

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F
TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana

Teknik Strata Satu

(S1)



DI Susun Oleh :

NUR SAFITRIANI

45 17 041 011

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No.A 183/FT/UNIBOS/I/ 2022, Tanggal 17 Februari 2022, Perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Kamis / 17 Februari 2022
N a m a : NUR SAFITRIANI
No.Stambuk : 45 17 041 011
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **“PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS 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.

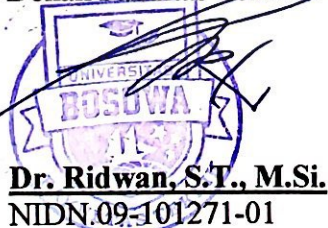
Tim Penguji Ujian Akhir

Ketua / Ex Officio : Dr. Ir. H Syahrul Sariman, MT (.....)
Sekretaris / Ex Officio: Ir. Nurhadijah Yunianti, ST. MT (.....)
Anggota : Ir. Fauzy Lebang, ST. MT (.....)
: Dr. Ir. Ahmad Yauri Yunus, ST. MT (.....)

Makassar, 2022

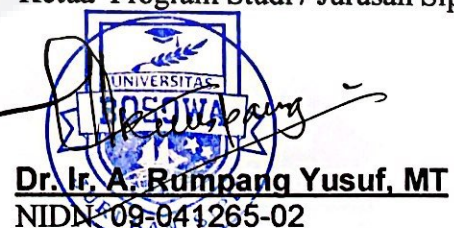
Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

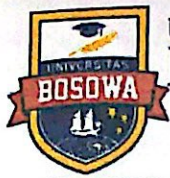


Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN.09.101271-01

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil



Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT
NIDN.09.041265-02



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR

Judul : **“PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F
TERHADAP CBR DAN PEREAMBILITAS TANAH LEMPUNG “**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : **NUR SAFITRIANI.**

No.Stambuk : **45 17 041 011**

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 : **Dr. Ir. H. Syahrul Sariman., MT** (.....)


Pembimbing II : **Ir. Nurhadijah Yunianti, ST. MT** (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik


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

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil


Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf., M.T.
NIDN.00-010565-012

SURAT PERNYATAAN

KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Nur Safitriani**

Nomor Stambuk : **45 17 041 011**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Judul Tugas Akhir : **Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F Terhadap CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung**

mengatakan 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, mengalihmediakan / mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusa 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, Februari 2022

Yang membuat pernyataan



(Nur Safitriani)

45 17 041 011

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG”**.

Adapun maksud dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan akademis guna memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S-1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa Makassar.

Selesainya penelitian dan penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah membantu, mengarahkan, membimbing, dan memberikan dorongan dengan tulus. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa tempat meminta dan memohon pertolongan.
2. Kedua orang tua saya yang telah memberi semangat dan dukungan yang tak ada hentinya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti saat ini.
3. Bapak Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT. Sebagai ketua kelompok dosen Bidang Kajian Geoteknik dan sebagai Dosen Pembimbing I saya yang sudah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat selesai.
4. Ibu Ir. Nurhadijah Yunianti, ST. MT Sebagai Dosen Pembimbing II yang sudah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat selesai.
5. Bapak Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT. Sebagai ketua jurusan sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bosowa.

6. Bapak Hasrullah, ST Selaku Instruktur laboratorium mekanika tanah Universitas Bosowa yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan selama penelitian dilaboratorium.
7. PLN UPK Punagaya yang telah bersedia memberikan bantuan material berupa Fly ash sehingga penelitian ini dapat terlaksana.
8. Sahabat – Sahabat seperjuangan saya, yang telah berbagi suka dan duka Nurhaema Bahar, Nevi Malisan, Nur Fadillah, Nurrestu Paradita, Nur Atifa, Andi Sri Rezeky Aprilia, Mifthahul Jannah, Renaldi Z, Andri, Syamsukur, dan Agung.
9. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman saya Angkatan 2017 teknik sipil Universitas Bosowa yang telah bersama-sama berbagi suka dan duka selama perkuliahan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pada penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh sebab itu, penulis mohon maaf dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Demikian penulisan tugas akhir ini, semoga dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan-rekan mahasiswa lainnya dimasa yang akan datang.

Makassar, Februari 2022

NUR SAFITRIANI

PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG

Oleh : Nur Safitriani¹⁾, Syahrul Sariman²⁾, Nurhadijah Yunianti³⁾

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa

Email : safitrianiur85@gmail.com

ABSTRAK

Tanah lempung merupakan tanah lunak yang memiliki sifat-sifat yang buruk dan di sebagian besar wilayah Indonesia dimana dengan mudah menyerap air dalam jumlah yang banyak sehingga mempunyai kepekaan terhadap pengaruh air yang sangat mudah mengembang, Oleh karena itu diperlukan upaya untuk memperbaiki kondisi tersebut sebelum dilakukannya proses kontruksi dengan menambah stabilitas tanah tujuan meningkatkan daya dukung tanah. menggunakan *fly ash* kelas F dan trass sebagai bahan stabilisasi. Penelitian ini menggunakan 10% penambahan *fly ash* kelas F dan Variasi tras 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat tanah kering. Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai pengujian CBR dipenambahan 10% *fly ash* kelas F + 10% tras mengalami peningkatan Maksimum, sebesar 20,82% dan setiap penambahan variasi Tras, dan untuk pengujian permeabilitas dipenambahan 10% *fly ash* kelas F + 10% tras mengalami peningkatan maksimum sebesar 0,0051 cm/menit untuk koefisiesn permeabilitas dan 0,5574 cm/menit untuk nilai debit rembesan.

Kata Kunci : California Bearing Ratio (CBR), Permeabilitas, *Fly Ash* kelas F, Tras

ABSTRAK

Clay soil is a soft soil that has poor properties and in most parts of Indonesia where it easily absorbs large amounts of water so that it has sensitivity to the influence of water which is very easy to expand, therefore efforts are needed to improve these conditions before carrying out the process. construction by increasing the stability of the soil in order to increase the bearing capacity of the soil. using class F fly ash and trass as stabilizing agents. This study used 10% addition of class F fly ash and 0%, 5%, 10%, and 15% tras variations of dry soil weight. From the results of this study, it was found that the value of the CBR test with the addition of 10% F class fly ash + 10% Tras experienced a maximum increase of 20.82% and each addition of Tras variation, and for permeability testing the addition of 10% F class fly ash + 10% Tras experienced maximum increase of 0.0051 cm/minute for the coefficient of permeability and 0.5574 cm/minute for the seepage discharge value.

Keywords: California Bearing Ratio (CBR), Permeability, Fly Ash class F, Tras

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGAJUAN TUTUP.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian	I-3
1.3.1 Tujuan	I-3
1.3.2 Manfaat	I-3
1.4 Pokok Bahasan Dan Batasan Masalah.....	I-4
1.4.1 Pokok Bahasan.....	I-4
1.4.2 Batasan Masalah.....	I-4
1.5 Sistematika Penulisan	I-5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah.....	II-1
2.1.1 Pengertian Tanah.....	II-1
2.1.2 Sistem Klasifikasi Tanah.....	II-3
a. Sistem Klasifikasi Tanah Unifed Soil Classification System (USCS).....	II-4
b. Sistem Klasifikasi American Association Of State Highway and Transportation Official (AASHTO).....	II-8
2.1.3 Sifat- sifat Fisis Tana.	II-11
2.1.3.1 Kadar Air	II-11
2.1.3.2 Berat Jenis	II-11
2.1.3.3 Batas-batas Atterberg (Atterberg Limit).....	II-12
2.1.3.4 Analisa Saringan.....	II-19
2.1.4 Sifat- sifat Mekanis Tanah	II-24
2.1.4.1 Pemadatan Tanah (Compaction).....	II-24
2.1.4.2 California Bearing Ratio (CBR).....	II-26
2.1.4.3 Permeabilitas.....	II-28
2.2 Tanah Lempung.....	II-33
2.3 Tras	II-34
2.4 Fly Ash.....	II-35
2.5 Stabilisasi Tanah.....	II-37
2.6 Penelitian Terdahulu.....	II-11

BAB III METODE 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 Notasi Sampel dan Jumlah Sampel.....	III-3
3.6 Metode Analisis.....	III-4
a. Analisis Tanah Asli.....	III-5
b. Analisis Tanah Yang distabilisasi.....	III-5
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Rekapitulasi Hasil pemeriksaan sifat tanah Asli.....	IV-1
4.2 Rekapitulasi Hasil pemeriksaan sifat Mekanik Tanah setelah dicampur Fly Ash dan Variasi Tras.....	IV-2
4.3 Klasifikasi Tanah Asli.....	IV-8
4.3.1 AASHTO (American Association Of State Highway and Transportation Officials).....	IV-3
4.3.2 USCS (Unified Soil Classification System).....	IV-4
4.3.3 Berat Jenis.....	IV-4
4.4 Sifat Mekanik Tanah.....	IV-5
4.4.1 Pengujian Kompaksi (Pemadatan).....	IV-5
4.4.2 Pengujian CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)....	IV-8
4.5.3 Pengujian Rembesan/Permeabilitas.....	IV-10
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR NOTASI



A	: Luas Penampang
AASTHO	: <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
ASTM	: <i>American Society for Testing and Material</i>
CBR	: <i>California Bearing Ratio</i>
Clay	: Lempung
Gs	: Berat Jenis
i	: Gradien Hidraulik
IP	: Indeks Plastisitas
K	: Koefisien Permeabilitas
L	: Panjang Benda Uji
LL	: Batas Cair
P	: Beban yang Bekerja
PCC	: <i>Portland Composite Cement</i>
PL	: Batas Plastis
Q	: Debit Rembesan
Qu	: Kuat Tekan Bebas
Sand	: Pasir
Shrinking	: Penyusutan
Silt	: Lanau
SNI	: Standar Nasional Indonesia

t	: Waktu Pengamatan
USCS	: Unified Soil Classification System
V	: Kecepatan Aliran
W	: Kadar Air
W_s	: Berat Butiran Padat
W_w	: Berat Air
α	: Koreksi Untuk Berat Jenis dari Butiran Tanah
γ_b	: Berat Volume Basah
γ_d	: Berat Volume Kering
γ_s	: Berat Volume Padat
γ_w	: Berat Volume Air

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Komposisi Tanah Dalam Berbagai Kondisi.....	II-6
Gambar 2.2 Batas-Batas Atterberg.....	II-13
Gambar 2.3 Alat Uji Batas Cair.....	II-14
Gambar 2.4 Aktivitas Lempung.....	II-18
Gambar 2.5 Kurva hubungan kadar air dan berat volume kering	II-26
Gambar 2.6 alat uji <i>Permeabilitas</i>	II-29
Gambar 2.7 Detail Sampel Pada alat uji <i>Permeabilitas</i>	II-29
Gambar 3.1 Diagram Alur Bagan Penelitian.....	III-1
Gambar 4.1 Sistem Klasifikasi Tanah USCS (Unified Soil Classification system)	IV-1
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Pemadatan (Kompaksi) Tanah asli dan Penambahan Fly Ash.....	IV-5
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Pemadatan (Kompaksi) Penambahan Variasi Tras.....	IV-6
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Penetrasi CBR Terhadap Tanah Asli dan Fly Ash	IV-8
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Penetrasi CBR Terhadap Bahan	

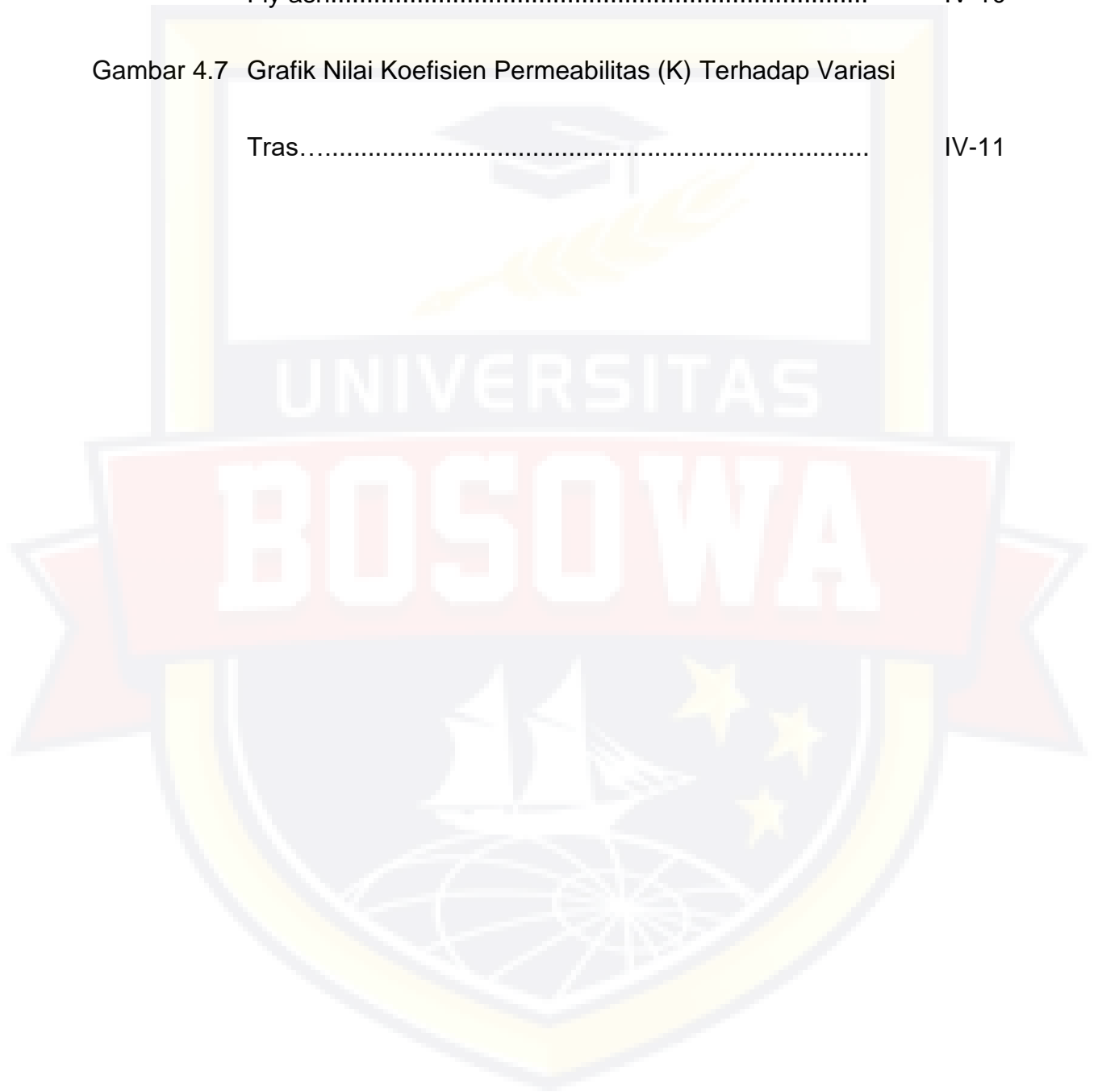
Variasi Tras..... IV-9

Gambar 4.6 Grafik Nilai Koefisien Permeabilitas (K) Tanah Asli dan

Fly ash..... IV-10

Gambar 4.7 Grafik Nilai Koefisien Permeabilitas (K) Terhadap Variasi

Tras..... IV-11



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Sistem Klasifikasi AASHTO.....	II-7
2.2 Klasifikasi tanah Sistem AASHTO (Tanah granuler).....	II-9
2.3 Klasifikasi tanah Sistem AASHTO (Tanah <i>finner</i>)	II-10
2.4 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah	II-14
2.5 Skema jenis tanah dan batas - batas ukuran butirnya.....	II-21
2.6 Faktor Koreksi α , untuk Hidrometer 152 H terhadap Berat Jenis.....	II-22
2.7 Harga K untuk Menghitung Diameter Butir dengan Hidrometer.....	II-22
2.8 Harga Kedalaman Efektif L Hidrometer 152 H, Ditentukan oleh Macam Hidrometer, Ukuran Silinder Pengendapan	II-23
2.9 Kandungan kimia pozzolan (ASTM C 618-92a).....	II-35
3.1 Pengujian Karakteristik Tanah.....	III-2
3.2 Variasi Benda Uji.....	III-3
3.3 Jumlah Notasi Sampel Kompaksi.....	III-3
3.4 Jumlah Notasi Sampel CBR.....	III-3
3.5 Jumlah Notasi Sampel Permeabilitas.....	III-4
4.1 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah.....	IV-1
4.2 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan sifat Mekanik tanah setelah dicampur Fly Ash dan Variasi Tras.....	IV-2

4.3 Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Berat Jenis..... IV-5

4.4 Hasil Pengujian CBR Campuran *Fly Ash* dan Variasi Tras.....IV-7



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan material dasar yang sangat penting karena merupakan dasar dimana struktur akan didirikan seperti pondasi bangunan, jalan raya, bendungan, tanggul dan lain-lain. Kerusakan yang terjadi pada jalan dan gedung, seperti terangkat atau turunnya suatu pondasi, keretakan dinding bangunan, dan bergelombangnya permukaan jalan, disebabkan oleh permasalahan pada tanah yang ada di bawah struktur suatu bangunan. Permasalahan tanah ini tidak hanya terbatas pada penurunan saja tetapi mencakup secara menyeluruh, seperti penyusutan dan pengembangan tanah. Oleh karena itu sifat teknis yang berkaitan dengan tanah dasar harus diperhatikan agar suatu struktur yang dibangun di atasnya dapat stabil terhadap pengaruh tanah. Beberapa jenis tanah memerlukan penanganan khusus untuk dapat dijadikan sebagai dasar konstruksi, salah satunya adalah tanah lempung.

Tanah lempung merupakan tanah lunak yang memiliki sifat-sifat yang buruk dan di sebagian besar wilayah Indonesia diliputi tanah lempung yang dimana dengan mudah menyerap air dalam jumlah yang banyak sehingga tanah ini mempunyai kepekaan terhadap pengaruh air yang sangat mudah mengembang, sehingga diperlukan penanganan khusus untuk menanggulangi

masalah-masalah yang nantinya akan timbul apabila bangunan atau jalan terletak diatas tanah lempung.

Oleh karena itu diperlukan upaya untuk memperbaiki kondisi tanah sebelum dilakukannya proses kontruksi dengan menambah stabilitas tanah itu sendiri dengan tujuan meningkatkan daya dukung tanah yang ditunjukkan dengan nilai CBR (*california bearing ratio*). Nilai CBR tersebut akan berbanding lurus dengan daya dukungnya, artinya semakin tinggi nilai CBR, maka semakin tinggi pula daya dukung tanah dasar.

Penelitian ini menggunakan *fly ash* kelas f dan trass sebagai bahan stabilisasi. *Fly ash* kelas f sendiri merupakan salah satu material dasar yang paling banyak digunakan, didapatkan dari sisa pembakaran batu bara sedangkan trass merupakan batuan yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang disebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bwah tanah. Bahan galian ini berwarna putih keabu-abuan hingga putih kecoklatan, padu dan agak sulit digali dengan menggunakan alat sederhana. Kegunaan trass ini sebagai bahan industry semen, campuran bahan bangunan serta juga salah satu bahan stabilisasi yang tergolong ekonomis karena bahan ini banyak tersedia di alam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah tanah yang di teliti termasuk kategori tanah lempung ?

2. Apakah bahan campuran trass dan *fly ash* kelas f mempengaruhi nilai CBR ?

3. Apakah bahan campuran trass dan *fly ash* kelas f mempengaruhi nilai permabilitas ?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu :

1. Dapat menentukan spesifikasi tanah lempung yang diuji.
2. Memperoleh nilai CBR tanah lempung, dan setelah dicampur dengan variasi trass dan *fly ash* kelas f.
3. Mendapatkan nilai permeabilitas tanah lempung, setelah dicampur dengan variasi trass dan *fly ash* kelas f.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Menambah ilmu pengetahuan mengenai pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan trass dan *fly ash* kelas f pada tanah lempung terhadap nilai CBR.
2. Menggunakan material limbah sebagai bahan variasi untuk perbaikan tanah lempung.

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan penelitian

1.4.1 Pokok Bahasan

Adapun pokok bahasan dalam penelitian ini adalah :

1. Melakukan pengujian sifat fisis terhadap tanah untuk mengetahui kreteria tanah lempung
2. Mengukur presentasi penambahan trass dan *Fly ash* kelas f terhadap tanah lempung .
3. Melakukan pengujian CBR terhadap tanah lempung dan tanah yang telah divariasikan dengan *Fly Ash* dan Tras
4. Melakukan pengujian permeabilitas terhadap tanah lempung dan tanah yang telah divariasikan dengan *Fly Ash* dan Tras

1.4.2 Batasan Penelitian

Adapun Rumusan masalah yang dianalisa pada penelitian ini yaitu :

1. Tras yang akan digunakan berasal dari limbah hasil batuan gunung di daerah bulu lakapala, Desa Kupa, Kecamatan Mallusetasi, Kab. Barru.
2. *Fly ash* kelas f yang akan digunakan berasal dari limbah PLN UPK Punagaya
3. Variasi yang digunakan adalah Tras dan *fly ash* kelas f yang lolos saringan no #4
4. Tidak meneliti sifat fisis Tras dan *Fly ash* kelas f.

1.5 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan dapat disajikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang dasar-dasar teori mengenai karakteristik bahan campuran untuk stabilisasi tanah lempung, metode perencanaan serta persiapan dan proses mengstabilisasikan tanah lempung sebagai acuan dalam penyusunan tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi gambaran umum penelitian, waktu dan lokasi penelitian, diagram alir penelitian serta tahapan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ini diuraikan hasil pengujian bahan serta pengujian nilai CBR dan nilai Permeabilitas yang telah dilakukan di laboratorium, yang disajikan dalam bentuk tabel-tabel dan grafik, kemudian hasil tersebut dilakukan analisis dan pembahasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menyajikan kesimpulan pokok dan keseluruhan penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk memperbaiki hasil dari penelitian analisis sifat fisik tanah lempung dengan campuran arang tempurung terhadap nilai CBR dan Permeabilitas



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

2.1.1 Pengertian Tanah

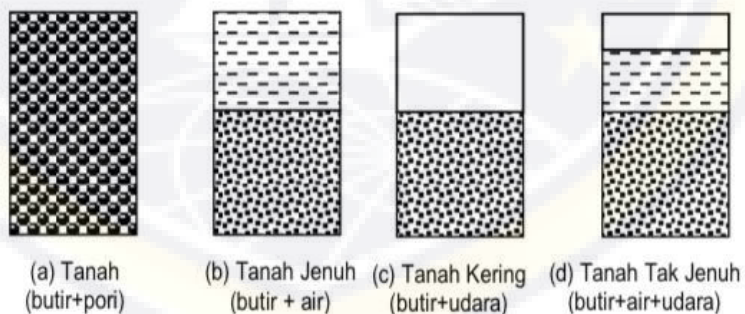
Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*), yang terletak diantara batuan dasar (*bedrock*). Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel ini berbentuk bulat bergerigi maupun bentuk-bentuk diantaranya. Umumnya pelapukan oleh proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali) dan proses-proses kimia yang lain. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka tanah ini disebut *tanah residual (residual soil)* dan apabila tanah berpindah tempatnya disebut *tanah terangkut (transported soil)*. (Hary Christady H. 2019).

Tanah adalah kumpulan butiran mineral alami (agregat) yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanis bila agregat tersebut diaduk dalam air. Dan yang dimaksud oleh para ahli geologi sebagai “tanah” hanyalah bagian kerak bumi yang mepong tumbuhan sedangkan menurut ahli pertanian bahwa yang dimaksud dengan tanah adalah medium alam tempat

tumbuhnya tumbuhan dan tanaman yang tersusun dari bahan-bahan padat, gas, dan cair. (Darwis 2018)

Property tanah ditunjukkan dengan berbagai parameter yang disebut dengan indeks property atau indeks sifat-sifat fisis tanah, seperti berat, volume, kadar air, porositas, angka pori, derajat kejenuhan, derajat kepadatan, derajat kerapatan, berat jenis, analisis butiran, batas cair, batas plastis, batas susut, dan sebagainya . (Darwis 2018)

Material tanah dapat terdiri atas dua atau tiga unsur, yakni butiran, air, dan udara. Pada kondisi tanah jenuh terdapat unsur yakni butiran dan air, dan pada tanah yang kering juga hanya terdapat dua unsur yakni butiran dan udara. Sedangkan pada tanah tak jenuh terdapat tiga unsur yakni butiran air dan udara. Masing- masing elemen tanah tersebut (Butir, air dan udara), memiliki volume berat Ketiga kondisi tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut :



(Sumber Darwis 2018)

Gambar. 2.1 Komposisi Tanah Dalam Berbagai Kondisi

2.1.2 Klasifikasi Tanah

Dalam banyak masalah teknis (semacam perencanaan perkerasan jalan, bendungan dalam urugan, dan lain lainnya), pemilihan tanah ke dalam kelompok ataupun subkelompok yang menunjukkan sifat atau kelakuan yang sama akan sangat membantu pemilihan ini disebut klasifikasi (Harry christady H 2019)

Kebanyakan klasifikasi tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang sangat sederhana untuk memperoleh karakteristik tanah. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasi. Umumnya klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan (dan uji sedimentasi) dan plastisitas. (Harry christady H 2019)

Terdapat dua system klasifikasi yang sering digunakan, yaitu *Unified Soil Classification System* dan *AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)*. Sistem –sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks plastisitas. Klasifikasi tanah dari system Unified mulai pertama diusulkan oleh Casagrande (1942), kemudian direvisi oleh kelompok teknisi dari USBR (*United State Bureau of Reclamation*). Dalam bentuk yang sekarang, system ini banyak digunakan oleh berbagai organisasi konsultan geoteknik. (Harry christady H 2019)

a. Sistem Klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*)

Klasifikasi tanah system USCS (*Unified Soil Classification System*), diajukan pertama kali oleh Casagrande dan selanjutnya dikembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation* (USBR) dan *United State Army Corps of Engineer* (USACE). Kemudian *Amerika Standar Testing Of Materials* (ASTM), telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklarifikasi tanah. (Darwis 2018). Dalam USCS, tanah diklarifikasikan ke dalam dua kategori utama yaitu :

1. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No. 200 ($F_{200} < 50$). Symbol kelompok diawali dengan G untuk kerikil (gravel) atau tanah berkerikil (gravelly soil) atau S untuk pasir (sand) atau tanah berpasir (*sandy soil*).
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200 ($F_{200} \geq 50$).

Kelompok dan sub-kelompok, digunakan simbol-simbol dalam system USCS adalah :

G = *Gravel* (kerikil)

S = *Sand* (pasir)

C = *Clay* (lempung)

M = *Silt* (lanau)

O = lanau atau lempung organic

Pt = *peat* (tanah gambut atau tanah organic tinggi)

W = gradasi baik (*well graded*)

P = gradasi buruk (*poor graded*)

H = plastisitas tinggi (*high pasticity*)

L = plastisitas rendah (*low plasticity*)

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 Cu dan Cc; 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:
- 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).
 - 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 (*anorganic*). Dan bila plottingnya jatuh di atas garis A, klasifikasikan sebagai tanah CH (organic plastisitas tinggi).
 - 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 (*anorganic*) berdasarkan warna, bau atau perubahan batas cair dan batas plastisnya dengan mengeringkannya di dalam oven.
 - 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. (Darwis 2019)

Tabel 2.1 Sistem klasifikasi tanah unified

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis		Nama Jenis
Tanah berbutir kasar 50% butiran lempahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar terhadap saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4, C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$ $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6, C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$
		Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus	GP		
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung	
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung	
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus).	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.	
			SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.	
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	
			Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, kurang dari 5% lolos saringan no. 200; GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no. 200; GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan no. 200; Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel.		
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung		
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ('lean clays')		
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.		
	Lanau dan lempung batas cair > 50%	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.		
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ('fat clays')		
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi		
		Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.			
Tanah dengan kadar organik tinggi	P_t	Gambut ('peat') dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi.	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488		

(Sumber : Hary Chrstady Hardiyatmo 2019)

b. Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association Of State Highway And Transportation Officials*)

Klasifikasi tanah dengan cara AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), mempunyai tujuan agar kita dapat dengan mudah memilih material tanah untuk konstruksi subgrade. Pemilihan tanah tersebut, tentunya didasarkan atas hasil uji tanah dan apabila kita telah mempunyai pengalaman lapangan dalam pembuatan konstruksi subgrade maka pemilihan tanah sangat mudah dilakukan.

Sistem klasifikasi tanah sistem AASHTO pada mulanya dikembangkan pada tahun 1929 sebagai *Public Road Administration Classification System*. Sistem ini mengklasifikasikan tanah kedalam delapan kelompok, A-1 sampai A-7. Setelah diadakan beberapa kali perbaikan, sistem ini dipakai oleh *The American Association of State Highway Officials* (AASHTO) dalam tahun 1945.

Pengklasifikasian tanah dilakukan dengan cara memproses dari kiri ke kanan pada bagan AASHTO, sampai menemukan kelompok pertama yang data pengujian bagi tanah tersebut yang terpenuhi. Khusus untuk tanah-tanah yang mengandung bahan butir halus diidentifikasi lebih lanjut dengan indeks kelompoknya. Indeks kelompok didefinisikan, sesuai dengan kelompok tanah, yang dapat diklasifikasikan berdasarkan partikel butiran tanah, seperti pada tabel-tabel berikut.:

Tabel 2.2 Klasifikasi tanah Sistem AASHTO (Tanah granuler)

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (Granuler Soil) (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan no200)						
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (%lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan no. 40 Batas cair (LL) Indeks Plastis (PI)	Maks 6	Maks 6	Non plastisitas	Min 40 Maks 10	Maks 41 Min 10	Min 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai tanah dasar	Baik sekali sampai baik						

(Sumber: Braja M Das 1998 dalam Darwis 2018)

Menurut system diatas tanah dibagi menjadi 7 kelompok, dan diberi nama dari A-1 sampai A-7. Semakin kecil angkanya, semakin baik untuk subgrade jalan, dan sebaliknya semakin bsar angkanya semakin jelek untuk

subgrade. Kecuali pada tanah . dalam group A-3, lebih baik daripada semua jenis tanah dalam group A-2 sebagai bahan untuk subgrade jalan. Untuk jenis tanah yang berbutir alus (*finer soils*), terbagi atas empat kelompok / klasifikasi, seperti dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Klasifikasi tanah Sistem AASHTO (Tanah *finer*)

Klasifikasi umum	Tanah Lanau-Lempung(lebih dari 35% dari seluruh tanah lolos ayakan no. 200			
Klasifikasi kelompok	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 * A-7-6'
Analisis ayakan no. 200(%lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan no. 40 Batas cair (LL)Indeks Plastis (PI)	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek			

(Sumber: Braja M Das 1998 dalam Darwis 2018)

Catatan: Kelompok A7 dibagi atas A7-5 dan A7-6, bergantung pada batas plastisitasnya (PL):

Untuk $PL > 30$ klasifikasinya A7-5, dan Untuk $PL < 30$ klasifikasinya A7-6

2.1.3 sifat - sifat fisis tanah

Tanah dalam keadaan alami atau asli memiliki beberapa sifat-sifat dasar. Sifat - sifat dasar tersebut berupa sifat fisik yang berhubungan dengan tampilan dan ciri-ciri umum dari tanah. Sifat fisik tanah berguna untuk mengetahui jenis tanah tersebut.

2.1.3.1 Kadar Air

Kadar air atau (*water content*) adalah perbandingan antara berat air (W_w) dengan berat butiran padat (W_s) di dalam massa tanah (Darwis, 2018), yang dinyatakan sebagai formula sebagai berikut:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

w = Kadar air (%)

W_w = Berat air (gr)

W_s = Berat air butir tanah (gr)

2.1.3.2 Berat Jenis

Berat jenis atau berat spesifik (*Specific Gravity*) yaitu perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) pada temperature 4°C (Darwis, 2018), yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

G_s = Berat jenis

γ_s = Berat volume butiran padat (gr)

γ_w = Berat volume air (gr)

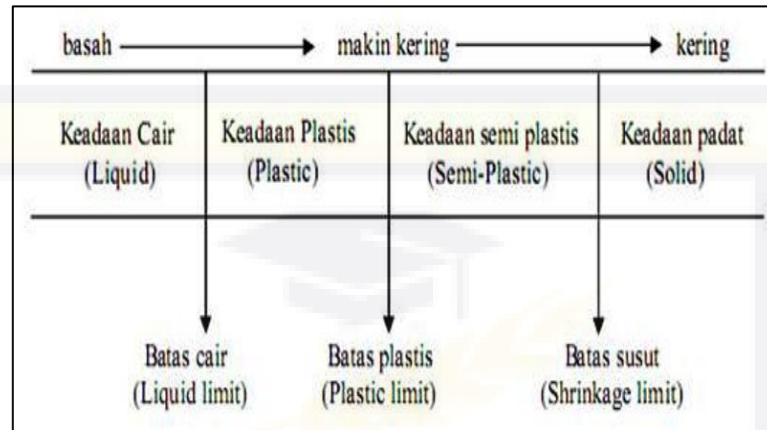
2.1.3.3 Batas-batas Atterberg (*Atterberg Limit*)

Jenis Tanah Berbutir halus sifat plastisitasnya sangat penting untuk diketahui sebelum melakukan rancang bangun di atas lapisan tanah tersebut.

Plastisitas tanah disebabkan adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Plastisitas tanah menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk (*shape change* pada volume yang konstan tanpa terjadi retak-retak atau remuk pada tanah tersebut (Darwis 2018)

Pada tahun, 1991, Atterberg memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar air tanah. Batas-batas tersebut adalah batas cair (*Liquid Limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*). (Hary Christady H. 2019)

Kedudukan batas-batas konsistensi untuk tanah ditunjukkan dalam gambar berikut :

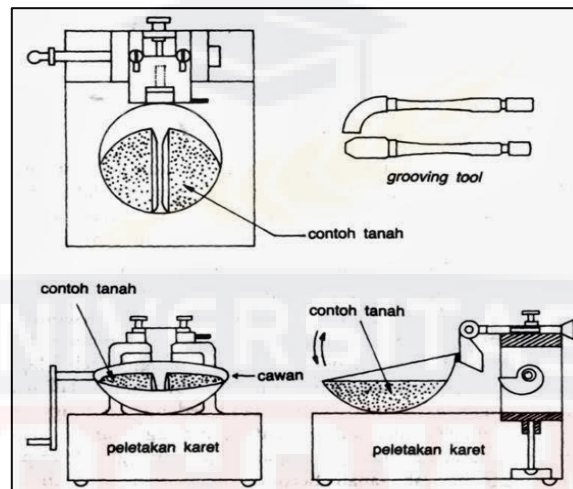


Gambar. 2.2 Batas-batas Atterberg

1). Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Batas cair biasanya ditentukan dari uji Casagrande (1948). Gambar skematis dari alat pengukur batas cair dapat dilihat pada **Gambar 2.3**. Contoh tanah yang dimasukkan dalam cawing. Tinggi contoh dalam cawan kira-kira 8 mm. Alat Pembuatan alur (*gloving tool*) dikerukkan tepat ditengah-tengah cawan hingga menyentuh dasarnya. Kemudian, dengan alat penggetar, cawan diketuk –ketukkan pada landasan dengan tinggi jatuh 1 cm. presentasi kadar air yang dibutuhkan untuk menutup celah sepanjang 12,7 mm pada dasar tersebut. Karena sulitnya mengatur kadar air pada waktu celah menutup pada 25 kali pukulan, didefinisikan sebagai batas cair tanah tersebut. (hary Christady H 2019)

Kemudian, hubungan kadar air dan jumlah pukulan digambarkan dalam grafik semi logaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 kali ketukan dapat dilihat pada **Gambar 2.3**



(Sumber . hary Christady H 2019)

Gambar. 2.3 Alat uji batas cair

Dari banyak uji batas cair, *Waterways Experiment Station* di Vicksburg, Mississippi (1949), menyusun persamaan batas cair :

$$LL = w_N \left(\frac{N}{25} \right)^{tg\beta} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

N = jumlah pukulan, untuk menutup celah 0,5 in (12,7 mm)

w_N = kadar air

$Tg\beta = 0,121$ (tapi $tg\beta$ tidak sama dengan 0,121 untuk semua jenis tanah).

2). Batas Plastis (Plastic Limit)

Batas Plastis (PL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentasi kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak retak ketika digulung. (Hary Christady H 2019)

$$PL = \frac{\text{Berat Basah}}{\text{Berat Tanah Kering}} (100) \dots \dots \dots (2.4)$$

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

Dimana:

W1 = Berat cawan kosong

W2 = Berat cawan + tanah basah

W3 = Berat Cawan + Tanah Kering

3). Batas susut batas

Batas Susut (SL), didefinisikan sebagai kadar ait pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu presentasi kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Percobaan batas susut dilakukan dalam laboratorium dengan cawan porselin diameter 44,4 mm dengan tinggi 12,7 mm. bagaian dalam cawan

dilapisi dengan pelumas dan diisi dengan tanah jenuh sempurna. Kemudian dikeringkan dalam oven. (Hary Christady H 2019)

Volume ditentukan dengan mencelupkannya dengan air raksa. Batas susut dinyatakan dalam persamaan :

$$SL = \left\{ \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} - \frac{(v_1 - v_2)\gamma_w}{m_2} \right\} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

m_1 = berat tanah basah dalam cawan percobaan (g)

m_2 = berat tanah kering oven (g)

v_1 = volume tanah basah dalam cawan (cm^3)

v_2 = volume tanah kering oven (cm^3)

γ_w = berat volume air (g/cm^3)

4). Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks Plastisitas (PI) adalah selisih antara batas cair dengan batas plastis pada tanah.

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

Dimana :

PI = Plastis Indeks (%)

LL = Liquid Limit (%)

PL = Plastis Limit (%)

Indeks plastisitas 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. (Darwis 2018)

Nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada tabel berikut :

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

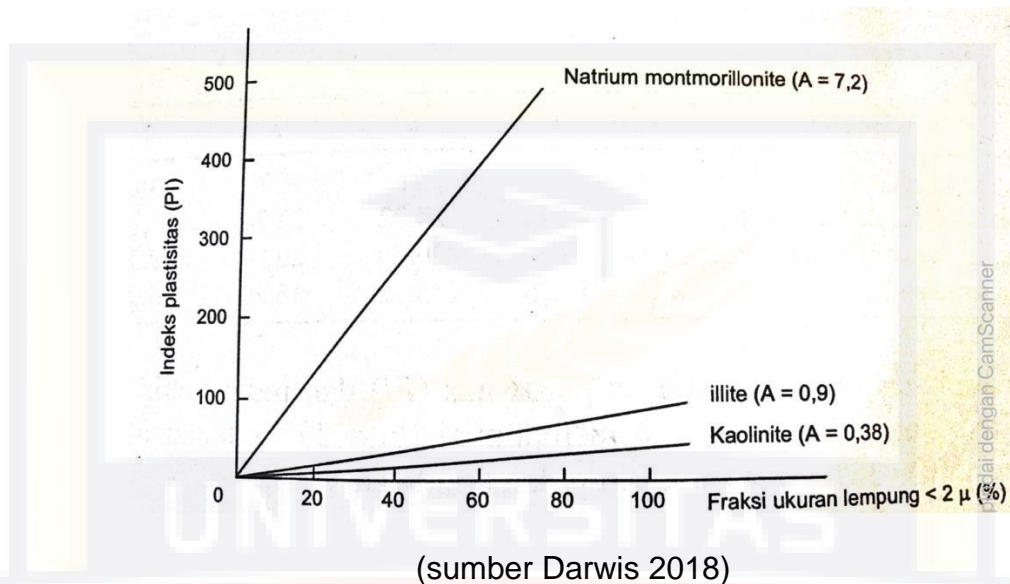
(Sumber Darwis, 2018)

Tabel 2.4 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

5). Aktivitas

Ketebalan air mengelilingi butiran tanah lempung tergantung dari macam mineral. Jadi, dapat diharapkan plastisitas tanah lempung tergantung dari :

1. Sifat mineral lempung yang ada pada butiran
2. Jumlah mineral



Gambar 2.4 Aktivitas Lempung (Skempton 1953)

Pada konsep atterberg, jumlah air yang tertarik oleh permukaan partikel tanah akan bergantung pada jumlah partikel lempung yang ada di dalam tanah. Berdasarkan alasan ini, skempton (1953) mendefinisikan aktivitas sebagai perbandingan antara indeks plastisitas dengan persen fraksi ukuran lempung atau dinyatakan dalam persamaan :

$$A = \frac{PI}{c} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan C adalah persentase berat fraksi ukuran lempung.

2.1.3.4 Analisa saringan

Analisis ukuran butiran tanah adalah penentuan prosentase berat butiran pada ukuran diameter tertentu. Untuk menganalisis ukuran butiran tanah, perlu dilakukan dua pengujian yang simultan, dan tak dapat dipisahkan satu sama lain, yakni : analisis saringan (*sieve analysis*), dan analisis hidrometer (*hydrometer analysis*).

Analisis saringan dipergunakan untuk mengetahui distribusi ukuran butiran tanah yang berbutir kasar (*granuler*), yang dilakukan terhadap sampel tanah yang kering. Pelaksanaan pengujian ini adalah dengan melakukan penyaringan bersusun pada satu unit alat saringan standar. Berat tanah yang tertinggal pada setiap saringan ditimbang, lalu diprosentasekan terhadap berat total sampel tanah yang dianalisis. (Darwis 2018)

Dari data tersebut maka dapat diperoleh rumus :

$$\% \text{ tertahan} = \frac{\text{Berat kumulatif}}{\text{Berat total}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.9)$$

$$\% \text{ lolos} = 100\% - \% \text{ tertahan} \dots \dots \dots (2.10)$$

Analisis hidrometer dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir tanah yang berbutir halus atau bagian halus dari tanah berbutir campuran (*common soil*). Sampel tanah yang akan diuji dengan analisis hidrometer,

adalah partikel tanah yang lolos saringan No.200, dan terlebih dahulu harus bebas dari material organik, yang dimaksudkan agar zat organik yang belum merupakan bagian dari konsistensi tanah, tidak akan mengacaukan analisis hidrometer tersebut. (Darwis 2018)

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 sedimentasi (pengendapan) butir-butir dari dalam air.

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

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

$$\% \text{ Butiran halus} = \frac{\alpha \cdot R_{cp}}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

W_s = Berat kering contoh tanah

α = Koreksi untuk berat jenis dari butiran tanah

$$\alpha = \frac{GS \times 1.65}{(GS - 1) \times GS} \dots \dots \dots (2.12)$$

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

$$D = \kappa \left(\frac{L}{t} \right)^{0.5} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

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 2.5. Skema jenis tanah dan batas - batas ukuran butirnya

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

Tabel 2.6. 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 2.7. 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 : Sumber : ASTM D 1140-0

Tabel 2.8. 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*)

Jika tanah di lapangan membutuhkan perbaikan guna mendukung bangunan di atasnya, atau tanah akan dilakukan sebagai bahan timbunan, maka dilakukan pemadatan sering dilakukan. Maksud pemadatan, antara lain :

1. Mempertimbangkan kuat geser tanah.
2. Mengurangi sifat muda mampat (kompresibilitas).
3. Mengurangi permeabilitas
4. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air, dan lain-lainnya

Tanah lempung yang dipadatkan dengan cara yang benar akan dapat memberikan kuat geser tinggi. Stabilitas terhadap sifat kembang susut tergantung dari jenis kandungan mineralnya. Lempung padat mempunyai permeabilitas yang rendah dan tanah ini tidak dapat dipadatkan dengan baik pada waktu sangat basah (jenuh). Peristiwa bertambahnya berat volume kering oleh beban dinamis disebut pemadatan. (Hary Christady H 2019)

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)

$$\gamma_b = W/V \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

W = Berat tanah (gram)

V = Volume (cm³)

Rumus mencari berat isi kering (γ_d)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + \frac{w(\%)}{100}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

γ_d = Berat isi kering (gram)

w = kadar air (%)

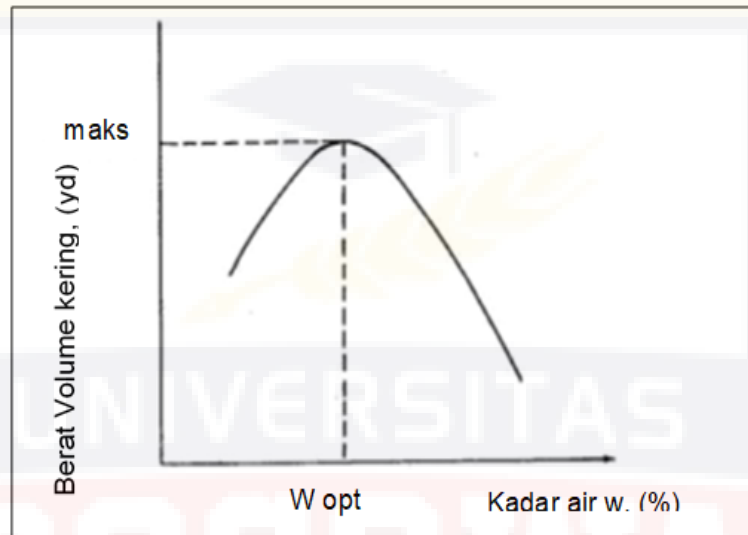
γ_b = Berat isi tanah basah (gram)

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.

Kemudian, digambarkan sebuah grafik hubungan kadar air dan berat volume keringnya. Kurva yang dihasilkan dari pengujian memperhatikan nilai kadar air yang terbaik (kadar air optimum) untuk

mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan maksimum .

(Hary Christady H 2019)



(Sumber. Hary Christady H 2019)

Gambar 2.5 Kurva hubungan kadar air dan berat volume kering

2.1.4.2 California Bearing Ratio (CBR)

Untuk menguji kekuatan tanah yang dipadatkan biasanya digunakan percobaan tahanan penetrasi, diantaranya adalah pengujian CBR. Pengujian CBR merupakan cara untuk menilai kekuatan tanah dasar (*subgrade*) dari jalan yang hendak dipakai. Untuk pembuatan cara CBR ini dikembangkan pertama kalinya oleh *California State Highway Departemen* dan digunakan serta dikembangkan lebih lanjut oleh *U.S. Corps Of Engineers*.

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, pengujian CBR dapat dibagi atas:

1. Pengujian CBR lapangan
2. Pengujian CBR lapangan rendaman
3. Pengujian CBR rencana titik / CBR laboratorium, dapat dibedakan atas 2 macam yaitu :
 - CBR laboratorium rendaman
 - CBR laboratorium tanpa rendaman

Nilai CBR adalah bilangan perbandingan (dalam %) antara tekan yang diperlukan untuk menembus tanah dengan piston berpenampang bulat seluas 3 inch dengan kecepatan penetrasi 0,05 inch/menit, terhadap tekan yang diperlukan untuk menembus suatu bahan standart tertentu. Nilai standart diperoleh melalui pengujian material batu pecah berkualitas tinggi yang dipadatkan dengan menganggap nilai CBR sebesar 100%.

$$\text{Nilai CBR} = \text{Nilai Beban Uji} / \text{Nilai Beban Standart} \times 100 \%$$

Jadi nilai CBR adalah nilai yang dinyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan beban standart berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas

2.1.4.3 Pengujian Permeabilitas Tanah

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*):

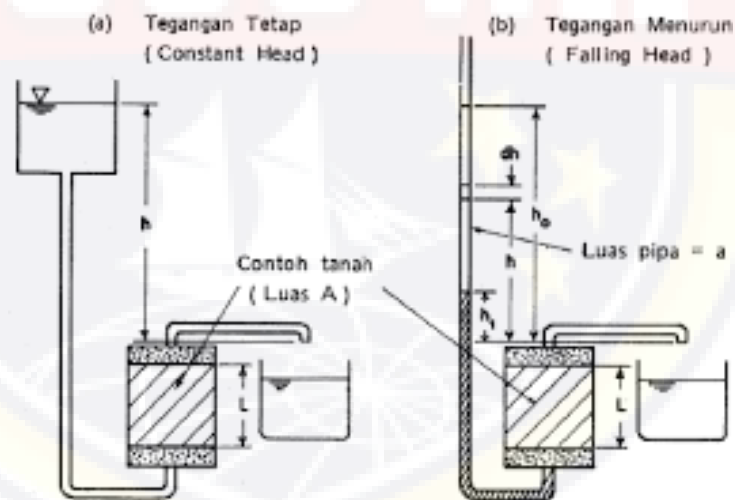
a) Uji tinggi energy tetap (*constant-head*)

Pengujian ini cocok untuk jenis tanah granular. Prinsip pengujian dapat dilihat pada **Gambar 2.6**. Tanah benda uji diletakkan didalam silinder. Pada gambar tersebut tinggi energy hilang adalah *h*. Aliran air lewat tanah diatur. Banyaknya air yang keluar ditampung dalam gelas

ukuran. Waktu pengumpulan air dicatat. (Harry Christady Hardiyatmo 2019).

b) Uji tinggi energy turun (falling-head)

Uji Permeabilitas dengan tinggi energy turun (*Falling Head*). Lebih cocok untuk tanah berbutir halus. **Gambar 2.6** memperlihatkan prinsip uji permeabilitas *Falling head* tersebut. Tanah benda uji dimasukkan kedalam didalam tabung. Pipa pengukuran didirikan diata benda uji. Air dituangkan lewat pipa pengukur dan dibiarkan mengalir lewat bedna uji. Ketinggian air awal pengujian (h_1) pada saat waktu $t_1 = 0$ dicatat. Pada waktu tertentu (t_2) setelah pengujian berlangsung muka air menjadi h_2 . (Harry Christady Hardiyatmo 2019).



Gambar 2.6 Prinsip Uji Permeabilitas *Constant head* dan *Falling Head*

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.

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).

$$Q = q.t = k.i.A \dots\dots\dots(2.16)$$

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 $Q = k(h/L)$. Data dari persamaan ini diperoleh:

$$k = \frac{Q.L}{h.A.t} \dots\dots\dots(2.17)$$

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 hidrolik.

$$V = k \cdot i \dots\dots\dots(2.18)$$

Gradien hidrolik (i), didefinisikan sebagai:

$$i = \frac{h}{L} \dots\dots\dots(2.19)$$

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:

$$v_s = \frac{v}{n} \dots\dots\dots(2.20)$$

Atau

$$v_s = \frac{k \cdot i}{n} \dots\dots\dots(2.21)$$

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

$$n = \frac{e}{1+e} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dengan n adalah porositas tanah.

Angka pori (e), didefinisikan sebagai:

$$e = \frac{G_s \cdot Y_w}{y_d} - 1 \dots\dots\dots(2.23)$$

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 (W_1) dikurangi berat penampung air kosong (W_0).
- 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 h_1 - h_2 , maka rumus Koefisien permeabilitas sebagai berikut:

$$k = \frac{a.L}{A.t} \cdot 2,303 \log \frac{h_1}{h_2} \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana:

k = Koefisien permeabilitas (cm/detik)

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 Tanah Lempung

Tanah Lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan. Dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987). Pelapukan kimiawi menghasilakan pembentukan kelompok-kelompok partikel yang berukuran koloid ($< 0,002$ mm) yang dikenal sebagai mineral lempung.

Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Lempung merupakan

tanah berbutir halus koloidal yang tersusun dari mineral-mineral yang dapat mengembang.

2.3 Tras

Tras merupakan istilah lokal di Indonesia, sedangkan istilah internasional dikenal dengan sebutan pozzolan yang memiliki sifat pozzolanic. Pozzolan pada dasarnya adalah merupakan bahan alam atau buatan yang sebagian besar kandungannya terdiri dari unsur-unsur silika dan alumina atau kedua-duanya. Menurut ASTM C 618-92a, pozzolan didefinisikan sebagai suatu bahan yang mengandung silika dan alumina dan tidak dapat mengeras jika dicampur dengan air. Dalam keadaan basah dan halus dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida yang dapat mengeras pada suhu kamar. Kandungan maksimum unsur oksida yang harus ada pada suatu pozzolan dapat dilihat pada **Tabel 2.8**

Tabel 2.9. Kandungan kimia pozzolan (ASTM C 618-92a)

Kandungan kimia	Pozzolan		
	N	F	C
1. $\text{Si}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ (minimum,%)	70	70	50
2. SO_3 (maksimum %)	4	5	5
3. Kadar air, (maksimum %)	3	3	3
4. Hilang karena pembakaran, maksimum %)	10	6	6

Pozzolan kelas N merupakan pozzolan dari alam seperti batuan opal, shales, tuff ataupun abu vulkanik. Pozzolan kelas F adalah merupakan

pozzolan buatan seperti abu terbang (fly ash) yang memenuhi syarat baik kimia maupun fisik. Pozzolan kelas C jenis-jenis bahan lainnya yang dapat dimanfaatkan sebagai pozzolan. Pada dasarnya pozzolan alami dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian yaitu pozzolan dari buatan alam dan pozzolan dari tumbuh-tumbuhan tertentu yang setelah dibakar dengan suhu dan waktu tertentu, abunya dapat bersifat sebagai pozzolan, sedangkan tras adalah merupakan pozzolan alam karena termasuk abu vulkanik. Reaksi antar pozzolan basah dan halus dengan kapur dapat menghasilkan senyawa keras dan tidak larut dalam air, yaitu calcium silicate hydrate.

2.4 Fly Ash

Abu Terbang (*Fly Ash*) Merupakan Sisa Dari Hasil Pembakaran Batu Bara Pada Pembangkit Listrik. Abu Terbang Mempunyai Titik Lebur Sekitar 1300 °C Dan Mempunyai Kerapatan Massa (Densitas), Antara 2.0 – 2.5 G/Cm³. Abu Terbang Adalah Salah Satu Residu Yang Dihasilkan Dalam Pembakaran Dan Terdiri Dari Partikel-Partikel Halus. Abu Yang Tidak Naik Disebut *Bottom Ash*. Dalam Dunia Industri, Abu Terbang Biasanya Mengacu Pada Abu Yang Dihasilkan Selama Pembakaran Batu Bara. Abu Terbang Umumnya Ditangkap Oleh Pengendap Elektrostatis Atau Peralatan Filtrasi Partikel Lain Sebelum Gas Buang Mencapai Cerobong Asap Batu Bara Pembangkit Listrik, Dan Bersama-Sama Dengan *Bottom Ash* Dikeluarkan Dari Bagian

Bawah Tungku Dalam Hal Ini Bersama-Sama Dikenal Sebagai Abu Batu Bara.

Tergantung Pada Sumber Dan Tampilan Batu Bara Yang Dibakar, Komponen Abu Terbang Bervariasi, Tetapi Semua Abu Terbang Termasuk Sejumlah Besar Silikon Dioksida (SiO_2) (Baik Amorf Dan Kristal) Dan Kalsium Oksida (CaO), Kedua Bahan Endemik Yang Di Banyak Terdapat Dalam Lapisan Batuan Batu Bara. Di Masa Lalu, Abu Terbang Pada Umumnya Dilepaskan Ke Atmosfer, Tetapi Sekarang Disyaratkan Harus Ditangkap Sebelum Dirilis. Di Amerika Serikat, Abu Terbang Umumnya Disimpan Di Pembangkit Listrik Batu Bara Atau Ditempatkan Di Tempat Pembuangan Sampah. Sekitar 43% Didaur Ulang, Sering Digunakan Untuk Melengkapi Semen Dalam Produksi Beton. Dalam Beberapa Kasus, Seperti Pembakaran Limbah Padat Untuk Menciptakan Listrik (Fasilitas "*Resource Recovery*" Atau Konversi Limbah-Ke-Energi), Abu Terbang Dapat Mengandung Kontaminan Dari *Bottom Ash* Berkadar Tinggi Serta Pencampuran Abu Terbang Dan *Bottom Ash* Bersama-Sama Membawa Tingkat Proporsional Kontaminan Dalam Jangkauan Untuk Memenuhi Syarat Sebagai Limbah Tidak Berbahaya Dalam Keadaan Tertentu, Sedangkan Bila Tidak

Dua Tipe Abu Terbang Didefinisikan Oleh ASTM C618: Abu Terbang Tipe C Dan Abu Terbang Tipe F. Perbedaan Utama Antara

Kelas-Kelas Tersebut Adalah Jumlah Kalsium, Silika, Alumina, Serta Kandungan Besi Dalam Abu. Sifat-Sifat Kimia Dari Abu Terbang Tersebut Sangat Dipengaruhi Oleh Kandungan Kimia Dari Batu Bara Yang Dibakar (Yaitu, Antrasit, Bituminus, Serta Lignit)

2.5 Stabilisasi Tanah

Prinsip-prinsip umum stabilisasi tanah. Stabilisasi dapat terdiri dari salah satu langkah berikut:

1. Meningkatkan kerapatan tanah
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan atau tahanan geser yang timbul
3. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan atau fisis pada tanah
4. Menurunkan muka air tanah
5. Mengganti tanah yang buruk

Apabila tempat alternatif tidak tersedia atau pertimbangan-pertimbangan lingkungan, dan pengaturan zona telah sangat membatasi pilihan yang tersedia, maka dibutuhkan stabilisasi terhadap tanah pada lokasi bangunan guna mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan. Demikian juga mendesain struktur yang disesuaikan dengan keadaan tanah mungkin akan memperhadapkan perencana pada kondisi over desain yang berarti mengakibatkan.

2.6 Penelitian Terdahulu

PENGARUH PENCAMPURAN TRAS DAN KAPUR PADA

LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI DAYA DUKUNG;*oleh*

Hariman Palar S. Monintja, Turangan A. E., A. N. Sarajar Oktovian B.

*A. Sompie, J. E. R. Sumampouw ; Fakultas Teknik, Jurusan Sipil,
Universitas Sam Ratulangi*

Berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dengan Judul Penelitian “Pengaruh Pencampuran Tras dan Kapur pada Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Daya Dukung” dengan sampel tanah yang di ambil di Desa Warembungan, Kecamatan Pineleng yang di stabilisasi dengan kapur sebesar 2.5% dan Tras dengan variasi campuran 5%, 10%, 15%, dan 20%, maka dapat disimpulkan:

1. Dengan variasi campuran antara kapur 2.5% dan Tras 5%, 10%, 15%, dan 20%, maka diperoleh nilai berat isi tanah kering maksimum semakin besar, sedangkan kadar air optimum semakin kecil.
2. Berdasarkan pemeriksaan karakteristik tanah, maka tanah termasuk lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, simbol CH grup Fat Clay (Lempung Gemuk)

3. Lempung yang distabilisasi dengan kapur 2.5% dan Tras dengan variasi 5%, 10%, 15%, dan 20% menunjukkan adanya peningkatan nilai CBR rendaman.
4. Pada campuran kapur 2.5% dan Tras 20% terjadi peningkatan nilai CBR Rendaman sebesar 116.7% dan Nilai CBR Lapangan pada alat Cone Penetrometer sebesar 455.4 % dari nilai CBR tanah asli.
5. Lempung ekspansif yang distabilisasi dengan kapur 2.5% dan Tras pada variasi 5%, 10%, 15%, dan 20% menunjukkan adanya peningkatan nilai Daya Dukung Tanah.
6. Pada campuran kapur 2.5% dan Tras 20% terjadi peningkatan nilai Daya Dukung dengan menggunakan alat CBR Rendaman sebesar 56.6% dan Nilai Daya Dukung pada percobaan CBR Lapangan dengan alat Cone Penetrometer sebesar 390.4% dari nilai Daya Dukung Tanah Asli.

- **PENGARUH FLY ASH TERHADAP NILAI CBR DAN SIFAT-SIFAT PROPERTIS TANAH** ;oleh *Enden Mina, Rama Indera Kusuma , Inten Setyowati Lestari Subowo; Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*

Berdasarkan dari hasil penelitian laboratorium didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Menurut Sistem Unified, tanah daerah Jalan Raya Bojonegara km 19 Serang Banten, termasuk dalam kelas CL yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah.
2. Hasil pengujian CBR tertinggi terdapat pada benda uji dengan kadar fly ash sebesar 20% dengan pemeraman selama 0 hari yaitu 37.2% pada penetrasi 0.1" dan 38.6% untuk penetrasi 0.2". pada presentase 20% 30% fly ash dengan pemeraman selama 0 hari mengalami penurunan yaitu 21,30% pada penetrasi 0.1" dan 22.13% untuk penetrasi 0.2". sedangkan untuk presentasi 30% - 40% fly ash dengan pemeraman selama 0 hari mengalami kenaikan yaitu 23.98% pada penetrasi 0.1" dan 23.84% untuk penetrasi 0.2".
3. Stabilisasi dengan campuran 0% hingga 20% fly ash dengan massa pemeraman nol hari memberikan pengaruh pada pengujian sifat fisis.

- **PENGARUH TRAS TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH LEMPUNG** ;oleh Qunik Wiqoyah; Staf pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

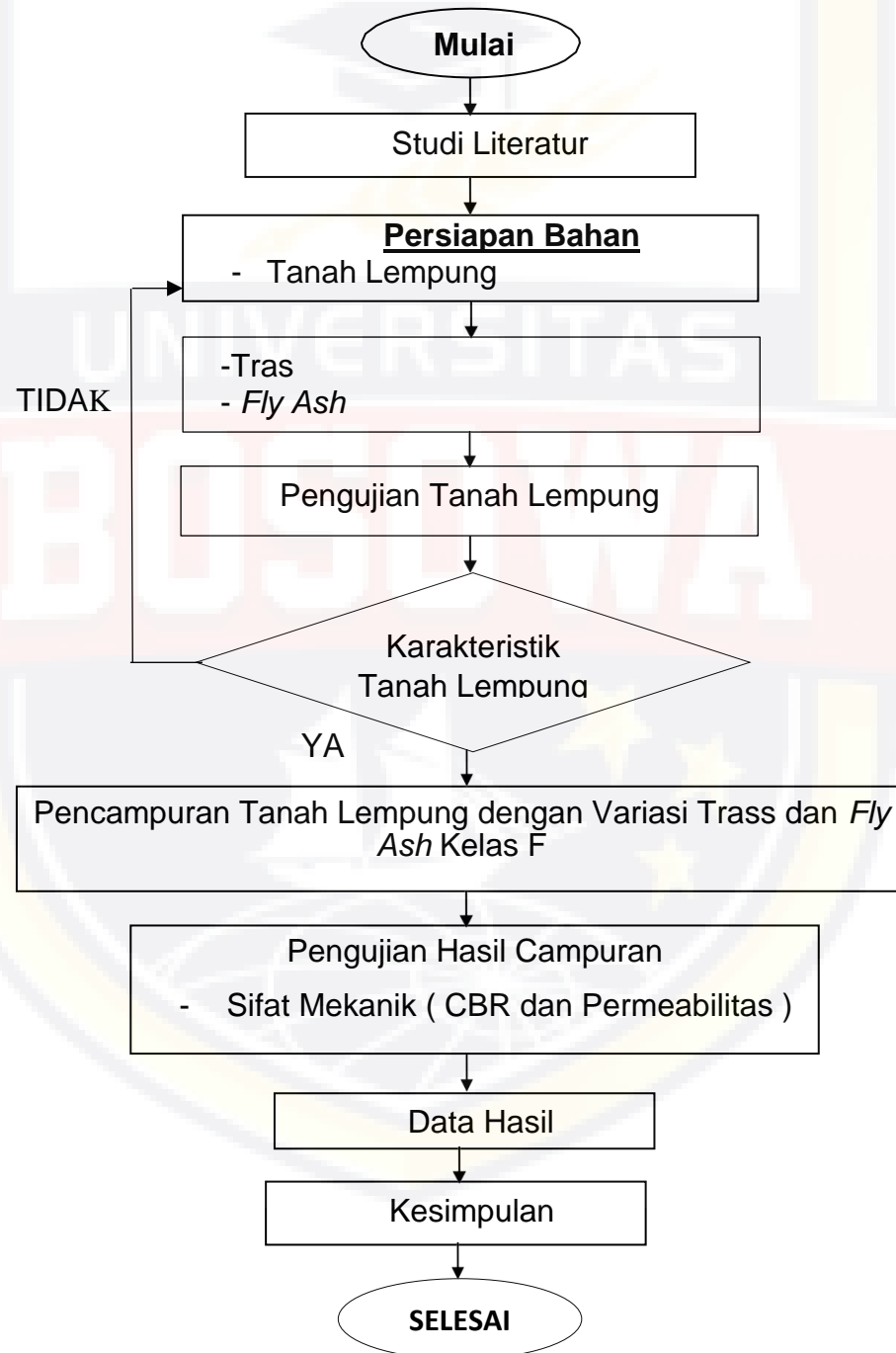
Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan tras pada tanah lempung dapat memperbaiki sifat fisis tanah tersebut.
2. Hasil uji triaksial perawatan 3 hari, menunjukkan peningkatan nilai sudut gesek dalam tanah seiring penambahan tras,. Peningkatan maksimum terjadi pada penambahan 10 % tras. Besarnya peningkatan 5,15
3. Nilai kohesi (c) juga mengalami penurunan sebesar 16,43 kg/m² terjadi pada penambahan 10% tras.
4. Penambahan tras sampai pada 10 % dengan perawatan 3 hari, dapat memperbaiki parameter geser tanah lempung Tanon.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Penelitian



3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pemeriksaan, pembuatan dan pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari bulan Juli-Agustus 2021.

3.2. Jenis Pengujian Material

Tabel 3.1 Pengujian karakteristik tanah

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 (<i>liquid limit</i> , LL)	SNI 03-1967-1990
4.	Batas Plastis (<i>plastic limit</i> , PL)	SNI 03-1966-1990
5	Batas Susut	SNI 3422 2008
5.	Indeks plastisitas (<i>plasticity index</i> , PI)	SNI 03-1966-1990
6.	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
7.	Analisis hydrometer	SNI 03-3423-1994

3.4. Variabel Penelitian

Sebagaimana judul penelitian ini adalah “Pengaruh penambahan Trass dan *Fly Ash* Kelas F Terhadap CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung”. Maka variabel yang digunakan adalah :

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi trass
2. Variabel Tetap dalam penelitian ini adalah komposisi *Fly Ash*
3. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah sifat Tanah

3.5. Notasi dan Jumlah Sampel

Tabel 3.2 Variasi Benda Uji

No.	Jenis Pengujian	Material dan Komposisi Campuran	Kode Sampel	Jumlah Sampel (Buah)
1	Pemadatan Tanah (Kompaksi)	Tanah Asli	TA K	1 Set
		Tanah Asli + Fly Ash 10% + Tras 0%	K0	1 Set
		Tanah Asli + Fly Ash 10% + Tras 5%	K1	1 Set
		Tanah Asli + Fly Ash 10% + Tras 10%	K2	1 Set
		Tanah Asli + Fly Ash 10% + Tras 15%	K3	1 Set
2	CBR	Tanah Asli	TA C	1 Set
		Tanah Asli + Fly Ash 10% + Tras 0%	C0	1 Set
		Tanah Asli + Fly Ash 10% + Tras 5%	C1	1 Set
		Tanah Asli + Fly Ash 10% + Tras 10%	C2	1 Set
		Tanah Asli + Fly Ash 10% + Tras 15%	C3	1 Set
3	Permeabilitas	Tanah Asli	TA P	1 Set
		Tanah Asli + Fly Ash 10% + Tras 0%	P0	1 Set
		Tanah Asli + Fly Ash 10% + Tras 5%	P1	1 Set
		Tanah Asli + Fly Ash 10% + Tras 10%	P2	1 Set
		Tanah Asli + Fly Ash 10% + Tras 15%	P3	1 Set
Total Sampel				15 Set

Keterangan :

*Untuk 1 set kompaksi = 5 mold sampel

*Untuk 1 set CBR = 3 mold sampel

*Untuk 1 set rembesan = 3 mold sampel

Tabel 3.3 Jumlah Notasi Sampel Kompaksi

No.	Tanah Lempung		Fly Ash		Tras		Berat Campuran (gr)
	Persentasi	Berat (gr)	Persentasi	Berat (gr)	Persentasi	Berat (gr)	
1	180%	1800	10%	200	0%	0	2000
2	170%	1700	10%	200	5%	100	2000
3	160%	1600	10%	200	10%	200	2000
4	150%	1500	10%	200	15%	300	2000
		6600		800		600	8000

Tabel 3.4 Jumlah Notasi Sampel CBR

No.	Tanah Lempung		Fly Ash		Tras		Berat Campuran (gr)
	Persentasi	Berat (gr)	Persentasi	Berat (gr)	Persentasi	Berat (gr)	
1	450%	4500	10%	500	0%	0	5000
2	425%	4250	10%	500	5%	250	5000
3	400%	4000	10%	500	10%	500	5000
4	375%	3750	10%	500	15%	750	5000
		16500		2000		1500	20000

Tabel 3.5 Jumlah Notasi Sampel Permeabilitas

No.	Tanah Lempung		Fly Ash		Tras		Berat Campuran (gr)
	Persentasi	Berat (gr)	Persentasi	Berat (gr)	Persentasi	Berat (gr)	
1	45%	450	10%	50	0%	0	500
2	42,5%	425	10%	50	5%	25	500
3	40%	400	10%	50	10%	50	500
4	37,5%	375	10%	50	15%	75	500
	1650		200		150		2000

3.6. Metode Analisis

Pada analisa data yang digunakan yaitu analisis terhadap data hasil uji di laboratorium sebagai berikut :

a. Analisis Tanah Asli

1. Analisis distribusi butiran terhadap tanah yaitu melakukan analisis hasil pengujian tanah di laboratorium dan klasifikasinya menurut klasifikasi tanah serta menggolongkannya menurut jenis mineral tanah.
2. Analisis kadar air dan berat jenis tanah lempung lunak terhadap penggunaan lapisan tanah dasar.
3. Analisis hasil pemadatan (Uji Proctor)
4. Analisis hasil pemadatan tanah asli dilakukan guna mengetahui snilai kadar air optimum terhadap peningkatan kepadatan tanah.

b. Analisis Tanah yang distabilisasi

1. Hubungan *Fly Ash* Kelas f dan Nilai CBR dan Permeabilitas
2. Hubungan Tras dan Nilai CBR dan Permeabilitas
3. Hubungan Nilai CBR dan Permeabilitas terhadap *Fly Ash* kelas F Dan Variasi Tras
4. Nilai koefisien rembesan terhadap *Fly Ash* Kelas F dan variasi Tras

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Sifat Tanah Asli

Berdasarkan hasil dari pengujian karakteristik tanah tanpa bahan tambah di laboratorium diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.1. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	35,3	%
2	Pengujian berat jenis	2,691	
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	48,45	%
	2. Batas Plastis	24,58	%
	3. Batas Susut	18,48	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	23,87	%
	5. Activity	0,64	
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100,00	%
	#10 (2,00 mm)	98,80	%
	#20 (0,85 mm)	97,36	%
	#40 (0,43 mm)	95,74	%
	#60 (0,25 mm)	93,46	%
	#80 (0,180 mm)	90,82	%
	#100 (0,15 mm)	88,02	%
	#200 (0,075 mm)	82,56	%
5	Pasir	17,42	%
	Lanau	45,16	%
	Lempung	37,42	%
6	Pengujian Kompaksi		
	Kadar Air Optimum	20,08	%
	γ dry	1,35	gr/cm ³

sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021.

4.2. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah Setelah dicampur Fly Ash dan Variasi Tras

Menurut hasil sifat Mekanis pengujian setelah dicampur *Fly ash* dan variasi

Tras diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.2 Sifat Mekanik tanah setelah dicampur *Fly ash* dan variasi Tras

Pengujian Kompaksi	K1	K2	K3	K4
Fly Ash	10%	10%	10%	10%
Tras	0%	5%	10%	15%
Kadar Air Optimum	21.83	22.23	22.99	23.48
g dry	1.39	1.39	1.48	1.51
Pengujian CBR	C1	C2	C3	C4
Fly Ash	10%	10%	10%	10%
Tras	0%	5%	10%	15%
Nilai CBR 0.1	16.02	17.67	21.38	23.84
Nilai CBR 0.2	15.72	17.54	20.51	21.63
Rembesan (Permeabilitas)	P1	P2	P3	P4
Fly Ash	10%	10%	10%	10%
Tras	0%	5%	10%	15%
Koefisien Rembesan	0.00185	0.00379	0.00506	0.00859
Debit Rembesan	0.4173	0.5574	0.6571	0.9458

sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021.

4.3. Pembahasan Klasifikasi Tanah Asli

4.3.1. AASHTO(American Association Of State Highway and Transportation Officials)

Sistem klasifikasi tanah yang menggunakan klasifikasi AASHTO dengan berdasarkan uji analisa distribusi butiran serta hasil uji batas-batas Atterberg, yaitu :

- Tanah lolos saringan No.200 = 82,56%
- Batas Cair (LL) = 48,45
- Batas Plastis (PL) = 24,58
- Batas Susut = 18,48
- Indeks Plastisitas (IP) = 23,87

Berdasarkan analisa basah, persentase bagian tanah yang lolos saringan no. 200 adalah 82,56 (>30%). Sehingga tanah diklasifikasikan dalam kelompok : (A-4,A-5 ; A-6,A7)

Batas cair (LL) = 48,45%. Untuk tanah yang batas cairnya lebih besar dari 41% maka tanah tersebut masuk dalam kelompok A-7 (A-7-5,A-7-6).

Indeks Plastisitas (IP) = 23,87%. Untuk kelompok A-7 nilai PI minimumnya sebesar 11% maka tanah dikelompokkan kedalam kelompok A-7 (A-7-5,A-7-6).

Sedangkan nilai batas plastis (PL) = 24,58%, untuk kelompok A-7 nilai PL > 30% sehingga tanah dikelompokkan kedalam kelompok A-7-5.

Tanah yang masuk kategori A-7-5 termasuk klasifikasi tanah lempung.

4.2.1 USCS (Unified Soil Classification System)

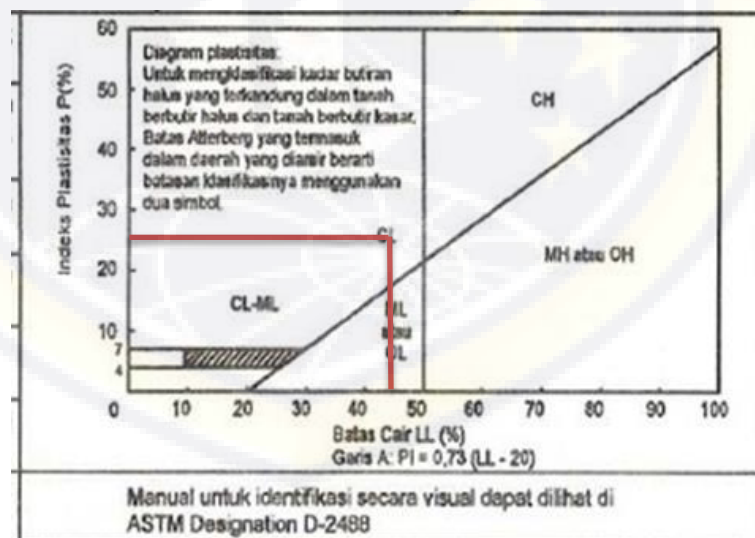
Dari analisis saringan basah didapatkan tanah lolos saringan no. 200 lebih besar dari 50% sehingga masuk kedalam klasifikasi tanah lempung

Batas cair (LL) = 48,45% dan indeks plastisitas (PI) = 23,87%. Dari bagian plastisitas, klasifikasi tanah masuk dalam kategori CL, Karena nilai LL 48,45% (Lebih kecil dari 50%) maka termaksud CL, selanjutnya $PI = LL - PL$ atau $PI = 48,45\% - 24,58\% = 23,87\%$

CL adalah symbol lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang.

Dari karakteristik material diatas (yaitu plastisitas dan distribusi ukuran partikel) dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut adalah : Tanah Lempung (clay) dengan sifat plastisitas sedang

Gambar 4.1 Sistem Klasifikasi Tanah USCS (Unified Soil Classification System)



2.3.3 Berat jenis (Gs)

Berat Jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir-butir dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Pengujian ini dimaksud untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No.40 dengan menggunakan labu ukur. Dari hasil pemeriksaan berat jenis diperoleh berat jenis 2,691. Dari nilai berat jenis tersebut, tanah tersebut termasuk kategori lempung anorganik yang mempunyai nilai berat jenis antara 2,68-2,75

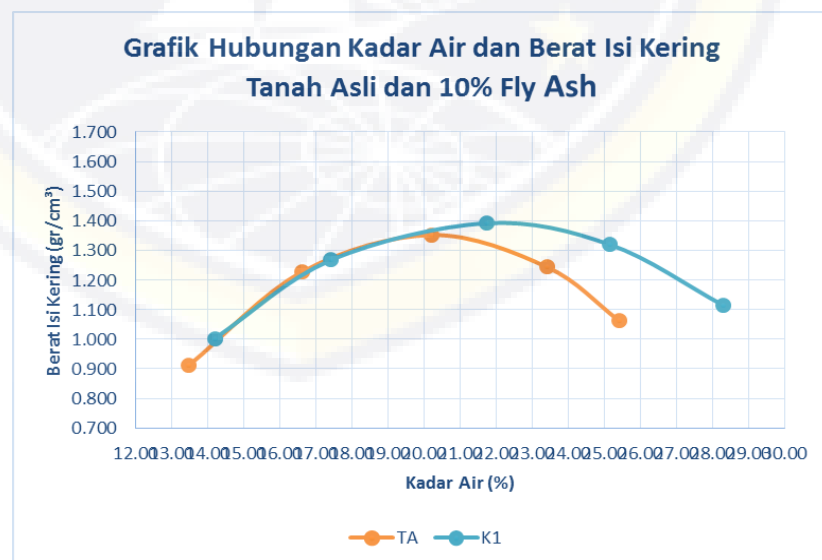
Tabel 4.3 Tabel Pembagian Jenis tanah berdasarkan berat jenis

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
KERIKIL	2.65 - 2.68
PASIR	2.65 - 2.68
LEMPUNG ORGANIK	2.58 - 2.65
LEMPUNG ANORGANIK	2.68 - 2.75
HUMUS	1.37
GAMBUT	1.25 - 1.8

2.4 Sifat Mekanik Tanah

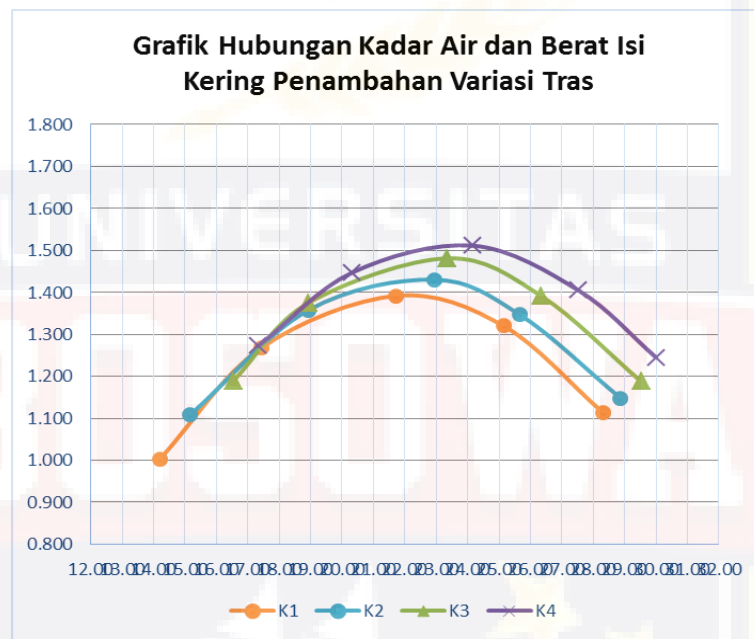
2.4.1 Pengujian Kompaksi (Pemadatan)

Gambar 4.2 Grafik Hubungan Tanah Asli dan Penambahan Fly ash



Berdasarkan data diatas didapat hasil pengujian Pemadatan Standar (Proctor Test) Tanah Asli) tanah tanpa variasi diperoleh Wopt 21,75 dan yd Maks 1,39. Dan untuk Tanah Asli dengan bahan tambah *Fly Ash* 10% diperoleh Wopt 21,75 dan yd Maks 1,39. Dengan selisi Wopt 5,45 dan yd Maks dengan selisi 0,04

Gambar 4.3 Grafik Hubungan Penambahan Variasi Tras



Dari grafik diatas nilai kepadatan kering tanah lempung atau tanah dengan campuran variasi Tras maka diperoleh :

- *Fly ash* 10%, 1,43 gr/cm³ dengan kadar air optimum 22,30%, dengan campuran variasi *Fly Ash* 10% dan penambahan presentasi variasi Tras 5% maka didperoleh kenaikan kepadatan kering maksimal 1,44 gr/cm³ dengan selisih 0,01 gr/cm³ dan mengalami kenaikan pada kadar air optimum sebesar 23,36% dengan selisih 1,06%,

- untuk variasi *Fly Ash* 10% dan Penambahan Tras 10% terjadi peningkatan kepadatan kering sebesar 1,46 gr/cm³ dengan selisih 0,02 gr/cm³ dan mengalami kenaikan kadar air sebesar 23,46% dengan selisi 0,1%
- untuk variasi *Fly Ash* 10% dan penambahan Tras 15%, terjadi peningkatan kepadatan kering maksimal sebesar 1,48 gr/cm³ dengan selisih 0,02 gr/cm³ dan mengalami kenaikan kadar air sebesar 24,27% dengan selisih 0,81%. Peningkatan tersebut terjadi diakibatkan karena karena berat jenis *Fly Ash* dan Tras lebih besar dari berat jenis tanah lempung, sehingga didapatkan penurunan kepadatan kering setelah variasi *Fly Ash* dan Tras

Namun nilai kadar Air optimum mengalami kenaikan seiring dengan variasi *Fly ash* dengan penambahan jumlah persenan Tras karena *Fly ash* dan Tras karna memiliki daya serap yang lebih besar dibanding dengan tanah lempung, sehingga hal tersebut yang mengakibatkan kenaikan kadar air optimum tiap penambahan variasi tras

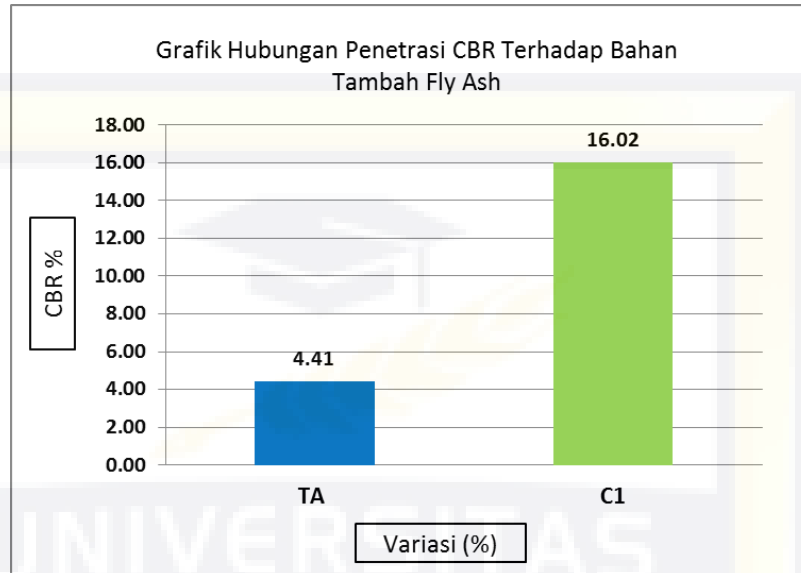
2.4.2 Pengujian CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)

Tabel 4.4 Hasil Pengujian CBR *Fly Ash* dan Variasi Tras

No.	Variasi Campuran	Kode	Nilai CBR(%)	Selisih	Persen Peningkatan
1	Tanah Asli	TA	4.41		
2	Tanah + 10% Fly Ash	C1	16.02	11.61	263
3	Tanah + 10% Fly Ash + 5% Tras	C2	17.67	1.65	10.30
4	Tanah + 10% Fly Ash + 10% Tras	C3	21.38	3.71	21.00
5	Tanah + 10% Fly Ash + 15% Tras	C4	23.84	2.46	11.51

Adapun Perbandingan Nilai CBR Tanah Asli dan Fly ash serta Variasi

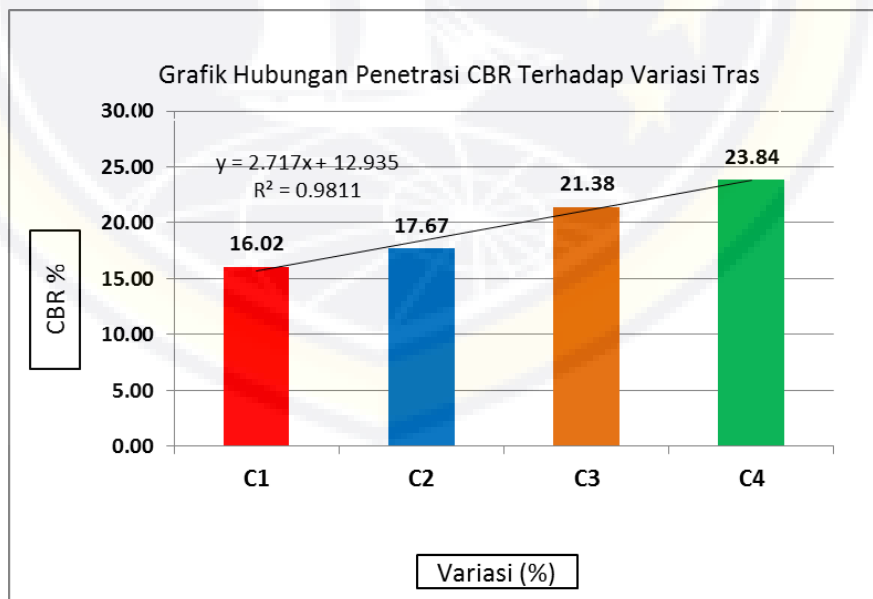
Tras dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Penetrasi CBR Terhadap Tanah Asli dan Fly Ash

Berdasarkan data diatas diperoleh hasil penetrasi CBR Tanah Asli sebesar 5.00% dan untuk penambahan Fly Ash 10% sebesar 16,72%.

Dengan selisih 11.72 %



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Penetrasi CBR Terhadap Variasi Tras

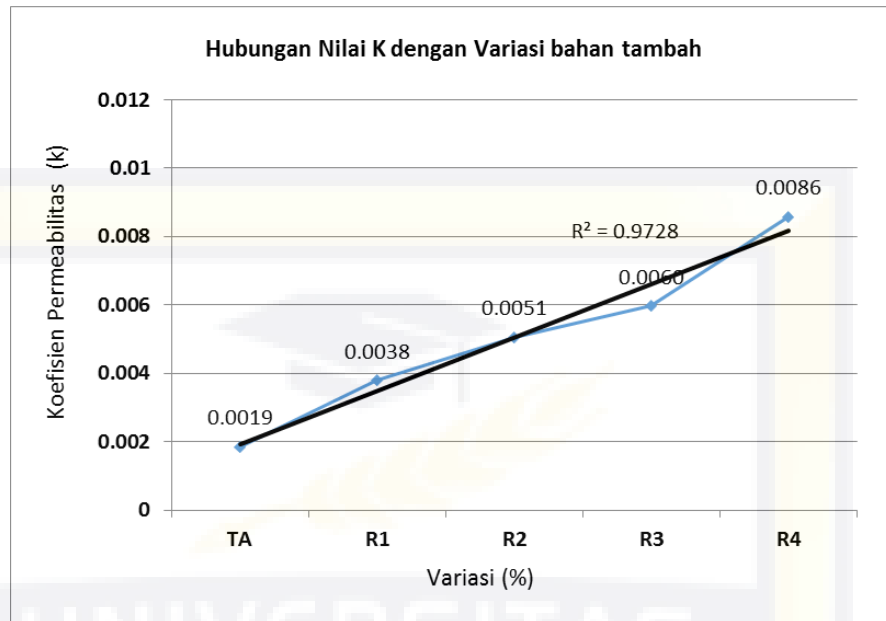
Dari data diatas didapatkan hasil penetrasi CBR untuk variasi Tras terus meningkat pada setiap penambahan variasi Tras dan mencapai puncak nilai terbesar divariasi penambahan Tras 15% sebesar 25.56%.

Berdasarkan tabel dan grafik hubungan tiap presentasi pencampuran *Fly Ash* dan variasi Tras dapat dilihat bahwa:

- Pada tanah asli atau presentasi campuran 0% dengan Nilai CBR 5%
- Pada tanah asli dengan campuran fly ash 10% mengalami peningkatan nilai CBR 16,72% dengan selisih 11,72%
- Pada tanah asli dan campuran fly ash 10% dengan variasi tras 5% mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 18,37% dengan selisih 1,65%
- Pada tanah asli dan campuran fly ash 10% dengan variasi tras 10% mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 20,82% dengan selisih 2,45%
- Pada tanah asli dan campuran fly ash 10% dengan variasi tras 15% mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 24,27%

Berdasarkan hasil uraian diatas dapat dilihat nilai CBR tiap penambahan Variasi Tras mengalami peningkatan berturut – turut sampai variasi tras 15%. Nilai CBR naik disebabkan karna adanya penggumpalan butiran tanah lempung menjadi besar, dan dengan adanya perbaikan gradasi butiran tanah lempung maka nilai CBR semakin meningkat.

4.4.3 Pengujian Rembesan / Permeabilitas

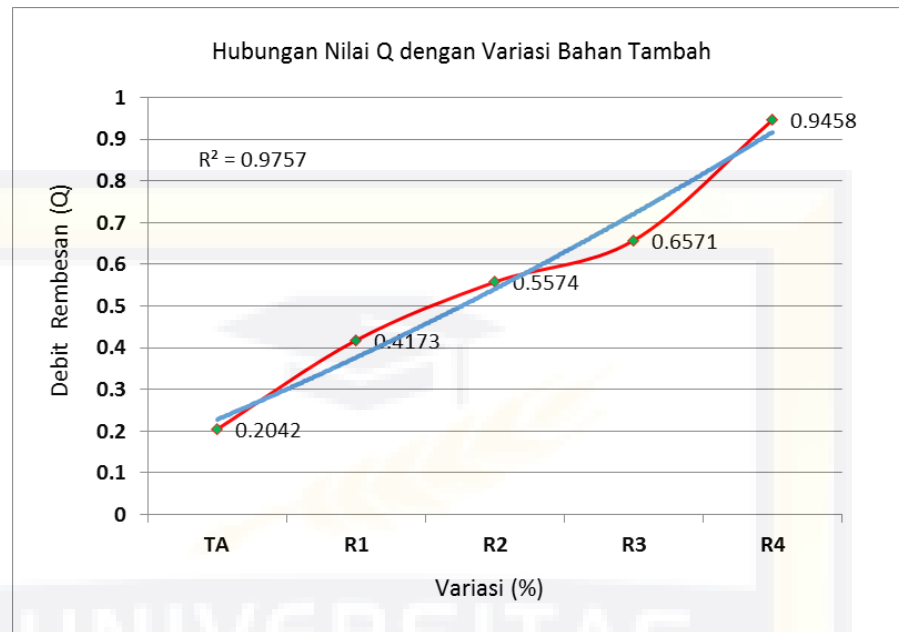


Gambar 4.7 Grafik Nilai Koefisien Permeabilitas dengan variasi bahan tambah

Berdasarkan data diatas didapat hasil Koefisien Permeabilitas Tanah Asli sebesar 0,00185 dan untuk Tanah Asli dengan bahan tambah Fly Ash 10% sebesar 0,00379 dengan selisih 0,00194.

Nilai kofesien permeabilitas juga semakin tinggi, hal itu dilihat Grafik diatas. Diamana pada penambahan Variasi 0% sampai penambahan *Fly Ash* 10% mengalami kenaikan dengan selisi 0,00194 untuk penambahan *Fly Ash* 10% dan *Fly Ash* 10% ditambah variasi Tras 5% selisinya sebesar 0,00127, untuk penambahan *Fly Ash* 10% ditambah variasi Tras 5 dan *Fly Ash* 10% ditambah variasi Tras 10% selisinya sebesar 0,000905, dan untuk penambahan *Fly Ash* 10% ditambah variasi Tras 10% dan *Fly Ash* 10% ditambah variasi Tras 15% selisinya sebesar 0,00262. Sehingga seiring bertambahnya jumlah

variasi nilai koefisien permeabilitas juga meningkat



Gambar 4.8 Grafik Nilai Debit Rembesan dengan variasi bahan tambah

Berdasarkan data diatas didapat hasil Debit Rembesan Tanah Asli sebesar 0,2042 dan untuk Tanah Asli dengan bahan tambah Fly Ash 10% sebesar 0,4173 dengan selisih 0,2132.

Nilai Debit Rembesan juga semakin tinggi. Dimana pada penambahan Fly Ash 10% penambahan *Tras* 0% dan *Tras* 5% mengalami kenaikan dengan selisi 0,140115 untuk *Fly Ash* 10% dan variasi *Tras* 5% dan 10% mengalami kenaikan selisinya 0,099666, untuk penambahan *Fly Ash* 10% ditambah variasi *Tras* 10% dan 15% dengan selisinya sebesar 0,288674, Sehingga seiring bertambahnya jumlah variasi nilai Debit Rembesan juga meningkat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian di laboratorium, maka kami menarik beberapa kesimpulan tentang perilaku sampel tanah yang distabilisasimenggunakan bahan substitusi sebagai berikut:

1. Hasil pengujian karakteristik tanah asli diperoleh bahwa tanah tersebut menurut AASHTO termasuk kelompok A-7-5 atau tanah berbutir halus karena lebih dari 35% butirannya lolos saringan No.200 yaitu 82,56%, tanah dalam kelompok ini biasanya merupakan jenis tanah lempung-lanau. Sedangkan menurut klasifikasi USCS tanah ini termasuk tanah kategori CL (Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang) karna nilai batas cair (LL) $48,45 < 50\%$
2. Nilai California Bearing Ratio (CBR) mengalami peningkatan pada pada penambahan Fly ash 10%, serta tiap variasi Tras. Tetapi saat penambahan Tras terhadap tanah dengan

kandungan Fly Ash terjadi peningkatan maksimum pada penambahan Tras 10%, dikarenakan ukuran butir fly ash dan tras menutup pori pori yang ada pada tanah.

3. Pada pengujian permeabilitas mengalami peningkatan pada penambahan Fly Ash 10%. Serta di tiap penambahan variasi Tras, dan meningkat Maksimum pada saat penambahan Tras 10% pada tanah dengan kandungan Fly Ash didalamnya.

5.2. Saran

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk menangani masalah tanah lempung.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan tentang judulnya ini, dengan menambahkan proporsi yang lebih besar.
3. Untuk hasil pengujian CBR perlu ada variasi lain, dan variasi waktu pemeraman, serta memperbanyak jumlah sampel untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Anisa Nurul Zahra,: Analisa Kuat Geser dan Permeabilitas Tanah Lempung Lunak yang dicampur dengan Fly Ash dan Abu Sekam Padi” (Skripsi), Jurusan Teknik Sipil – Universitas Bosowa.
- Bowles, Joseph E, 1986, Sifat – Sifat Fisis Geoteknis Tanah edisi kedua, Erlangga, Jakarta
- Buku Bahan Ajar Darwis Panguriseng. Materi Pokok Mekanika Tanah – 1 dan Geologi Rekayasa. Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
- Casagrande. 1942. Sistem Klssifikasi Unifed Soil & Clasification System (USCS).
- Dr. Ir. H Darwis. 2018. *Dasar- Dasar Mekanika Tanah*.
- Das, Braja M, Endah Noor, Mochtar, Indrasurya B, 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid 2*. Penerbit: Erlangga, Jakarata.
- Denny Boy Pinasang, O.B.A Sompie, Freddy Jansen. 2016. *Analisa Campuran Fly Ash dan Kapur –Abu Sekam Padi Terhadap Lempung Ekspansif*
- Enden Mina, Rama Indera Kusuma , Inten Setyowati Lestari Subowo. 2016. *Pengaruh Fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Sifat-sifat Propertis Tanah. Diunduh 25 Maret 2021*
- Harry Chrisady Hardiyatmo 2019. *Mekanika Tanah Edisi ke Tujuh*
- Hardiyatmo, H. C. 1992. Mekanika Tanah I. Jakarta : PT. Gramedia

Pustaka Utama.

Hardiyatmo, Hary Christiady 2010. Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan

Jalan. Yogyakarta: Gadjah Mada University

Hardiyatmo. 2006, "Mekanika Tanah 1" Edisi Keempat: Yogyakarta.

Hariman Palar S. Monintja, Turangan A. E., A. N. Sarajat Oktovian B. A..

Qunik Wiqoyah, 2007. *Pengaruh Tras Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Lempung*, Diunduh 25 Maret 2021

Mekanika Tanah, Laboratorium. 2014. Buku Panduan *Praktikum Mekanika*

Tanah. Universitas Bosowa. Makassar.

Sompie, J. E. R. Sumampouw. 2013. *Pengaruh Pencampuran Trass*

dan Kapur pada Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Daya Dukung.
Diunduh 25 Maret 2021

Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. Mekanika Tanah I.

Yogyakarta : Kanisius.

Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. Mekanika Tanah II.

Yogyakarta : Kanisius.

Sutarman, E. Konsep dan Aplikasi Mekanika Tanah, Penerbit: Andi,

Jakarta.

Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. Mekanika Tanah Dalam Praktek

Rekayasa, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Verhoef, PNW. 1994. Geologi Untuk Teknik Sipil. Erlangga. Jakarta.

Wesley, L.D Edisi Baru. Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan

Residu, Penerbit : Andi Jakarta.

Resume Pengujian Tanah Lempung

Project : Penelitian Tugas Akhir
Judul : Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F Terhadap CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Univ. Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan oleh : Nur Safitriani

Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	35.3	%
2	Pengujian berat jenis	0.000	
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	0.00	%
	2. Batas Plastis	24.58	%
	3. Batas Susut	18.48	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	23.87	%
	5. Activity	0.64	
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100.00	%
	#10 (2,00 mm)	98.80	%
	#20 (0,85 mm)	97.36	%
	#40 (0,43 mm)	95.74	%
	#60 (0,25 mm)	93.46	%
	#80 (0,180 mm)	90.82	%
	#100 (0,15 mm)	88.02	%
	#200 (0,075 mm)	82.56	%
5	Pasir	17.42	%
	Lanau	45.16	%
	Lempung	37.42	%
6	Pengujian Kompaksi		
	Kadar Air Optimum	20.08	%
	γ dry	1.35	gr/cm ³

Berdasarkan hasil pemeriksaan sifat fisis tanah asli AASHTO mengklasifikasikan sampel tanah pada A-7 (tanah lempung) dan subkelompok A-7-5, sedangkan USCS mengklasifikasikan sampel tanah sebagai tanah berbutir halus dan termasuk kedalam kelompok CH.

Makassar, Agustus 2021

Asisten Laboratorium

Peneliti

Hasrullah, ST.

Nur Safitriani

Kepala Laboratorium

Dr.Ir. H. Syahrul Sariman, MT.

NIDN: 00 100359 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 : Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F Terhadap CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 2 Juli 2021
Dikerjakan Oleh : Nur Safitriani

TABEL KADAIR AIR

No. Cawan	-	1	2
Berat Cawan, W1	gram	6.7	7.8
Berat Cawang + Tanah Basah, W2	gram	32.8	35.4
Berat Cawang + Tanah Kering, W3	gram	26	28.2
Berat Tanah Kering, $W_s=W3-W1$	gram	19.3	20.4
Berat Air, $W_w=W2-W3$	gram	6.8	7.2
Kadar Air, $w=(W_w/W_s)*100$	%	35.23	35.29
Rata-rata	%	35.26	

Diperiksa Oleh:

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Nur Safitriani
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 : Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F Terhadap CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 3 Juli 2021
Dikerjakan Oleh : Nur Safitriani

**PENGUJIAN BERAT JENIS
(SNI 1964:2008)**

Sampel	-	I	II
Berat Piknometer, (W1)	gram	37.4	35.6
Berat Piknometer + Air, (W2)	gram	86.2	82.5
Berat Piknometer + Air + Tanah, (W3)	gram	101.6	97.2
Berat Tanah Kering, (Ws)	gram	24.5	23.4
Temperatur	^o C	29	29
Faktor Koreksi, $\alpha = \gamma T / \gamma_{20}$		0.99598	0.99598
Berat Jenis (Gs)		2.692	2.690
Berat Jenis rata-rata		2.691	

Tabel Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Berat Jenis

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
KERIKIL	2.65 - 2.68
PASIR	2.65 - 2.68
LEMPUNG ORGANIK	2.58 - 2.65
LEMPUNG ANORGANIK	2.68 - 2.75
HUMUS	1.37
GAMBUS	1.25 - 1.8

Diperiksa Oleh:

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Nur Safitriani
Mahasiswa



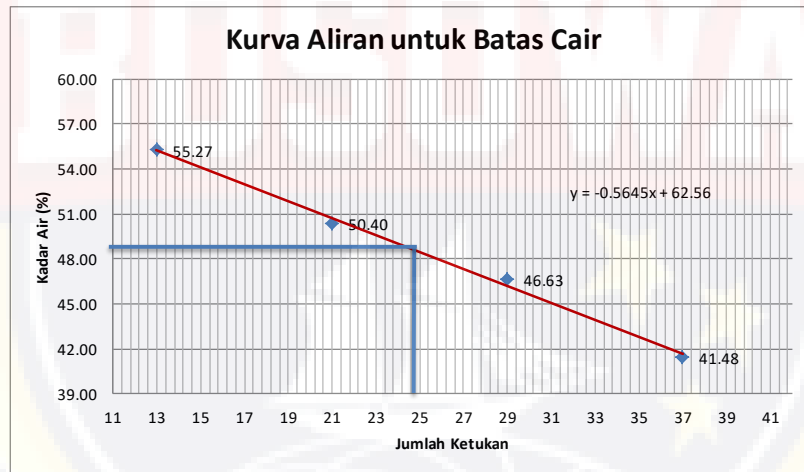
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F Terhadap CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 4 Juli 2021
Dikerjakan Oleh : Nur Safitriani

PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG
(SNI 1996:2008)

No. Test	-	Batas Cair (LL)							
		13		21		29		37	
Jumlah Pukulan	-	13		21		29		37	
No. Container	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Berat Tanah Basah + Container (W1)	gr	29.9	29.8	26.1	25.9	24.3	24.0	18.9	19.4
Berat Tanah Kering + Container (W2)	gr	22.3	22.2	19.8	19.6	19.4	19.2	15.3	15.7
Berat Container (W3)	gr	8.6	8.4	7.4	7.0	8.9	8.9	6.6	6.8
Berat Air (Ww=W1-W2)	gr	7.6	7.6	6.3	6.3	4.9	4.8	3.6	3.7
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	gr	13.7	13.8	12.4	12.6	10.5	10.3	8.7	8.9
Kadar Air, Ww/Wd x 100%	%	55.5	55.1	50.8	50.0	46.7	46.6	41.4	41.6
Rata-rata		55.27		50.40		46.63		41.48	



Batas Cair (LL) didapat pada pukulan 25
Jadi, LL = $-0.5645 \times 25 + 62.560 = 48.45\%$

Diperiksa Oleh:

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Nur Safitriani
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 : Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F Terhadap CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 4 Juli 2021
Dikerjakan Oleh : Nur Safitriani

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

No Test	-	1	2
No. Container	-	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	33.4	33.7
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	32	32.2
Berat Container (W3)	Gram	26.3	26.1
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	1.4	1.5
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	6	6.1
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	24.56	24.59
Kadar Air Rata-rata	%	24.58	

$$\begin{aligned} \text{Indeks Plastisitas PI} &= \text{LL} - \text{PL} \\ &= 48.45 - 24.58 = 23.87 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Activity, A} &= \frac{\text{PI}}{\% \text{ Clay Sizes}} \\ &= \frac{23.87}{37.42} \\ &= \frac{23.87}{37.42} \\ &= 0.64 \end{aligned}$$

Sumber: Harry Christady Hardiyatmo, Mekanika Tanah 1 2017

Diperiksa Oleh

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Nur Safitriani
Mahasiswa



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

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

Proyek

Judul : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
: Pengaruh Penambahan Trass dan Fly Ash Kelas F Terhadap CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung

Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa

Sampel : Tanah Asli

Tanggal : 4 Juli 2021

Dikerjakan Oleh : Nur Safitriani

**PENGUJIAN BATAS SUSUT
(SNI 3422:2008)**

No. Test	-	1	2
Berat Mould (W1)	Gram	12.6	12.2
Berat Mould + Tanah Basah (W2)	Gram	34.8	34.2
Berat Mould + Tanah Kering (W3)	Gram	26.3	25.9
Berat Air Raksa yang dipakai untuk mengisi mangkok shringkage (W4)	Gram	218.3	216.1
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test, (W5)	Gram	137.2	137.6
Berat Tanah Basah, $Ww=W2-W1$	Gram	22.2	22
Berat Tanah Kering, $Wd=W3-W1$	Gram	13.7	13.7
Berat Air, $Wa=W2-W3$	Gram	8.5	8.3
Berat Cawan Petri, (Wp)	Gram	40.4	40.4
Berat Jenis Air Raksa (r)	Gram	13.6	13.6
Volume tanah basah, $Vw=(W4-Wp)/r$	m ³	13.08	12.92
Volume tanah kering, $Vd=(W5-Wp)/r$	m ³	7.12	7.15
Kadar air = $Wa/Wd \times 100\%$	%	62.04	60.58
Batas susut : SL = Kadar air - $((Vw-Vd)/Wd) \times 100\%$	%	18.52	18.45
SL rata-rata	%	18.48	

Diperiksa Oleh:

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Nur Safitriani
Mahasiswa



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

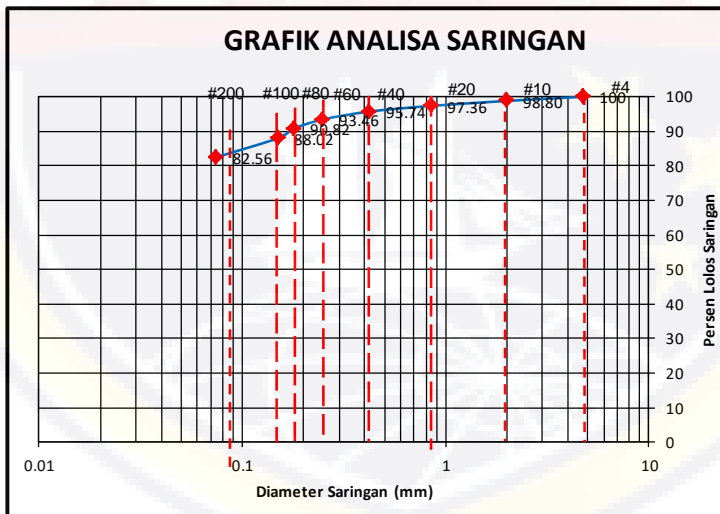
Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F Terhadap CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 5 Juli 2021
Dikerjakan Oleh : Nur Safitriani

**PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
(SNI 3423:2008)**

	Berat (gram)
Berat tanah kering oven	500.00
Berat tanah kering tertahan sar. 200 sesudah dicuci	101.30
Berat tanah lolos saringan 200 setelah dicuci	398.70

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4.75	0	0	0	100
10	2.00	6	6	1.20	98.80
20	0.85	7.2	13.2	2.64	97.36
40	0.43	8.1	21.3	4.26	95.74
60	0.25	11.4	32.7	6.54	93.46
80	0.18	13.2	45.9	9.18	90.82
100	0.15	14	59.9	11.98	88.02
200	0.075	27.3	87.20	17.44	82.56
Pan	-	101.30			



Makassar, Oktober 2021

Diperiksa Oleh:

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Nur Safitriani
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 : Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F Terhadap CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 9 Juli 2021
Dikerjakan Oleh : Nur Safitriani

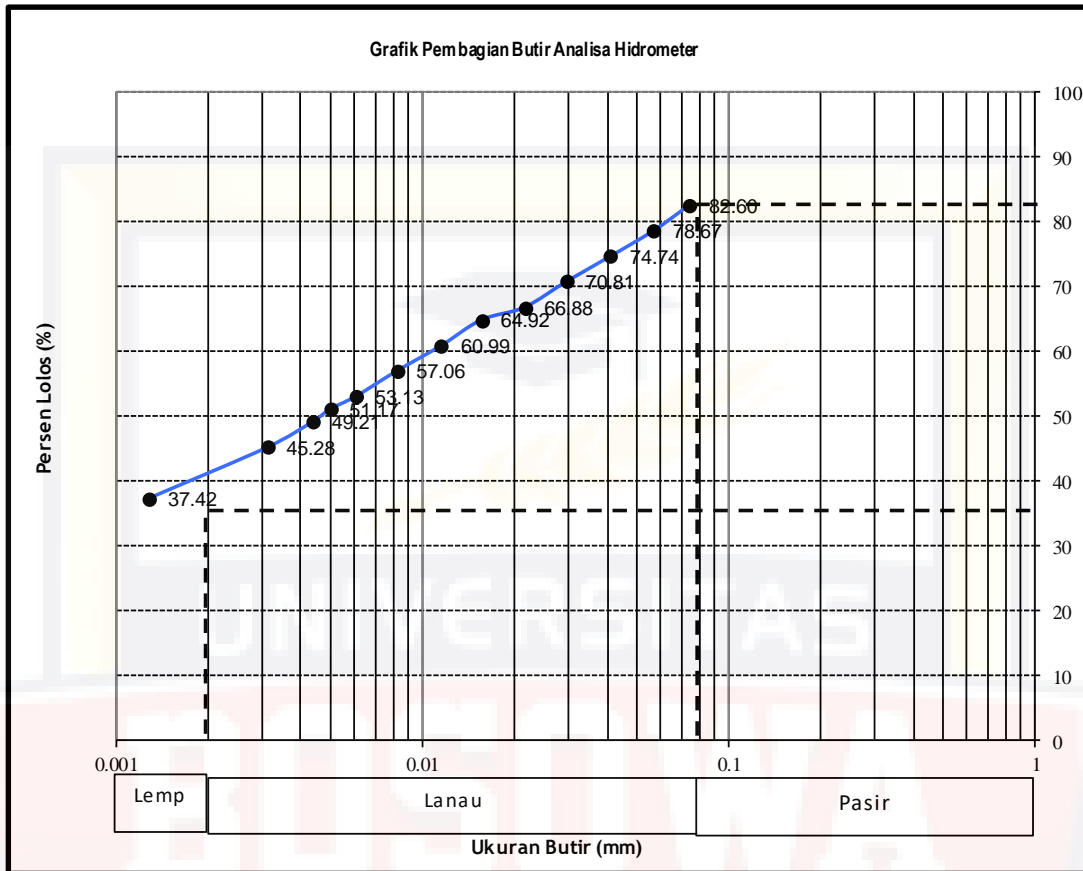
PENGUJIAN ANALISIS HIDROMETER TANAH
(SNI 3423:2008)

Berat Jenis : 2.680 gram/cm³
Zero Correction : 1
Meniscus Correction : 1
Gs Correction : 0.982
{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	40	42	82.60	43	8.9	0.01240	0.07399
0.5	29	38	40	78.67	36	10.4	0.01240	0.05655
1	29	36	38	74.74	33	10.9	0.01240	0.04094
2	29	34	36	70.81	31	11.2	0.01240	0.02934
4	29	32	34	66.88	26	12.0	0.01240	0.02148
8	29	31	33	64.92	23	12.5	0.01240	0.01550
15	29	29	31	60.99	21	12.9	0.01240	0.01150
30	29	27	29	57.06	19	13.2	0.01240	0.00823
60	29	25	27	53.13	13	14.2	0.01240	0.00603
90	29	24	26	51.17	11	14.5	0.01240	0.00498
120	29	23	25	49.21	9	14.8	0.01240	0.00435
240	29	21	23	45.28	8	15.0	0.01240	0.00310
1440	29	17	19	37.42	7	15.2	0.01240	0.00127



Makassar, Oktober 2021

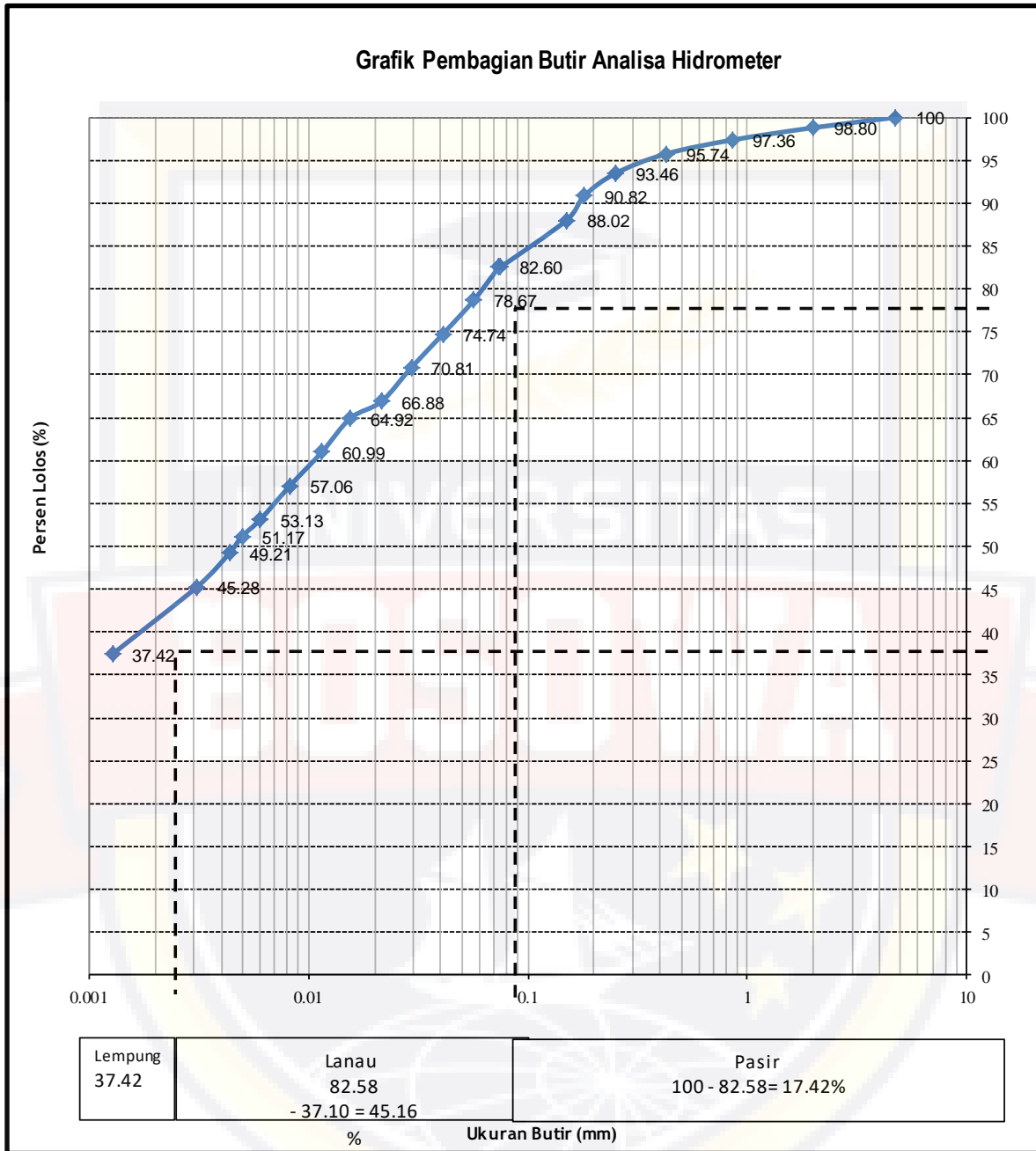
Diperiksa Oleh:

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Nur Safitriani
Mahasiswa

GRAFIK PEMBAGIAN BUTIR ANALISA HIDROMETER



Catatan :

Pasir = 17.42%
 Lanau = 45.16%
 Lempung = 37.42%



**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 : "Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung"
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Asli
 Tanggal : 5 Juli 2021
 Dikerjakan Oleh : Nur Safitriani

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

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	35.26	35.26	35.26	35.26	35.26
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3474	4175	3728	3851	4054
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4454	5532	5268	5305	5317
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	980	1357	1540	1454	1263
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Volume Basah y _{wet} = W _{wet} / V _{mould}	gr/cm ³	1.034	1.432	1.626	1.535	1.333

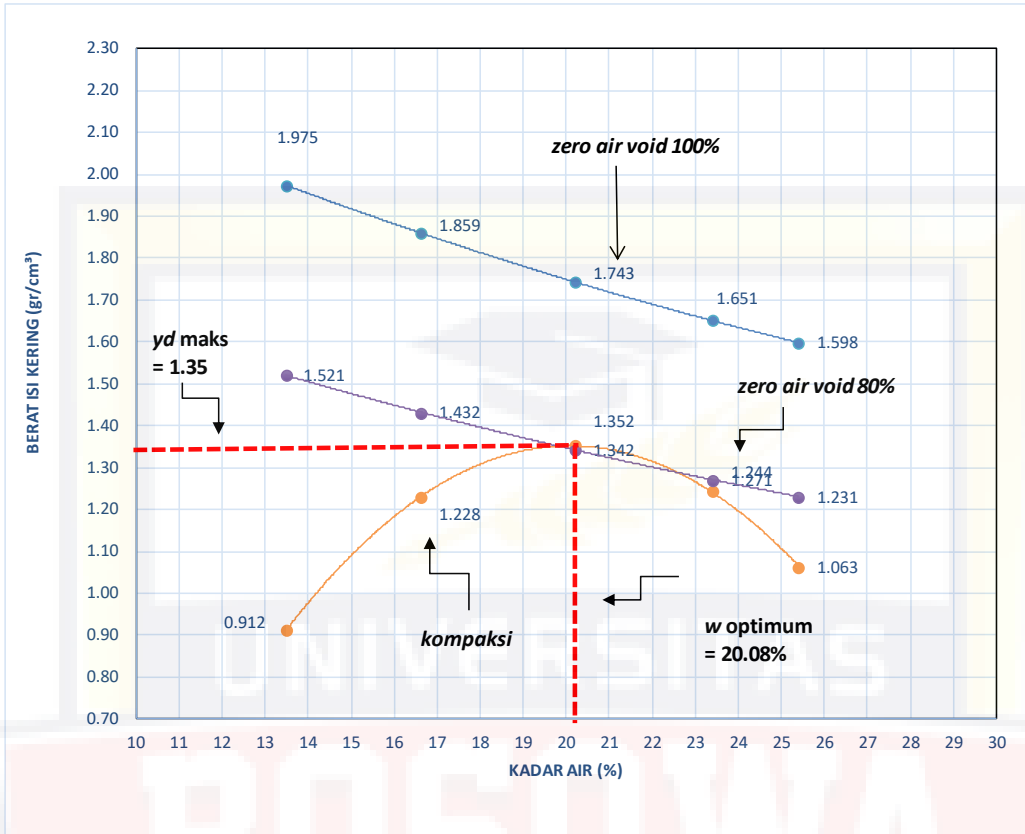
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	32.3	30.5	33.8	34	37.4	37.7	42.6	43	43.0	44.0
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	29.5	28	30.3	30.4	32.6	32.9	36.2	36.5	36.4	36.5
Berat Air (Ww)	gram	2.8	2.5	3.5	3.6	4.8	4.8	6.4	6.5	6.6	7.5
Berat Cawan	gram	9.1	9.1	9.2	8.8	8.8	9.2	8.8	8.8	8.7	8.7
Berat Tanah Kering	gram	20.4	18.9	21.1	21.6	24	23.7	27.4	27.7	27.7	27.8
Kadar Air (ω)	%	13.7	13.2	16.6	16.7	20	20.3	23.4	23.5	23.8	27.0
Kadar Air Rata-rata	%	13.48		16.63		20.21		23.41		25.40	

BERAT ISI KERING

Berat isi Kering $V_{dry} = \frac{y \text{ Wet}}{1 + (\frac{w}{100})}$	gram	0.912	1.228	1.352	1.244	1.063
Zero air Void 100 $ZAV 100\% = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)/100} \times 1$	gr/cm ³	1.975	1.859	1.743	1.651	1.598
Zero Air Void 80 $ZAV 80\% = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)/100} \times 0.8$	gr/cm ³	1.521	1.432	1.342	1.271	1.231

Berat Jenis (Gs) = **2.691**



$$\begin{aligned}
 -0.010127x^2 + 0.406761x - 2.732389 &= -0.0101270x^2 + 0.40676x - 2.732389 \\
 &= 20.08 \quad w \text{ optimum} \\
 &= 1.35 \quad yd \text{ maks}
 \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh :

Harullah, ST.
Asisten Lab

Makassar, Oktober 2021
Diuji Oleh :

Nur Safitriani
Mahasiswa



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (10X TUMBUKAN)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F
TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH : NUR SAFITRIANI
MATERIAL : TANAH LEMPUNG

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	45.60	49.30
Berat Tanah Kering + Container	gram	38.95	41.95
Berat Air	gram	6.65	7.35
Berat Container	gram	7.50	7.20
Berat Tanah Kering	gram	31.45	34.75
Kadar Air, ω	gram	21.14	21.15
Kadar Air rata-rata	%	21.15	

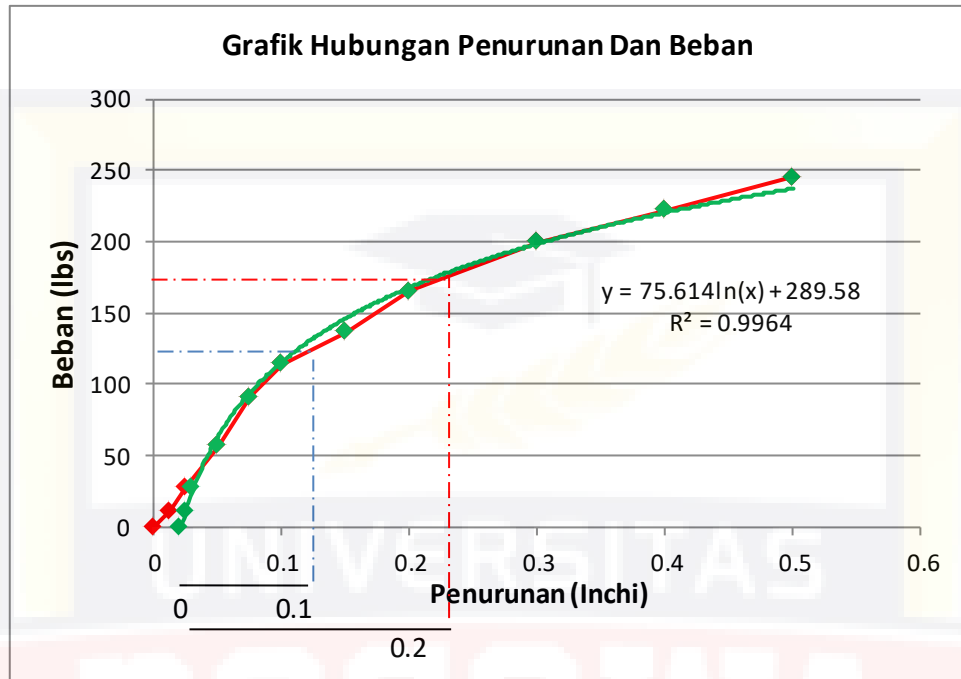
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	2830
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	5725
C. Berat Tanah Basah	gram	2895
D. Volume Cetakan	cm ³	2026
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1.429
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.18

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	2	11.40
0.025	5	28.50
0.050	10	57.00
0.075	16	91.20
0.100	20	114.00
0.150	24	136.80
0.200	29	165.30
0.300	35	199.50
0.400	39	222.30
0.500	43	245.10



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 74.61 \ln(x) + 289.58$ (lbs)	CBR (%)
0.1	117.77	3.93
0.2	169.49	3.77

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Diperiksa Oleh,

Hasrullah, ST

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh,

Nur Safitriani



**PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM
(35X TUMBUKAN)**

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F
TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH : NUR SAFITRIANI
MATERIAL : TANAH LEMPUNG

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	53.10	45.50
Berat Tanah Kering + Container	gram	45.00	38.70
Berat Air	gram	8.10	6.80
Berat Container	gram	6.00	6.30
Berat Tanah Kering	gram	39.00	32.40
Kadar Air, ω	gram	20.77	20.99
Kadar Air rata-rata	%	20.88	

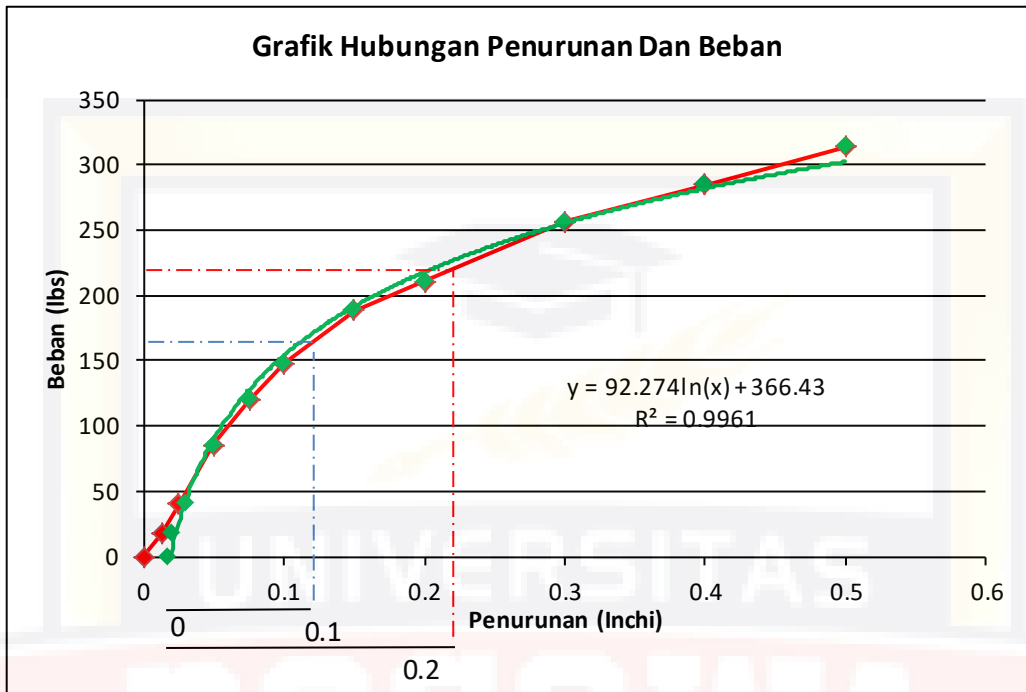
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	3210
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	7029
C. Berat Tanah Basah	gram	3819
D. Volume Cetakan	cm ³	2176
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1.755
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.452

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	3	17.10
0.025	7	39.90
0.050	15	85.50
0.075	21	119.70
0.100	26	148.20
0.150	33	188.10
0.200	37	210.90
0.300	45	256.50
0.400	50	285.00
0.500	55	313.50



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 92.27 \ln(x) + 366.43$	CBR (%)
0.1	169.23	5.64
0.2	225.87	5.02

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh,

Diperiksa Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani



PEMERIKSAAN REMBESAN LABORATORIUM (65X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL	: PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH	: NUR SAFITRIANI
MATERIAL	: TANAH LEMPUNG

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	41.40	39.80
Berat Tanah Kering + Container	gram	35.40	34.05
Berat Air	gram	6.00	5.75
Berat Container	gram	6.10	6.00
Berat Tanah Kering	gram	29.30	28.05
Kadar Air, ω	gram	20.48	20.50
Kadar Air rata-rata	%	20.49	

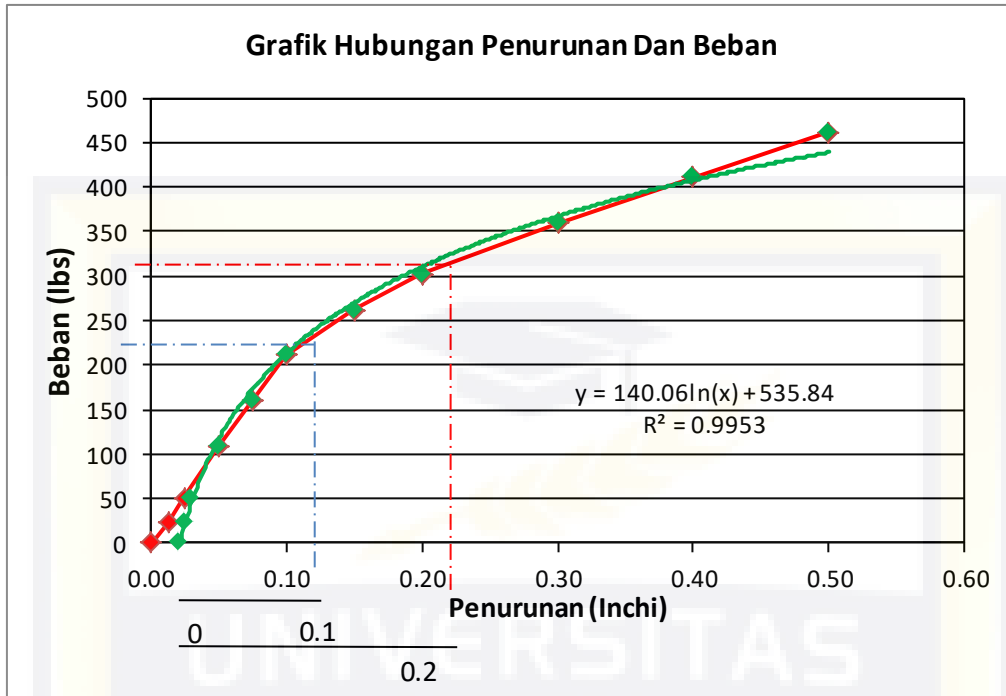
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	2880
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	6850
C. Berat Tanah Basah	gram	3970
D. Volume Cetakan	cm ³	2026
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1.960
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.626

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	4	22.80
0.025	9	51.30
0.050	19	108.30
0.075	28	159.60
0.100	37	210.90
0.150	46	262.20
0.200	53	302.10
0.300	63	359.10
0.400	72	410.40
0.500	81	461.70



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 140.06 \ln(x) + 535.84$ (lbs)	CBR (%)
0.1	213.34	7.11
0.2	310.42	6.90

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, Oktober 2021

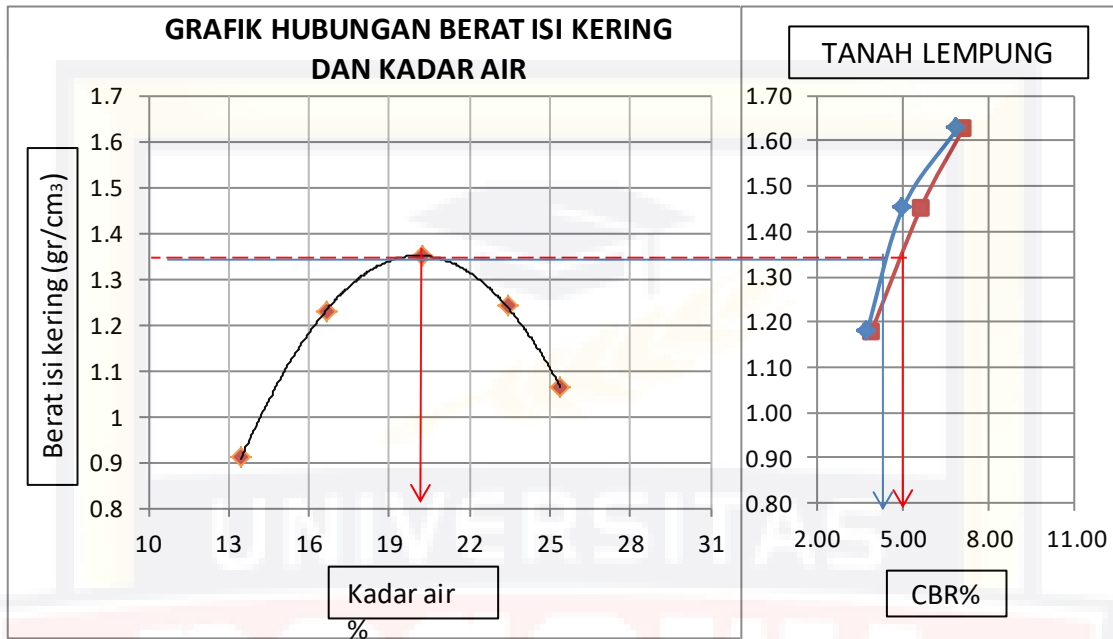
Diperiksa Oleh,

Diuji Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR



Nilai CBR 0.1 : 5.00 —
Nilai CBR 0.2 : 4.41 —

Makassar, Oktober 2021

Diperiksa Oleh,

Diuji Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani



**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 : "Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung"
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Kompaksi Variasi 1
 Tanggal : Rabu, 22 September 2021
 Dikerjakan Oleh : Nur Safitriani

**PENGUJIAN KOMPAKSI VARIASI 1
TANAH LEMPUNG + 10% FLY ASH + 0% TRAS
(SNI 03-1742-1989)**

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Berat Fly Ash	%	10	10	10	10	10
Berat Tras	%	0	0	0	0	0
Kadar Air Mula-mula	gram	35.26	35.26	35.26	35.26	35.26
Penambahan Air	%	10	15	20	25	30
Penambahan Air	ml	200	300	400	500	600

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3474	4175	3728	3851	4054
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4559	5585	5333	5416	5408
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1085	1410	1605	1565	1354
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Volume Basah ywet = W wet/ V mould	gr/cm ³	1.145	1.488	1.694	1.652	1.429

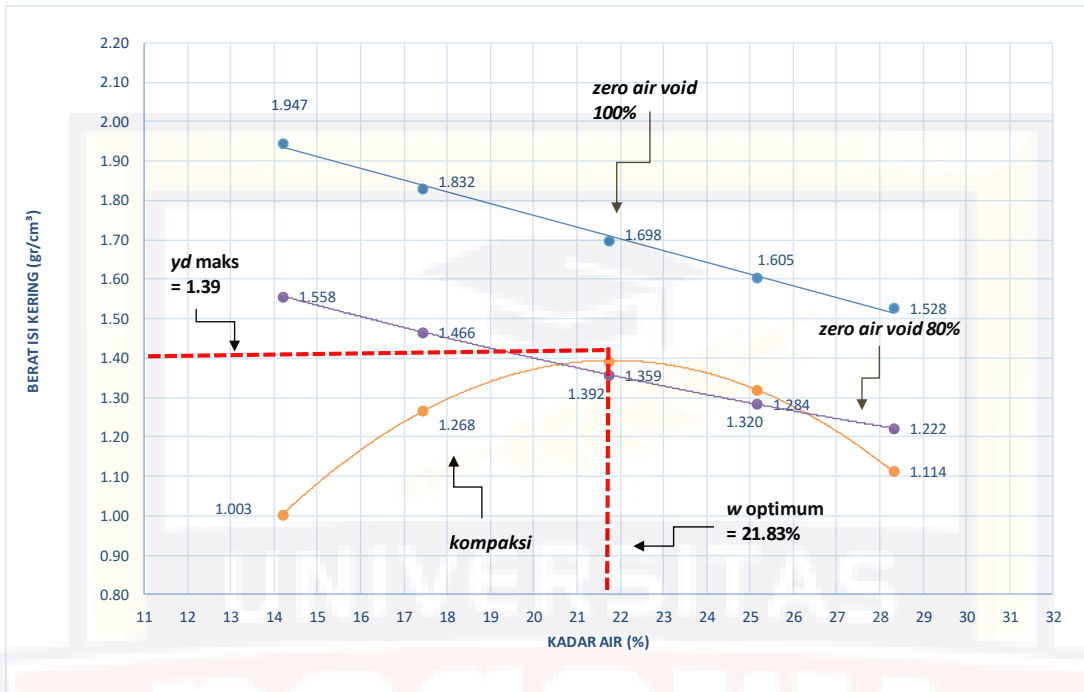
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	36.8	36.7	37.3	36.6	39.5	39.9	41.4	41.6	42.2	42.9
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	33.3	33.2	33.0	32.4	34.0	34.3	35.1	35.1	34.7	35.4
Berat Air (Ww)	gram	3.5	3.5	4.3	4.2	5.5	5.6	6.3	6.5	7.5	7.5
Berat Cawan	gram	8.6	8.6	8.3	8.3	8.5	8.7	9.8	9.5	8.2	8.9
Berat Tanah Kering	gram	24.7	24.6	24.7	24.1	25.5	25.6	25.3	25.6	26.5	26.5
Kadar Air (w)	%	14.2	14.2	17.4	17.4	21.57	21.9	24.9	25.4	28.3	28.3
Kadar Air Rata-rata	%	14.199	14.199	17.418	17.418	21.722	21.722	25.146	25.146	28.302	28.302

BERAT ISI KERING

Berat Isi Kering $v_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{1 + \left(\frac{w}{100}\right)}$	gram	1.003	1.268	1.392	1.320	1.114
zero air void 100 $ZAV 100\% = \frac{Gs}{1 + (\omega \times Gs)/100} \times 1$	gr/cm ³	1.947	1.832	1.698	1.605	1.528
zero air void 80 $ZAV 80\% = \frac{Gs}{1 + (\omega \times Gs)/100} \times 0.8$	gr/cm ³	1.558	1.466	1.359	1.284	1.222

Berat Jenis (Gs) = **2.691**



$$\begin{aligned}
 Y &= -0.006698x^2 + 0.292394x + 1.796797 \\
 &= -0.0066980x^2 + 0.29239x - 1.796797 \\
 &= 21.83 \quad w \text{ optimum} \\
 &= 1.39 \quad yd \text{ maks}
 \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh :

Harullah, ST.
Asisten Lab

Makassar, Oktober 2021
Diuji Oleh :

Nur Safitriani
Mahasiswa



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (10X TUMBUKAN)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F
TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH : NUR SAFITRIANI
MATERIAL : TA + 10% FLY ASH + 0% TRAS

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	45.80	45.60
Berat Tanah Kering + Container	gram	39.40	39.40
Berat Air	gram	6.40	6.20
Berat Container	gram	8.60	8.90
Berat Tanah Kering	gram	30.80	30.50
Kadar Air, ω	gram	20.78	20.33
Kadar Air rata-rata	%	20.55	

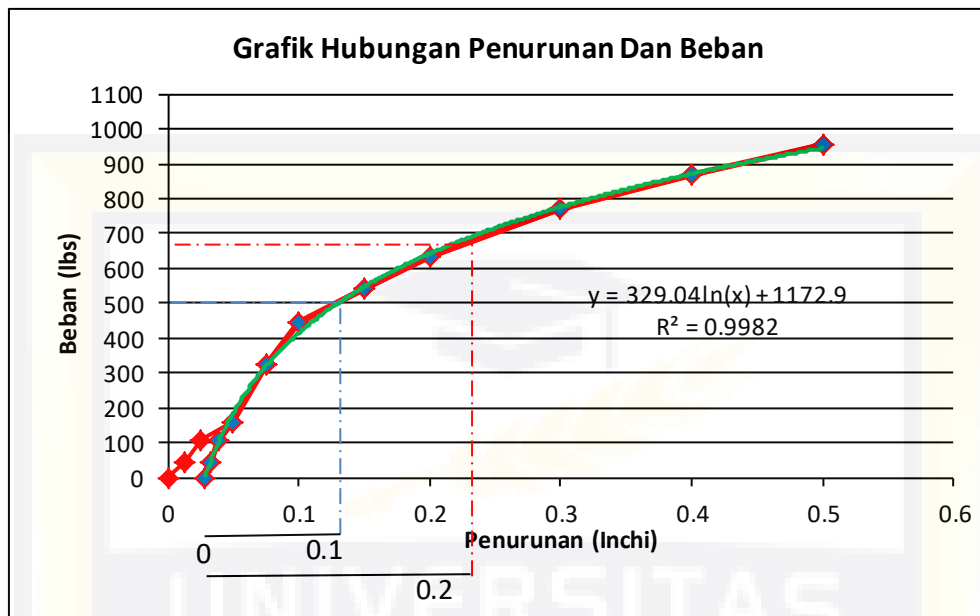
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5865
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9480
C. Berat Tanah Basah	gram	3615
D. Volume Cetakan	cm ³	2371
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1.525
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.265

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	8	45.60
0.025	19	108.30
0.050	28	159.60
0.075	57	324.90
0.100	78	444.60
0.150	95	541.50
0.200	111	632.70
0.300	135	769.50
0.400	152	866.40
0.500	168	957.60



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 329.04 \ln(x) + 1172.9$ (lbs)	CBR (%)
0.1	415.26	13.84
0.2	643.33	14.30

Makassar, Oktober 2021

Diperiksa Oleh,

Diuji Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (35X TUMBUKAN)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F
TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH : NUR SAFITRIANI
MATERIAL : TA + 10% FLY ASH + 0% TRAS

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	43.50	43.30
Berat Tanah Kering + Container	gram	37.40	37.40
Berat Air	gram	6.10	5.90
Berat Container	gram	8.60	8.70
Berat Tanah Kering	gram	28.80	28.70
Kadar Air, ω	gram	21.18	20.56
Kadar Air rata-rata	%	20.87	

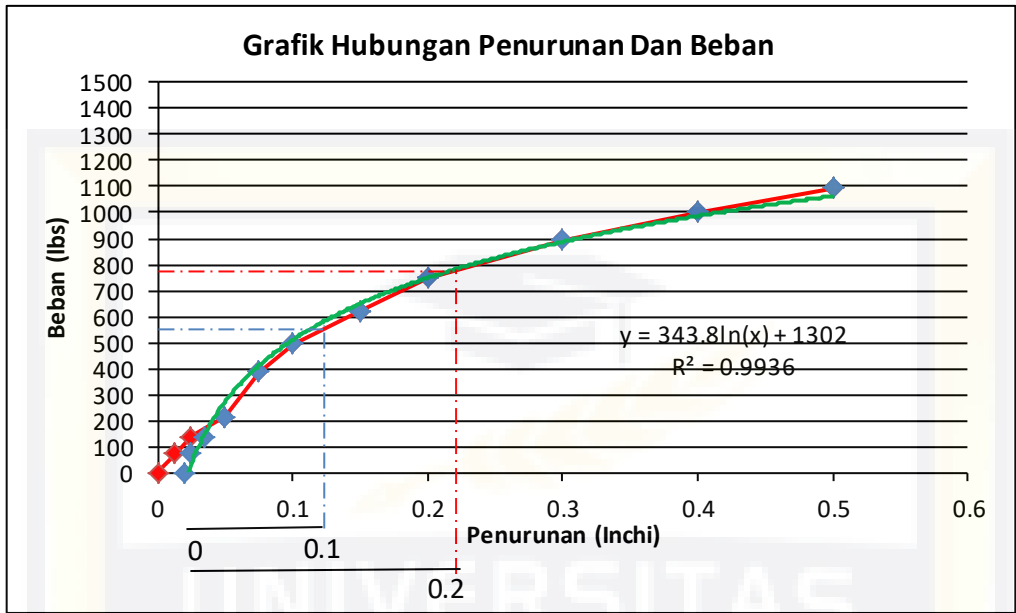
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5521
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	9385
C. Berat Tanah Basah	gram	3864
D. Volume Cetakan	cm ³	2157
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1.791
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.482

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	13	74.10
0.025	24	136.80
0.050	38	216.60
0.075	68	387.60
0.100	87	495.90
0.150	109	621.30
0.200	131	746.70
0.300	157	894.90
0.400	176	1003.20
0.500	192	1094.40



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 343.80 \ln(x) + 1302$ (lbs)	CBR (%)
0.1	510.37	17.01
0.2	748.68	16.64

Makassar, Oktober 2021

Diperiksa Oleh,

Diuji Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (65X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL	: PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH	: NUR SAFITRIANI
MATERIAL	: TA + 10% FLY ASH + 0% TRAS

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	44.50	44.60
Berat Tanah Kering + Container	gram	38.40	38.40
Berat Air	gram	6.10	6.20
Berat Container	gram	8.80	8.60
Berat Tanah Kering	gram	29.60	29.80
Kadar Air, ω	gram	20.61	20.81
Kadar Air rata-rata	%	20.71	

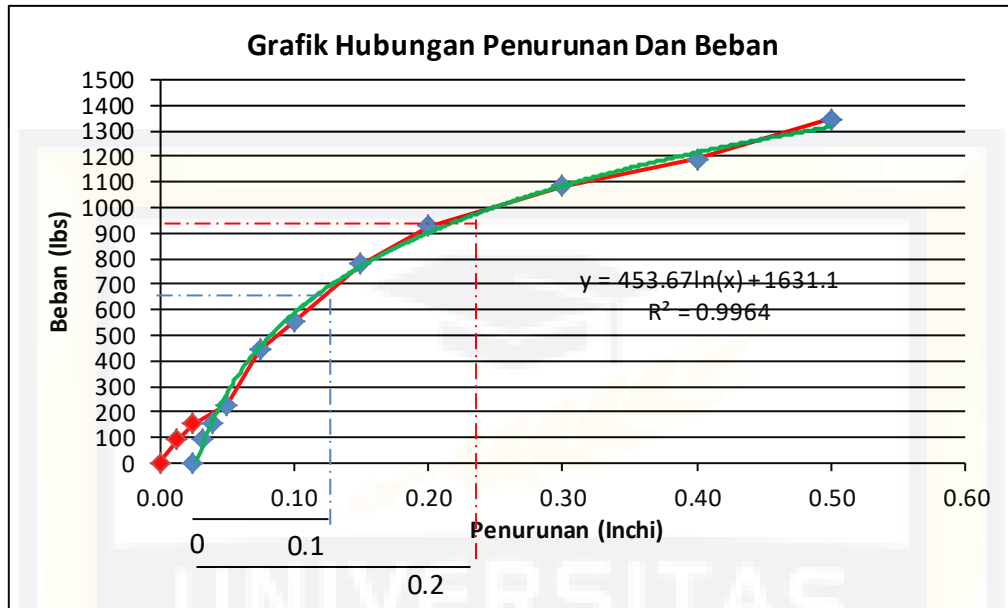
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5145
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9364
C. Berat Tanah Basah	gram	4219
D. Volume Cetakan	cm ³	2114
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1.996
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.653

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	16	91.20
0.025	27	153.90
0.050	40	228.00
0.075	78	444.60
0.100	97	552.90
0.150	137	780.90
0.200	163	929.10
0.300	190	1083.00
0.400	209	1191.30
0.500	236	1345.20



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 453.67 \ln(x) + 1631.1$ (lbs)	CBR (%)
0.1	586.49	19.55
0.2	900.95	20.02

Makassar, Oktober 2021

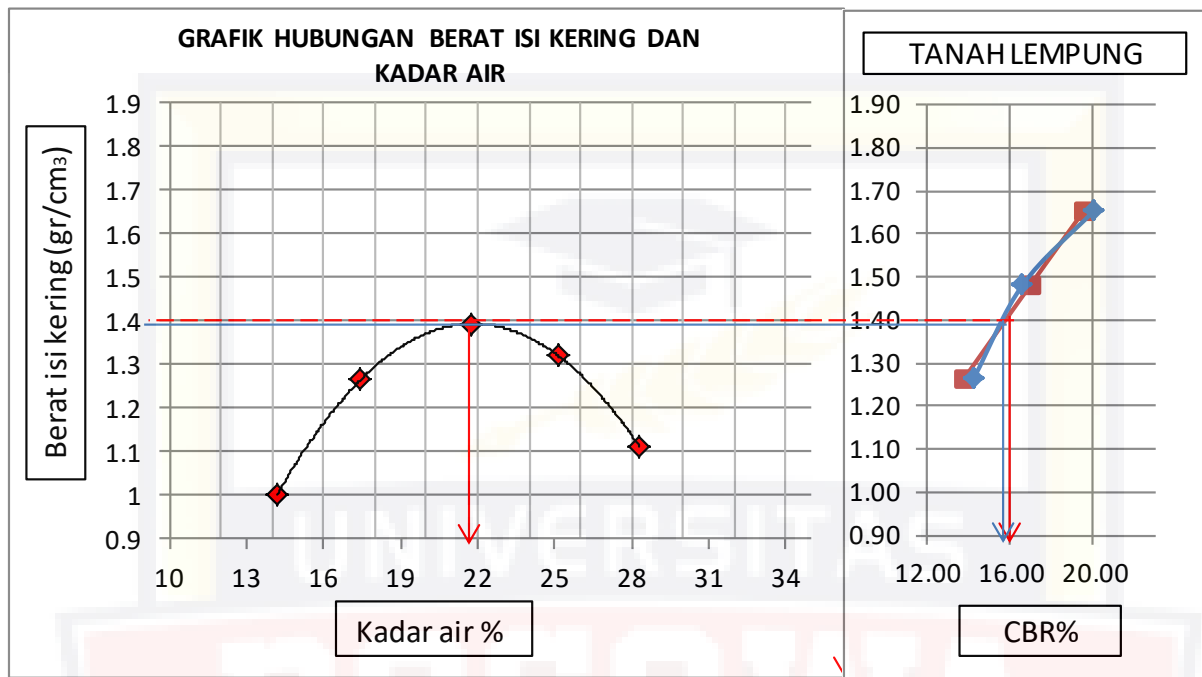
Diperiksa Oleh,

Diuji Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR



Nilai CBR 0.1 : 16,02 —
Nilai CBR 0.2 : 15,72 —

Makassar, Oktober 2021

Diperiksa Oleh,

Diuji Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani



Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : "Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung"
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Kompaksi Variasi 1
 Tanggal : Rabu, 22 September 2021
 Dikerjakan Oleh : Nur Safitriani

PENGUJIAN KOMPAKSI VARIASI 2
TANAH LEMPUNG + 5% FLY ASH + 10% TRAS
 (SNI 03-1742-1989)

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Berat Fly Ash	%	10	10	10	10	10
Berat Tras	%	5	5	5	5	5
Kadar Air Mula-mula	gram	35.26	35.26	35.26	35.26	35.26
Penambahan Air	%	10	15	20	25	30
Penambahan Air	ml	200	300	400	500	600

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3474	4175	3728	3851	4054
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4683	5705	5394	5454	5456
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1209	1530	1666	1603	1402
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Volume Basah γ _{wet} = W _{wet} / V _{mould}	gr/cm ³	1.276	1.615	1.759	1.692	1.480

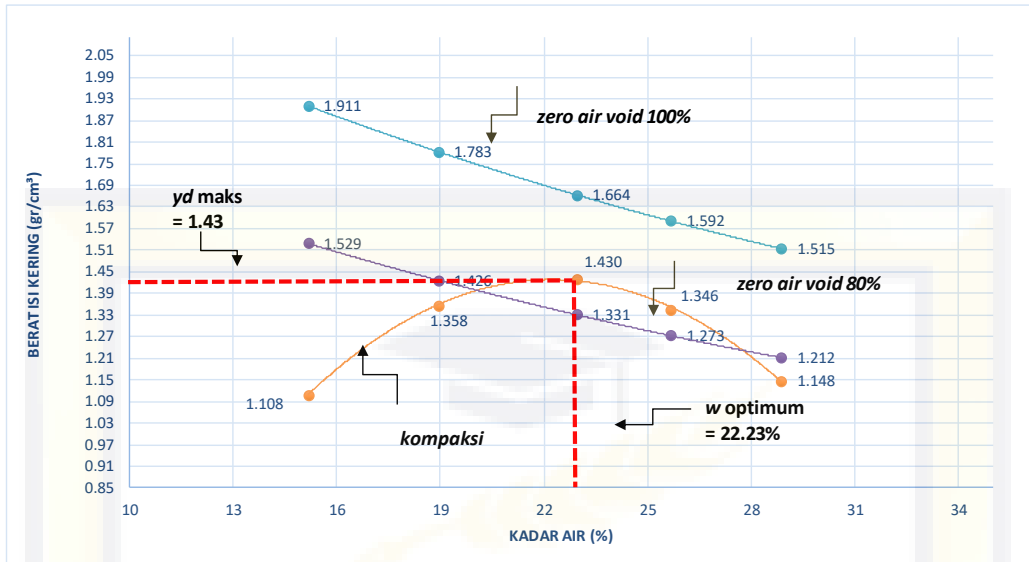
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	43.4	41.6	47	46.6	49.4	49.5	49.0	49.0	53.2	53.0
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	38.8	37.3	40.8	40.5	41.4	41.4	40.8	40.8	43.3	43.1
Berat Air (Ww)	gram	4.6	4.3	6.2	6.1	8.0	8.1	8.2	8.2	9.9	9.9
Berat Cawan	gram	8.7	8.7	7.6	8.7	6.3	6.3	8.9	8.8	8.9	8.9
Berat Tanah Kering	gram	30.1	28.6	33.2	31.8	35.1	35.1	31.9	32	34.4	34.2
Kadar Air (ω)	%	15.3	15.0	18.7	19.2	22.79	23.1	25.7	25.6	28.8	28.9
Kadar Air Rata-rata	%	15.159		18.929		22.934		25.665		28.863	

BERAT ISI KERING

Berat isi Kering $V_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{1 + \left(\frac{w}{100}\right)}$	gram	1.108	1.358	1.430	1.346	1.148
Zero Air Void 100 $ZAV\ 100\% = \frac{Gs}{1 + (\omega \times Gs)/100} \times 1$	gr/cm ³	1.911	1.783	1.664	1.592	1.515
Zero Air Void 80 $ZAV\ 80\% = \frac{Gs}{1 + (\omega \times Gs)/100} \times 0,8$	gr/cm ³	1.529	1.426	1.331	1.273	1.212

Berat Jenis (Gs) = **2.691**



$$\begin{aligned}
 -0.006406 \times 2 & \quad 0.284775 \times & 1.736432 & \quad Y = & -0.0064060 \times 2 & + & 0.28478 \times & - & 1.736432 \\
 = & & & = & -0.012812000 & + & 0.28478 \\
 = & & & = & \mathbf{22.23} & & \mathbf{w \text{ optimum}} \\
 = & & & = & \mathbf{1.43} & & \mathbf{yd \text{ maks}}
 \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh :

Makassar, Oktober 2021
Diuji Oleh :

Harullah, ST.
Asisten Lab

Nur Safitriani
Mahasiswa



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (10X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL	: PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH	: NUR SAFITRIANI
MATERIAL	: TA + 10% FLY ASH + 5% TRAS

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	30.50	30.50
Berat Tanah Kering + Container	gram	26.21	26.25
Berat Air	gram	4.29	4.25
Berat Container	gram	6.30	6.30
Berat Tanah Kering	gram	19.91	19.95
Kadar Air, ω	gram	21.55	21.30
Kadar Air rata-rata	%	21.43	

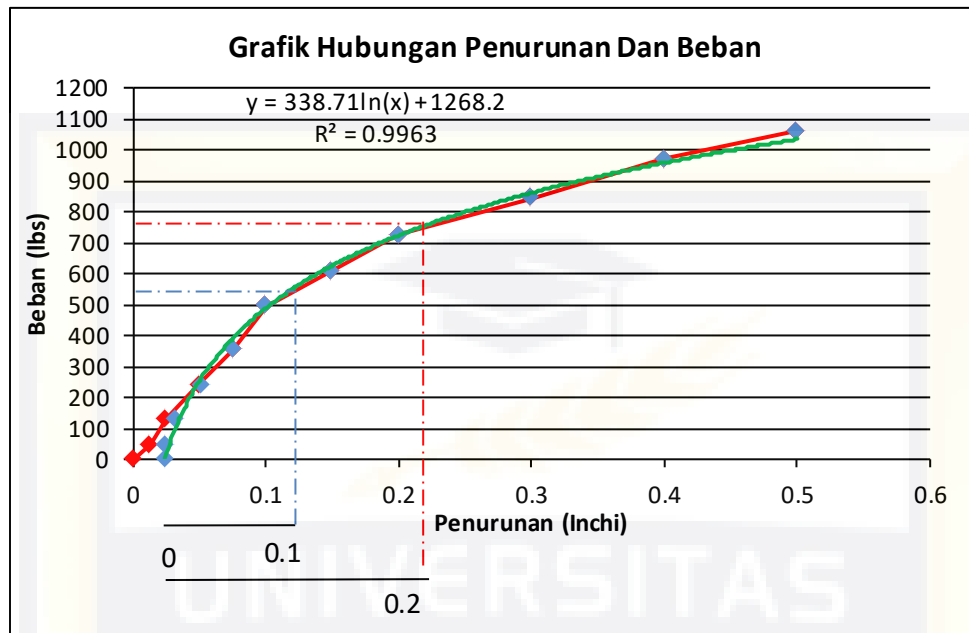
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5210
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	8770
C. Berat Tanah Basah	gram	3560
D. Volume Cetakan	cm ³	2321
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1.534
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.263

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan	Pembacaan Dial	Beban
	PER (Div)	(lbs)
0	0	0
0.013	8	45.60
0.025	23	131.10
0.050	42	239.40
0.075	62	353.40
0.100	87	495.90
0.150	107	609.90
0.200	127	723.90
0.300	148	843.60
0.400	170	969.00
0.500	186	1060.20



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 338.71 \ln(x) + 1268.2$ (lbs)	CBR (%)
0.1	488.29	16.28
0.2	723.07	16.07

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh,

Diperiksa Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (35X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL	: PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH	: NUR SAFITRIANI
MATERIAL	: TA + 10% FLY ASH + 5% TRAS

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	37.90	37.80
Berat Tanah Kering + Container	gram	32.80	32.70
Berat Air	gram	5.10	5.10
Berat Container	gram	8.70	8.80
Berat Tanah Kering	gram	24.10	23.90
Kadar Air, ω	gram	21.16	21.34
Kadar Air rata-rata	%	21.25	

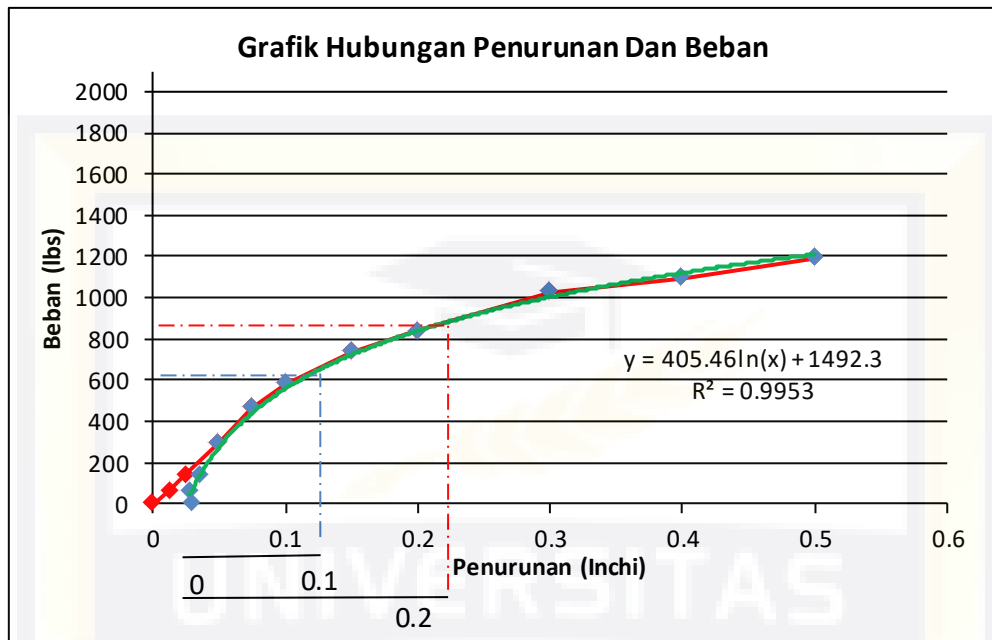
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5109
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9065
C. Berat Tanah Basah	gram	3956
D. Volume Cetakan	cm ³	2157
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1.834
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.513

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	11	62.70
0.025	25	142.50
0.050	52	296.40
0.075	82	467.40
0.100	102	581.40
0.150	129	735.30
0.200	147	837.90
0.300	180	1026.00
0.400	192	1094.40
0.500	209	1191.30



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 405.46 \ln(x) + 1492.3$ (lbs)	CBR (%)
0.1	558.69	18.62
0.2	839.74	18.66

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh,

Diperiksa Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (65X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL	: PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH	: NUR SAFITRIANI
MATERIAL	: TA + 10% FLY ASH + 5% TRAS

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	42.80	43.20
Berat Tanah Kering + Container	gram	36.80	37.10
Berat Air	gram	6.00	6.10
Berat Container	gram	9.30	9.00
Berat Tanah Kering	gram	27.50	28.10
Kadar Air, ω	gram	21.82	21.71
Kadar Air rata-rata	%	21.76	

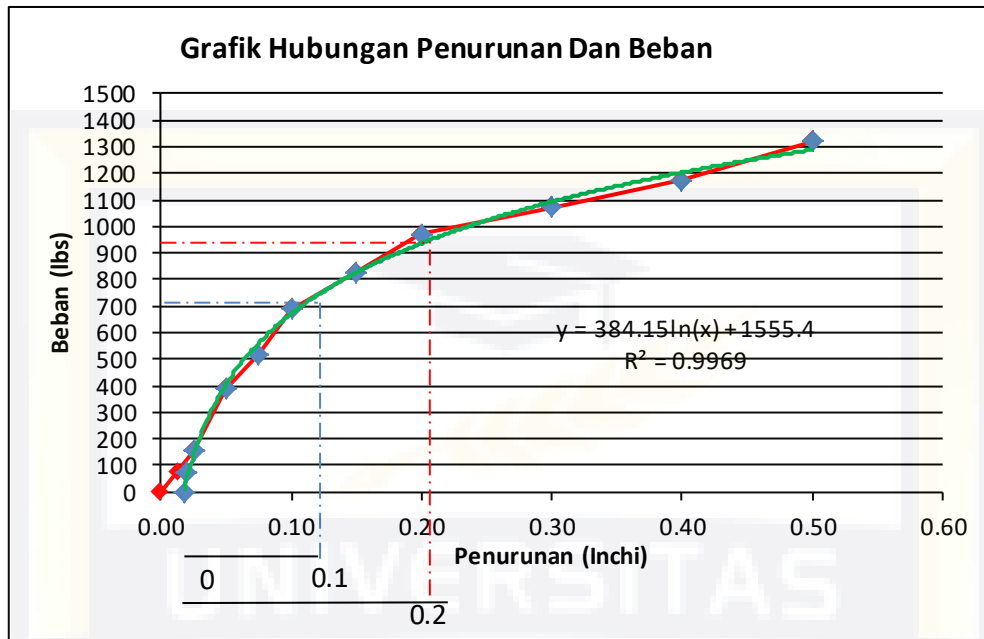
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5145
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	9430
C. Berat Tanah Basah	gram	4285
D. Volume Cetakan	cm ³	2114
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2.027
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.665

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	13	74.10
0.025	27	153.90
0.050	68	387.60
0.075	91	518.70
0.100	121	689.70
0.150	145	826.50
0.200	170	969.00
0.300	188	1071.60
0.400	206	1174.20
0.500	232	1322.40



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 384.15 \ln(x) + 1555.4$ (lbs)	CBR (%)
0.1	670.86	22.36
0.2	937.13	20.83

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Diperiksa Oleh,

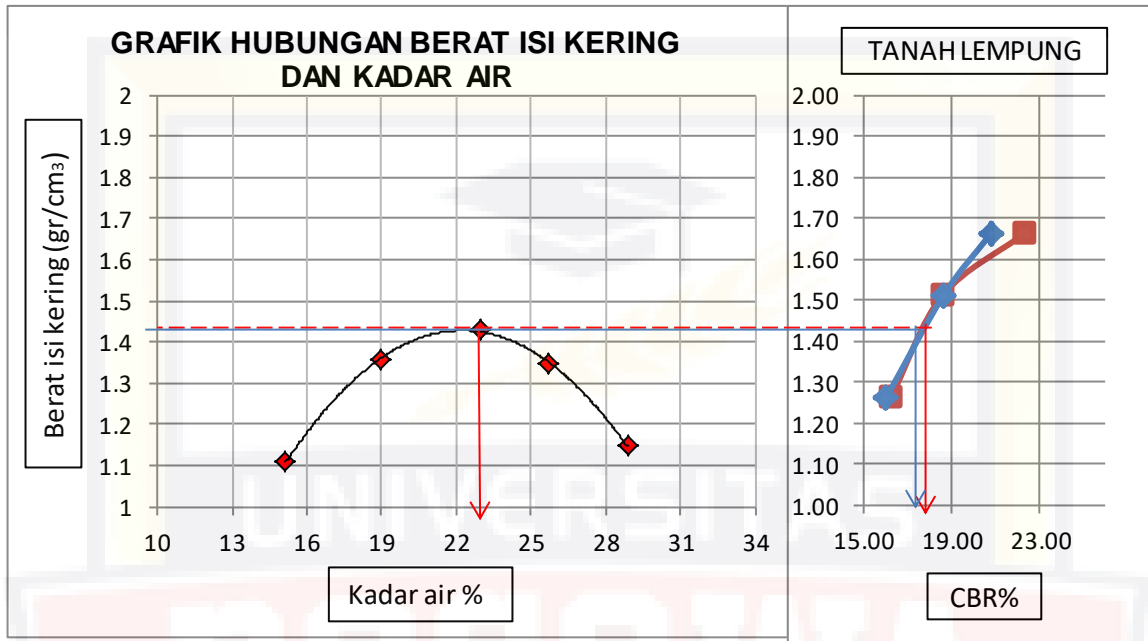
Hasrullah, ST

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh,

Nur Safitriani

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR



Nilai CBR : 17.67 —
Nilai CBR : 17.54 —

Makassar, Oktober 2021

Diperiksa Oleh,

Diuji Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani



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 : "Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung"
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Kompaksi Variasi 1
 Tanggal : Rabu, 22 September 2021
 Dikerjakan Oleh : Nur Safitriani

PENGUJIAN KOMPAKSI VARIASI 3
TANAH LEMPUNG + 10% FLY ASH + 10% TRAS
 (SNI 03-1742-1989)

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Berat Fly Ash	%	10	10	10	10	10
Berat Tras	%	10	10	10	10	10
Kadar Air Mula-mula	gram	35.26	35.26	35.26	35.26	35.26
Penambahan Air	%	10	15	20	25	30
Penambahan Air	ml	200	300	400	500	600

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3474	4175	3728	3851	4054
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4787	5726	5459	5516	5511
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1313	1551	1731	1665	1457
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	1.386	1.637	1.827	1.757	1.538

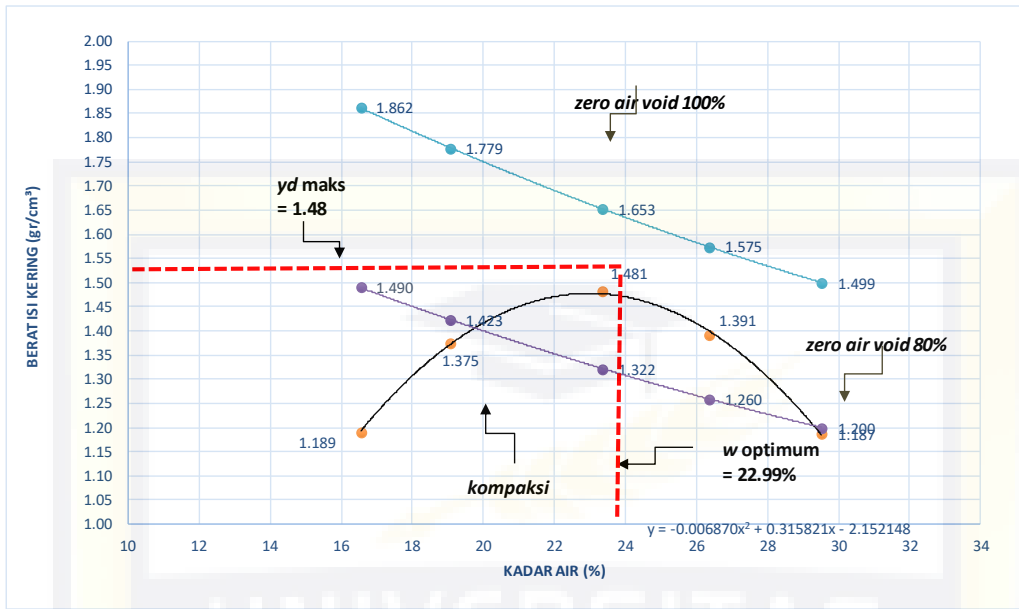
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	36.7	33.7	36.6	36.8	34.4	35.4	37.8	38.0	28.2	28.2
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	32.5	30.1	32.2	32.3	29.5	30.4	31.7	31.9	23.4	23.2
Berat Air (Ww)	gram	4.2	3.6	4.4	4.5	4.9	5	6.1	6.1	4.8	5
Berat Cawan	gram	7.8	7.7	8.9	8.9	8.7	8.8	8.6	8.7	6.6	6.8
Berat Tanah Kering	gram	24.7	22.4	23.3	23.4	20.8	21.6	23.1	23.2	16.8	16.4
Kadar Air (w)	%	17.0	16.1	18.9	19.2	23.56	23.1	26.4	26.3	28.6	30.5
Kadar Air Rata-rata	%	16.538		19.057		23.353		26.350		29.530	

BERAT ISI KERING

Kadar Air Rata-rata	%	16.538	19.057	23.353	26.350	29.530
Berat Isi Kering $V_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{1 + \frac{w}{100}}$	gram	1.189	1.375	1.481	1.391	1.187
Zero Air Void 100% $\gamma_d = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)/100} \times 1$	gr/cm ³	1.862	1.779	1.653	1.575	1.499
Zero Air Void 80% $\gamma_d = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)/100} \times 0,8$	gr/cm ³	1.490	1.423	1.322	1.260	1.200

Berat Jenis (Gs) = **2.691**



$$\begin{aligned}
 Y &= -0.006870x^2 + 0.315821x - 2.152148 \\
 &= -0.013740000 + 0.31582 \\
 &= 22.99 \quad w \text{ optimum} \\
 &= 1.48 \quad yd \text{ maks}
 \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh :

Makassar, Oktober 2021
Diuji Oleh :

Harullah, ST.
Asisten Lab

Nur Safitriani
Mahasiswa



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (10X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL	: PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH	: NUR SAFITRIANI
MATERIAL	: TA + 10% FLY ASH + 10% TRAS

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	36.87	36.00
Berat Tanah Kering + Container	gram	30.80	30.60
Berat Air	gram	6.07	5.40
Berat Container	gram	6.20	8.90
Berat Tanah Kering	gram	24.60	21.70
Kadar Air, ω	gram	24.67	24.88
Kadar Air rata-rata	%	24.78	

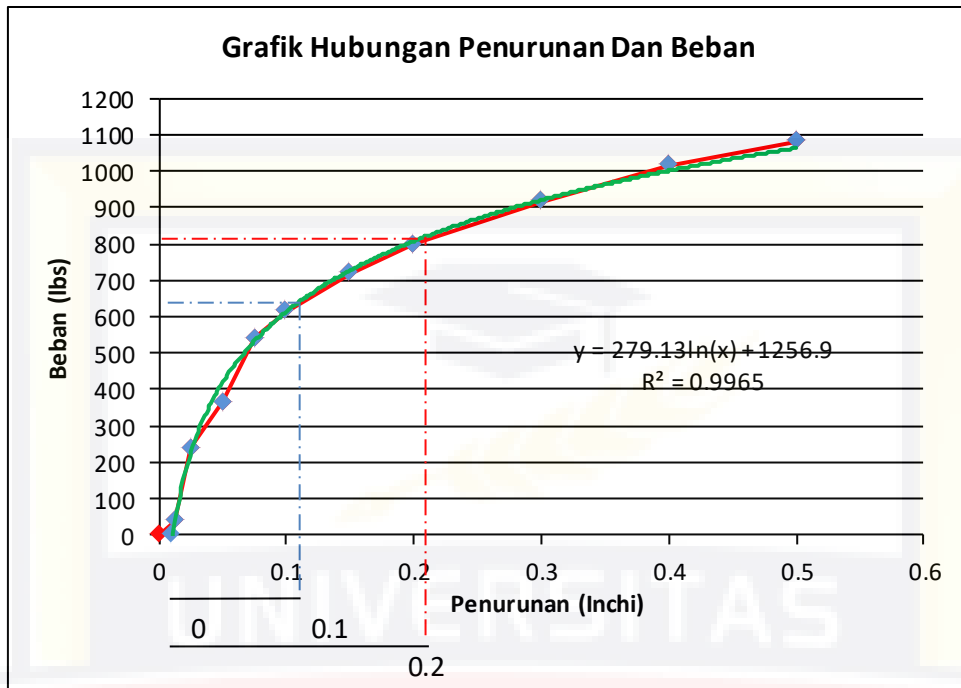
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5078
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	8982
C. Berat Tanah Basah	gram	3904
D. Volume Cetakan	cm ³	2321
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1.682
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.348

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	7	39.90
0.025	42	239.40
0.050	64	364.80
0.075	95	541.50
0.100	108	615.60
0.150	126	718.20
0.200	140	798.00
0.300	161	917.70
0.400	178	1014.60
0.500	190	1083.00



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $279.13 \ln(x) + 1256.9$ (lbs)	CBR (%)
0.1	614.18	20.47
0.2	807.66	17.95

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Diperiksa Oleh,

Hasrullah, ST

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh,

Nur Safitriani



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (35X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL	: PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH	: NUR SAFITRIANI
MATERIAL	: TA + 10% FLY ASH + 10% TRAS

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	42.80	43.00
Berat Tanah Kering + Container	gram	36.10	36.20
Berat Air	gram	6.70	6.80
Berat Container	gram	8.60	8.90
Berat Tanah Kering	gram	27.50	27.30
Kadar Air, ω	gram	24.36	24.91
Kadar Air rata-rata	%	24.64	

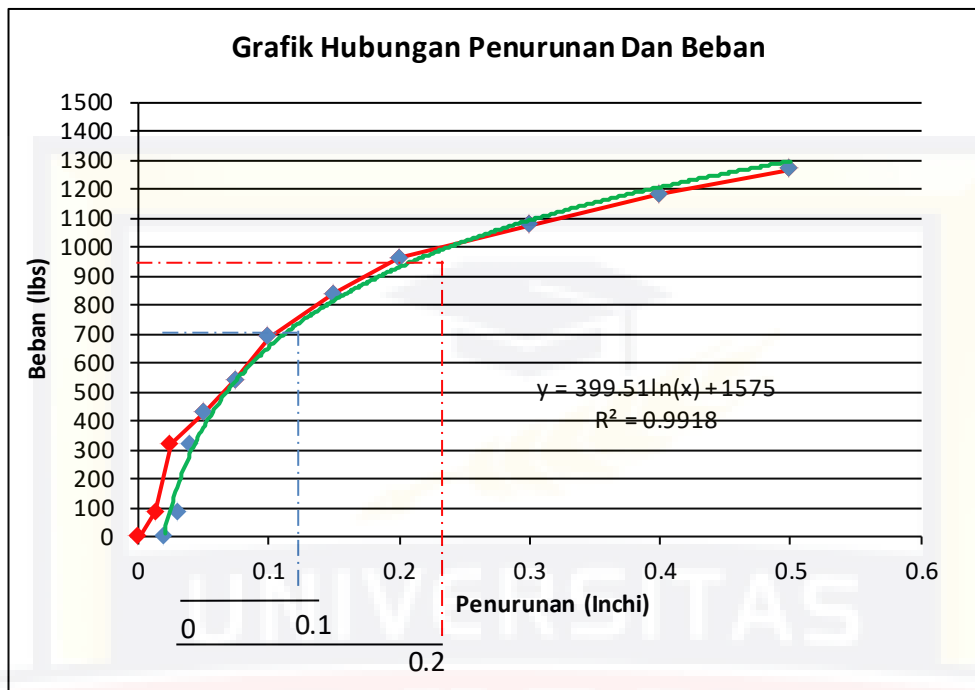
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5220
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	9415
C. Berat Tanah Basah	gram	4195
D. Volume Cetakan	cm ³	2157
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1.945
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.560

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	15	85.50
0.025	56	319.20
0.050	75	427.50
0.075	95	541.50
0.100	121	689.70
0.150	147	837.90
0.200	169	963.30
0.300	189	1077.30
0.400	208	1185.60
0.500	223	1271.10



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 399.51 \ln(x) + 1575$ (lbs)	CBR (%)
0.1	655.09	21.84
0.2	932.01	20.71

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, Oktober 2021

Diperiksa Oleh,

Diuji Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (65X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL	: PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH	: NUR SAFITRIANI
MATERIAL	: TA + 10% FLY ASH + 10% TRAS

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	39.30	39.50
Berat Tanah Kering + Container	gram	33.30	33.40
Berat Air	gram	6.00	6.10
Berat Container	gram	8.60	8.70
Berat Tanah Kering	gram	24.70	24.70
Kadar Air, ω	gram	24.29	24.70
Kadar Air rata-rata	%	24.49	

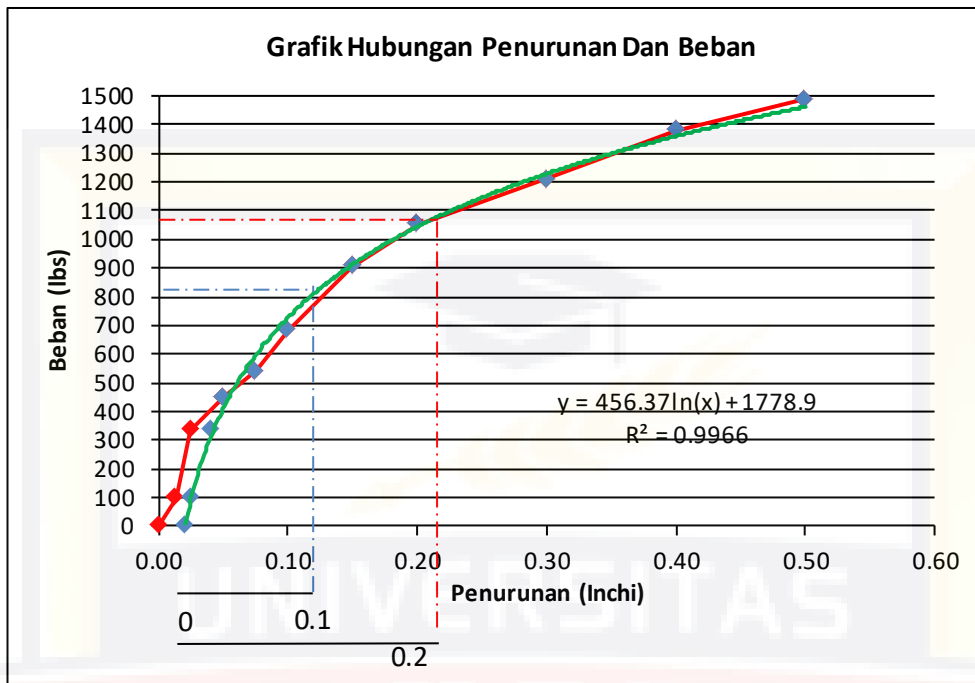
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5345
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9730
C. Berat Tanah Basah	gram	4385
D. Volume Cetakan	cm ³	2114
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2.074
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.666

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	17	96.90
0.025	59	336.30
0.050	79	450.30
0.075	95	541.50
0.100	120	684.00
0.150	159	906.30
0.200	185	1054.50
0.300	212	1208.40
0.400	242	1379.40
0.500	261	1487.70



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 462.4 \ln(x) + 1784.2$ (lbs)	CBR (%)
0.1	719.60	23.99
0.2	1040.08	23.11

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, Oktober 2021

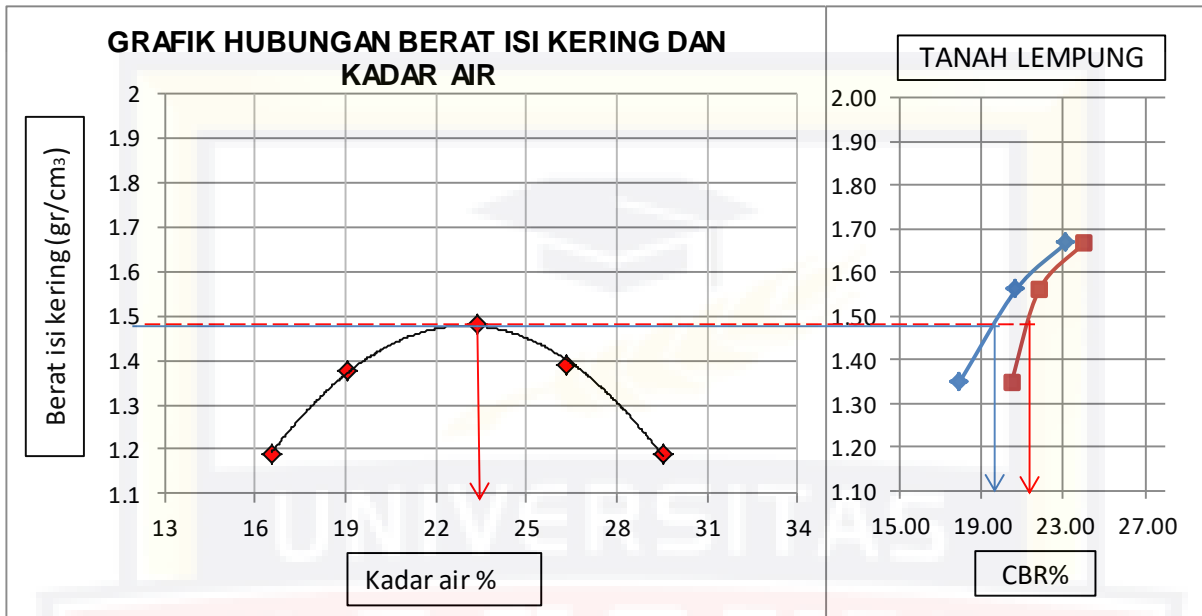
Diperiksa Oleh,

Diuji Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR



Nilai CBR 0.1 : 21.38 % — (Red line)
Nilai CBR 0.1 : 20.51 % — (Blue line)

Makassar, Oktober 2021

Diperiksa Oleh,

Diuji Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani



Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : "Pengaruh Penambahan Tras dan Fly Ash Kelas F CBR dan Permeabilitas Tanah Lempung"
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Kompaksi Variasi 1
 Tanggal : Rabu, 22 September 2021
 Dikerjakan Oleh : Nur Safitriani

PENGUJIAN KOMPAKSI VARIASI 4
TANAH LEMPUNG + 10% FLY ASH + 15% TRAS
 (SNI 03-1742-1989)

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Berat Fly Ash	%	10	10	10	10	10
Berat Tras	%	15	15	15	15	15
Kadar Air Mula-mula	gram	35.26	35.26	35.26	35.26	35.26
Penambahan Air	%	10	15	20	25	30
Penambahan Air	ml	200	300	400	500	600

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3474	4175	3728	3851	4054
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4888	5825	5506	5548	5587
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1414	1650	1778	1697	1533
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	1.493	1.742	1.877	1.791	1.618

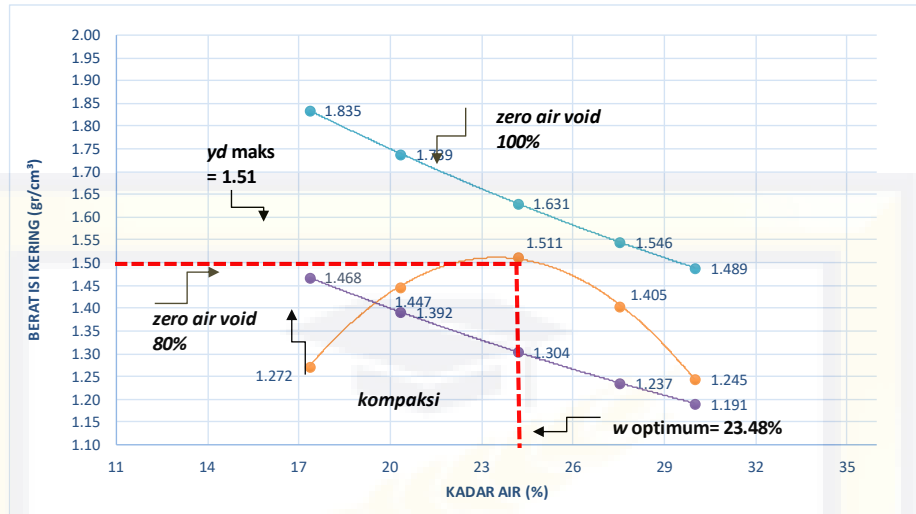
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	42.4	43	45.1	45.9	51.2	51.8	43.8	44.2	44.4	44.5
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	37.5	37.9	39.0	39.6	42.9	43.4	35.7	36.0	36.2	36.2
Berat Air (Ww)	gram	4.9	5.1	6.1	6.3	8.3	8.4	8.1	8.2	8.2	8.3
Berat Cawan	gram	8.8	8.9	8.9	8.7	8.6	8.6	6.3	6.2	8.8	8.6
Berat Tanah Kering	gram	28.7	29	30.1	30.9	34.3	34.8	29.4	29.8	27.4	27.6
Kadar Air (ω)	%	17.1	17.6	20.3	20.4	24.2	24.1	27.6	27.5	29.9	30.1
Kadar Air Rata-rata	%	17.330		20.327		24.168		27.534		30.000	

BERAT ISI KERING

Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{1 + (\frac{w}{100})}$	gram	1.272	1.447	1.511	1.405	1.245
Berat Isi Basah $\gamma_d = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)/100} \times 1$	gr/cm ³	1.835	1.739	1.631	1.546	1.489
Berat Isi Basah $\gamma_d = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)/100} \times 0,8$	gr/cm ³	1.468	1.392	1.304	1.237	1.191

Berat Jenis (Gs) = **2.691**



$$\begin{aligned}
 Y &= -0.006321 x^2 + 0.296896 x - 1.974911 \\
 &= -0.012642000 + 0.29690 \\
 &= 23.48 \quad w \text{ optimum} \\
 &= 1.51 \quad yd \text{ maks}
 \end{aligned}$$

Makassar, Oktober 2021

Diperiksa Oleh :

Diuji Oleh :

BOSO WA

Harullah, ST.
Asisten Lab

Nur Safitriani
Mahasiswa





PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (10X TUMBUKAN)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F
TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH : NUR SAFITRIANI
MATERIAL : TA + 10% FLY ASH + 15% TRAS

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	37.37	36.92
Berat Tanah Kering + Container	gram	30.80	30.60
Berat Air	gram	6.57	6.32
Berat Container	gram	6.20	6.70
	gram	24.60	23.90
Kadar Air, ω	gram	26.71	26.44
Kadar Air rata-rata	%	26.58	

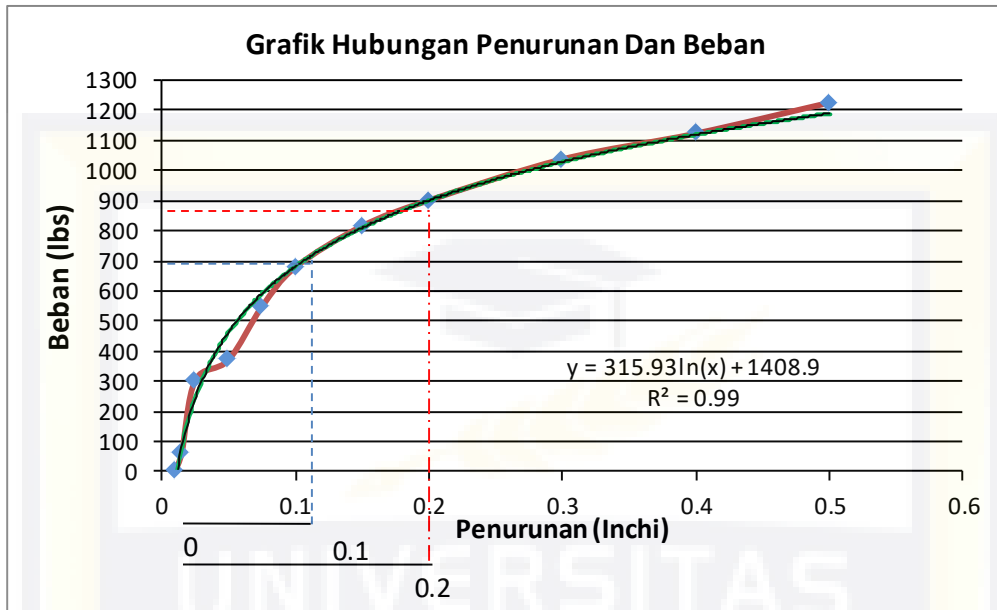
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	4850
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	8740
C. Berat Tanah Basah	gram	3890
D. Volume Cetakan	cm ³	2321
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1.676
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.324

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	11	62.70
0.025	53	302.10
0.050	65	370.50
0.075	96	547.20
0.100	119	678.30
0.150	143	815.10
0.200	158	900.60
0.300	182	1037.40
50.400	197	1122.90
0.500	215	1225.50



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 315.93 \ln(x) + 1408.9$ (lbs)	CBR (%)
0.1	681.44	22.71
0.2	900.43	20.01

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh,

Diperiksa Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (35X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL	: PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH	: NUR SAFITRIANI
MATERIAL	: TA + 10% FLY ASH + 15% TRAS

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	43.50	43.50
Berat Tanah Kering + Container	gram	36.10	36.20
Berat Air	gram	7.40	7.30
Berat Container	gram	8.60	8.90
Berat Tanah Kering	gram	27.50	27.30
Kadar Air, ω	gram	26.91	26.74
Kadar Air rata-rata	%	26.82	

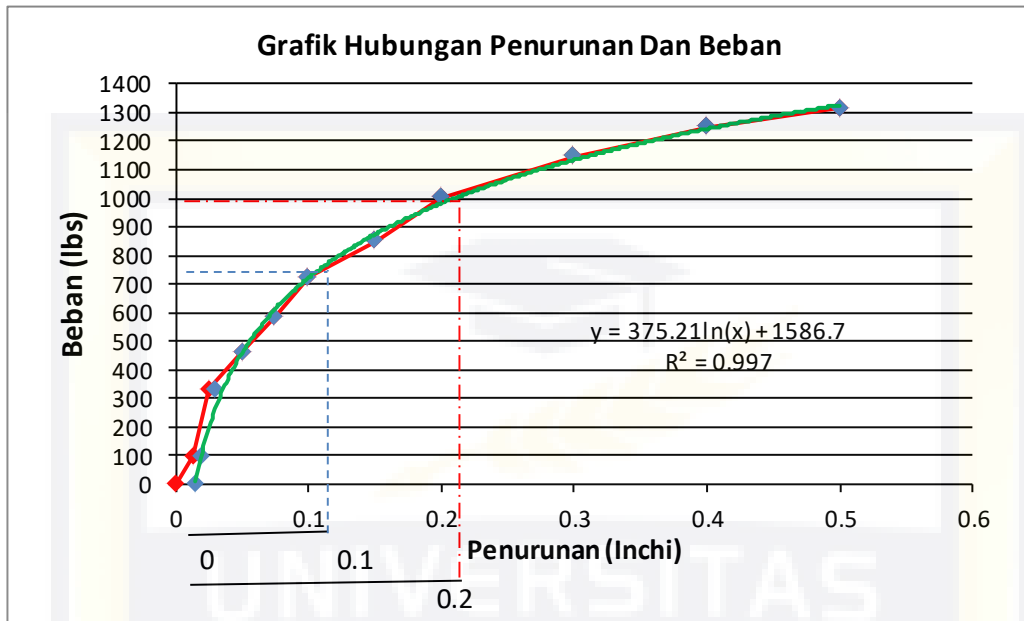
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	4963
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9285
C. Berat Tanah Basah	gram	4322
D. Volume Cetakan	cm ³	2157
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2.004
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.580

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	17	96.90
0.025	58	330.60
0.050	81	461.70
0.075	103	587.10
0.100	127	723.90
0.150	149	849.30
0.200	176	1003.20
0.300	201	1145.70
0.400	219	1248.30
0.500	231	1316.70



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 375.21 \ln(x) + 1586.7$ (lbs)	CBR (%)
0.1	722.75	24.09
0.2	982.82	21.84

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Diperiksa Oleh,

Hasrullah, ST

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh,

Nur Safitriani



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (65X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
JUDUL	: PENGARUH PENAMBAHAN TRAS DAN FLY ASH KELAS F TERHADAP CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
DIUJI OLEH	: NUR SAFITRIANI
MATERIAL	: TA + 10% FLY ASH + 15% TRAS

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	40.50	40.30
Berat Tanah Kering + Container	gram	33.60	33.10
Berat Air	gram	6.90	7.20
Berat Container	gram	6.70	6.50
Berat Tanah Kering	gram	26.90	26.60
Kadar Air, ω	gram	25.65	27.07
Kadar Air rata-rata	%	26.36	

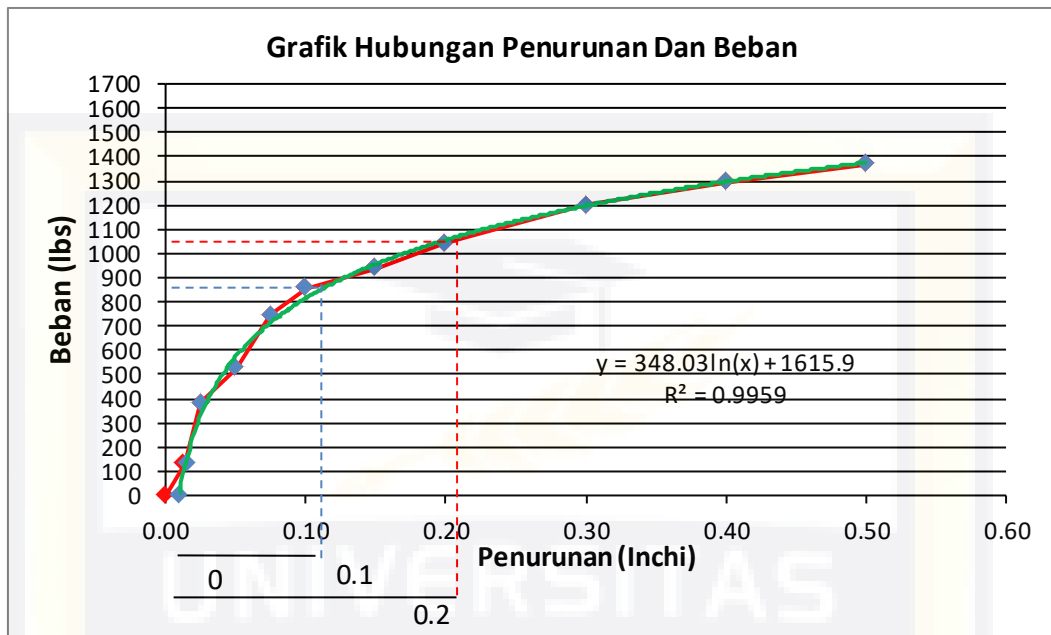
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5145
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9690
C. Berat Tanah Basah	gram	4545
D. Volume Cetakan	cm ³	2114
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2.150
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1.701

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0.013	23	131.10
0.025	67	381.90
0.050	92	524.40
0.075	131	746.70
0.100	150	855.00
0.150	165	940.50
0.200	183	1043.10
0.300	210	1197.00
0.400	227	1293.90
0.500	240	1368.00



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 348.0 \ln(x) + 1615.9$ (lbs)	CBR (%)
0.1	814.53	27.15
0.2	1055.77	23.46

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Diperiksa Oleh,

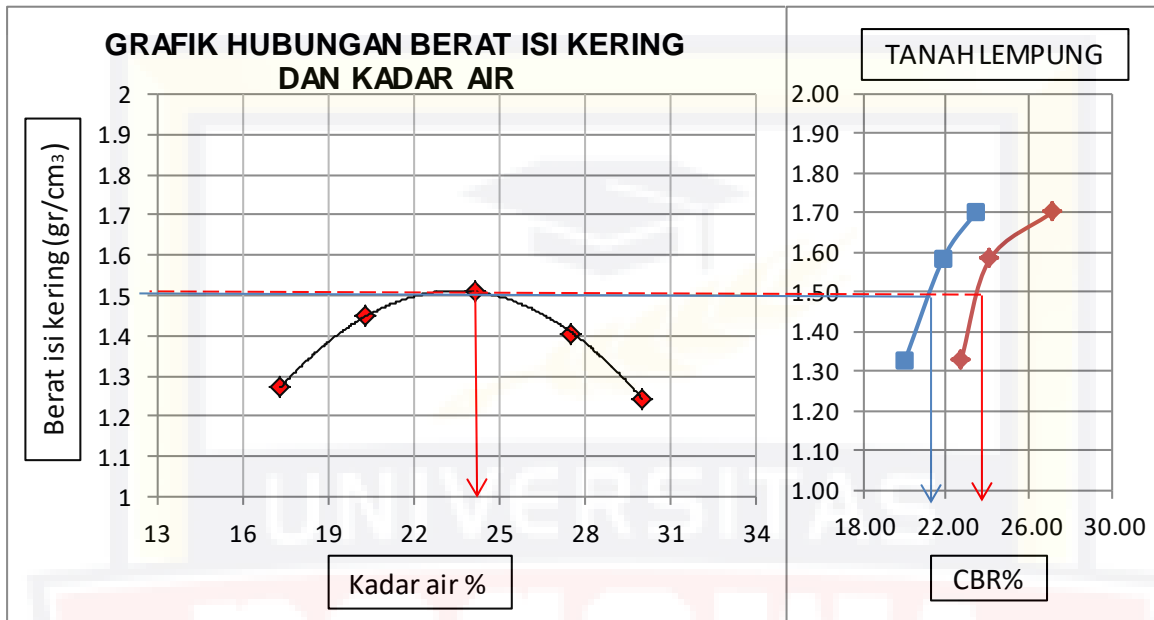
Hasrullah, ST

Makassar, Oktober 2021

Diuji Oleh,

Nur Safitriani

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR



Nilai CBR 0.1 : 23.84 —

Nilai CBR 0.2 : 21.63 —

Makassar, Oktober 2021

Diperiksa Oleh,

Diuji Oleh,

Hasrullah, ST

Nur Safitriani



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

HASIL PENGUJIAN REMBESAN / PERMEABILITAS

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI PENGUJIAN : LAB MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL FT UNIV BOSOW
METODE PENGUJIAN : ASTM D2434-68
TANGGAL PENGUJIAN : 07 OKTOBERER 2021
NAMA : NUR SAFITRIANI

Falling Head
Diameter buret : 0.5 cm
Diameter sampel : 6.5 cm

			TA	10% + 0%	10% + 5%	10% + 10%	10% + 15%
Luas potongan melintang buret ($a = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$)	a	cm ²	0.20	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	33.18
Beda tinggi Head	h	cm	14.50	27.40	34.80	39.60	51.60
Tinggi Head mula-mula	h1	cm	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Tinggi Head akhir	h2	cm	85.50	72.60	65.20	60.40	48.40
Tinggi sampel	L	cm	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Waktu pengujian	t	menit	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Temperatur	T	°C	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00
Koefisien Permeabilitas ($K = 2,303 \cdot (a/L) \cdot \text{Log}(h_1/h_2)$)	K	cm/menit	0.0019	0.0038	0.0051	0.0060	0.0086
Gradien hidraulik ($i = A/L$)	i	cm/menit	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32
Volume aliran air persatuan waktu ($q = A \cdot K \cdot i$)	q	cm ³	0.20	0.42	0.56	0.66	0.95
Kecepatan aliran ($v = K \cdot i$)	v	cm/menit	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03

Diperiksa oleh :
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

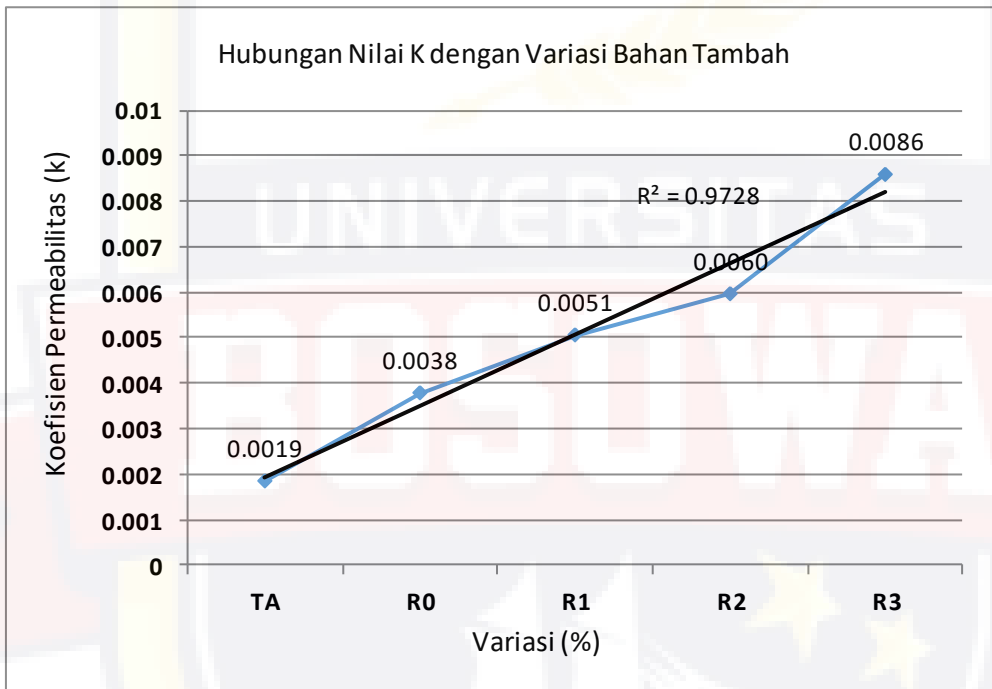
Hasrullah, ST

Makassar, Oktober 20:
Diuji oleh :
Mahasiswa

NUR SAFITRIANI

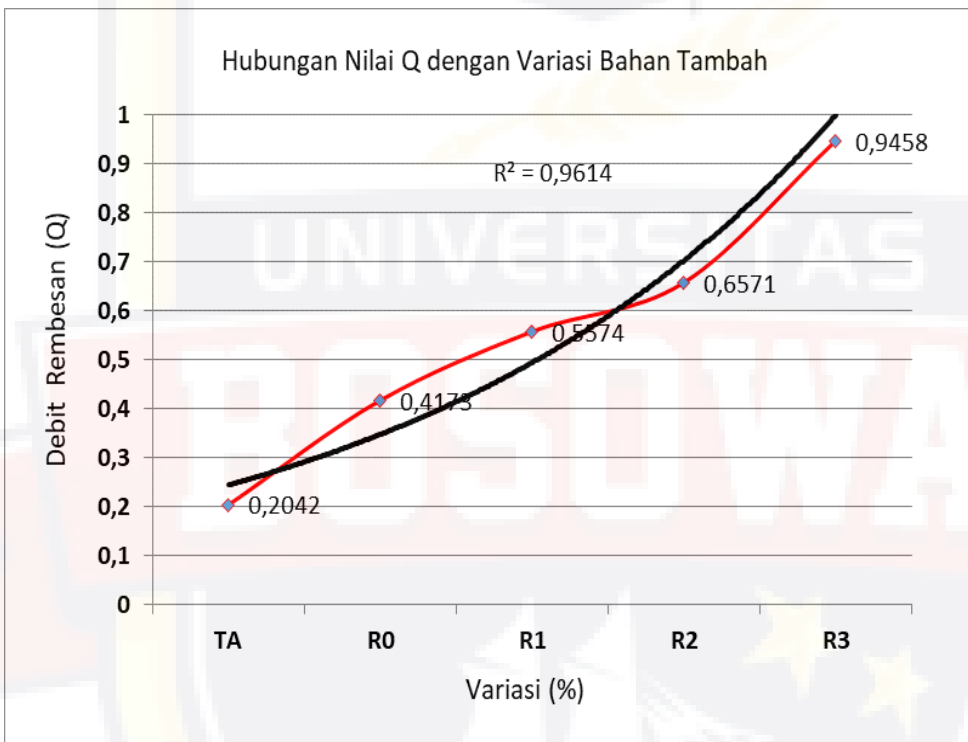
1. Nilai Koefisien Permeabilitas

No.	Variasi Campuran	Koefisien Permeabilitas
		k (cm/menit)
1	Tanah Asli	0,001854225
2	TA + Fly Ash 10% + Tras 0%	0,003790094
3	TA + Fly Ash 10% + Tras 5%	0,005062577
4	TA + Fly Ash 10% + Tras 10%	0,005967715
5	TA + Fly Ash 10% + Tras 15%	0,008589363



2. Nilai Debit Rembesan

No.	Variasi Campuran	Debit Rembesan
		Q (cm/menit)
1	Tanah Asli	0,204171769
2	TA + Fly Ash 10% + Tras 0%	0,417333451
3	TA + Fly Ash 10% + Tras 5%	0,557448642
4	TA + Fly Ash 10% + Tras 10%	0,657114839
5	TA + Fly Ash 10% + Tras 15%	0,945788702





ANALISA HASIL PENELITIAN PERMEABILITAS :

1. TANAH ASLI

$$K = 2,303 \left(\frac{aL}{At} \right) \log \left(\frac{h_2}{h_1} \right)$$

$$2.303 \frac{1.9635}{165.915} 0.06803 \quad 1.16959$$

$$2.303 \sqrt{0.01183} \quad 0.06803$$

$$K = 0.00185 \text{ cm/mnt}$$

$$Q = K.i.A$$

$$Q = 0.00185 \quad 3.31831 \quad 33.18$$

$$Q = 0.20417 \text{ cm/mnt}$$

2. TA + FLY ASH 10% + TRAS 0%

$$K = 2,303 \left(\frac{aL}{At} \right) \log \left(\frac{h_2}{h_1} \right)$$

$$2.303 \frac{1.9635}{165.915} 0.13906 \quad 1.37741$$

$$2.303 \sqrt{0.01183} \quad 0.13906$$

$$K = 0.00379 \text{ cm/mnt}$$

$$Q = K.i.A$$

$$Q = 0.00379 \quad 3.32 \quad 33.18$$

$$Q = 0.41733 \text{ cm/mnt}$$

3. TA + FLY ASH 10% + TRAS 5%

$$K = 2,303 \left(\frac{aL}{At} \right) \log \left(\frac{h_2}{h_1} \right)$$

$$2.303 \frac{1.9635}{165.915} 0.18575 \quad 1.53374$$

$$2.303 \sqrt{0.01183} \quad 0.18575$$

$$K = 0.00506 \text{ cm/mnt}$$

$$Q = K \cdot i \cdot A$$

$$Q = 0.00506 \quad 3.32 \quad 33.18$$

$$Q = 0.55745 \text{ cm/mnt}$$

4. TA + FLY ASH 10% + TRAS 10%

$$K = 2,303 \left(\frac{aL}{At} \right) \lg \left(\frac{h2}{h1} \right)$$

$$2.303 \frac{1.9635}{165.915} \quad 0.21896 \quad 1.65563$$

$$2.303 \cdot 0.01183 \quad 0.21896$$

$$K = 0.00597 \text{ cm/mnt}$$

$$Q = K \cdot i \cdot A$$

$$Q = 0.00597 \quad 3.32 \quad 33.18$$

$$Q = 0.65711 \text{ cm/mnt}$$

5. TA + FLY ASH 10% + TRAS 15%

$$K = 2,303 \left(\frac{aL}{At} \right) \lg \left(\frac{h2}{h1} \right)$$

$$2.303 \frac{1.9635}{165.915} \quad 0.31515 \quad 2.06612$$

$$2.303 \cdot 0.01183 \quad 0.31515$$

$$K = 0.00859 \text{ cm/mnt}$$

$$Q = K \cdot i \cdot A$$

$$Q = 0.00859 \quad 3.32 \quad 33.18$$

$$Q = 0.94579 \text{ cm/mnt}$$

Makassar, Oktober 2021

Diperiksa Oleh :

Diuji Oleh :

Hasrullah, ST.

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Nur Safitriani

Mahasiswa



Pengujian Batas Susut



Pengujian Batas Cair



Pengujian Batas Plastis



Penyaringan Tanah Lolos Saringan No.40



Pengujian Analisa Saringan



Pengujian Analisa Saringan



Pengujian Hidrometer



Pengujian CBR



Pengujian CBR



Sampel Pengujian CBR



Pengujian CBR



Pengujian Permeabilitas