepertiga dari volume mangkok. Getarkan mangkok yang telah terisi tanah dengan cara mengetuk-ngetuk mangkok tersebut pada suatu permukaan yang keras (meja) secara perlahan-lahan agar tanah dapat mengisi secara merata

- sampai kepinggiran-pinggiran mangkok dan tidak ada gelembung udara yang tertinggal atau terjebak.
- e. Ulangi sekali lagi sampai mangkok terisi penuh.
 - f. Ratakan permukaan tanah dalam mangkok dengan spatula sesuai dengan tinggi mangkok. Bersihkan sisi-sisi luar dari mangkok tersebut. Timbang beratnya (W2)
 - g. Angin-anginkan tanah yang didalam mangkok selama kira-kira 6 jam, kemudian oven selama 24 jam.
 - h. Keluarkan tanah yang telah dioven dari mangkok, kemudian isi mangkok tersebut dengan air raksa, ratakan air raksa dengan menggunakan pelat kaca yang mempunyai 3 lubang. Kemudian timbang berat air raksa yang tertinggal dalam mangkok. (W4)
 - i. Tanah yang telah dikeluarkan dalam mangkok dimasukkan kedalam mangkok peluberan yang berisi air raksa. Ratakan atau tekan pelat kaca kedalam mangkok tersebut hingga kelebihan air raksa tumpah melalui lubang pada kaca tersebut. Hitung berat air raksa yang tumpah kedalam mangkok peluberan (W5). Berat ini dipakai untuk menentukan volume tanah yang ditest.

3.8.4 Uji Analisa Saringan

Metode Pengujian AASTHO, ASTM, & SNI 3423:2008 :

Langkah kerja :

Cara Basah

1. Contoh tanah dari lapangan dikeringkan (dijemur) atau dengan menggunakan alas pemanas lain dengan suhu tidak lebih dari 60°C . Tumbuk gumpalan-gumpalan tanah dengan menggunakan palu karet agar butiran-butirannya lepas.
2. Timbang benda uji sebanyak 500 gr, masukkan kedalam saringan No. 200 kemudian cuci sampai air kelihatan bersih. Keringkan benda uji yang tertahan disaringan No. 200 tersebut kedalam oven selama 24 jam dengan suhu 110°C .
3. Susun satu set saringan sesuai dengan standar yang digunakan.
4. Timbang masing-masing saringan tersebut dan sebelumnya dibersihkan dengan menggunakan sikat.
5. Masukkan benda uji yang tertahan saringan No.200 kedalam saringan yang telah tersusun. Guncangkan selama 15 menit dan diamkan selama 5 menit agar benda uji mengendap.
6. Timbang benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan.

3.8.5 Uji Analisis Hidrometer

Metode Pengujian AASTHO, ASTM, & SNI 3423:2008 :

Langkah kerja :

1. Ambil 50 gr tanah yang lolos saringan No. 200, oven selama

24 jam.

2. Siapkan bahan kimia yang dapat digunakan untuk mencegah butir-butir tanah untuk berflokulasi (bahan kimia yang biasa digunakan adalah larutan calgon) larutan ini dapat dibuat dengan campuran 1000 ml air dengan 40 gr calgon.
3. Ambil gelas ukur berukuran 1000 ml lalu isi dengan 10 ml larutan calgon, lalu masukkan kedalam tanah yang telah dioven. Tambahkan air sebanyak 125 ml, lalu biarkan larutan tersebut selama kurang lebih 8-12 jam.
4. Tambahkan air suling kedalam gelas ukur sampai permukaan air menyentuh tanda yang menunjukkan 1000 ml.
5. Tutup gelas ukur dengan karet penutup, lalu kocok campuran tersebut dengan cara membolak-balik silinder, kurang lebih 10 menit.
6. Letakkan gelas ukur pada bak yang mempunyai temperatur tetap. Catat waktu tesnya lalu masukkan alat ukur hydrometer kedalam gelas ukur secara perlahan-lahan.

3.8.6 Uji Kompaksi (pemadatan)

Metode Pengujian ASTM D 698-78 :

Langkah Kerja :

Penambahan air :

- a. Mengambil tanah sebanyak 10 kg dengan menggunakan karung goni lalu dijemur.

- b. Setelah kering tanah yang masih menggumpal dihancurkan dengan palu karet.
- c. Butiran tanah yang telah terpisah diayak dengan saringan No. 4.
- d. Butiran tanah yang lolos saringan No. 4 dipindahkan atas 5 bagian, masing-masing 2 kg, masukkan masing-masing bagian kedalam plastik dan ikat rapat-rapat.
- e. Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel tanah untuk menentukan kadar air awal.
- f. Mengambil tanah seberat 2 kg, menambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan tanah sampai merata. Bila tanah yang diaduk telah merata, dikepalkan dengan tangan. Bila tangan dibuka, tanah tidak hancur dan tidak lengket ditangan.
- g. Setelah dapat campuran tanah, mencatat berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2 kg tanah, penambahan air dilakukan dengan selisih 3%.

Pemadatan tanah :

- a. Menimbang mold standar beserta alas.
- b. Memasang coller pada *mold*, lalu meletakkannya di atas papan.
- c. Mengambil salah satu sampel yang telah ditambahkan air sesuai dengan penambahannya.

- d. Dengan *modified proctor*, tanah dibagi kedalam 5 bagian. Bagian pertama dimasukkan kedalam mold, ditumbuk 25 kali sampai merata. Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk bagian kedua, ketiga, keempat dan kelima sehingga bagian kelima.
- e. Melepaskan *collar* dan meratakan permukaan tanah pada *mold* dengan menggunakan pisau pemotong.
- f. Menimbang *mold* berikut alas dan tanah didalamnya.
- g. Mengeluarkan tanah dari *mold* dengan *extruder*, ambil bagian tanah dengan menggunakan *container* untuk pemeriksaan kadar air (w).
- h. Mengulangi langkah kerja a sampai g untuk sampel tanah lainnya, maka akan didapatkan 5 data pemadatan tanah.
- i. Mengulangi langkah kerja pengujian untuk sampel tanah lempung yang telah dicampur cacahan Limbah Plastik PET bergerigi.

3.8.5 Uji California Bearing Ratio (CBR)

Metode Pengujian ASTM D 1833, AASHTO T- 180 dan T-183

Langkah Kerja :

- a. Menyiapkan 3 sampel tanah yang lolos saringan no. 4 masing-masing sebanyak 6 kg.
- b. Mencampur tanah dengan cacahan limbah Plastik PET sesuai dengan kadar yang telah ditentukan.

- c. Menentukan penambahan air
- d. Menambahkan air yang didapat tadi pada campuran dan diaduk hingga merata.
- e. Memasukkan sampel kedalam *mold* lalu menumbuk secara merata. Melakukan penumbukan sampel dalam *mold* dengan 5 lapisan dan banyaknya tumbukan pada masing-masing sampel adalah :
 - Sampel 1 : Setiap lapisan ditumbuk 10 kali
 - Sampel 2 : Setiap lapisan ditumbuk 35 kali
 - Sampel 3 : Setiap lapisan ditumbuk 65 kali
- f. Melepaskan *collar* dan meratakan sampel dengan *mold* lalu menimbang *mold* berikut sampel tersebut.
- g. Mengambil sebagian sampel hasil uji untuk memeriksa kadar air
- h. Mengulangi pengujian untuk sampel tanah lempung yang telah dicampur cacahan Limbah Plastik PET bergerigi.

3.8.6 Uji Rembesan (permeabilitas)

Metode Pengujian ASTM D2434-68 :

Langkah Kerja :

- a. Memadatkan sampel tanah pada *mold* dengan nilai pemadatan maksimum.
- b. Meratakan permukaan sampel bagian atas dan bawah, kemudian memasang batu pori pada bagian atas dan dasar

tanah uji.

- c. Menjenuhkan sampel tanah uji dengan merendam sampel kedalam air selama 24 jam.
- d. Menyatukan alat uji permeabilitas dengan cara meyabungkan buret (pipa besi) dengan mold sampel tanah.
- e. Memasang lem kaca pada tiap sambungan alat modifikasi.
- f. Memasukkan air sebanyak 2 liter.
- g. Mencatat ketinggian air awal (h_1) dan tinggi air setelah waktu (t) yang ditentukan (h_2).
- h. Mengulangi pengujian untuk sampel tanah lempung yang telah dicampur cacahan Limbah Plastik PET bergerigi.

BOSOWA

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Dasar Tanah Lempung

Hasil Pengujian Karakteristik Fisis dan Mekanis Tanah Lempung

Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah Lempung

No	Parameter	Hasil Uji Sifat Fisis Tanah Lempung		Satuan
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	40,91		%
2	Pengujian berat jenis	2,604		Gs
3	pengujian batas-batas atterberg			
	1. Batas Cair (LL)	36,24		%
	2. Batas Plastis	19,41		%
	3. Batas Susut	8,64		%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	16,83		%
	5. Activity	1,00		%
4	Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer			
	#4 (4,75 mm)	100,00		%
	#10 (2,00 mm)	98,78		%
	#20 (0,85 mm)	97,46		%
	#40 (0,43 mm)	93,52		%
	#60 (0,25 mm)	89,46		%
	#80 (0,180 mm)	87,22		%
	#100 (0,15 mm)	85,82		%
	#200 (0,075 mm)	80,32		%
5	Pasir	19,68		%
	Lanau	63,54		%
	Lempung	16,78		%

Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2020

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah Lempung

No	Parameter	Hasil Uji Sifat Mekanis Tanah Lempung Tanpa dan Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET Bergerigi				Satuan
1	Pengujian Kompaksi (Pemadatan)					
	Persentase Plastik PET	0	0.5	1	1.5	%
	Wopt	24.37	24.30	23.60	23.50	%
	γ dry	1.51	1.45	1.40	1.35	gr/cm ³
2	Pengujian California Bearing Ratio (CBR)					
	Persentase Plastik PET	0	0.5	1	1.5	%
	CBR (0.1 Inchi)	19	15	12.32	9	%
	CBR (0.2 Inchi)	21	16	13.21	11	%
3	Pengujian Rembesan (Permeabilitas)					
	Persentase Plastik PET	0	0.5	1	1.5	%
	k	0.0004	0.0009	0.0013	0.0018	cm/menit

Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021

4.2 Pembahasan Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Tanah Lempung

4.2.1 Berat Jenis (Gs)

Berdasarkan hasil pemeriksaan berat jenis, diperoleh nilai sebesar 2.604 gr/cm³. Dari nilai tersebut, tanah masuk ke kategori lempung organik dengan kisaran nilai dari 2.58 – 2.65 gr/cm³.

4.2.2 Pengujian Batas-batas Konsistensi

a. Batas Batas Atterberg

1) Batas Cair (Liquid Limit, (LL))

Gambar 4.1 memperlihatkan hubungan jumlah ketukan dengan kadar air didapatkan nilai batas cair (LL) sebesar 36.75%.



Gambar 4.1 Kurva Aliran Untuk Penentuan Batas Cair

2) Batas Plastis (*Plastic Limit* (PL))

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium diperoleh nilai batas plastis (PL) sebesar 19.41%.

3) Indeks Plastisitas (*Indeks Plasticity* (IP))

Berdasarkan rumus $PI = LL - PL$ diperoleh nilai indeks plastisitas (PI) sebesar 16.83% .Tanah yang mempunyai nilai PI 7 - 17 masuk kategori lempung berlanau dengan sifat plastisitas sedang.

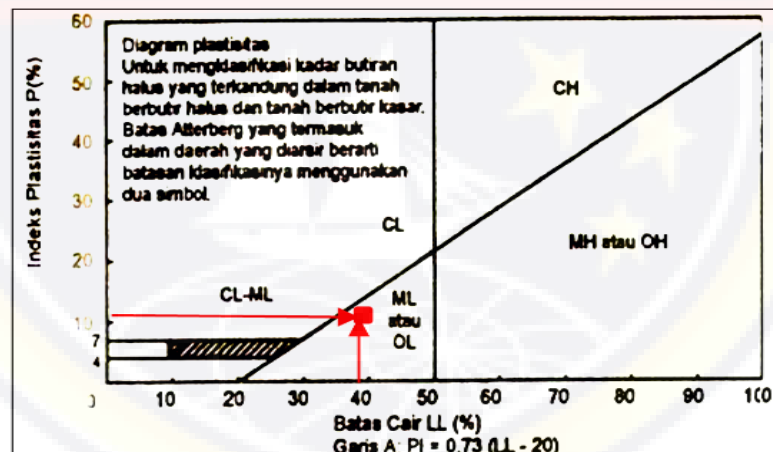
4) Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Berdasarkan hasil pengujian batas susut diperoleh nilai batas susut sebesar 8.64%.

5) Activity

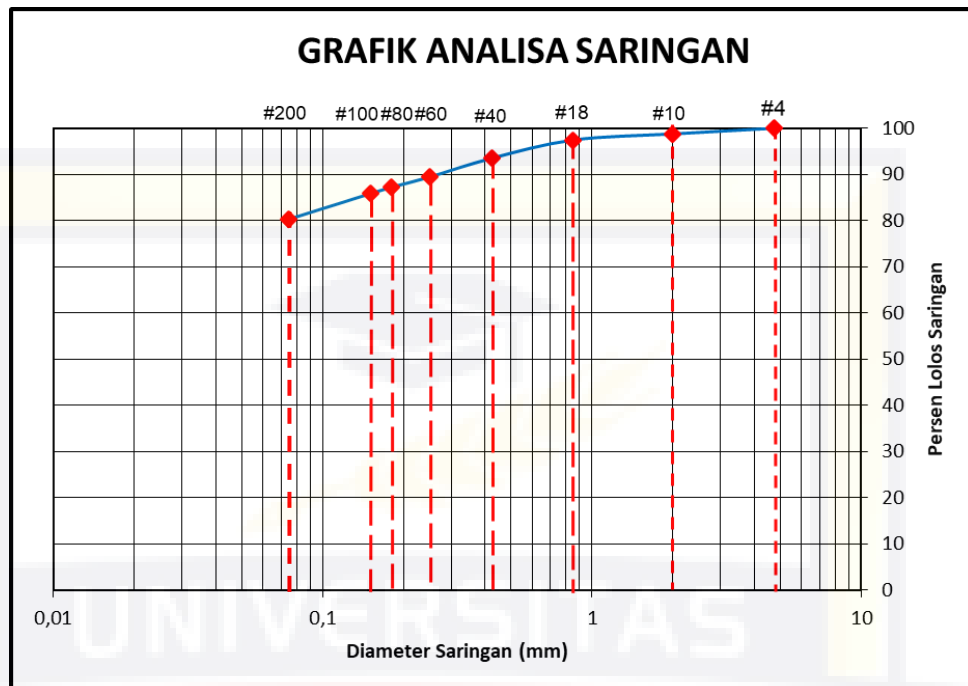
Berdasarkan persamaan nilai activity $A = \frac{16,83}{16,78}$ dari pengujian diperoleh nilai **A** sebesar 1.00%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa aktivitasnya normal yang dimana nilai aktivitas tersebut berada di antara 0.75 – 1.25 dan jenis mineral lempungnya adalah illite.

Hubungan antara batas cair (LL) dengan indeks plastisitas (PI) berdasarkan system *Unified* ditunjukkan pada Gambar 4.2.



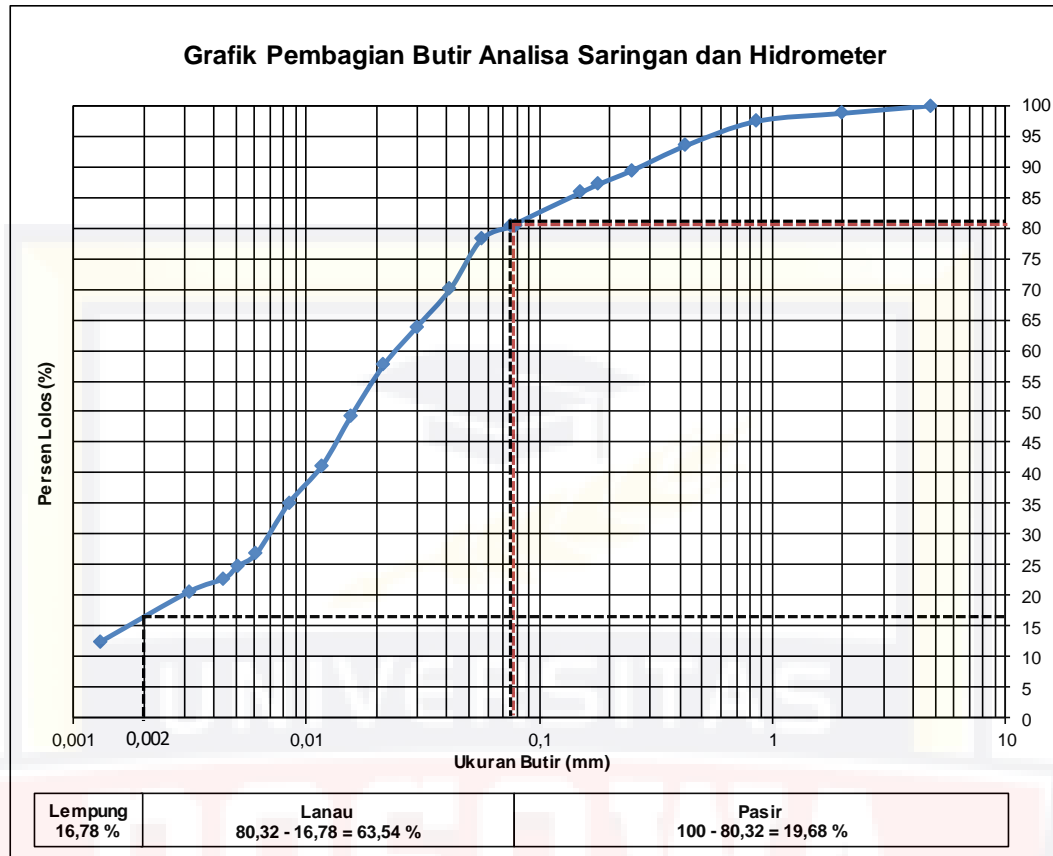
Gambar 4.2 (Indeks plastisitas sistem Unified)

b. Analisa Gradasi Butiran



Gambar 4.3 Grafik Analisa Saringan

Analisis gradasi saringan merupakan kegiatan analisis yang digunakan untuk menentukan presentase berat butiran yang lolos dalam suatu set saringan yang digambarkan dalam bentuk grafik. Gambar 4.3 menunjukkan hasil pengujian gradasi yang dilakukan dengan analisa saringan basah maka hasil yang diperoleh adalah 80, 32 % lolos saringan No. 200. Sehingga diperoleh fraksi pasir sebesar 19.68 %.



Gambar 4.4 Grafik Pembagian Butir Analisa Saringan dan Hidrometer

Berdasarkan kurva lengkung pada gambar 4.4 diperoleh hasil bahwa sebagian ukuran butir tanah merupakan fraksi Lempung sebanyak 16.78%, sedangkan fraksi lanau sebesar 63.54%. Peninjauan klasifikasi tanah yang mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 0,002 mm, tidak berdasarkan secara langsung pada gradasinya, sehingga penentuan klasifikasinya lebih didasarkan pada batas-batas atterbergnya.

Sebagian besar lempung hanya memiliki sekitar 15% sampai 50% fraksi lempung. Jadi tanah tersebut merupakan tanah lempung berdasarkan pengujian batas-batas Atterbergnya (Laurence D. Wesley).

4.3 Klasifikasi Tanah

4.3.3 AASHTO (*American Association Of State Highway And Transportation Officials*)

Untuk mengklasifikasikan tanah yang diuji ke dalam klasifikasi AASTHO adalah dengan berdasarkan uji analisa distribusi butiran serta hasil uji batas-batas Atterberg, yaitu:

- a) Tanah lolos saringan no. 200 = 80.32%
- b) Batas cair (LL) = 36.24%
- c) Batas Plastis (PL) = 19.41%
- d) Indeks Plastisitas (IP) = 16.83%

Berdasarkan analisa basah, presentase bagian tanah yang lolos saringan no. 200 adalah 80.32% ($> 35\%$). Sehingga tanah diklasifikasikan dalam kelompok: (A-4, A-5, A-6, A-7).

Batas cair (LL) = 36.24%. Tanah yang batas cairnya lebih kecil dari 40% maka tanah tersebut masuk dalam kelompok A-4 (max.40%) dan A-6 yang juga maksimal 40%.

Indeks Plastisitas (PI) = 16.83%. A-6 nilai PI minimumnya sebesar 11% maka tanah dikelompokkan kedalam kelompok A-6. Tanah yang masuk kategori A-6 termasuk klasifikasi tanah lempung.

4.3.4 USCS (*Unified Soil Classification System*)

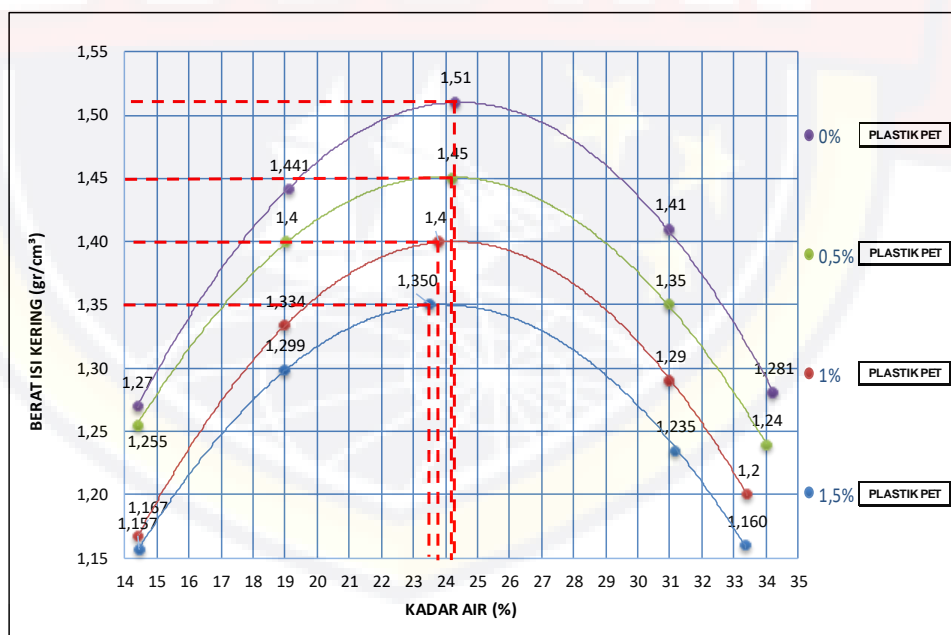
Analisis saringan basah didapatkan tanah lolos saringan no. 200 lebih besar dari 50% sehingga masuk ke dalam klasifikasi tanah berbutir halus.

Batas cair (LL) = 32, 64% dan indeks plastisitas (PI) = 16, 83%. Dari bagian plastisitas, klasifikasi tanah masuk dalam range CL:CL adalah simbol lempung anorganik dengan plastisitas rendah, sampai dengan sedang, lempung berkerikil lempung berpasir, lempung berlanau lempung “kurus” (*lean clays*). Lempung anorganik juga biasa diartikan bahwa tanah lempung tersebut terbentuk akibat pelapukan dari batuan ataupun partikel-partikel yang berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan.

Dari karakteristik material diatas (yaitu plastisitas dan distribusi ukuran partikel) dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut adalah: Tanah Lempung (Clay) dengan Sifat Plastisitas sedang.

4.4 Pembahasan Hasil Pemeriksaan Sifat Mekanis Tanah Lempung

4.4.1 Hasil Pengujian Kompaksi (Pemadatan)



Gambar 4.5 Grafik Gabungan Pengujian Kompaksi

Berdasarkan Gambar 4.5 dari tiap persentase pencampuran variasi plastik PET dapat dilihat bahwa :

- Pengujian Pemadatan Standar (Proctor test) tanah lempung tanpa menggunakan variasi Plastik PET 0% diperoleh $w_{opt} = 24.37\%$ dan $\gamma_{dry} = 1,51 \text{ gr/cm}^3$.
- Pengujian Pemadatan Standar (Proctor test) tanah lempung dengan menggunakan variasi Plastik PET 0.5% diperoleh $w_{opt} = 24.30\%$ dan $\gamma_{dry} = 1,45 \text{ gr/cm}^3$.
- Pengujian Pemadatan Standar (Proctor test) tanah lempung dengan menggunakan variasi Plastik PET 1% diperoleh $w_{opt} = 23.60\%$ dan $\gamma_{dry} = 1,40 \text{ gr/cm}^3$.
- Pengujian pemadatan Standar (Proctor test) tanah lempung dengan menggunakan variasi Plastik PET 1.5% diperoleh $w_{opt} = 23.50\%$ dan $\gamma_{dry} = 1,35 \text{ gr/cm}^3$.

Tabel 4.3 Hubungan Variasi Plastik PET Terhadap Nilai w_{opt} & γ_{dry}

PENGUJIAN KOMPAKSI (PEMADATAN)					
Parameter	Hasil Uji Kompaksi				Satuan
	Tanah Lempung Tanpa dan Dengan Menggunakan Variasi				
Persentase Plastik PET	0	0.5	1	1.5	%
w_{opt}	24.37	24.30	23.60	23.50	%
γ_{dry}	1.51	1.45	1.40	1.35	gr/cm ³

Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2020/2021

Data pada Tabel 4.3 menunjukkan nilai γ_{dry} tanah lempung tanpa variasi (0%) sebesar 1.51 gr/cm^3 dengan kadar air optimum 24.37%.

Penambahan Plastik PET dengan persentasi campuran sebesar 0.5% diperoleh penurunan γ **dry** maksimum sebesar 1.45 gr/cm³ dengan selisih sebesar 0.06% dan mengalami penurunan pada **Wopt** sebesar 24.30% dengan selisih sebesar 0.07%. Variasi 1% mengalami penurunan γ **dry** sebesar 1.40 gr/cm³ dengan selisih 0.05% dan mengalami penurunan **Wopt** sebesar 23.60% dengan selisih 0.7%, kemudian pada variasi 1.5% mengalami penurunan γ **dry** 1.35 gr/cm³ dengan selisih 0.05% sedangkan penurunan **Wopt** sebesar 23.50% dengan selisih 0.1%. Mulai dari variasi 0.5% diperoleh selisih yang bervariasi setiap penambahan persentase Plastik PET namun pada variasi 1% dan 1.5% diperoleh nilai γ **dry** selisih yang sama yaitu 0.05% .

Pada hasil pengamatan dilaboratorium dapat diketahui nilai γ **dry** menurun seiring dengan bertambahnya kadar variasi cacahan plastik PET sebab tanah akan semakin ringan dimana berat jenis plastik PET lebih kecil dari berat jenis tanah lempung dan nilai **Wopt** mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jumlah persenan variasi karena daya serap tanah lempung lebih besar sedangkan Plastik PET tidak memiliki daya resap, sehingga mempengaruhi penurunan nilai kadar air optimum pada tiap penambahan variasi.

4.4.2 Hasil Pengujian California Bearing Ratio (CBR)

Tabel 4.4 Hubungan Variasi Plastik PET Terhadap Nilai CBR

PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)					
Parameter	Hasil Uji CBR				Satuan
	Tanah	Lempung	Tanpa dan	Dan	
Persentase Plastik PET	0	0.5	1	1.5	%
CBR (0.1 Inchi)	19	15	12.32	9	%
CBR (0.2 Inchi)	21	16	13.21	11	%

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2020

Berdasarkan data pada Tabel 4.4 setiap persentase pencampuran variasi Plastik PET dapat dilihat bahwa :

Nilai CBR tiap persenan pencampuran variasi Plastik PET mengalami penurunan, untuk nilai CBR dengan penurunan 0.1 inchi menghasilkan selisih 4% diantara penambahan 0% sampai 0.5%, 2,68% antara penambahan variasi 0.5% sampai 1%, dan 3.32% antara penambahan 1% sampai 1.5%. Sedangkan nilai CBR pada penurunan 0.2 inchi menghasilkan selisih 5% diantara penambahan 0% sampai 0.5%, 2.79% antara penambahan variasi 0.5% sampai 1%, dan 2.21% antara penambahan 1% sampai 1.5%.

Selama proses pengujian dilaboratorium yang telah diamati maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa semakin banyak campuran variasi plastik PET yang diberikan pada benda uji akan menyebabkan nilai CBR nya semakin menurun. Hal ini dipengaruhi oleh sifat plastik PET yang sulit menyatuh dengan tanah lempung sehingga mengurangi kerapatan pada benda uji tersebut. Penurunan nilai CBR nya juga dipengaruhi oleh

penurunan nilai berat isi kering (γ dry) dimana semakin banyak campuran variasi plastik PET yang diberikan, benda uji akan semakin ringan sebab berat jenis plastik PET lebih kecil dari berat jenis tanah lempung.

4.4.3 Hasil Pengujian Rembesan (Permeabilitas)

Tabel 4.5 Hubungan Variasi Plastik PET Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas (k)

PENGUJIAN REMBESAN (PERMEABILITAS)					
Parameter	Hasil Uji Rembesan				Satuan
	Tanah Lempung	Tanpa dan Dengan Menggunakan Variasi	Tanpa dan Dengan Menggunakan Variasi	Tanpa dan Dengan Menggunakan Variasi	
Persentase Plastik PET	0	0.5	1	1.5	%
K	0.0004	0.0009	0.0013	0.0018	cm/menit

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021

Adapun perbandingan nilai Koefisien Permeabilitas (k) dengan Variasi Plastik PET dapat dilihat dari grafik berikut:



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Nilai k Dengan Variasi Plastik PET

Data pada Tabel 4.5 dan gambar 4.6 menunjukkan bahwa seiring penambahan variasi Plastik PET, maka nilai koefisien permeabilitasnya

juga semakin besar. Pada tanah lempung tanpa variasi (0%) dan dengan penambahan variasi sampai 0.5% mengalami kenaikan dengan selisih 0.0005%, untuk penambahan variasi 0.5% dan 1% selisihnya sebesar 0.0004%, dan untuk selisih antara penambahan 1% sampai 1.5% sebesar 0.0005%.

Dari hasil pengamatan dilaboratorium selama proses pengujian Rembesan, terlihat bahwa seiring dengan penambahan campuran variasi plastik PET pada contoh benda uji maka penurunan air dalam pipa semakin cepat dan benda uji dalam tabung semakin muda dirembes oleh air melalui pori-pori. Hal ini dipengaruhi oleh sifat plastik PET yang digunakan sebagai bahan campur sulit menyatuh dengan tanah lempung sehingga menyebabkan benda uji akan berpori dan berpotensi meloloskan air. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk mempercepat Rembesan air pada suatu konstruksi yang selalu dalam keadaan kering supaya tidak tergenang air.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pemeriksaan data hasil pengujian dan pembahasan serta pengamatan dilaboratorium yang dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu ;

1. Hasil pengujian karakteristik tanah lempung diperoleh bahwa tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus dengan sifat plastisitas sedang. Peninjauan klasifikasi tanah yang mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 0,002 mm, tidak berdasarkan secara langsung pada gradasinya, sehingga penentuan klasifikasinya lebih didasarkan pada batas-batas atterbergnya.

Sebagian besar lempung memiliki sekitar 15% sampai 50% kadar lempung. Jadi tanah tersebut masuk kategori tanah berlempung berdasarkan pengujian batas-batas Atterbergnya.

2. Selama proses pengujian dilaboratorium yang telah diamati maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa semakin banyak campuran variasi plastik PET yang diberikan pada benda uji akan menyebabkan nilai CBR nya semakin menurun. Hal ini dipengaruhi oleh sifat plastik PET yang sulit menyatuh dengan tanah lempung sehingga mengurangi kerapatan pada benda uji tersebut. Penurunan nilai CBR nya juga dipengaruhi oleh penurunan nilai berat isi kering (γ_{dry}) dimana semakin banyak campuran variasi

plastik PET yang diberikan, benda uji akan semakin ringan sebab berat jenis plastik PET lebih kecil dari berat jenis tanah lempung.

3. Dari hasil pengamatan dilaboratorium selama proses pengujian Rembesan, terlihat bahwa seiring dengan penambahan campuran variasi plastik PET yang diberikan pada contoh benda uji maka penurunan air dalam pipa semakin cepat dan benda uji dalam tabung semakin mudah dirembes oleh air melalui pori-pori. Hal ini dipengaruhi oleh sifat plastik PET yang digunakan sebagai bahan campur sulit menyatu dengan tanah lempung sehingga menyebabkan benda uji akan semakin berpori dan berpotensi meloloskan air. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk mempercepat Rembesan air pada suatu konstruksi yang selalu dalam keadaan kering supaya tidak tergenang air.

5.2. Saran

Adapun saran dari penulis adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti yang akan mengembangkan penelitian ini sebaiknya terlebih dahulu menyiapkan alat pencetak bahan campur yang memadai agar dapat memudahkan peneliti dalam proses mencetak bentuk plastik PET yang dicacah secara tepi bergerigi dengan potongan persegi ukuran 1 cm x 1 cm dan persegi panjang ukuran 1 cm x 0,5 cm. Kiranya dengan itu peneliti akan lebih menghemat waktu dan tenaga dalam mencetak bahan campuran.

2. Pada metode pencampuran tanah lempung dengan limbah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang dicacah secara tepi bergerigi lalu dipotong-potong dengan bentuk persegi ukuran 1 cm x 1 cm dan bentuk persegi panjang ukuran 1 cm x 0,5 cm, sebaiknya kedua ukuran tersebut masing-masing dilakukan pencampuran dan pengujian pada sampel yang berbeda guna untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing ukuran potongan tersebut terhadap tanah lempung.
3. Melihat hasil dari penelitian ini, untuk pengujian CBR mungkin perlu memperbanyak jumlah sampel sehingga lebih banyak perbandingan untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih akurat.
4. Terkhusus pada pengujian rembesan (permeabilitas) dengan stabilisasi menggunakan limbah plastik PET mungkin perlu dilakukan dengan metode pemeraman dalam silinder dengan memberikan tekanan terhadap sampel tanah sebelum dilakukan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

Bowles, d. (1991). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*.

PT. Erlangga: Jakarta. (Hal. 6).

Craig, R. F., 1991. *Mekanika Tanah*. Jakarta: PT. Erlangga.

Das, B. M. (1998). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid-1*. Erlangga: Jakarta.

Endang , Hisyam. Setyawati. (2014). Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Stabilitas Lereng. *Jurnal Fropil*, Vol. 2 No. 2.

Endaryanta, & Wibowo, D. E. (2016). Pemanfaatan Dan Modifikasi Limbah Plastik Untuk Perbaikan Sifat Teknik (Kuat-Geser) Tanah Lempung. *Inersia*, Vol. XII No. 2.

Hardiyatmo.,C. Hary. 2002. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Hardiyatmo. (1992). *Teknik Pondasi 2*. Beta Offset: Yogyakarta.

Hardiyatmo, H. C. (1999). *Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian II*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.

Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2012). *Buku II Volume 4 Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca, Pengelolaan Limbah*. Jakarta.

Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2012).Buku Profil Bank Sampah Indonesia.Jakarta.

Sazuatmo. (2011). Pengaruh Material Plastik Terhadap Kekuatan Geser Pada Tanah Lempung. *Jurnal Teknik Sipil UBL*, Vol. 2 No. 1 hal 110-115. Bengkulu:FT Unihaz.

Seputra, Miftahul Shahib. (2020, Oktober). Analisis Stabilitas Tanah Lempung Dengan Arang Tempurung Terhadap Nilai CBR Dan Rembesan. pp. 8-9.

SNI 1968-1990 Metode Pengujian Analisis Saringan

SNI 3423-2008 Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah.

Standar Nasional Indonesia, 1990, Metode Pengujian Batas Cair Dengan Alat Casagrande,SNI-03-1967-1990, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Sukirman, S. (1992). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova: Bandung.

Syamsiro, M. (2013). Fuel Oil Production from Municipal Plastic Wastes in Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Reactors. *Energy Procedia*, 47, 180-188.

Verhoef, P. (1994). *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Erlangga: Jakarta.

Vidayanty, D. (2017). *Mekanika Tanah 1*. Universitas Mercu Buana: Jakarta.

Wesley, L. D. 1973. Mekanika Tanah. Jakarta : Badan Penerbit Pustaka
Umum.





LAMPIRAN

UNIVERSITAS

BOSOWA



HASIL PEMERIKSAAN

KADAR AIR



BOSOWA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 September 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

TABEL KADAIR AIR

No. Cawang	-	1	2	3
Berat Cawan, W1	gram	6,3	6,4	6,3
Berat Cawan + Tanah Basah, W2	gram	38,2	37,3	37,7
Berat Cawan + Tanah Kering, W3	gram	28,9	28,4	27,5
Berat Tanah Kering, $W_s=W_3-W_1$	gram	22,6	22	24,8
Berat Air, $W_w=W_2-W_3$	gram	9,3	8,9	10,2
Kadar Air, $w=(W_w/W_s)*100$	%	41,15	40,45	41,13
Rata-rata	%	40,91		

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten LAB.

Makassar, Oktober 2020

Diuji Oleh:

Julsen Rombe
Mahasiswa



**HASIL PENGUJIAN
BERAT JENIS**

UNIVERSITAS

BOSOWA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 September 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

**PENGUJIAN BERAT JENIS
(AASHTO, ASTM, & SNI 1964:2008)**

Sampel	-	I	II
Berat Piknometer, (W1)	gram	53,3	52,9
Berat Piknometer + Air, (W2)	gram	115,7	112,1
Berat Piknometer + Air + Tanah, (W3)	gram	131,2	127,4
Berat Tanah Kering, (Ws)	gram	25	25
Temperatur	°C	29	29
Faktor Koreksi, $\alpha = \gamma T / \gamma 20$		0,99598	0,99598
Berat Jenis (Gs)		2,63	2,58
Berat Jenis rata-rata		2,604	

TABEL PEMBAGIAN JENIS TANAH BERDASARKAN BERAT JENIS

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
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
GAMBUS	1.25 - 1.8

Makassar, Oktober 2020

Diperiksa Oleh:

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten LAB.

Julsen Rombe
Mahasiswa



**HASIL PENGUJIAN
BATAS-BATAS ATTERBERG**

UNIVERSITAS

BOSOWA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 September 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG

(AASTHO, ASTM, & SNI 1996:2008)

No. Test	-	Batas Cair (LL)							
		10		24		29		40	
Jumlah Pukulan	-	10		24		29		40	
No. Container	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Berat Tanah Basah + Container (W1)	gr	21,6	18,6	18,7	15,9	16,7	15,5	18,9	18,7
Berat Tanah Kering + Container (W2)	gr	17,4	15,2	16,0	14,1	14,1	13,3	16,5	16,4
Berat Container (W3)	gr	6,5	6,4	8,8	9,1	6,6	6,7	9,1	9,2
Berat Air (Ww=W1-W2)	gr	4,2	3,4	2,7	1,8	2,6	2,2	2,4	2,3
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	gr	10,9	8,8	7,2	5,0	7,5	6,6	7,4	7,2
Kadar Air, Ww/Wd x 100%	%	38,5	38,6	37,5	36,0	34,7	33,3	32,4	31,9
Rata-rata		38,58		36,75		34,00		32,19	



Batas Cair (LL) didapat pada pukulan 25
Jadi, LL $-1,0969 \ln(25) + 39,768 = 36,24 \%$

Diperiksa Oleh:

Makassar, Oktober 2020
Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten LAB.

Julsen Rombe
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 September 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

**PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG (BATAS PLASTIS, PL)
(AASHTO, ASTM, & SNI 1996:2008)**

No Test	-	1	2
No. Container	-	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	17,4	14,9
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	15,2	13,1
Berat Container (W3)	Gram	3,9	3,8
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	2,2	1,8
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	11,3	9,3
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	19,47	19,35
Kadar Air Rata-rata	%	19,41	

Indeks Plastisitas $PI = LL - PL$

$$= 36,24 - 19,41 = 16,83 \%$$

$$\text{Activity, } A = \frac{PI}{\% \text{ Fraksi Lempung}}$$

$$= \frac{16,83}{16,78}$$

$$= \frac{16,83}{16,78}$$

$$= 1,00$$

Makassar, Oktober 2020

Diperiksa Oleh:

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Julsen Rombe
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 September 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PENGUJIAN BATAS SUSUT
(AASHTO, ASTM, & SNI 3422:2008)

No. Test	-	1	2
Berat Mould (W1)	Gram	10,1	10,6
Berat Mould + Tanah Basah (W2)	Gram	37,2	37,7
Berat Mould + Tanah Kering (W3)	Gram	29	29,7
Berat Air Raksa yang dipakai untuk mengisi mangkok shringkage (W4)	Gram	220,3	224,6
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test, (W5)	Gram	133,4	135,8
Berat Tanah Basah, $Ww=W2-W1$	Gram	27,1	27,1
Berat Tanah Kering, $Wd=W3-W1$	Gram	18,9	19,1
Berat Air, $Wa=W2-W3$	Gram	8,2	8
Berat Cawang Petri, (Wp)	Gram	38,4	38,4
Berat Jenis Air Raksa (r)	Gram	13,6	13,6
Volume tanah basah, $Vw=(W4-Wp)/r$	m ³	13,38	13,69
Volume tanah kering, $Vd=(W5-Wp)/r$	m ³	6,99	7,16
Kadar air = $Wa/Wd \times 100\%$	%	43,39	41,88
Batas susut : SL = $Kadar\ air - ((Vw - Vd) / Wd) \times 100\%$	%	9,58	7,70
SL rata-rata	%	8,64	


Makassar, Oktober 2020

Diperiksa Oleh:

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Julsen Rombe
Mahasiswa



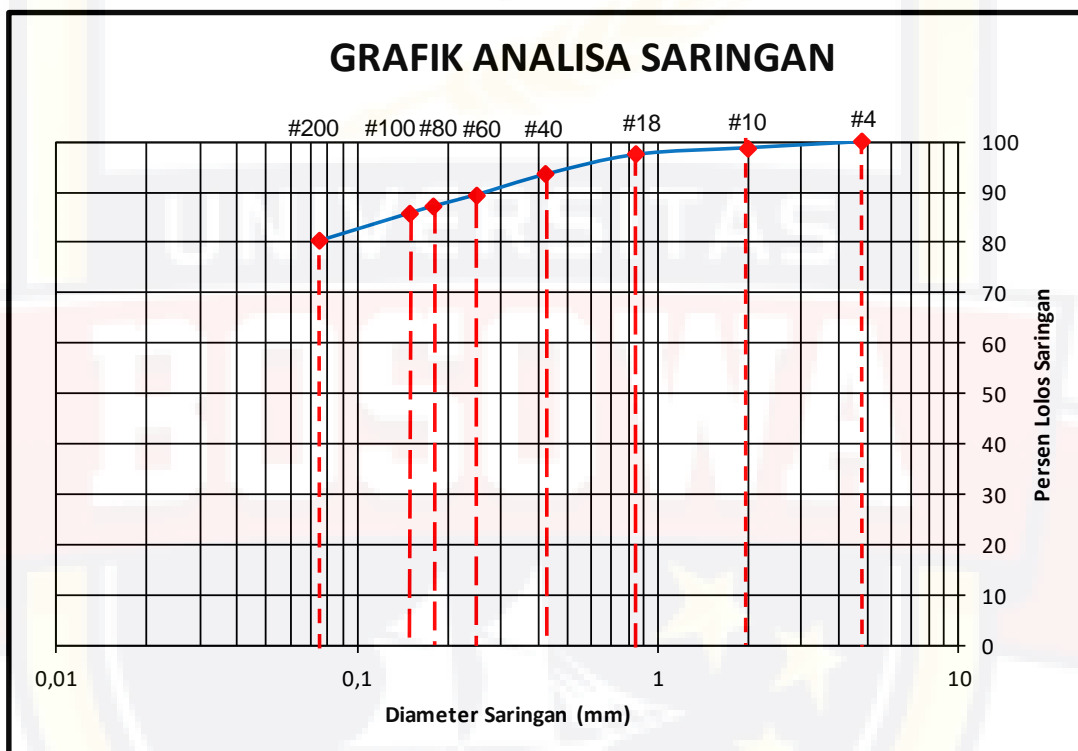
**HASIL PENGUJIAN
ANALISA SARINGAN
&
HIDROMETER**



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 September 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Diperiksa Oleh:

Makassar, Oktober 2020

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Julsen Rombe
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 September 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

**PENGUJIAN ANALISIS HIDROMETER TANAH
(AASTHO, ASTM, & SNI 3423:2008)**

Berat Jenis : 2,604 gram/cm³
Zero Correction : 1
Meniscus Correction : 1
Gs Correction : 1,028
{a = 1.65 Gs/[(Gs-1)xGs]} :
Berat Tanah, W_s : 50 gram

R_{cp} = R + Temperatur Correction - Zero Correction
R_{cl} = R + Meniscus Correction

Waktu (menit)	T (°C)	R	R _{cp}	% Butiran Halus a.R _{cp} /W _s x 100 %	R _{cl}	L (cm)	K	D=K (L/t) ^{0.5}
0,25	29	37	39	80,32	38	10,1	0,01240	0,07882
0,5	29	36	38	78,26	37	10,4	0,01240	0,05655
1	29	32	34	70,03	33	11,1	0,01240	0,04131
2	29	29	31	63,86	30	11,5	0,01240	0,02973
4	29	26	28	57,69	27	12,0	0,01240	0,02148
8	29	22	24	49,47	23	12,7	0,01240	0,01562
15	29	18	20	41,24	19	13,3	0,01240	0,01168
30	29	15	17	35,07	16	13,8	0,01240	0,00841
60	29	11	13	26,84	12	14,5	0,01240	0,00610
90	29	10	12	24,78	11	15,0	0,01240	0,00506
120	29	9	11	22,73	10	15,3	0,01240	0,00443
240	29	8	10	20,67	9	15,6	0,01240	0,00316
1440	29	4	6	12,44	5	16,0	0,01240	0,00131

Makassar, Oktober 2020

Diperiksa Oleh:

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten LAB.

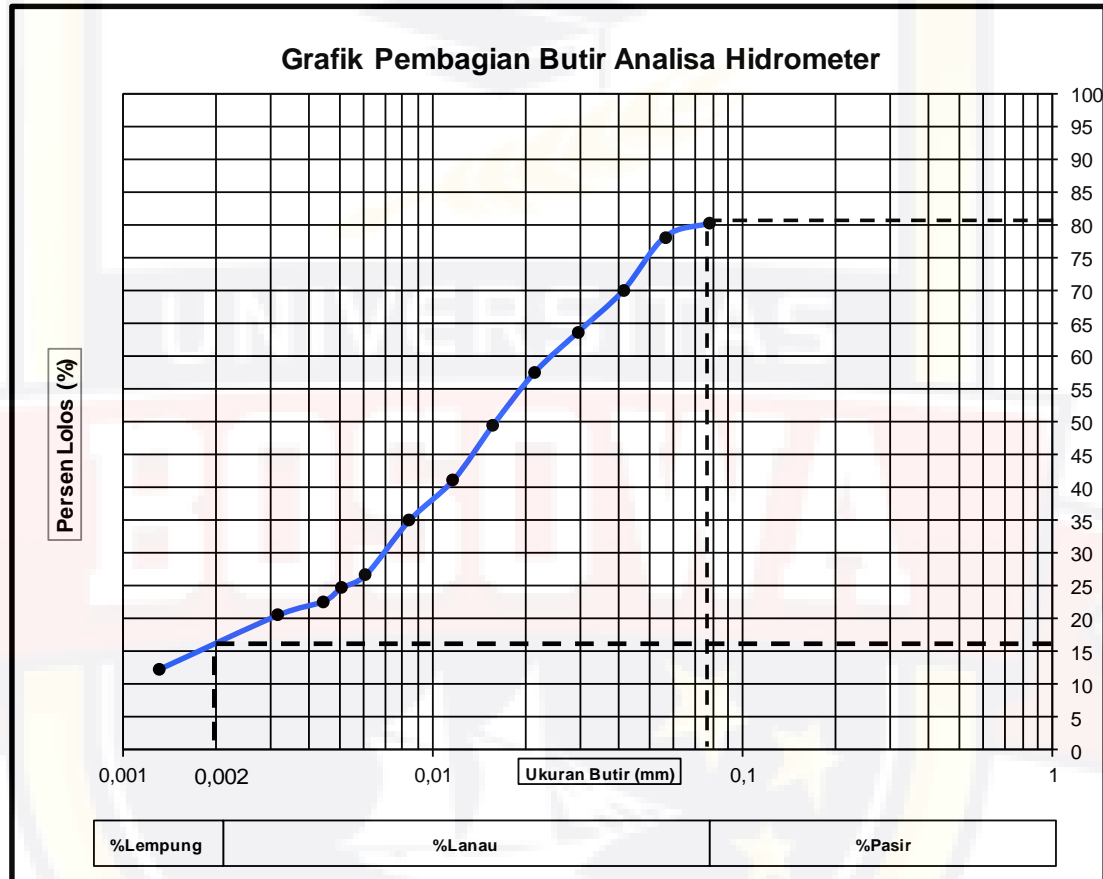
Julsen Rombe
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung



Diperiksa Oleh:

Makassar, Oktober 2020
Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

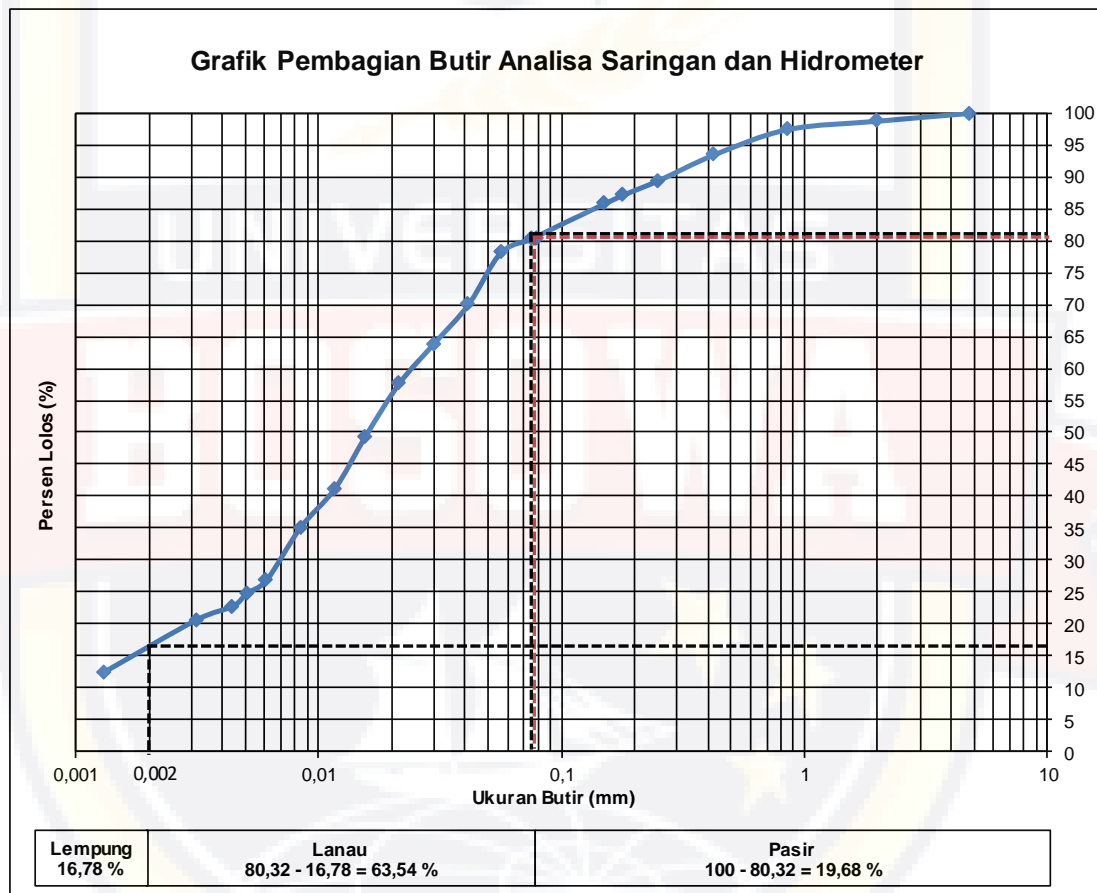
Julsen Rombe
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 September 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Oktober 2020
Diuji Oleh:

Julsen Rombe
Mahasiswa



**HASIL PENGUJIAN
SIFAT MEKANIS TANAH
UNIVERSITAS
LEMPUNG**

BOSOWA

**HASIL PENGUJIAN
KOMPAKSI TANPA VARIASI
DAN DENGAN VARIASI
PLASTIK PET**

(0%, 0.5%, 1%, 1.5%)

BUSUWA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Lempung
 Tanggal : 07 September 2020
 Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

**PENGUJIAN KOMPAKSI TANAH LEMPUNG
(SNI 03-1742-1989)**

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	40,70	40,70	40,70	40,70	40,70
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	14,381	19,127	24,578	29,678	34,217

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3370	4061	3590	3767	3886
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4746	5687	5380	5524	5515
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1376	1626	1790	1757	1629
Volume Mould	cm ³	947,39	947,39	947,39	947,39	947,39
Berat Volume Basah $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mould}$	gr/cm ³	1,452	1,716	1,889	1,855	1,719

KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	43,4	41,8	28,9	30,1	22,3	22,6	47,1	36,3	45,9	36,8
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	38,9	37,1	24,8	26,0	18,7	18,9	37,3	28,9	36,0	29,1
Berat Air (Ww)	gram	4,5	4,7	4,1	4,1	3,6	3,7	9,8	7,4	9,9	7,7
Berat Cawan	gram	8,0	4	3,9	4	4	3,9	4,1	4,1	6,8	6,8
Berat Tanah Kering	gram	30,9	33,1	20,9	22	15	15	33,2	24,8	29,2	22,3
Kadar Air (ω)	%	14,6	14,2	19,6	18,6	24	24,7	29,5	29,8	33,9	34,5
Kadar Air Rata-rata	%	14,381	19,127	24,578	29,678	34,217					

BERAT ISI KERING

Berat Tanah Basah, W wet	8	1376	1626	1790	1757	1629
Berat Isi Kering $\gamma_d ZAV_{100} = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)} \times 1$	gr/cm ³	1,270	1,441	1,517	1,430	1,281
Berat Isi Basah $\gamma_d ZAV_{80} = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)} \times 0,8$	gr/cm ³	1,895	1,738	1,588	1,469	1,377

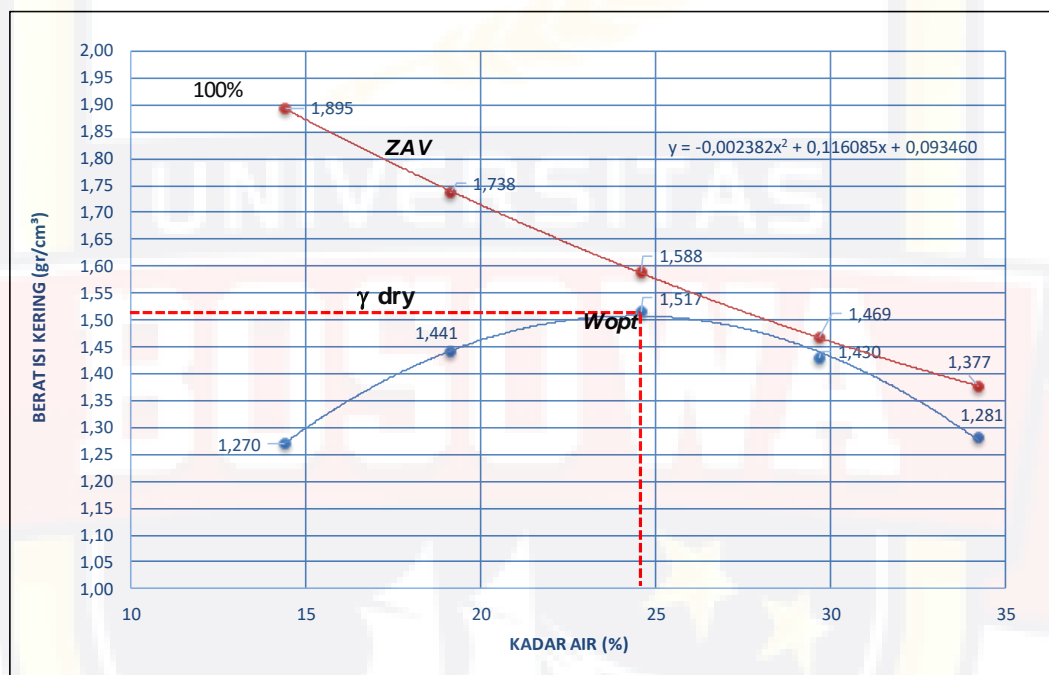
Berat Jenis (G_s) = 2,604



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 07 September 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



$$\begin{aligned} -0,002382 x^2 + 0,116085 x + 0,0935 &= -0,0023820 x^2 + 0,11609 x + 0,09346 \\ &= -0,004764000 + 0,11609 \\ &= 24,37 \quad \text{Kadar Air Optimum} \\ &= 1,51 \quad \text{yd maks.} \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh:

Makassar Juni 2021
Diuji Oleh :

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Julsen Rombe
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Lempung
 Tanggal : 07 September 2020
 Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PENGUJIAN KOMPAKSI VARIASI PET 0.5%

(SNI 03-1742-1989)

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	40,70	40,70	40,70	40,70	40,70
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	14,381	19,127	24,165	30,599	34,217

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3370	4061	3590	3767	3886
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4730	5627	5300	5482	5463
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1360	1566	1710	1715	1577
Volume Mould	cm ³	947,39	947,39	947,39	947,39	947,39
Berat Volume Basah $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mould}$	gr/cm ³	1,436	1,653	1,805	1,810	1,665

KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	43,4	41,8	28,9	30,1	22,3	22,6	47,1	36,3	45,9	36,8
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	38,9	37,1	24,8	26,0	18,7	19	37,1	28,7	36,0	29,1
Berat Air (Ww)	gram	4,5	4,7	4,1	4,1	3,6	3,6	10	7,6	9,9	7,7
Berat Cawan	gram	8,0	4	3,9	4	4	3,9	4,1	4,1	6,8	6,8
Berat Tanah Kering	gram	30,9	33,1	20,9	22	15	15,1	33	24,6	29,2	22,3
Kadar Air (ω)	%	14,6	14,2	19,6	18,6	24	23,8	30,3	30,9	33,9	34,5
Kadar Air Rata-rata	%	14,381	19,127	24,165	30,599	34,217					

BERAT ISI KERING

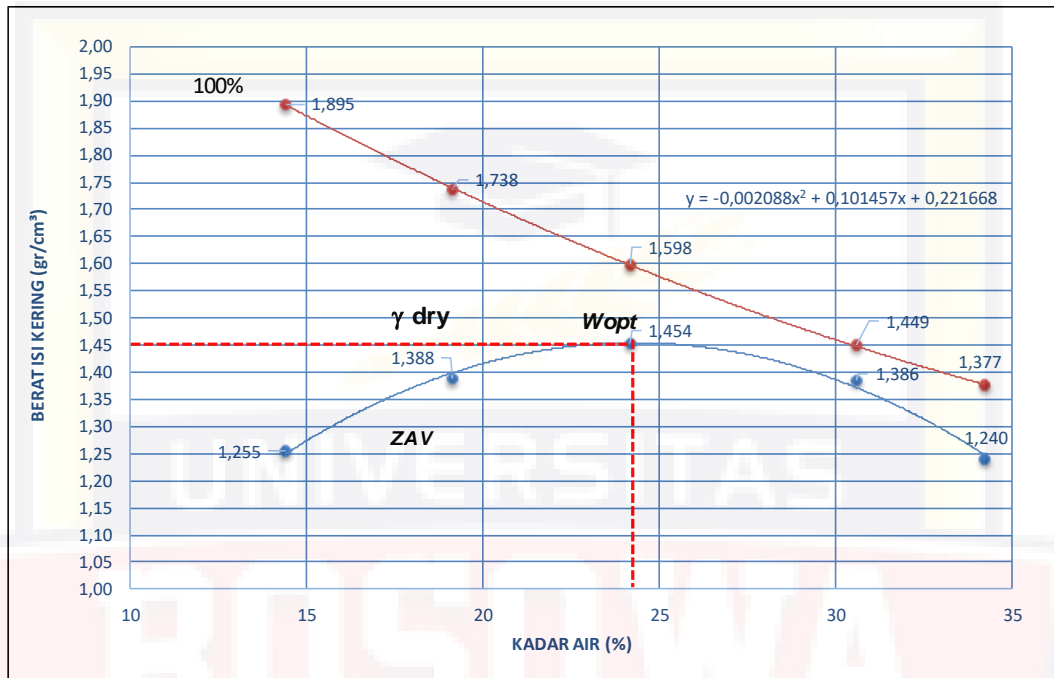
Berat Tanah Basah, W wet	8	1360	1566	1710	1715	1577
Berat Isi Kering $\gamma_d ZAV_{100} = \frac{Gs}{1 + (\omega \times Gs)} \times 1$	gr/cm ³	1,255	1,388	1,454	1,386	1,240
Berat Isi Basah $\gamma_d ZAV_{80} = \frac{Gs}{1 + (\omega \times Gs)} \times 0.8$	gr/cm ³	1,895	1,738	1,598	1,449	1,377

Berat Jenis (Gs) = **2,604**



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789



$$\begin{aligned} -0,002088 x^2 + 0,101457 x + 0,2217 & Y = -0,0020880 x^2 + 0,10146 x + 0,221668 \\ & = -0,004176000 + 0,10146 \\ & = \mathbf{24,30} \quad \mathbf{Kadar Air Optimum} \\ & = \mathbf{1,45} \quad \mathbf{yd maks.} \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh:

Makassar Juni 2021

Diuji Oleh :

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Julsen Rombe
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
 Tanggal : 10 Februari 2021
 Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

**PENGUJIAN KOMPAKSI VARIASI PET 1%
(SNI 03-1742-1989)**

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	40,70	40,70	40,70	40,70	40,70
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	13,830	17,729	23,330	29,671	33,916

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3370	4061	3595	3767	3886
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4630	5527	5234	5382	5363
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1260	1466	1639	1615	1477
Volume Mould	cm ³	947,39	947,39	947,39	947,39	947,39
Berat Volume Basah $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mould}$	gr/cm ³	1,330	1,547	1,730	1,705	1,559

KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	43,4	41,8	28,9	30,1	22,3	22,6	47,1	37,3	45,9	36,8
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	39,2	37,1	25,3	26,0	18,9	19	37,8	29,3	36,0	29,2
Berat Air (Ww)	gram	4,2	4,7	3,6	4,1	3,4	3,6	9,3	8,0	9,9	7,6
Berat Cawan	gram	8,0	4	3,9	4	4	3,9	4,1	4,1	6,8	6,8
Berat Tanah Kering	gram	31,2	33,1	21,4	22	15	15,1	33,7	25,2	29,2	22,4
Kadar Air (ω)	%	13,5	14,2	16,8	18,6	23	23,8	27,6	31,7	33,9	33,9
Kadar Air Rata-rata	%	13,830	17,729	23,330	29,671	33,916					

BERAT ISI KERING

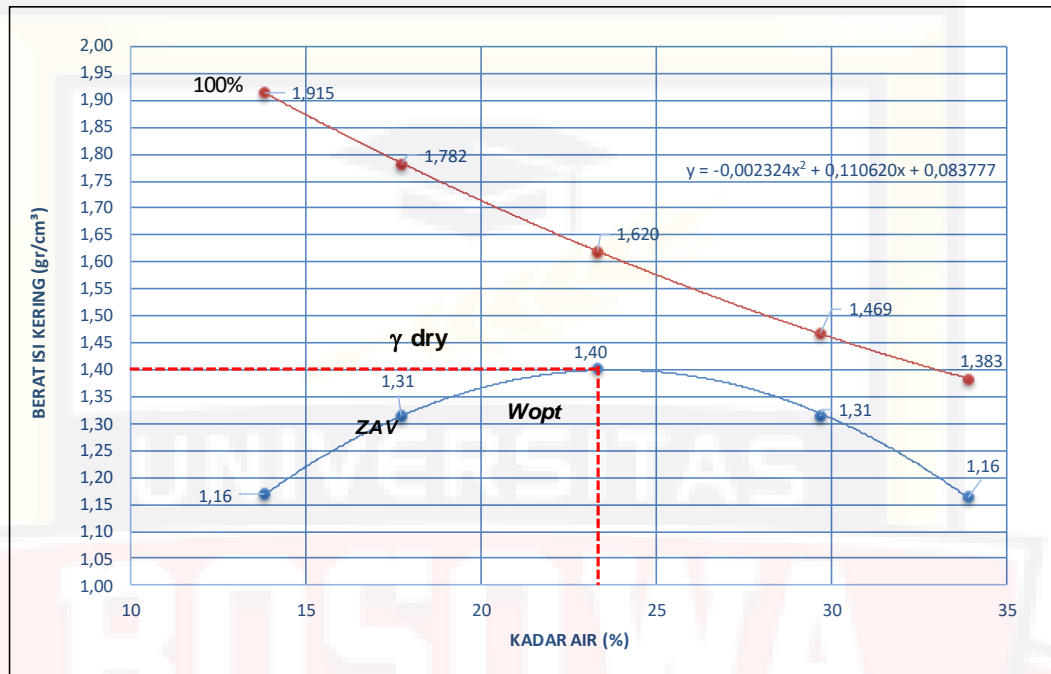
Berat Tanah Basah, W wet	8	1260	1466	1639	1615	1477
Berat Isi Kering $\gamma_{d ZAV_{100}} = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)} \times 1$	gr/cm ³	1,168	1,314	1,403	1,315	1,164
Berat Isi Basah $\gamma_{d ZAV_{80}} = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)} \times 0.8$	gr/cm ³	1,915	1,782	1,620	1,469	1,383

Berat Jenis (G_s) = **2,604**



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789



$$\begin{aligned} -0,002324 x^2 \quad 0,110620 x \quad 0,0838 \quad Y = & \quad -0,0023240 x^2 \quad + \quad 0,11062 x \quad + \quad 0,083777 \\ = & \quad -0,004648000 \quad + \quad 0,11062 \\ = & \quad \mathbf{23,80} \quad \mathbf{Kadar Air Optimum} \\ = & \quad \mathbf{1,40} \quad \mathbf{yd maks.} \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh:

Makassar Juni 2021

Diuji Oleh :

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Julsen Rombe
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
 Tanggal : 10 Februari 2021
 Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PENGUJIAN KOMPAKSI VARIASI PET 1.5%
 (SNI 03-1742-1989)

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	40,70	40,70	40,70	40,70	40,70
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	14,740	19,892	23,330	27,373	31,394

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3370	4061	3590	3767	3886
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4640	5537	5169	5352	5373
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1270	1476	1579	1585	1487
Volume Mould	cm ³	947,39	947,39	947,39	947,39	947,39
Berat Volume Basah $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mould}$	gr/cm ³	1,341	1,558	1,667	1,673	1,570

KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	43,4	41,8	28,9	30,2	22,3	22,6	47	35,8	45,9	36,8
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	38,8	37	25,1	25,5	18,9	19	37,9	28,9	36,6	29,6
Berat Air (Ww)	gram	4,6	4,8	3,8	4,7	3,4	3,6	9,1	6,9	9,3	7,2
Berat Cawan	gram	8,0	4	3,9	4	4	3,9	4,1	4,1	6,8	6,8
Berat Tanah Kering	gram	30,8	33	21,2	21,5	15	15,1	33,8	24,8	29,8	22,8
Kadar Air (ω)	%	14,9	14,55	17,9	21,9	23	23,8	26,9	27,8	31,2	31,6
Kadar Air Rata-rata	%	14,740	19,892	23,330	27,373	31,394					

BERAT ISI KERING

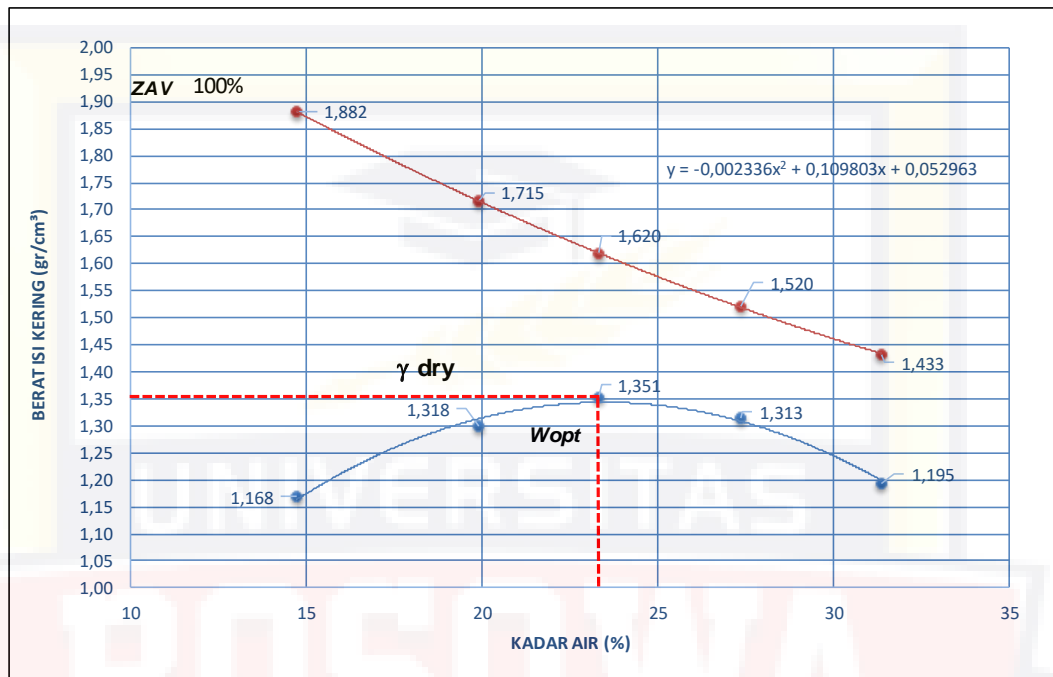
Berat Tanah Basah, W wet	8	1270	1476	1579	1585	1487
Berat Isi Kering $\gamma_{d ZAV_{100}} = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)} \times 1$	gr/cm ³	1,168	1,299	1,351	1,313	1,195
Berat Isi Basah $\gamma_{d ZAV_{80}} = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)} \times 0.8$	gr/cm ³	1,882	1,715	1,620	1,520	1,433

Berat Jenis (G_s) = **2,604**



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789



$$\begin{aligned} -0,002336 x^2 + 0,109803 x + 0,053 & Y = -0,0023360 x^2 + 0,10980 x + 0,052963 \\ & = -0,004672000 + 0,10980 \\ & = \mathbf{23,50} \quad \mathbf{Kadar Air Optimum} \\ & = \mathbf{1,35} \quad \mathbf{yd maks.} \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh:

Makassar Juni 2021

Diuji Oleh :

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Julsen Rombe
Mahasiswa

The background features a large, faint watermark of a university crest. The crest is shield-shaped with a yellow border. Inside the shield, there is a graduation cap (mortarboard) above a golden laurel wreath. Below the wreath, the word "UNIVERSITAS" is written in white capital letters on a dark grey horizontal band. The shield is flanked by two red, ribbon-like shapes that curve outwards.

UNIVERSITAS

**HASIL PENGUJIAN
CBR TANPA VARIASI DAN
DENGAN VARIASI LIMBAH
PLASTIK PET
(0%, 0.5%, 1%, 1.5%)**

**CBR TANPA VARIASI LIMBAH
PLASTIK PET**

(0%)

UNIVERSITAS

BOSOWA





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 Februari 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM 10X TUMBUKAN

METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183

KADAR AIR

No. Container	-	A	B
Berat Tanah Basah + Container	gram	62,3	65,6
Berat Tanah Kering + Container	gram	53,90	55,10
Berat Air	gram	8,4	10,5
Berat Container	gram	8,8	8,9
Berat Tanah Kering	gram	45,10	46,20
Kadar Air, ω	gram	18,63	22,73
Kadar Air rata-rata	%	20,68	

BERAT ISI

A. Berat Mold	gram	8374
B. Berata Tanah Basah + Mold	gram	11395
C. Berat Tanah Basah	gram	3021
D. Volume Cetakan	cm ³	2076,26
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,455
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,21

PENETRASI

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 10.2921

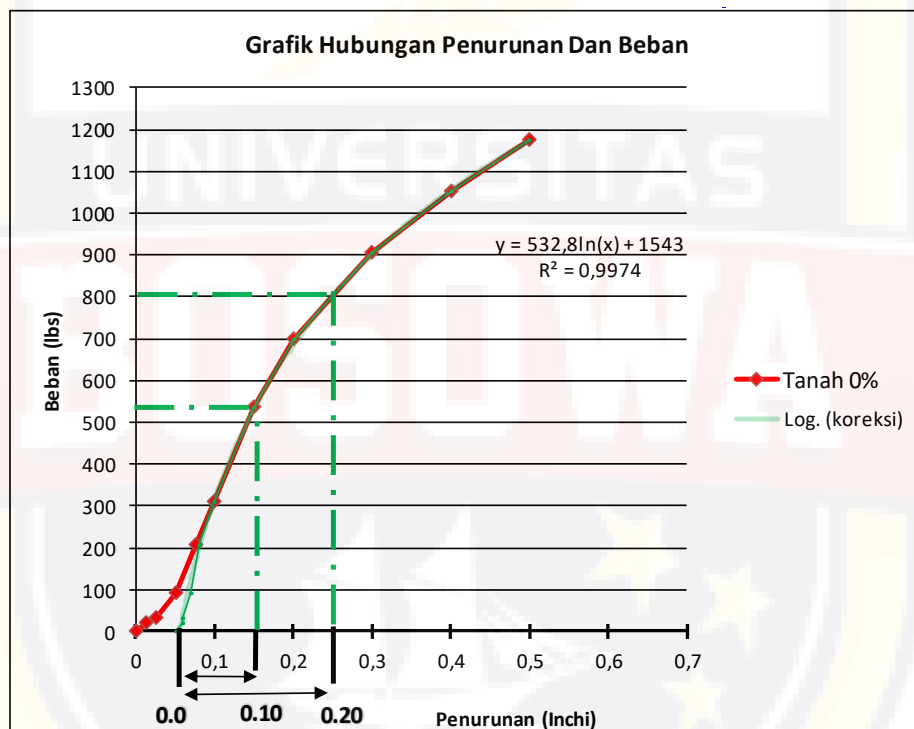
Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	2	20,58
0,025	3	30,88
0,050	9	92,63
0,075	20	205,84
0,100	30	308,76
0,150	52	535,19
0,200	68	699,86
0,300	88	905,70
0,400	102	1049,79
0,500	114	1173,30



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 Februari 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 532,8 \ln(x) + 1543$ (lbs)	CBR (%)
0,1	532,79	17,76
0,2	801,03	17,80

Nilai CBR = 17,80 %



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 Februari 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM 35X TUMBUKAN

METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183

KADAR AIR

No. Container	-	A	B
Berat Tanah Basah + Container (W2)	gram	69,80	67,30
Berat Tanah Kering + Container (W3)	gram	59,10	56,90
Berat Air (Ww = W2-W3)	gram	10,70	10,40
Berat Container (W1)	gram	8,60	7,90
Berat Tanah Kering (Wd)	gram	50,50	49,00
Kadar Air, ω	gram	21,19	21,22
Kadar Air rata-rata	%	21,21	

BERAT ISI

A. Berat Mold (W1)	gram	7325
B. Berat Tanah Basah + Mold (W2)	gram	10960
C. Berat Tanah Basah	gram	3635
D. Volume Cetakan	cm ³	2792,72
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,302
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,07

PENETRASI

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/De: 10,2921

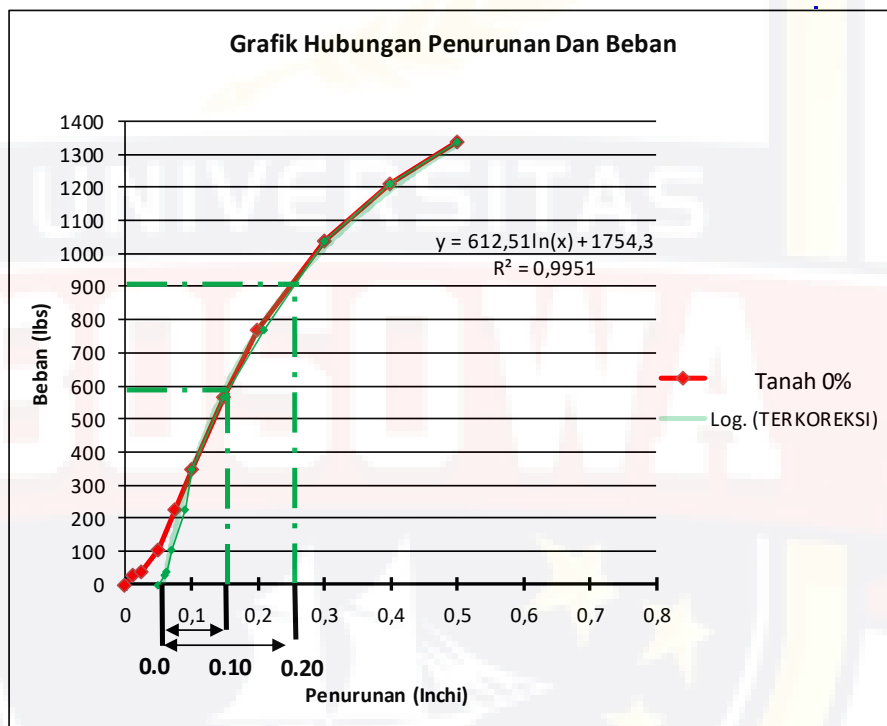
Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	3	30,88
0,025	4	41,17
0,050	10	102,92
0,075	22	226,43
0,100	34	349,93
0,150	55	566,07
0,200	75	771,91
0,300	101	1039,50
0,400	118	1214,47
0,500	130	1337,97



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Lempung
 Tanggal : 17 Februari 2020
 Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban (lbs)	CBR (%)
Nilai CBR = 0,2	20,22 % 909,78	19,91 20,22

Nilai CBR = 20,22 %



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 Februari 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM 65X TUMBUKAN

METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183

KADAR AIR

No. Container	-	A	B
Berat Tanah Basah + Container (W2)	gram	56,90	57,00
Berat Tanah Kering + Container (W3)	gram	48,20	48,20
Berat Air (Ww = W2-W3)	gram	8,70	8,80
Berat Container (W1)	gram	6,10	5,90
Berat Tanah Kering (Wd)	gram	42,10	42,30
Kadar Air, ω	gram	20,67	20,80
Kadar Air rata-rata	%	20,73	

BERAT ISI

A. Berat Mold (W1)	gram	7504
B. Berata Tanah Basah + Mold (W2)	gram	11298
C. Berat Tanah Basah	gram	3794
D. Volume Mold	cm ³	2935,40
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,292
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet}/(1+\omega)$	gram/cm ³	1,07

PENETRASI

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 10,2921

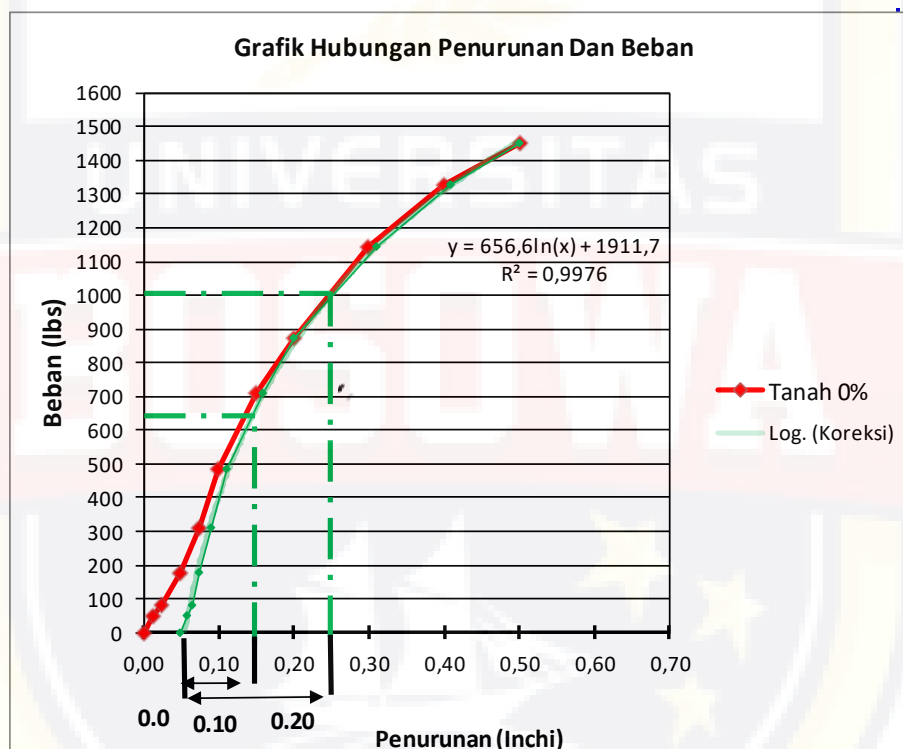
Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	5	51,46
0,025	8	82,34
0,050	17	174,97
0,075	30	308,76
0,100	47	483,73
0,150	69	710,15
0,200	85	874,83
0,300	111	1142,42
0,400	129	1327,68
0,500	141	1451,19



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 17 Februari 2020
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 656,60 \ln(x) + 1911,7$ (lbs)	CBR (%)
0,1	662,45	22,08
0,2	1021,86	22,71

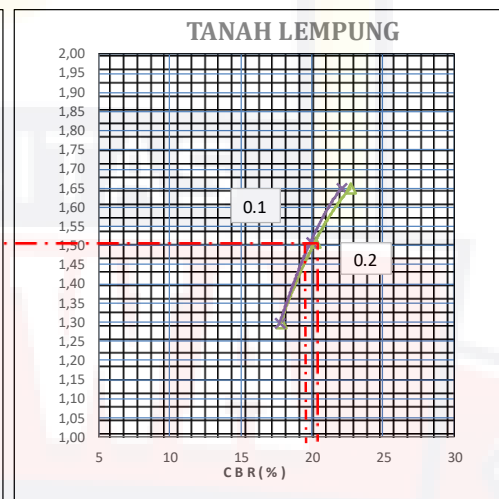
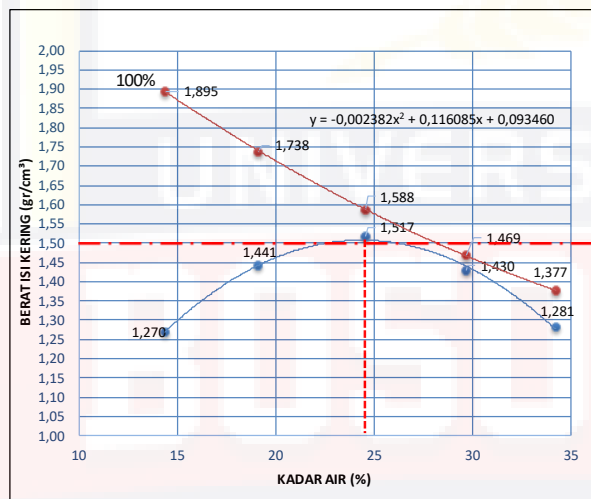
Nilai CBR = 22,71 %



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Nilai CBR (0,1) = 19%

Nilai CBR (0,2) = 21%

Makassar, April 2021
Diuji Oleh:

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten LAB.

Julsen Rombe
Mahasiswa



**CBR DENGAN VARIASI
LIMBAH PLASTIK PET**

(0.5%)

BOSOWA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM 10X TUMBUKAN DENGAN VARIASI 0,5%

METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183

KADAR AIR

No. Container	-	A	B
Berat Tanah Basah + Container	gram	60,8	68,4
Berat Tanah Kering + Container	gram	51,70	58,00
Berat Air	gram	9,1	10,4
Berat Container	gram	8,5	8,5
Berat Tanah Kering	gram	43,20	49,50
Kadar Air, ω	gram	21,06	21,01
Kadar Air rata-rata	%	21,04	

BERAT ISI

A. Berat Mold	gram	8374
B. Berata Tanah Basah + Mold	gram	11440
C. Berat Tanah Basah	gram	3066
D. Volume Cetakan	cm ³	2076,26
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,477
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,22

PENETRASI

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 10.2921

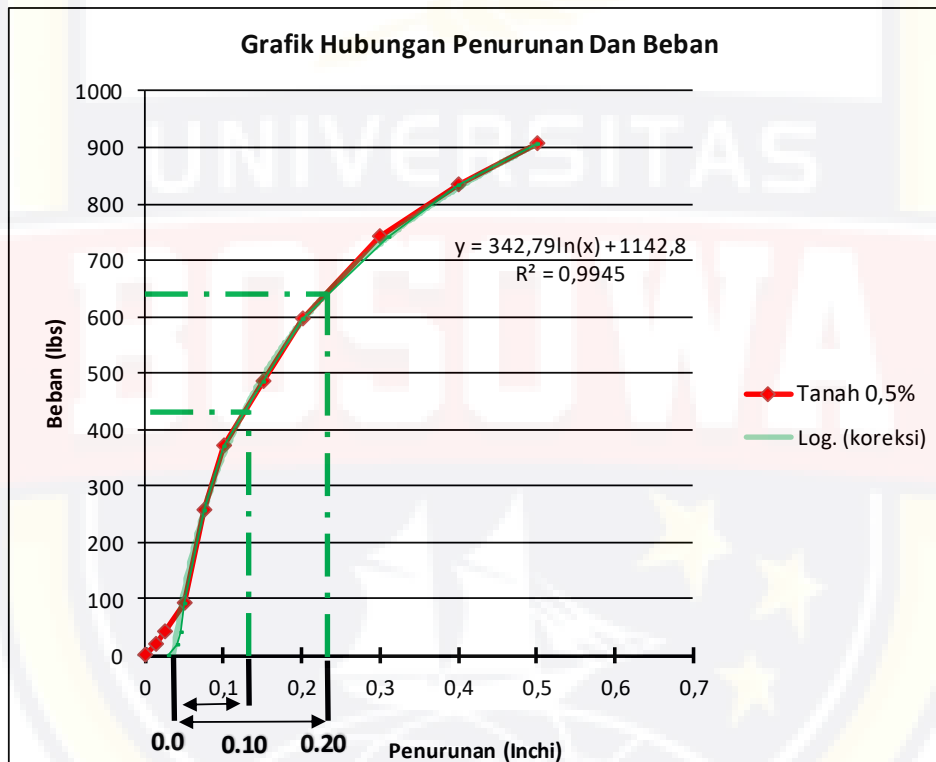
Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	2	20,58
0,025	4	41,17
0,050	9	92,63
0,075	25	257,30
0,100	36	370,52
0,150	47	483,73
0,200	58	596,94
0,300	72	741,03
0,400	81	833,66
0,500	88	905,70



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 342,8 \ln(x) + 1142,8$ (lbs)	CBR (%)
0,1	420,04	14,00
0,2	641,72	14,26

Nilai CBR = 14,26 %



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM 35X TUMBUKAN VARIASI 0,5%

METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183

KADAR AIR

No. Container	-	A	B
Berat Tanah Basah + Container (W2)	gram	62,20	61,70
Berat Tanah Kering + Container (W3)	gram	53,00	52,80
Berat Air (Ww = W2-W3)	gram	9,20	8,90
Berat Container (W1)	gram	8,80	9,10
Berat Tanah Kering (Wd)	gram	44,20	43,70
Kadar Air, ω	gram	20,81	20,37
Kadar Air rata-rata	%	20,59	

BERAT ISI

A. Berat Mold (W1)	gram	7325
B. Berata Tanah Basah + Mold (W2)	gram	10590
C. Berat Tanah Basah	gram	3265
D. Volume Cetakan	cm ³	2792,72
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,169
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	0,97

PENETRASI

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/De 10,2921

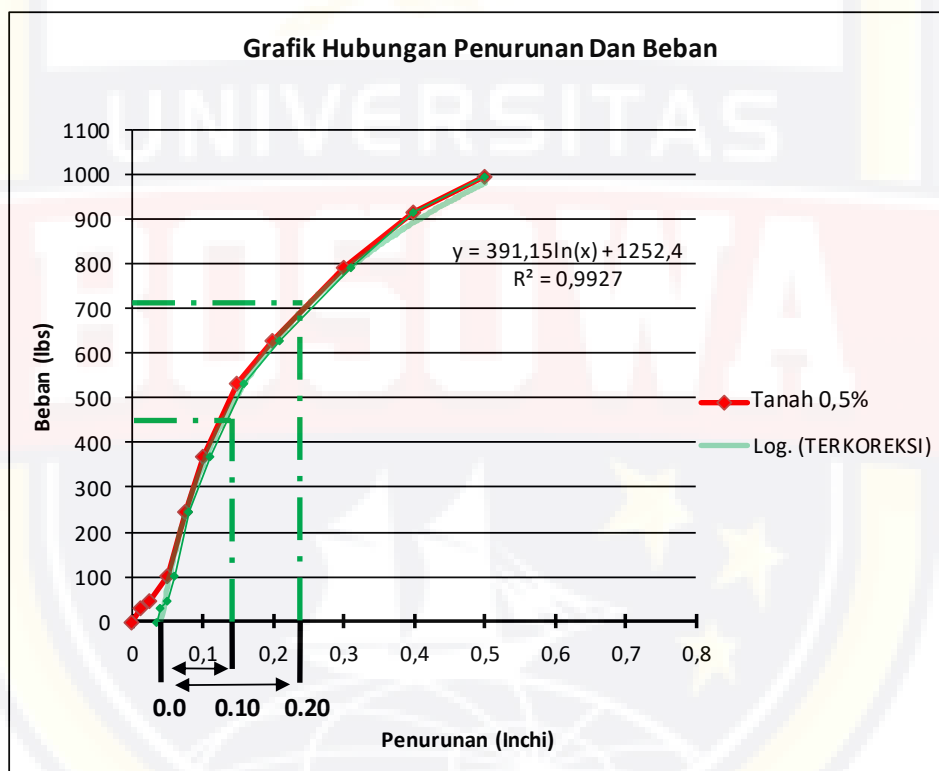
Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	3	30,88
0,025	4,5	46,31
0,050	10	102,92
0,075	24	247,01
0,100	36	370,52
0,150	52	535,19
0,200	61	627,82
0,300	77	792,49
0,400	89	916,00
0,500	97	998,33



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 391,2 \ln(x) + 1252,4$ (lbs)	CBR (%)
0,1	451,08	15,04
0,2	710,27	15,78

Nilai CBR = 15,78 %



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM 65X TUMBUKAN VARIASI 0,5%

METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183

KADAR AIR

No. Container	-	A	B
Berat Tanah Basah + Container (W2)	gram	60,50	63,90
Berat Tanah Kering + Container (W3)	gram	52,20	54,50
Berat Air (Ww = W2-W3)	gram	8,30	9,40
Berat Container (W1)	gram	9,30	8,70
Berat Tanah Kering (Wd)	gram	42,90	45,80
Kadar Air, ω	gram	19,35	20,52
Kadar Air rata-rata	%	19,94	

BERAT ISI

A. Berat Mold (W1)	gram	7504
B. Berata Tanah Basah + Mold (W2)	gram	11405
C. Berat Tanah Basah	gram	3901
D. Volume Mold	cm ³	2935,40
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,329
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,11

PENETRASI

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 10,2921

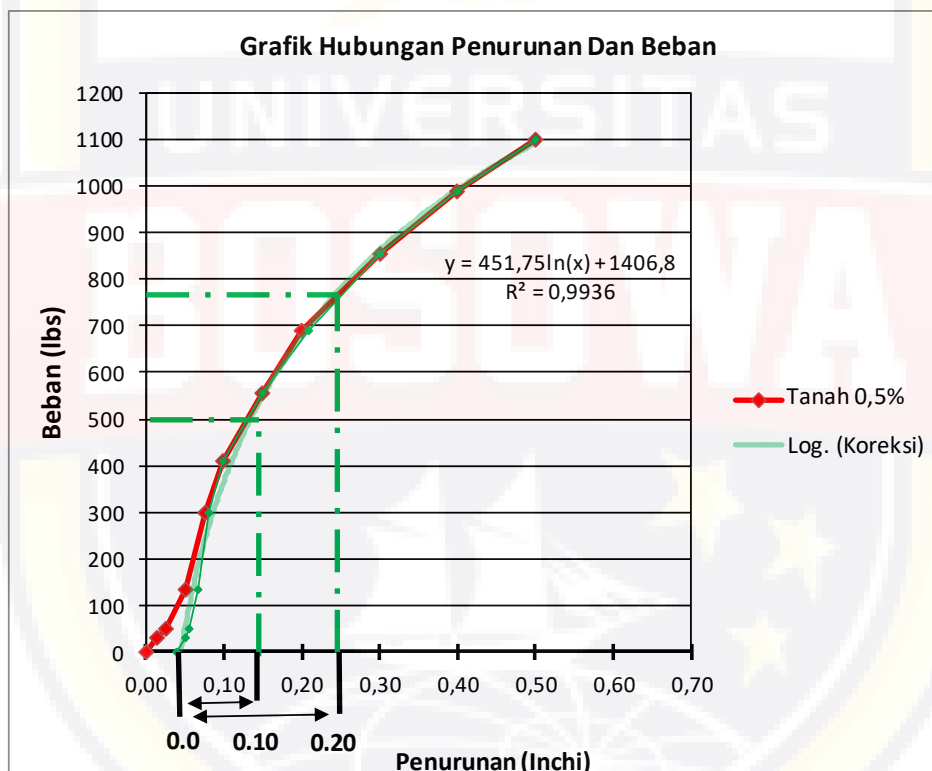
Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	3	30,88
0,025	5	51,46
0,050	13	133,80
0,075	29	298,47
0,100	40	411,68
0,150	54	555,77
0,200	67	689,57
0,300	83	854,24
0,400	96	988,04
0,500	107	1101,25



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 451,75 \ln(x) + 1406,8$ (lbs)	CBR (%)
0,1	500,09	16,67
0,2	772,55	17,17

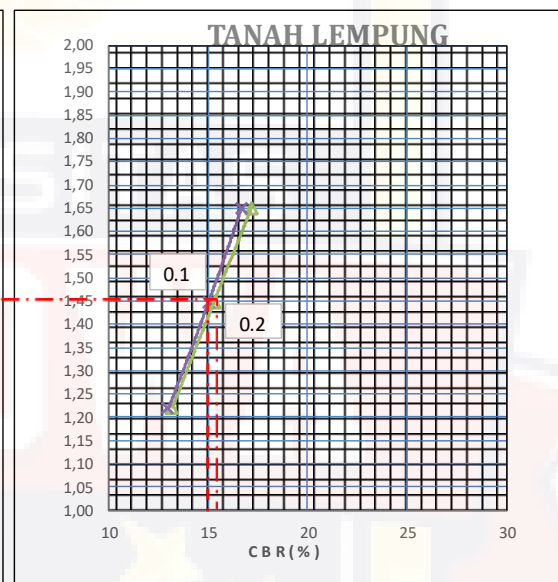
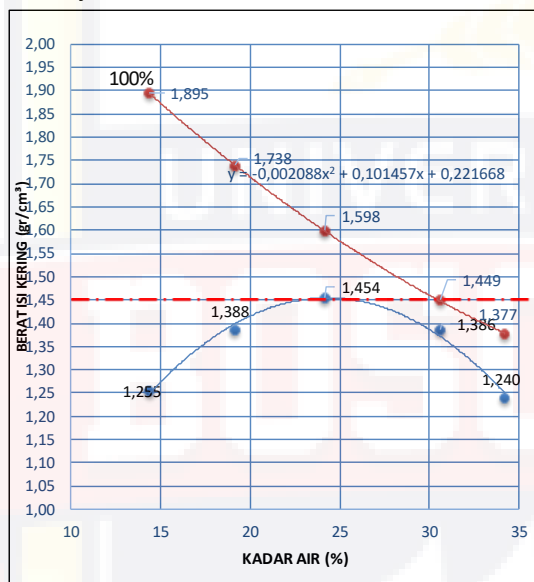
Nilai CBR = 17,17 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi 0.5% Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Nilai CBR (0,1) = 15%

Nilai CBR (0,2) = 16%

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, April 2021

Diuji Oleh:

Julsen Rombe
Mahasiswa



**CBR DENGAN VARIASI
LIMBAH PLASTIK PET
(1%)**

BOSOWA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM 10X TUMBUKAN DENGAN VARIASI 1%

METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183

KADAR AIR

No. Container	-	A	B
Berat Tanah Basah + Container	gram	70,5	59,4
Berat Tanah Kering + Container	gram	59,90	50,80
Berat Air	gram	10,6	8,6
Berat Container	gram	8,4	8,6
Berat Tanah Kering	gram	51,50	42,20
Kadar Air, ω	gram	20,58	20,38
Kadar Air rata-rata	%	20,48	

BERAT ISI

A. Berat Mold	gram	7750
B. Berata Tanah Basah + Mold	gram	11050
C. Berat Tanah Basah	gram	3300
D. Volume Cetakan	cm ³	2109,85
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,564
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,30

PENETRASI

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 10.2921

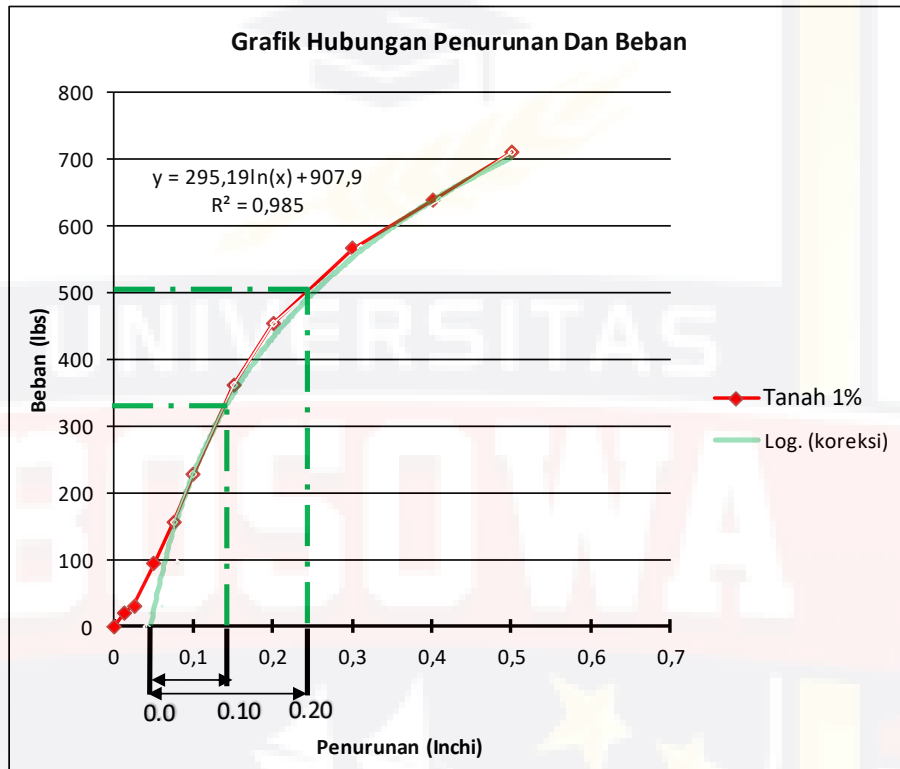
Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	2	20,58
0,025	3	30,88
0,050	9	92,63
0,075	15	154,38
0,100	22	226,43
0,150	35	360,22
0,200	44	452,85
0,300	55	566,07
0,400	62	638,11
0,500	69	710,15



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 295,2 \ln(x) + 907,9$ (lbs)	CBR (%)
0,1	324,78	10,83
0,2	498,67	11,08

Nilai CBR= 11,08



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM 35X TUMBUKAN VARIASI 1%

METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183

KADAR AIR

No. Container	-	A	B
Berat Tanah Basah + Container (W2)	gram	54,90	60,80
Berat Tanah Kering + Container (W3)	gram	46,70	51,40
Berat Air (Ww = W2-W3)	gram	8,20	9,40
Berat Container (W1)	gram	9,10	8,80
Berat Tanah Kering (Wd)	gram	37,60	42,60
Kadar Air, ω	gram	21,81	22,07
Kadar Air rata-rata	%	21,94	

BERAT ISI

A. Berat Mold (W1)	gram	7740
B. Berata Tanah Basah + Mold (W2)	gram	11207
C. Berat Tanah Basah	gram	3467
D. Volume Cetakan	cm ³	2121,99
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,634
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,34

PENETRASI

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs. 10,2921

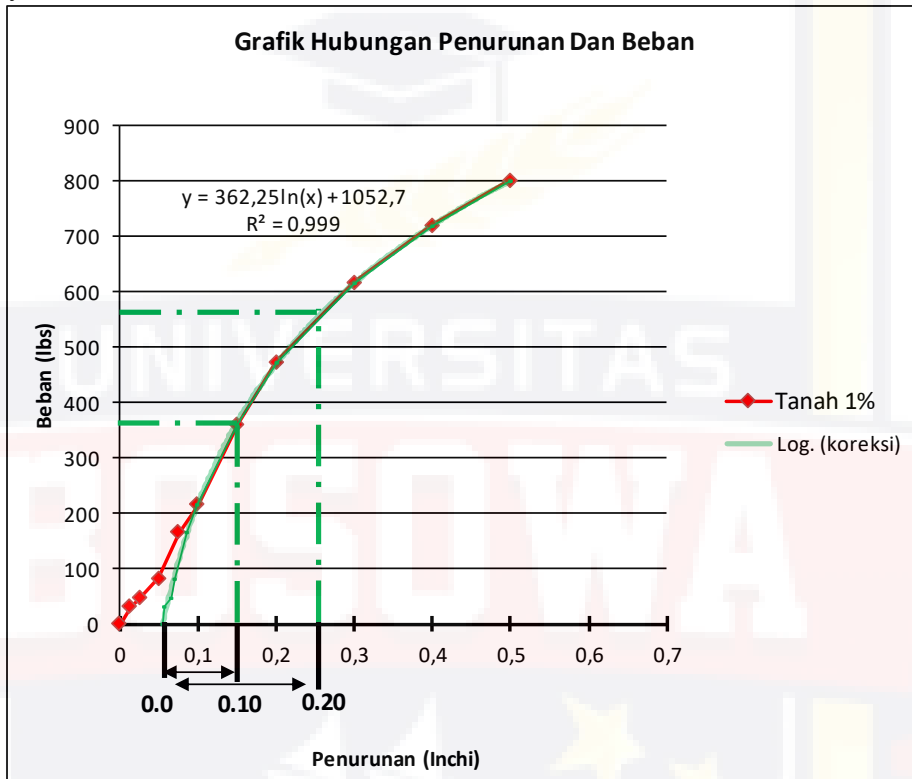
Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	3	30,88
0,025	4,5	46,31
0,050	8	82,34
0,075	16	164,67
0,100	21	216,13
0,150	35	360,22
0,200	46	473,44
0,300	60	617,53
0,400	70	720,45
0,500	78	802,78



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 362,3 \ln(x) + 1052,7$ (lbs)	CBR (%)
0,1	371,06	12,37
0,2	578,34	12,85
Nilai CBR=	12,85	



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM 65X TUMBUKAN DENGAN VARIASI 1%

METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183

KADAR AIR

No. Container	-	A	B
Berat Tanah Basah + Container (W2)	gram	62,30	59,50
Berat Tanah Kering + Container (W3)	gram	52,80	50,50
Berat Air (Ww = W2-W3)	gram	9,50	9,00
Berat Container (W1)	gram	9,70	9,30
Berat Tanah Kering (Wd)	gram	43,10	41,20
Kadar Air, ω	gram	22,04	21,84
Kadar Air rata-rata	%	21,94	

BERAT ISI

A. Berat Mold (W1)	gram	7195
B. Berata Tanah Basah + Mold (W2)	gram	10870
C. Berat Tanah Basah	gram	3675
D. Volume Mold	cm ³	2106,25
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,745
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,43

PENETRASI

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/De 10,2921

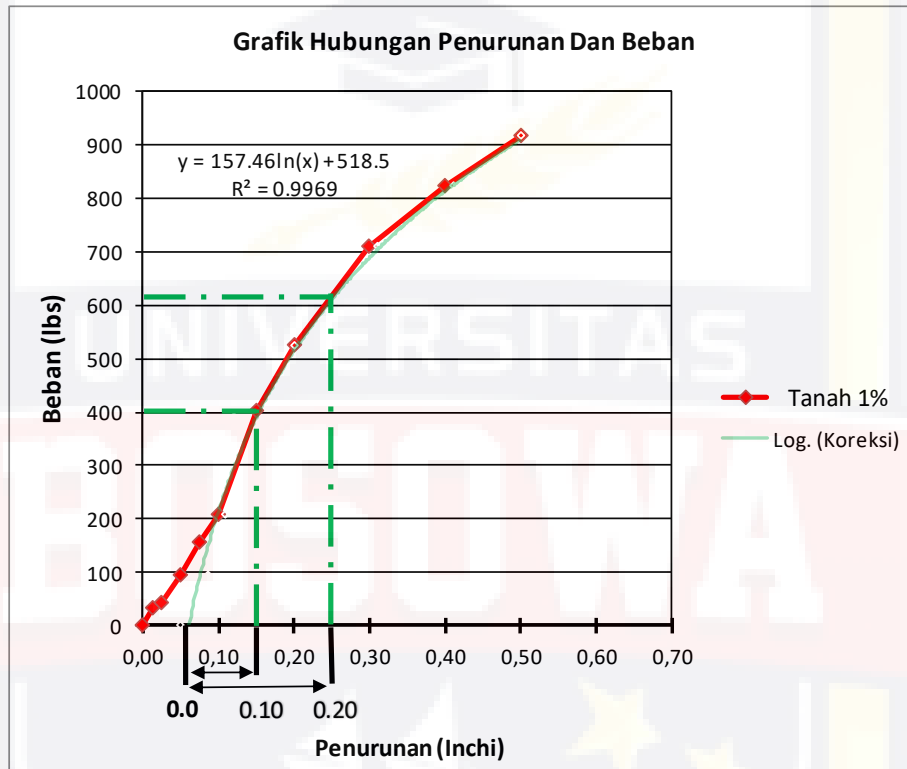
Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	3	30,88
0,025	4	41,17
0,050	9	92,63
0,075	15	154,38
0,100	20	205,84
0,150	39	401,39
0,200	51	524,90
0,300	69	710,15
0,400	80	823,37
0,500	89	916,00



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 157,46 \ln(x) + 518,5$ (lbs)	CBR (%)
0,1	400,12	13,34
0,2	610,76	13,57

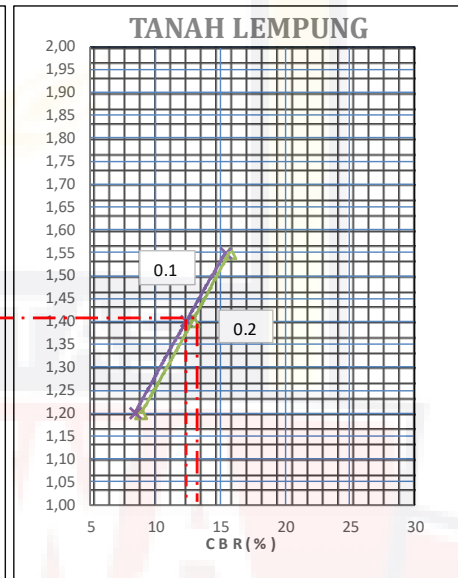
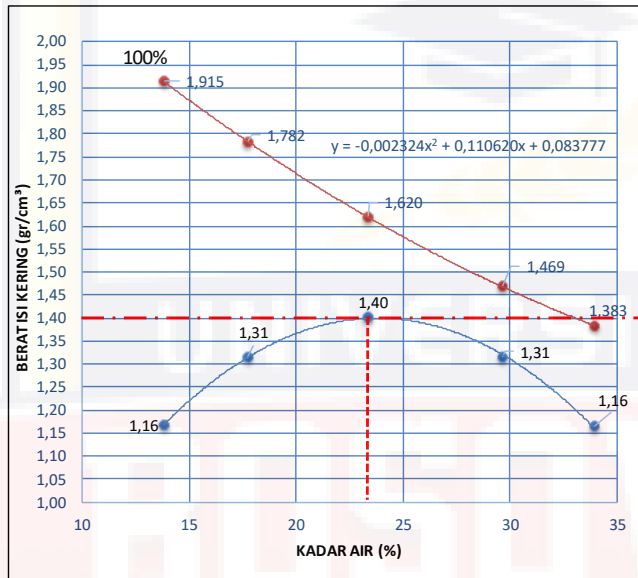
Nilai CBR= 13,57



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi 1% Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Nilai CBR (0,1) = 12,32

Nilai CBR (0,2) = 13,21%

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, April 2021

Diuji Oleh:

Julsen Rombe
Mahasiswa



**CBR DENGAN VARIASI
LIMBAH PLASTIK PET
(1.5%)**

BOSOWA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM 10X TUMBUKAN DENGAN VARIASI 1,5%

METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183

KADAR AIR

No. Container	-	A	B
Berat Tanah Basah + Container	gram	50,1	52,7
Berat Tanah Kering + Container	gram	42,60	44,60
Berat Air	gram	7,5	8,1
Berat Container	gram	6,9	6,5
Berat Tanah Kering	gram	35,70	38,10
Kadar Air, ω	gram	21,01	21,26
Kadar Air rata-rata	%	21,13	

BERAT ISI

A. Berat Mold	gram	7750
B. Berat Tanah Basah + Mold	gram	10750
C. Berat Tanah Basah	gram	3000
D. Volume Cetakan	cm ³	2109,85
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,422
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,17

PENETRASI

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 10.2921

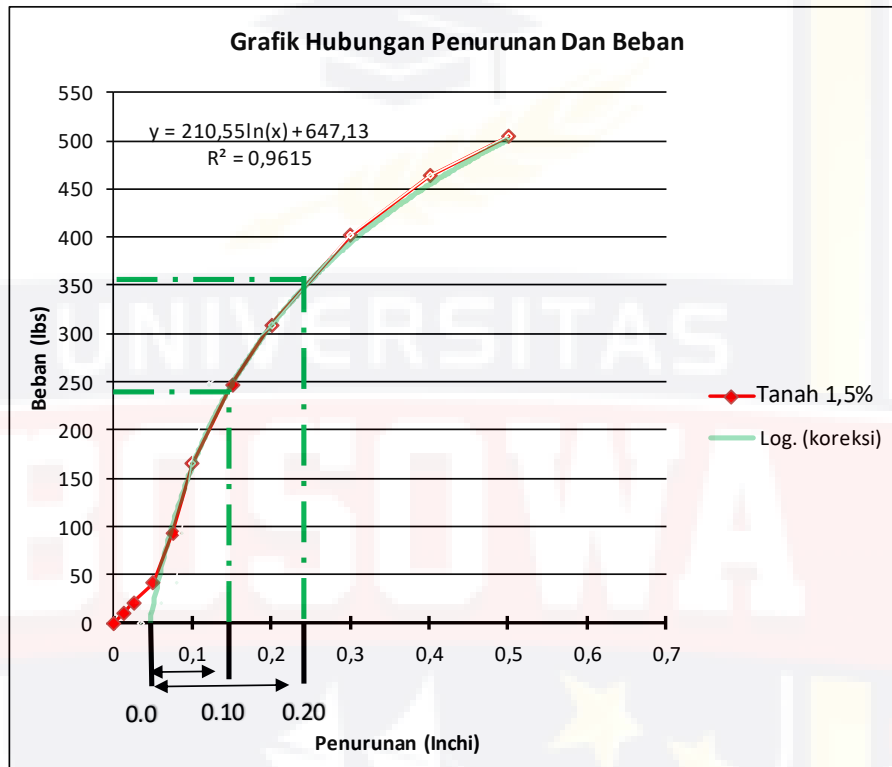
Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	1	10,29
0,025	2	20,58
0,050	4	41,17
0,075	9	92,63
0,100	16	164,67
0,150	24	247,01
0,200	30	308,76
0,300	39	401,39
0,400	45	463,14
0,500	49	504,31



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 210,6 \ln(x) + 647,13$ (lbs)	CBR (%)
0,1	231,14	7,70
0,2	354,34	7,87

Nilai CBR= 7,87



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM 35X TUMBUKAN VARIASI 1,5%

METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183

KADAR AIR

No. Container	-	A	B
Berat Tanah Basah + Container (W2)	gram	46,60	46,70
Berat Tanah Kering + Container (W3)	gram	39,80	39,50
Berat Air (Ww = W2-W3)	gram	6,80	7,20
Berat Container (W1)	gram	6,60	6,80
Berat Tanah Kering (Wd)	gram	33,20	32,70
Kadar Air, ω	gram	20,48	22,02
Kadar Air rata-rata	%	21,25	

BERAT ISI

A. Berat Mold (W1)	gram	7740
B. Berata Tanah Basah + Mold (W2)	gram	10620
C. Berat Tanah Basah	gram	2880
D. Volume Cetakan	cm ³	2121,99
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,357
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,12

PENETRASI

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs. 10,2921

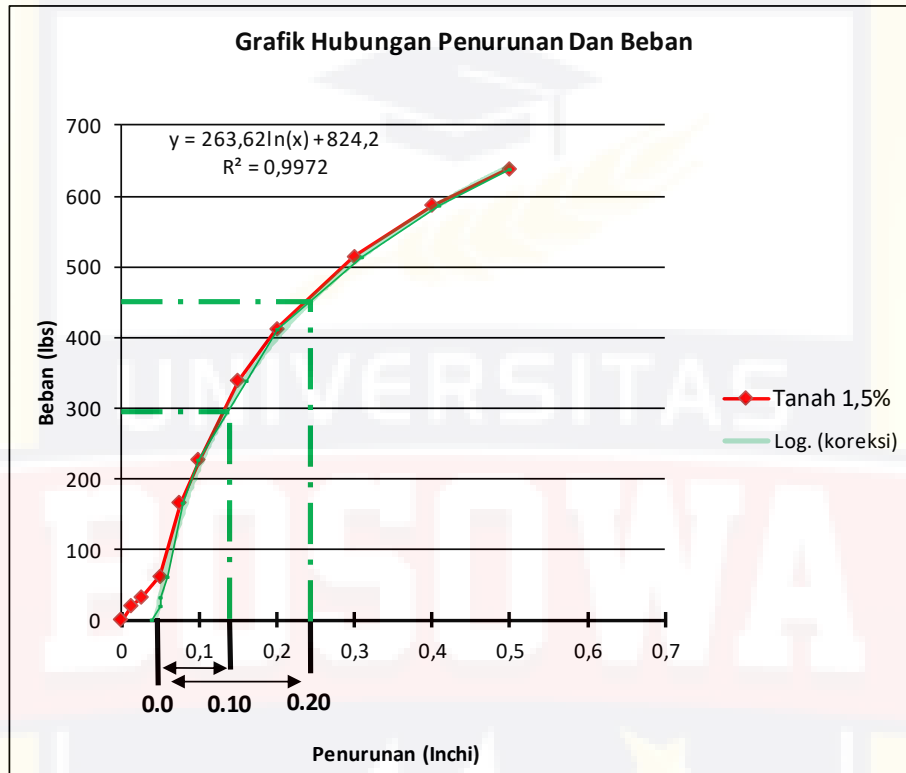
Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	2	20,58
0,025	3	30,88
0,050	6	61,75
0,075	16	164,67
0,100	22	226,43
0,150	33	339,64
0,200	40	411,68
0,300	50	514,61
0,400	57	586,65
0,500	62	638,11



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 263,6 \ln(x) + 824,2$ (lbs)	CBR (%)
0,1	299,79	9,99
0,2	452,44	10,05

Nilai CBR= 10,05



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln. Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe

PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM 65X TUMBUKAN VARIASI 1,5%

METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183

KADAR AIR

No. Container	-	A	B
Berat Tanah Basah + Container (W2)	gram	54,30	57,10
Berat Tanah Kering + Container (W3)	gram	45,70	48,20
Berat Air (Ww = W2-W3)	gram	8,60	8,90
Berat Container (W1)	gram	6,20	6,80
Berat Tanah Kering (Wd)	gram	39,50	41,40
Kadar Air, ω	gram	21,77	21,50
Kadar Air rata-rata	%	21,63	

BERAT ISI

A. Berat Mold (W1)	gram	7195
B. Berata Tanah Basah + Mold (W2)	gram	11350
C. Berat Tanah Basah	gram	4155
D. Volume Mold	cm ³	2106,25
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,973
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet}/(1+\omega)$	gram/cm ³	1,62

PENETRASI

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/De 10,2921

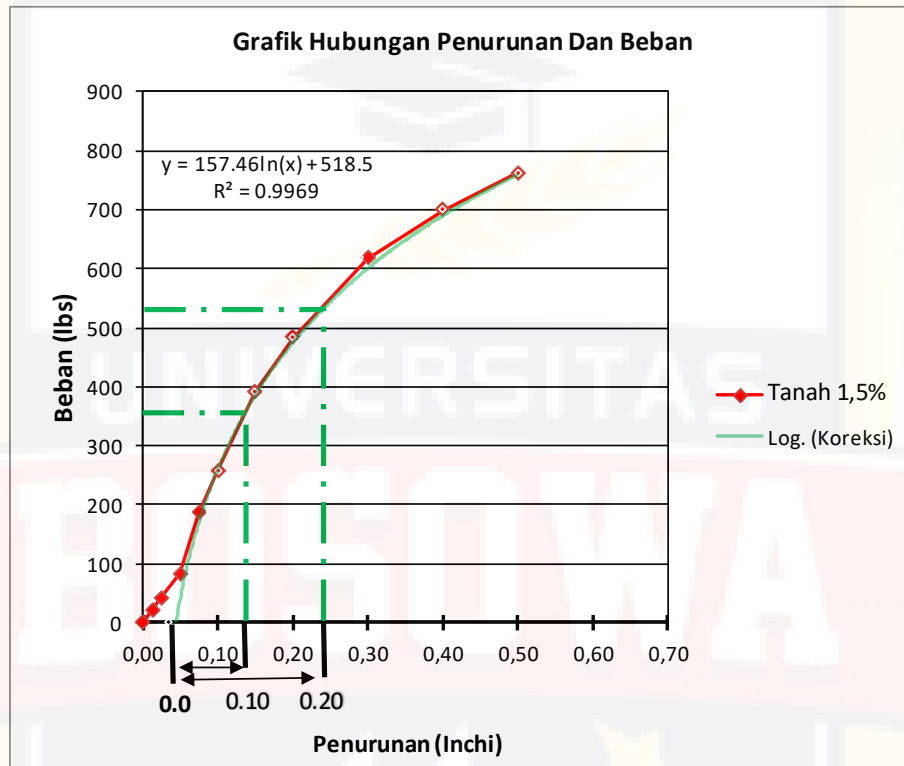
Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	2	20,58
0,025	4	41,17
0,050	8	82,34
0,075	18	185,26
0,100	25	257,30
0,150	38	391,10
0,200	47	483,73
0,300	60	617,53
0,400	68	699,86
0,500	74	761,62



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Perhitungan CBR

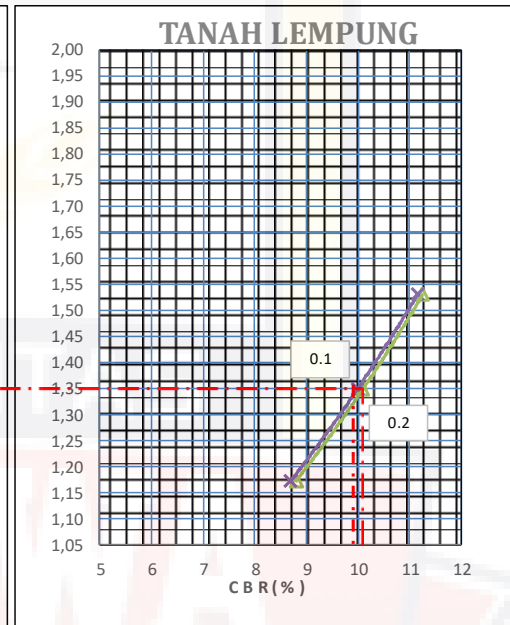
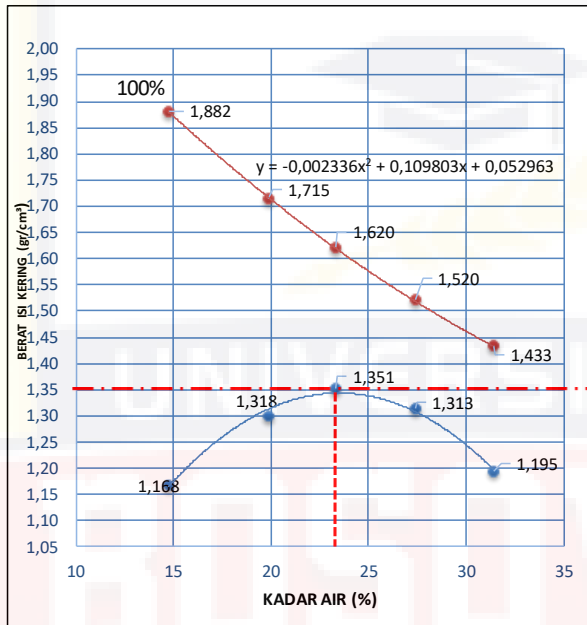
Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 157,46 \ln(x) + 518,5$ (lbs)	CBR (%)
0,1	352,65	11,76
0,2	541,13	12,03
Nilai CBR=	12,03	



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Studi Penggunaan Limbah Plastik PET Terhadap Nilai CBR dan Rembesan Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Lempung Dengan Menggunakan Variasi 1.5% Plastik PET
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Julsen Rombe



Nilai CBR (0,1) = 9%

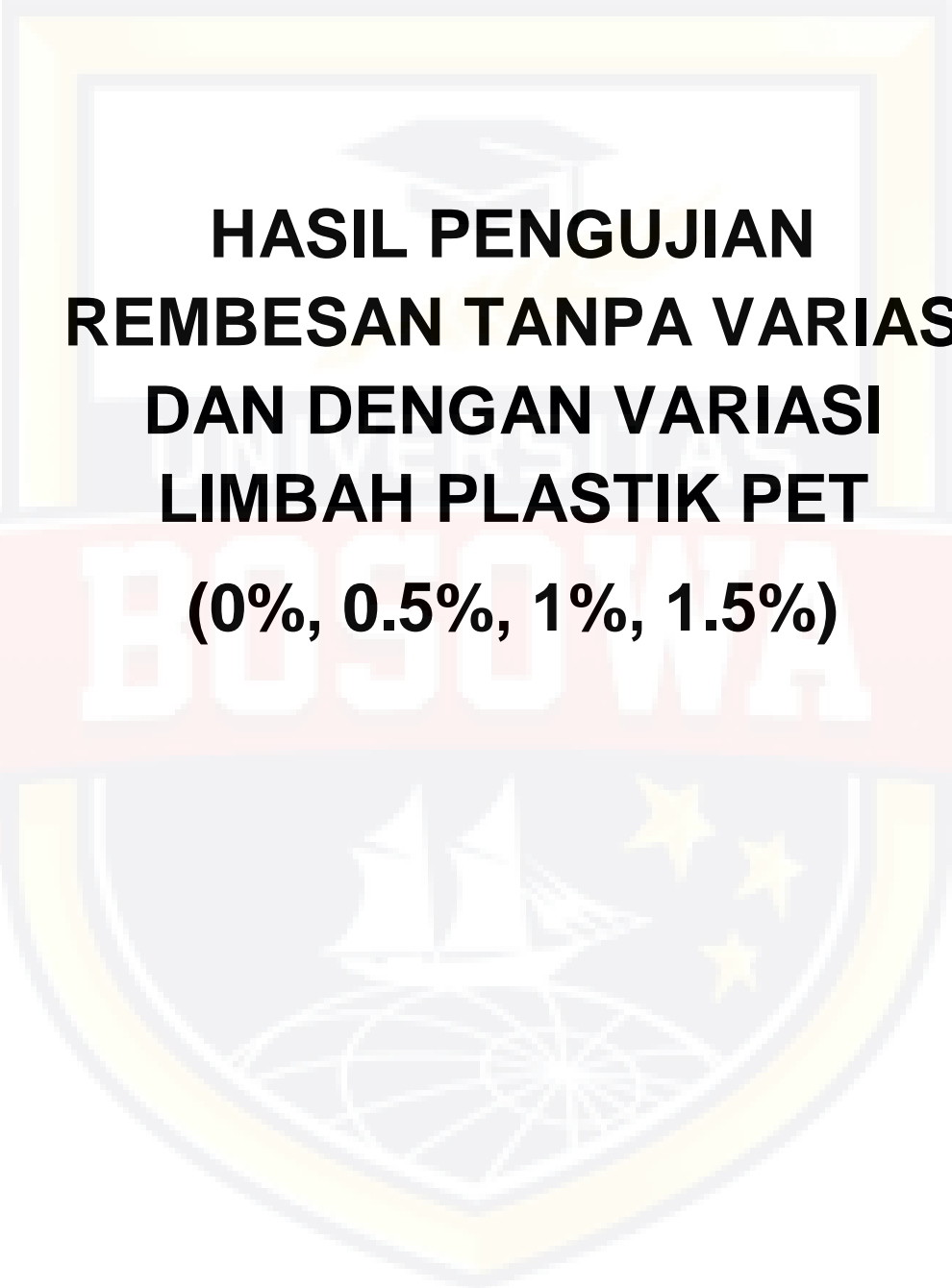
Nilai CBR (0,2) = 11%

Diperiksa Oleh:

Makassar, April 2021
Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten LAB.

Julsen Rombe
Mahasiswa



**HASIL PENGUJIAN
REMBESAN TANPA VARIASI
DAN DENGAN VARIASI
LIMBAH PLASTIK PET**

(0%, 0.5%, 1%, 1.5%)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

HASIL PENGUJIAN REMBESAN / PERMEABILITAS

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI PENGUJIAN : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL FT. UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN : ASTM D2434-68
TANGGAL PENGUJIAN : 07-Mar-21
NAMA : JULSEN ROMBE / 45 15 041 011

Falling Head
Diameter buret : 0,5 cm
Diameter sampel : 6,5 cm

Sampel			0% PET	0,5% PET	1% PET	1,5% PET
Luas potongan melintang buret ($A=\frac{1}{4}\cdot\pi\cdot d^2$)	a	cm ²	0,20	0,20	0,20	0,20
Luas potongan melintang sampel ($A=\frac{1}{4}\cdot\pi\cdot D^2$)	A	cm ²	33,18	33,18	33,18	33,18
Beda tinggi Head	h	cm	4,90	10,50	15,60	21,00
Tinggi Head mula-mula	h1	cm	100,00	100,00	100,00	100,00
Tinggi Head akhir	h2	cm	95,10	89,50	84,40	79,00
Tinggi sampel	L	cm	6,50	6,50	6,50	6,50
Waktu pengujian	t	menit	5,00	5,00	5,00	5,00
Temperatur	T	°C	28,00	28,00	28,00	28,00
Koefisien Permeabilitas ($K=2,303\cdot(aL/At)\text{Log}(h1/h2)$)	k	cm/menit	0,0004	0,0009	0,0013	0,0018
Gradien hidraulik ($i=A/L$)	i	cm/menit	5,11	5,11	5,11	5,11
Volume aliran air persatuan waktu ($q= A\cdot K\cdot i$)	q	cm ³	0,07	0,14	0,22	0,31
Kecepatan aliran ($v=K\cdot i$)	v	cm/menit	0,00	0,0044	0,0067	0,0093



Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten LAB.

Makassar, April 2021

Diuji Oleh:

Julsen Rombe
Mahasiswa



DOKUMENTASI

BOSOWA

PENGUJIAN SIFAT FISIS TANAH LEMPUNG

KADAR AIR



BERAT JENIS



“BATAS-BATAS ATTERBERG”

-BATAS CAIR-



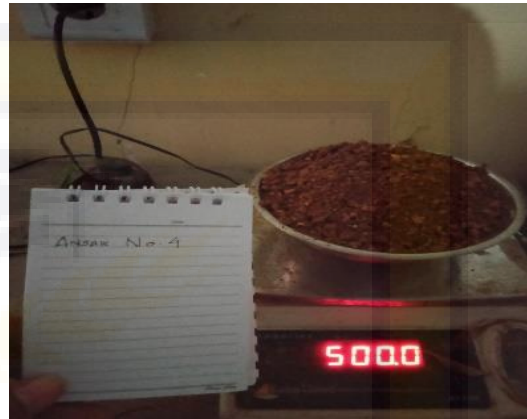
-BATAS PLASTIS-



-BATAS SUSUT-



ANALISA SARINGAN



ANALISA HIDROMETER



BAHAN CAMPURAN LIMBAH PLASTIK JENIS PET



**PROSES STABILISASI
TANAH LEMPUNG**



**PENGUJIAN SIFAT MEKANIS
KOMPAKSI (PEMADATAN)**



**CALIFORNIA BEARING RATIO
(CBR)**



**REMBESAN
(PERMEABILITAS)**

