

TUGAS AKHIR

**PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR DAN
PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF**



OLEH :

MUH ANSAR. T.

45 16 041 126

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

MAKASSAR

2022



LEMBAR PENGAJUAN SEMINAR TUTUP
TUGAS AKHIR

Judul : **“Pengaruh Semen Dan Kapur Terhadap Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah Lempung Ekspansif. “**

Disusun dan diajukan oleh :

N a m a : **MUH. ANSAR T.**

No.Stambuk : **45 16 041 126**

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


Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing I : **Ir. Fauzy Lebang,ST. 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



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No.A 183/FT/UNIBOS/II/ 2022, Tanggal 11 Februari 2022, Perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Rabu, 16 Februari 2022

N a m a : **Muh. Ansar T.**

No.Stambuk : **45 16 041 126**

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : **“Pengaruh Semen Dan Kapur Terhadap Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah Lempung Ekspansif”**

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 : **Ir. Fauzy Lebang, ST. MT**

(.....)

Sekretaris / Ex Officio : **Ir. Nurhadijah Yunianti, ST. MT**

(.....)

Anggota : **Ir. Eka Yuniarto, ST. MT**

(.....)

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

(.....)

Makassar, Februari 2022

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar

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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Muh. Ansar T.**
Nomor Stambuk : **45 16 041 126**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **Pengaruh Semen Dan Kapur Terhadap
Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah
Lempung Ekspansif**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

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

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

Makassar, Januari 2022
Yang Menyatakan



Muh. Ansar T.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkah dan rahmat-Nya yang berlimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “*PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF*”. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak dalam memberikan dukungan dan bimbingan. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Allah SWT, tiada Tuhan selain-Nya, tempat berlindung, meminta dan memohon pertolongan.
2. Teristimewa kepada kedua orang tua saya, ayahanda dan ibunda tercinta yang selalu sabar mendidik, membimbing dan membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang, memberikan dukungan moril dan materi yang tidak terhitung nilainya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Saleh Pallu, M.Eng. Selaku Rektor Universitas Bosowa.

4. Ibu Dr. Hijriah, ST., MT, selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
5. Bapak Ir. Fauzy Lebang, ST., MT, sebagai pembimbing I dan Ibu Ir. Nurhadijah Yuniarti, ST. MT, sebagai pembimbing II yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis sehingga terselesainya penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
7. Bapak Ir. Syahrul Sariman, MT, selaku kepala Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa.
8. Bapak Hasrullah, ST, selaku instruktur Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan selama penelitian di Laboratorium.
9. Teman - teman angkatan 2016 Teknik Sipil Universitas Bosowa yang telah membagi suka dan duka dengan penulis selama perkuliahan.

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

Akhirnya semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan – rekan mahasiswa lainnya dimasa yang akan datang dan semoga segala bantuan dari semua pihak bernilai ibadah disisi Allah SWT.

Makassar,..... Februari 2022

MUH. ANSAR. T.



PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

Oleh: Muh Ansar T.¹⁾, Fauzy Lebang²⁾, Nurhadijah Yunianti³⁾
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa Makassar
Email: muhansar182@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini ditekankan untuk menganalisis karakteristik tanah menggunakan metode stabilisasi menggunakan Semen PCC dan Kapur sesuai dengan variasi setiap bahan stabilisasi ke parameter CBR. Selain untuk menentukan karakteristik fisik tanah yang belum stabil, penelitian ini juga difokuskan untuk mengetahui tingkat bahan stabil yang memberikan daya dukung optimal pada tanah. Persentase bahan stabilisasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen PCC dan Kapur: 0% PCC + 20% KPR, 6% PCC + 14% KPR, 14% PCC + 6% KPR, 20% PCC + 0% KPR. Hasil pengujian CBR untuk stabilisasi tanah dengan Semen dan Kapur, mencapai nilai CBR tanpa rendaman (Unsoaked) maksimum pada penambahan 20% PCC + 0% KPR menjadi 0,1 "sebesar 35,00%, menjadi 0,2" sebesar 39,80% Sedangkan untuk CBR Direndam mencapai nilai maksimum pada penambahan 20% PCC + 0% KPR menjadi 0,1 "dari 23,30%, menjadi 0,2" sebesar, 25,40%. Tentu saja memenuhi spesifikasi yang diperlukan dari kekuatan subgrade jalan (persyaratan untuk nilai CBR > 6%). Sedangkan pada pengujian permeabilitas untuk stabilisasi tanah dengan semen dan kapur, mencapai nilai koefisien permeabilitas (K) maksimum pada penambahan, 20% PCC + 0% KPR, dengan nilai sebesar, 0,0161 cm/menit, sedangkan pada nilai debit rembesan (Q) maksimum pada penambahan 20% PCC + 0% KPR, dengan nilai sebesar, 1,1091 cm/menit.

Kata kunci: Tanah lempung ekspansif: CBR dan permeabilitas, semen, kapur.

EFFECT OF CEMENT AND LIME ON CBR VALUE AND EXPANSIONARY CLAY SOIL PERMEABILITY

By: Muh Ansar T.¹⁾, Fauzy Lebang²⁾, Nurhadijah Yunianti³⁾

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Bosowa University
Makassar

Email: muhansar182@gmail.com

ABSTRACT

This study emphasizes the analysis of soil characteristics with the stabilization method using PCC cement and lime according to the variation of each stabilizer on the CBR parameters. In addition to determining the physical characteristics of unstable soil, this research is also focused on determining the level of material stability that provides optimal soil bearing capacity. The percentage of stabilizer used in this research is Cement PCC and Lime: 0% PCC + 20% KPR, 6% PCC + 14% KPR, 14% PCC + 6% KPR, 20% PCC + 0% KPR. The results of the CBR test for soil stabilization with Cement and Lime, reached the maximum Unsoaked CBR value at the addition of 20% PCC + 0% KPR to 0.1" by 35.00%, to 0.2" by 39.80%. While for Submerged CBR, reached the maximum value with the addition of 20% PCC + 0% KPR to 0.1" from 23.30%, to 0.2" by 25.40%. Of course it meets the required road subgrade strength specifications (CBR value requirements > 6%). Meanwhile, in the permeability test for soil stabilization with cement and lime, the maximum permeability coefficient (K) was achieved at the addition of 20% PCC + 0% KPR, with a value of 0.0161 cm/minute, while the maximum seepage discharge value (Q) was at the addition of 20% PCC + 0% KPR, with a value of 1.1091 cm/minute.

Keywords: Expansive clay: CBR and permeability, cement, lime.

DAFTAR ISI

HALAM JUDUL	i
LEMBAR PENGAJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-4
1.3. Tujuan Dan Manfaat Penelitian	I-4
1.3.1. Tujuan Penelitian	I-4
1.3.2. Manfaat penelitian	I-4
1.4. Pokok Bahasan Dan Batasan Masalah	I-5
1.4.1. Pokok Bahasan	I-5
1.4.2. Batasan Masalah	I-5
1.5. Sistematika Penulisan	I-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
2.1.2.1. Klasifikasi Berdasarkan Tekstur	II-4
2.2 Tanah Lempung	II-11
2.2.1. Pengertian Tanah Lempung	II-11
2.2.2 Susunan Tanah Lempung	II-12
2.2. 3. Karakteristik Fisik Tanah Lempung Plastisitas Tinggi	II-17
2.2.4. Identifikasi Tanah Lempung Ekspansif	II-20
2.2.5. Specific Gravity (G _s)	II-21
2.3. Pengujian	II-23
2.3.1. Pengujian Berat Jenis	II-24
2.3.2. Pengujian Gradasi Ukuran Butir	II-24
2.3.3. Pengujian Batas Batas Atterberg	II-26
2.3.4. Pengujian Pemadatan Tanah	II-27
2.3.5. Pengujian CBR Laboratorium	II-28
2.3.6. Pengujian Permeabilitas Laboratorium	II-31
2.4. Bahan Tambah	II-34
2.4.1. Kapur	II-34
2.4.2. Semen	II-34
2.5. Penelitian Terdahulu	II-35

2.4.1 Ionic Soil Stabilizer	II-34
2.5. Penelitian Terdahulu	II-37

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alur Penelitian	III-1
3.2. Lokasi Dan Waktu Penelitian	III-2
3.2. Lokasi Sampel Tanah	III-2
3.3.2. Lokasi Dan Waktu Penelitian	III-3
3.3. Prosedur Pelaksanaan Pengujian	III-3
3.4. Variabel Penelitian	III-3

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Sifat Tanah Asli	IV-1
4.1.1. Sifat Fisis Tanah	IV-2
4.2. Klasifikasi Tanah Asli	IV-9
4.2.1. AASHTO (American Association Of State Highway and Transportation Officials)	IV-9
4.2.2. Uscs (Unified Soil Classification System)	IV-10
4.3. Sifat Mekanis Tanah	IV-10
4.3.1. Pengujian CBR Tanpa rendaman (Unsoaked)	IV-10
4.3.2. Pengujian CBR Rendaman (Soaked)	IV-13
4.3.3 Pengujian Free Swell (uji pengembangan)	IV-17

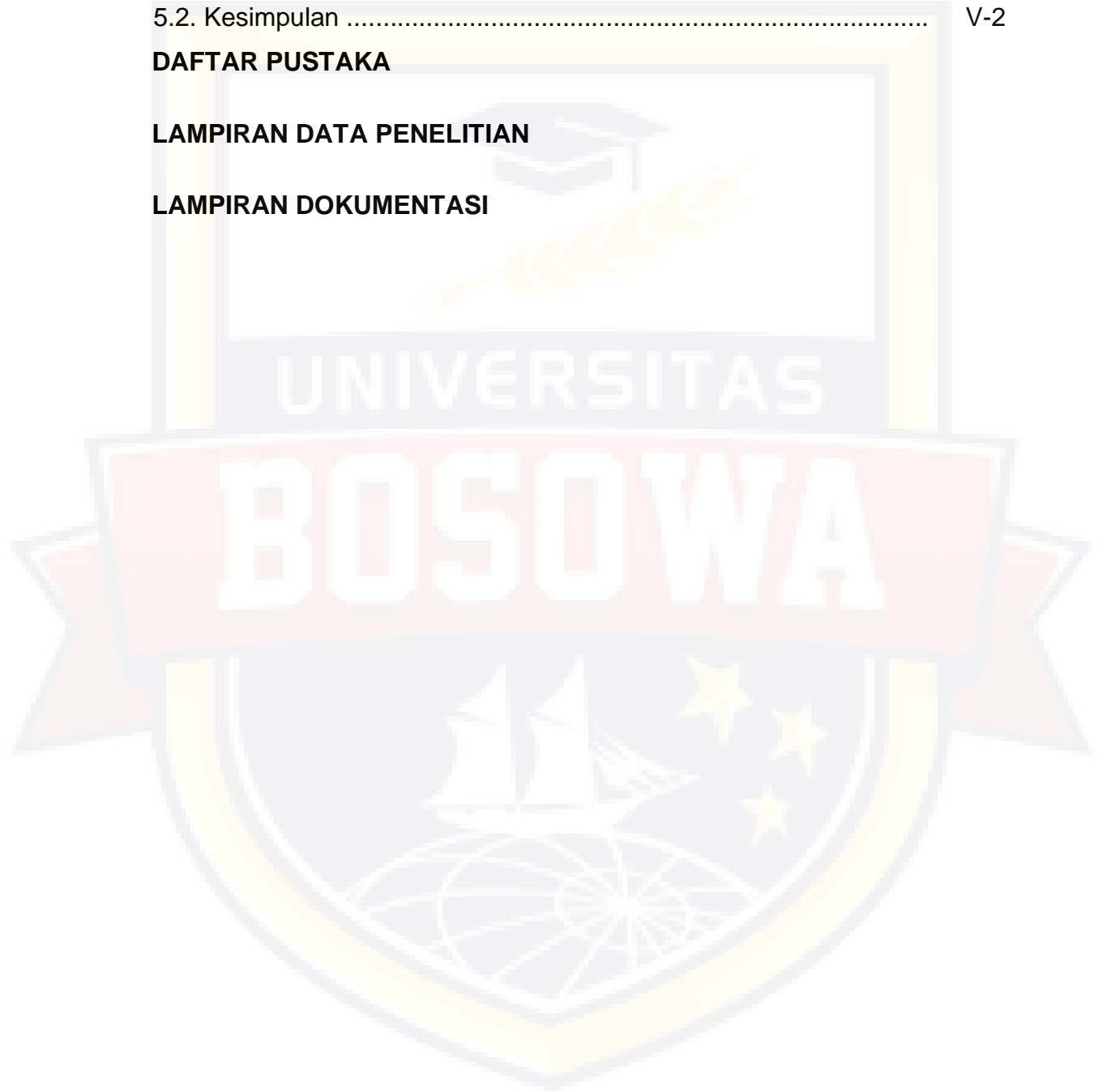
BAB V PENUTUP

5.1. Saran V-1
5.2. Kesimpulan V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN DATA PENELITIAN

LAMPIRAN DOKUMENTASI



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Ukuran Partikel Tanah	II-3
Tabel 2.2. Klasifikasi AASTHO	II-7
Tabel 2.3. Klasifikasi USCS	II-11
Tabel 2.4. Klasifikasi tanah sistem Inified	II-12
Tabel 2.5. Harga - Harga Batasan Atterberg	II-17
Tabel 2.6. Beban penetrasi bahan standar	II-24
Tabel 2.7. kandungan tanah lempung kasar dan halus	II-33
Tabel 3.1. Pengujian Karakteristik Tanah	III-2
Tabel 3.2. Variasi Benda Uji	III-3
Tabel 4.1. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah	IV-1
Tabel 4.2. Pengujian Kadar Air Tanah Asli	IV-2
Tabel 4.3. Berat Jenis Dari Beberapa Jenis Tanah	IV-3
Tabel 4.4. Pengujian Batas Plastis	IV-4
Tabel 4.5. Pengujian Batas Susut	IV-5
Table 4.6. Kompaksi Gabungan	IV-9
Tabel 4.7. Hasil Pengujian CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)	IV-12
Tabel 4.8. Hasil Pengujian CBR Rendaman (Soaked)	IV-15
Tabel 4.9. Hasil Nilai Rata-Rata Uji Pengembangan	IV-17
Tabel 4.10. Hasil Uji Koefisien Permeabilitas	IV-21
Tabel 4.11. Hasil Uji Debit Rembesan	IV-21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Klasifikasi Berdasarkan tekstur USDA	II-7
Gambar 2.2. Diagram Plastisitas ASTM	II-9
Gambar 2.3. Struktur kaolinite (Das Braja M, 1988)	II-14
Gambar 2.4. Struktur <i>montmorillonite</i> (Das Braja M,1988)	II-15
Gambar 2.5. Struktur <i>illite</i> (Das Braja M, 1988)	II-16
Gambar 2.6. Alat Pemeriksa Nilai CBR Di Laboratorium	II-30
Gambar 2.7. Skema Alat Uji Permeabilitas Constant	II-32
Gambar 2.8. Detail Sampel Pada Alat Uji Constant Pressure Head ...	II-32
Gambar 4.1. Grafik Hasil Uji Hubungan Antara Pukulan Dengan Kadar Air.....	IV-3
Gambar 4.2. Grafik Hasil Uji Analisis Saringan	IV-7
Gambar 4.3. Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer Dan Analisis Saringan.....	IV-8
Gambar 4.4. Grafik Hasil Uji Kompaksi Hubungan Kadar Air Dan Berat Volume Tanah Kering.....	IV-9
Gambar 4.5. Grafik Gabungan Hasil Uji CBR Tanpa Rendaman	IV-12
Gambar 4.6. Grafik Perbandingan Nilai CBR Tanpa Rendaman Dengan Semen PCC Dan Kapur	IV-14
Gambar 4.7. Grafik Gabungan Hasil Uji CBR Rendaman.....	IV-16
Gambar 4.8. Grafik Perbanding Nilai CBR Rendaman Dengan Semen PCC Dan Kapur.....	IV-16
Gambar 4.9. Grafik Perbandingan Nilai 0,1 Dan 0,2 Tanpa Rendaman	IV-17
Gambar 4.10. Grafik Perbandingan Nilai 0,1 Dan 0,2 Rendaman.....	IV-17
Gambar 4.11. Grafik Perbandingan Nilai CBR Rendaman Dan Tanpa Rendaman Dengan Semen PCC Dan Kapur.....	IV-18
Gambar 4.12. Grafik Hubungan Antara Waktu Perendaman Dengan Swelling.....	IV-20
Gambar 4.13. Grafik Nilai Koefisien Permeabilitas.....	IV-21
Gambar 4.14. Grafik Nilai Debit Rembesan.....	IV-22

DAFTAR NOTASI

A	= Kadar air asli
a	= Koreksi untuk berat jenis dari butiran tanah
AASHTO	= American association of state highway and transportation officials
ASTM	= American society for testing and materials
B	= Kadar air optimum
C	= Clay (lempung)
CBR	= California Bearing Ratio
CH	= Organic plastisitas tinggi
G	= Gravel (kerikil)
Gs	= Berat jenis
H	= Plastisitas tinggi (<i>high pasticity</i>) (LL>50)
ISS	= Ionic soil stabilizer
L	= Plastisitas rendah (<i>low plasticity</i>) (LL<50)
LL	= Batas cair
M	= Silt (lanau)
MH	= Anorganic
N	= Jumlah pukulan pada kadar air
O	= lanau atau lempung organic
OH	= Organic

P	= Gradasi buruk (<i>poor graded</i>)
PL	= Batas plastis
Pt	= Peat (tanah gambut atau tanah organic tinggi)
S	= Sand (pasir)
SL	= Batas susut
USCS	= Unified soil classification system
Va	= Volume udara
Vs	= Volume butiran padat
Vw	= Volume air
W1	= Berat piknometer
W2	= Berat piknometer + tanah
W3	= Berat piknometer + tanah + air
W4	= Berat piknometer + air
W	= Gradasi baik (<i>well graded</i>)
w	= Kadar air
W _N	= Kadar air saat tanah tertutup
Ws	= Berat butiran padat
Ws	= Berat tanah kering
Ww	= Berat air
yd	= Berat isi kering (gram)

y_s = Berat volume butirana y_w

= Berat volume air

y_w = Berat isi basah (gram)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan material bangunan yang sangat penting karena tanah berfungsi untuk mendukung semua beban bangunan yang ada di atasnya, tanah menjadi komponen yang sangat diperhatikan dalam perencanaan konstruksi. Untuk itu, dalam perencanaan suatu konstruksi harus dilakukan penyelidikan terhadap karakteristik dan kekuatan tanah terutama sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kekuatan dukungan tanah dalam menahan beban konstruksi yang ada di atasnya. Maka dari itu, diperlukannya perbaikan tanah guna untuk meningkatkan daya dukung tanah, salah satunya adalah dengan stabilisasi perbaikan tanah secara kimiawi. Salah satu parameter yang dapat diketahui apakah tanah tersebut memiliki daya dukungnya baik atau tidak, bisa dilihat dari nilai CBR pada tanah .

Stabilisasi tanah secara umum merupakan suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Tujuan dari stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada sehingga membentuk struktur jalan atau pondasi jalan yang padat. Adapun sifat tanah yang telah diperbaiki tersebut dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan.

Menurut Bowles, 1991 beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah sebagai berikut : meningkatkan kerapatan tanah, menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek yang timbul, menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan/atau fisis pada tanah, menurunkan muka air tanah (drainase tanah), mengganti tanah yang buruk.

Stabilisasi tanah adalah upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Metode stabilisasi yang banyak digunakan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis adalah salah satu metode untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan cara perbaikan struktur dan perbaikan sifat-sifat mekanis tanah, sedangkan stabilisasi kimiawi yaitu menambah kekuatan dan kuat dukung tanah dengan jalan mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia.

Salah satu cara terbaik menangani permasalahan tanah berdaya dukung rendah adalah mengganti tanah dasar tersebut dengan tanah yang cukup baik, tetapi hal ini biasanya membutuhkan biaya yang cukup besar. Oleh karenanya, dilakukan upaya-upaya untuk mengatasi masalah tersebut dengan cara merubah sifat-sifat fisiknya untuk menekan biaya. Perbaikan sifat-sifat fisik dari tanah kurang baik menjadi tanah yang baik dibidang rekayasa Teknik Sipil disebut sebagai stabilisasi tanah.

Dalam penelitian ini menggunakan bahan tambah kapur dan semen sebagai bahan stabilisasi. Stabilisasi tanah dasar dalam hal ini merupakan penanganan perbaikan tanah yang memungkinkan untuk menjadikan tanah dasar tersebut lebih baik bagi konstruksi jalan. Penambahan Kapur dan semen pada penelitian ini bersifat pozzolan yang sangat menguntungkan karena pada kondisi yang sesuai dapat bereaksi sebagai pengikat, sehingga akan didapatkan seberapa besar pengaruh Kapur dan semen terhadap sifat fisis tanah serta nilai daya dukung tanah (*CBR*) dan *Permeabilitas Tanah*.

Semen adalah salah satu material yang sering digunakan sebagai bahan tambah dalam metode stabilisasi tanah untuk material lapis pondasi. Tetapi, semen merupakan hasil pengolahan industri yang mempunyai harga cukup tinggi dan berfluktuasi sesuai dengan perkembangan harga pasar. Dengan demikian, sampai saat ini masih diperlukan suatu bahan *additive* lain yang dapat digunakan untuk stabilisasi tanah sebagai bahan material lapis pondasi.

Kapur adalah bahan yang sangat bermanfaat dalam berbagai aktivitas manusia dan relatif murah. Pemanfaatan terbanyak adalah di bidang bangunan dan pertanian. Kapur menjadi bagian dari campuran semen karena memiliki sifat merekatkan dan mengubah penampilan. Sebagai salah satu kapur pertanian, kapur berguna dalam menyediakan unsur kalsium dan memperbaiki kemasaman tanah.

“PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat diambil masalah yaitu :

1. Bagaimana pengaruh penambahan semen dan kapur Terhadap Nilai CBR dan Nilai Permeabilitas setelah divariasi.?
2. Bagaimana pengaruh semen dan kapur pada stabilisasi tanah ekspansif.?

1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk pengaruh penambahan semen dan kapur terhadap nilai CBR dan nilai permeabilitas setelah divariasi.
2. Untuk Pengaruh Semen dan Kapur pada stabilisasi tanah Ekspansif.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memanfaat Kapur sebagai bahan stabilisasi terhadap tanah Ekspansif dan ingin mengetahui pengaruh nilai *California Bearing Ratio* dan *Nilai Permeabilitas* yang telah disubtitusikan dengan Semen dan Kapur.

2. Dapat memberikan Alternative lain dalam penggunaan bahan tambah untuk stabilisasi tanah dengan menggunakan Semen dan Kapur.

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1 Pokok Bahasan

1. Melakukan penelitian di laboratorium untuk mengetahui pengaruh penambahan Semen dan Kapur terhadap Nilai CBR dan Permeabilitas tanah ekspansif.
2. Melakukan pengujian sifat – sifat mekanik (CBR) dan Permeabilitas tanah ekspansif.
3. Mengetahui perbandingan CBR dan Permeabilitas tanah Ekspansif tanpa penambahan Semen dan Kapur dengan yang di tambahkan Semen dan Kapur.

1.4.2 Batasan Masalah

Penulisan skripsi ini dibatasi pada hal – hal sebagai berikut :

1. Penelitian hanya terbatas pada sifat fisik dan mekanis tanah Ekspansif.
2. Tidak meneliti sifat kimia pada Semen dan Kapur.
3. Pengajuan variasi hanya dilakukan pada pengujian CBR dan permeabilitas.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang berurutan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pendahuluan yang menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori-teori pendukung mengenai penelitian yang dilakukan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang bagan alur penelitian, bahan, lokasi, dan waktu penelitian, metode pengambilan sampel, persiapan bahan campuran dan pembuatan benda uji.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan inti dari keseluruhan materi pembahasan, dimana dikemukakan hasil-hasil dari pengujian mengenai karakteristik tanah, komposisi rancangan campuran semen dan kapur terhadap tanah lempung ekspansif, dengan hasil pengujian CBR. Dimana untuk mengetahui besaran kekuatan tanah (daya dukung) dengan menggunakan bahan stabilisasi kapur dan semen.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup yang memberikan kesimpulan dan saran-saran yang diharapkan sesuai dengan tujuan dan manfaat penulisan.





BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

2.1.1 Pengertian Tanah

Tanah merupakan kumpulan butiran (agregat) mineral alami yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat tersebut diaduk dalam air atau kumpulan mineral, bahan *organic* dan endapan-endapan yang *relative* lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*).

Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel yang lebih kecil disebabkan pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, cuaca atau suhu. Partikelnya berbentuk bulat atau juga bergerigi. Pembentukan tanah secara kimia terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (mengandung asam atau alkali). Ada berbagai macam jenis-jenis tanah untuk klasifikasi tanah dilapangan antara lain:

a. Pasir dan Kerikil

Pasir dan kerikil yaitu agregat tak berkohesi yang tersusun dari regmin-regmin sub anguler atau angular. Partikel berukuran sampai 1/8 inci dinamakan pasir dan yang berukuran 1/8 inci sampai 6/8 inci disebut kerikil. Fragmen bergaris tengah lebih besar dari 8 inci disebut bongkah (*boulders*)

b. Hardpan

Hardpan merupakan tanah yang tahanan terhadap penetrasi alat pemboran besar sekali. Cirinya sebagian besar dijumpai dalam keadaan

bergradasi baik, luar biasa padat, dan merupakan agregat partikel mineral yang kohesif.

c. Lanau anorganik (*inorganic silt*)

Lanau anorganik merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas kecil atau sama sekali tak ada. Jenis yang plastisitasnya paling kecil biasanya mengandung butiran kuarsa sedimentasi, yang kadang-kadang disebut tepung batuan (*rockflour*), sedangkan yang sangat plastis mengandung partikel berwujud serpihan dan dikenal sebagai lanau plastis.

d. Lanau organik (*organic silt*)

Lanau organik merupakan tanah agak plastis, berbutir halus dengan campuran partikel-partikel bahan organik terpisah secara halus. Warna tanah bervariasi dari abu-abu terang ke abu-abu sangat gelap, di samping itu mungkin mengandung H_2S , CO_2 , serta berbagai gas lain hasil peluruhan tumbuhan yang akan memberikan bau khas kepada tanah. Permeabilitas lanau organik sangat rendah sedangkan kompresibilitasnya sangat tinggi.

e. Lempung

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusutan 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.

f. Lempung organik

Tanah lempung organik merupakan lempung yang sebagian sifat-sifat fisis pentingnya dipengaruhi adanya bahan organik yang terpisah dalam keadaan jenuh. Lempung organik cenderung bersifat sangat kopresibel tapi pada keadaan kering kekuatannya sangat tinggi. Warnanya abu-abu tua atau hitam, berbau menyolok.

g. Gambut (*peat*)

Tanah gambut merupakan agregat agak berserat yang berasal dari serpihan makroskopik dan mikroskopik tumbuh-tumbuhan. Warnanya coklat terang dan hitam bersifat kompresibel, sehingga tak mungkin menopang pondasi.

2.1.2 Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi Tanah adalah suatu sistem penggolongan yang sistematis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat yang sama ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya (Braja M. Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisis. Klasifikasi tanah juga berguna untuk

studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi dan sebagainya (Joseph E. Bowles, 1989)

Sistem klasifikasi bukan merupakan sistem identifikasi untuk menentukan sifat-sifat mekanis dan geoteknis tanah. Karenanya, klasifikasi tanah bukanlah satu-satunya cara yang digunakan sebagai dasar untuk perencanaan dan perancangan konstruksi. Adapun sistem klasifikasi tanah yang telah umum digunakan adalah:

1. Sistem Klasifikasi Kesatuan Tanah (*Unified soil classification system*)

Sistem ini pada mulanya diperkenalkan oleh *Casagrande* (1942) untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineers*.

Sistem klasifikasi berdasarkan hasil-hasil percobaan laboratorium yang paling banyak dipakai secara meluas adalah sistem klasifikasi kesatuan tanah. Percobaan laboratorium yang dipakai adalah analisis ukuran butir dan batas-batas Atterberg. Semua tanah diberi dua huruf penunjuk berdasarkan hasil-hasil percobaan ini. Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu:

- Tanah berbutir kasar (*coarse grained soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Symbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal **G**,

adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil dan **S**, adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.

- Tanah berbutir halus (*fine grained soil*), yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal **M** untuk lanau (*silt*) anorganik, **C** untuk lempung (*clay*) anorganik dan **O** untuk lanau-organik dan lempung-organik. Simbol **PT** digunakan untuk tanah gambut (*peat*), muck dan tanah-tanah lain dengan kadar organik tinggi.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi **USCS**, adalah:

W = tanah dengan gradasi baik (*well graded*)

P = tanah dengan gradasi buruk (*poorly graded*)

L = tanah dengan plastisitas rendah (*low plasticity*), $LL < 50$

H = tanah dengan plastisitas tinggi (*high plasticity*), $LL > 50$

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti:

GW, **GP**, **GM**, **GC**, **SW**, **SP**, **SM**, dan **SC**. Untuk klasifikasi yang

benar, perlu diperhatikan faktor-faktor berikut:

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus)
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40
3. Koefisien keseragaman (C_u) dan koefisien gradasi (C_c) untuk tanah dimana 0-12% lolos ayakan No. 200

4. Batas cair (*LL*) dan indeks plastisitas (*IP*) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah dimana 5% atau lebih lolos ayakan No. 200)

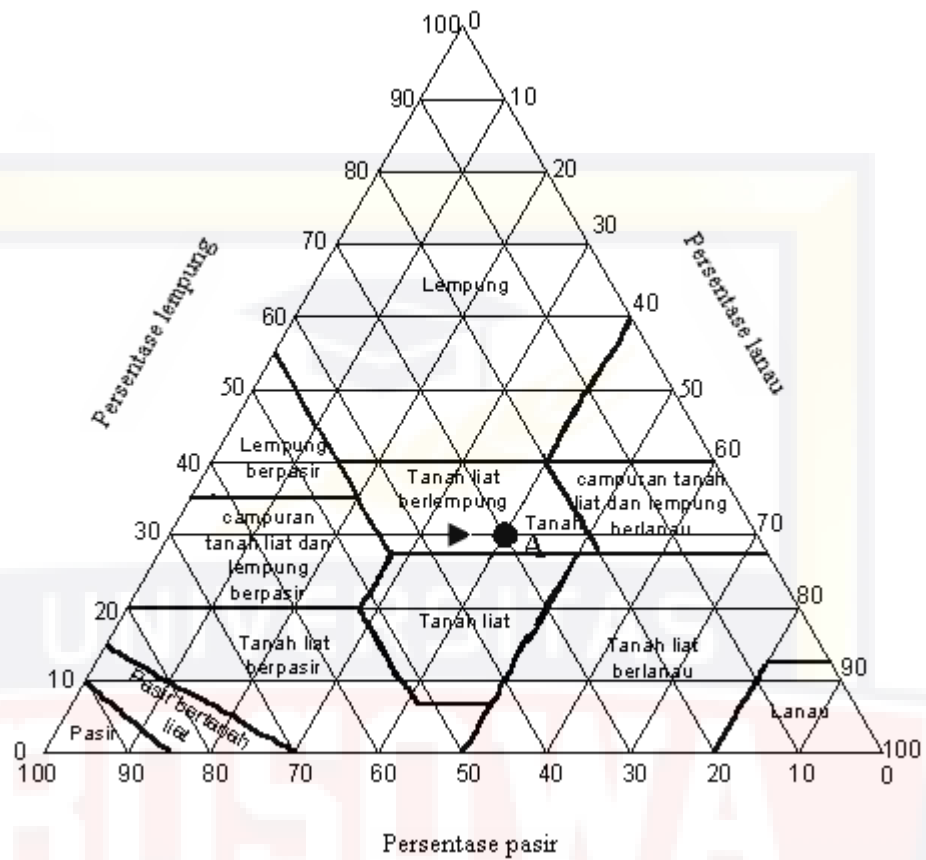
Bilamana persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 adalah antara 5 sampai 12%, simbol ganda seperti: *GW-GM*, *GP-GM*, *GW-GC*, *GP-GC*, *SW-SM*, *SW-SC*, *SP-SM* dan *SP-SC* diperlukan. *Cassagrande* membagi tanah atas 3 (tiga) kelompok (Sukirman, 1992) yaitu:

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

2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan USDA

Sistem ini didasarkan pada ukuran batas dari butiran tanah seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 yaitu :

- Pasir : merupakan butiran dengan diameter 2,0 – 0,05 mm
- Lanau : merupakan butiran dengan diameter 0,05 – 0,002 mm
- Lempung : merupakan butiran dengan diameter lebih kecil dari 0,002 mm



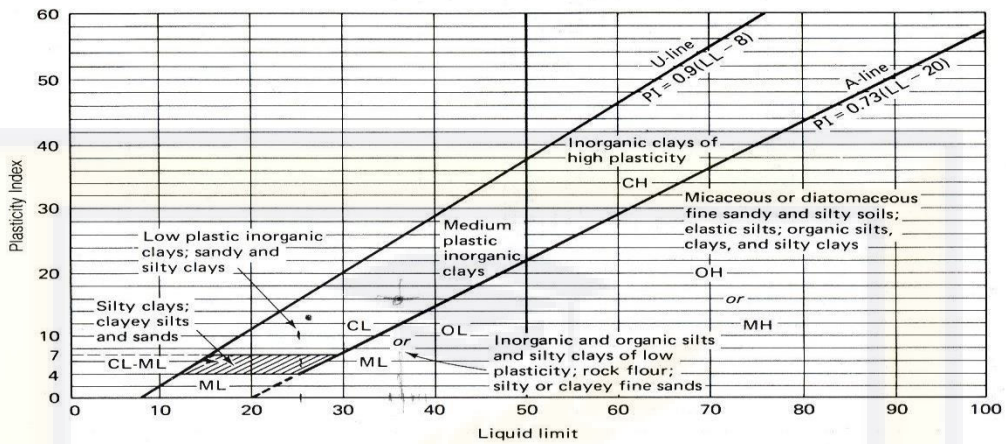
Gambar 2.1 Klasifikasi berdasarkan tekstur oleh USDA

Untuk pemadatan, harus dilakukan dengan sebaiknya karena pemadatan dipengaruhi oleh :

1. Kadar air tanah
2. Jenis tanah
3. Energi pemadatan

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah Sistem USCS

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis				
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan 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 $P_L < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $P_L > 7$ $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $P_L < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $P_L > 7$		
		Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus	GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus			
		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			
		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	Diagram plastisitas: Untuk mengidentifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir kasar dan tanah berbutir kasar, Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diantar beranti bataan identifikasinya menggunakan dua simbol.
				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				
Tanah dengan kadar organik tinggi	P_I		Gambut ('peat') dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi.	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488			



Sumber : Hary Christady, 1996

Gambar 2.2 Diagram Plastisitas (ASTM)

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah USCS

Jenis Tanah	Prefiks	Sub kelompok	Sufiks
		Gradasi baik	W
Kerikil	G	Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	wL < 50%	L
Organik	O	wL < 50%	H
Gambut	Pt		

(Sumber : Bowles, 1989)

3. Klasifikasi sistem AASHTO (*American Association of State Highway and Transporting Official*)

Sistem ini pertama kali diperkenalkan oleh *Hoentogler* dan *Terzaghi*, yang akhirnya diambil oleh *Bureau of Public Roads*. Pengklasifikasian sistem ini berdasarkan kriteria ukuran butir dan

plastisitas. Maka dalam mengklasifikasikan tanah membutuhkan pengujian analisis ukuran butiran, pengujian batas cair dan batas palstis.

Sistem ini membedakan tanah dalam 8 (delapan) kelompok yang diberi nama dari A-1 sampai A-8. A-8 adalah kelompok tanah organik yang bersifat tidak stabil sebagai bahan lapisan struktur jalan raya, maka pada revisi terakhir oleh AASHTO diabaikan (Sukirman, 1992).

Tabel 2.3 Klasifikasi tanah untuk tanah dasar jalan raya, AASHTO

Klasifikasi Umum	Bahan-bahan berbutir (35% atau kurang lolos No.200)						
Klasifikasi Kelompok	A – 1		A-3	A-2			
	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisa Saringan Persen lolos:							
No.10	≤ 50						
No.40	≤ 30	≤ 50	≤ 51				
No.200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Karakteristik fraksi Lolos No.4							
batas cair				≤ 40	≤ 41	≤ 40	≤ 41
Indeks Plastisitas	≤ 50		N. P	≤ 10	≤ 10	≤ 11	≤ 10
Indeks Kelompok	0		0	0		≤ 4	
jenis-jenis bahan pendukung utama	Fragmen batu pasir dan kerikil		Pasir Halus	Kerikil da pasir berlanau atau berlempung			
Tingkatan umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik						

(Sumber: Mekanika Tanah I, Hardiyatmo)

Tabel 2.4 Klasifikasi tanah Sistem AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah granuler	Tanah mengandung Lanau-Lempung				
Kelompok	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-2-7				A-7-5b	A-7-5c
Persen Lolos Saringan						
No. 10						
No. 20						
No. 200	35 max	36	36	36 ,im	36	36 min
Batas Cair ²	41 min	40	41	40 min	40	41 min
indeks Plastisitas ³	11 min	10 min	10	10 min	10	11 min
Fraksi Tanah	Kerikil, Pasir		Lanau		Lempung	
Kondisi Kuat	Sangat Baik		Kurang baik hingga jelek			

(Sumber : Bowles, 1989)

2.2 Tanah Lempung

2.2.1 Pengertian Tanah Lempung

Menurut *Terzaghi* (1987) tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang. Di Amerika bagian barat, untuk lempung yang keadaan plastisnya ditandai dengan wujudnya yang bersabun atau seperti terbuat dari lilin disebut "gumbo". Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak.

Sedangkan menurut *Hardiyatmo* (1992) mengatakan Mengatakan sifat-sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler

tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat. Dengan adanya pengetahuan mengenai mineral tanah tersebut, pemahaman mengenai perilaku tanah lempung dapat diamati.

Dalam klasifikasi tanah secara umum, partikel tanah lempung memiliki diameter $2\ \mu\text{m}$ atau sekitar $0,002\ \text{mm}$ (*USDA, AASHTO, USCS*). Namun demikian, di beberapa kasus partikel berukuran antara $0,002\ \text{mm}$ sampai $0,005\ \text{mm}$ masih digolongkan sebagai partikel lempung (*ASTM-D-653*). Disini tanah diklasifikasikan sebagai lempung hanya berdasarkan ukuran saja, namun belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung. Jadi, dari segi mineral tanah dapat juga disebut sebagai tanah bukan lempung (*non clay soil*) meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil (partikel-partikel *quartz, feldspar, mika* dapat berukuran sub mikroskopis tetapi umumnya tidak bersifat plastis). Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid, merupakan gugusan kristal berukuran mikro, yaitu $< 1\ \mu\text{m}$ ($2\ \mu\text{m}$ merupakan batas atasnya). Tanah lempung merupakan hasil proses pelapukan mineral batuan induknya, yang salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam atau alkali, oksigen, dan karbondioksida.

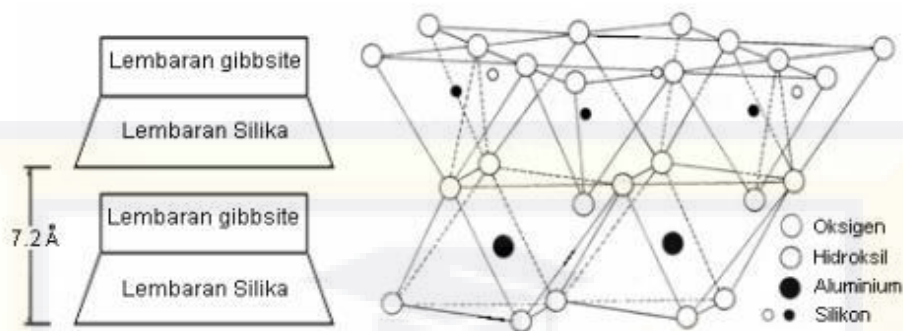
2.2.2 Susunan Tanah Lempung

Pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil

dari 0,002 mm, yang disebut mineral lempung. Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus, sehingga lempung mempunyai sifat yang dipengaruhi oleh gaya – gaya permukaan. Terdapat kira – kira 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung (Kerr, 1959). Diantaranya terdiri dari kelompok-kelompok: *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite* dan *polygorsski*. Terdapat pula kelompok lain, misalnya: *chlorite*, *vermiculite*, dan *halloysite*.

1. *Kaolinite*

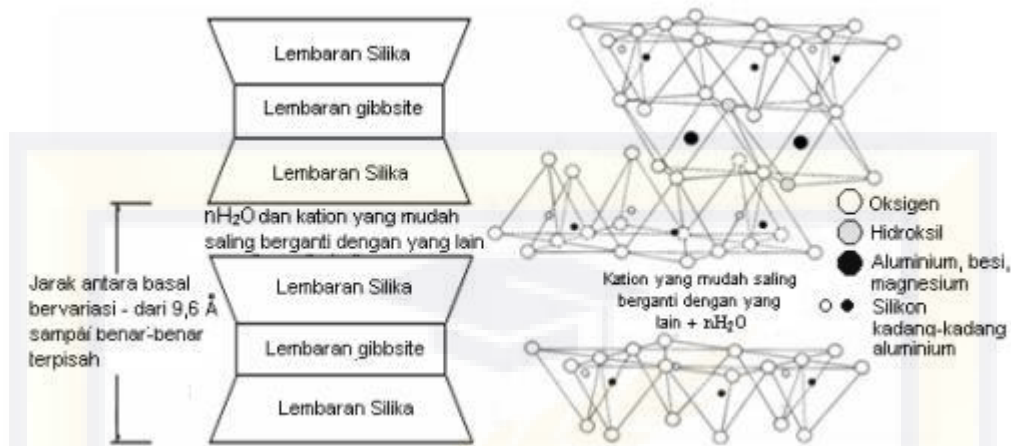
Kaolinite merupakan hasil pelapukan sulfat atau air yang mengandung karbonat pada temperatur sedang. Warna kaolinite murni umumnya putih, putih kelabu, kekuning-kuningan atau kecoklat-coklatan. Kaolinite disebut sebagai mineral lempung satu banding satu (1:1). Bagian dasar dari struktur ini adalah lembaran tunggal silika tetrahedral yang digabung dengan satu lembaran alumina oktahedran (*gibbsite*) membentuk satu unit dasar dengan tebal kira-kira 7,2 Å (1 Å=10⁻¹⁰ m) seperti yang terlihat pada gambar, hubungan antar unit dasar ditentukan oleh ikatan hidrogen dan gaya bervalensi sekunder. Mineral kaolinite berwujud seperti lempengan-lempengan tipis, masingmasing dengan diameter 1000 Å sampai 20000 Å dan ketebalan dari 100 Å sampai 1000 Å dengan luasan spesifik per unit massa ± 15 m²/gr.



Gambar 2.3 Struktur *Kaolinite* (Das Braja M, 1988)

2. *Montmorillonite*

Montmorillonite disebut juga mineral dua banding satu (2:1) karena satuan susunan kristalnya terbentuk dari susunan dua lempeng silika tetrahedral mengapit satu lempeng alumina oktahedral ditengahnya. Struktur kisinya tersusun atas satu lempeng Al_2O_3 diantara dua lempeng SiO_2 . Karena struktur inilah Montmorillonite dapat mengembang dan mengkerut menurut sumbu C dan mempunyai daya adsorpsi air dan kation lebih tinggi. Tebal satuan unit adalah 9,6 Å (0,96 μm), seperti ditunjukkan gambar dibawah ini sebagaimana dikutip Das. Braja M (1988). Hubungan antara satuan unit diikat oleh ikatan gaya Van der Waals, diantara ujung-ujung atas dari lemparan silika itu sangat lemah, maka lapisan air ($n\cdot\text{H}_2\text{O}$) dengan kation yang dapat bertukar dengan mudah menyusup dan memperlemah ikatan antar satuan susunan kristal mengakibatkan antar lapisan terpisah. Ukuran unit massa sangat besar, dapat menyerap air dengan sangat kuat, mudah mengalami proses pengembangan.



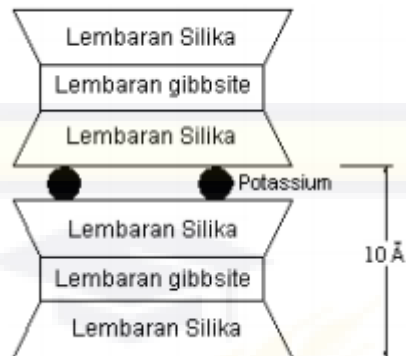
Gambar 2.4 Struktur *montmorillonite* (Das Braja M, 1988)

3. *Illite*

Mineral *illite* mempunyai hubungan dengan mika biasa, sehingga dinamakan pula hidrat-mika. *Illite* memiliki formasi struktur satuan kristal, tebal dan komposisi yang hampir sama dengan *montmorillonite*.

Perbedaannya ada pada:

- Pengikatan antar unit kristal terdapat pada kalium (K) yang berfungsi sebagai penyeimbang muatan, sekaligus sebagai pengikat. 16
- Terdapat $\pm 20\%$ pergantian silikon (Si) oleh aluminium (Al) pada lempeng tetrahedral.
- Struktur mineralnya tidak mengembang sebagaimana *montmorillonite*



Gambar 2.5 Struktur *illite* (Das Braja M, 1988)

Substitusi dari kation-kation yang berbeda pada lembaran oktahedral akan mengakibatkan mineral lempung yang berbeda pula. Apabila ion-ion yang disubstitusikan mempunyai ukuran yang sama disebut *isomorphous*. Bila sebuah anion dari lembaran oktahedral adalah *hydroxil* dan dua per tiga posisi kation diisi oleh aluminium maka mineral tersebut disebut *gibbsite* dan bila magnesium disubstitusikan kedalam lembaran aluminium dan mengisi seluruh posisi kation, maka mineral tersebut disebut *brucite*.

4. Unsur Kimia Tanah Lempung

Adapun susunan unsur kimia yang terdapat di dalam tanah lempung bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.5 Unsur Kimia Tanah Lempung

Unsur/Senyawa	Lempung (%)
Silica (SiO ₂)	75.40
Kalsium Oksida (CaO)	0.70
Magnesium Oksida (MgO)	0.71
Besi Oksida (Fe ₂ O ₃)	0.01
Aluminium Karbonat (Al ₂ O ₃)	14.10

Sumber : Lab Kimia FMIPA USU, (2011)

2.2.3 Karakteristik Fisik Tanah Lempung Platisitas Tinggi

Menurut Bowles (1989), mineral-mineral pada tanah lempung umumnya memiliki sifat-sifat:

1. Hidrasi.

Partikel mineral lempung biasanya bermuatan negatif sehingga partikel lempung hampir selalu mengalami hidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan lapisan molekul air yang disebut sebagai air teradsorpsi. Lapisan ini pada umumnya mempunyai tebal dua molekul karena itu disebut sebagai lapisan difusi ganda atau lapisan ganda. Lapisan difusi ganda adalah lapisan yang dapat menarik molekul air atau kation disekitarnya. Lapisan ini akan hilang pada temperatur yang lebih tinggi dari 600 sampai 1000C dan akan mengurangi platisitas alamiah, tetapi sebagian air juga dapat menghilang cukup dengan pengeringan udara saja.

2. Aktivitas.

Hasil pengujian *index properties* dapat digunakan untuk mengidentifikasi tanah ekspansif. Hardiyatmo (2006) merujuk pada aktivitas tanah lempung sebagai perbandingan antara Indeks Platisitas (IP) dengan prosentase butiran yang lebih kecil dari 0,002 mm yang dinotasikan dengan huruf C, disederhanakan dalam persamaan:

$$\text{Aktiftas} = \frac{\text{Indeks plastis}}{C} \dots\dots\dots (2.1)$$

Untuk nilai $A > 1,25$ digolongkan aktif dan sifatnya ekspansif. Nilai $1,25 < A < 0,75$ digolongkan normal sedangkan nilai $A < 0,75$ digolongkan tidak aktif. Aktivitas juga berhubungan dengan kadar air potensial relatif. Nilai-nilai khas dari aktivitas dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Aktivitas tanah lempung

Minerologi Tanah Lempung	Nilai Aktifitas
Kaolinite	0,4 -0,5
Illite	0,5-1,0
Montmorillonite	1,0-7,0

Sumber : Skempton (1953)

3. Flokulasi dan Dispersi.

Apabila mineral lempung terkontaminasi dengan substansi yang tidak mempunyai bentuk tertentu atau tidak berkrystal maka daya negatif netto, ion-ion H^+ dari air gaya Van der Waals dan partikel berukuran kecil akan bersama-sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan di dalam larutan tanah dan air. Beberapa partikel yang tertarik akan membentuk flok (flock) yang berorientasi secara acak atau struktur yang berukuran lebih besar akan turun dari larutan itu dengan cepatnya membentuk sedimen yang lepas. Flokulasi adalah peristiwa penggumpalan partikel lempung di dalam larutan air akibat mineral lempung umumnya mempunyai $pH > 7$. Flokulasi larutan dapat dinetralisir dengan menambahkan bahan-bahan yang mengandung asam (ion H^+), sedangkan penambahan bahan-bahan alkali akan mempercepat flokulasi. Untuk menghindari flokulasi larutan air dapat ditambahkan zat asam.

4. Pengaruh Zat cair

Fase air yang berada di dalam struktur tanah lempung adalah air yang tidak murni secara kimiawi. Pada pengujian di laboratorium untuk batas Atterberg, ASTM menentukan bahwa air suling ditambahkan sesuai dengan keperluan. Pemakaian air suling yang relatif bebas ion dapat membuat hasil yang cukup berbeda dari apa yang didapatkan dari tanah di lapangan dengan air yang telah terkontaminasi.

Air yang berfungsi sebagai penentu sifat plastisitas dari lempung. Satu molekul air memiliki muatan positif dan muatan negative pada ujung yang berbeda (dipolar). Fenomena hanya terjadi pada air yang molekulnya dipolar dan tidak terjadi pada cairan yang tidak dipolar seperti karbon tetraklorida (CCl_4) yang jika dicampur lempung tidak akan terjadi apapun.

5. Sifat kembang susut (*swelling potensial*)

Plastisitas yang tinggi terjadi akibat adanya perubahan system tanah dengan air yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan gaya-gaya didalam struktur tanah. Gaya tarik yang bekerja pada partikel yang berdekatan yang terdiri dari gaya elektrostatis yang bergantung pada komposisi mineral, serta gaya van der Waals yang bergantung pada jarak antar permukaan partikel. Partikel lempung pada umumnya berbentuk pelat pipih dengan permukaan bermuatan listrik negatif dan ujung-ujungnya bermuatan positif. Muatan negatif ini diseimbangkan oleh kation air tanah yang terikat pada permukaan pelat oleh suatu gaya listrik. Sistem gaya internal kimia-listrik ini harus dalam keadaan seimbang

antara gaya luar dan hisapan matrik. Apabila susunan kimia air tanah berubah sebagai akibat adanya perubahan komposisi maupun keluar masuknya air tanah, keseimbangan gaya-gaya dan jarak antar partikel akan membentuk keseimbangan baru. Perubahan jarak antar partikel ini disebut sebagai proses kembang susut.

Tanah-tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Perubahan itulah yang membahayakan bangunan. Tingkat pengembangan secara umum bergantung pada beberapa faktor yaitu:

1. Tipe dan jumlah mineral yang ada di dalam tanah.
2. Kadar air.
3. Susunan tanah.
4. Konsentrasi garam dalam air pori.
5. Sementasi.
6. Adanya bahan organik, dll.

2.2.4 Identifikasi Tanah Lempung Ekspansif

Cara-cara yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi tanah ekspansif dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu:

1. Identifikasi mineralogi
2. Cara tidak langsung (indeks tunggal)

1. Identifikasi mineralogi

Analisa Minerologi sangat berguna untuk mengidentifikasi potensi kembang susut suatu tanah lempung. Identifikasi dilakukan dengan cara:

- Difraksi sinar X (*X-Ray Diffraction*).
- Difraksi sinar X (*X-Ray Fluorescence*)
- Analisa Kimia (*Chemical Analysis*)
- *Mikroskop Elektron (Scanning Electron Microscope)*.

2. Cara tidak langsung (*single index method*)

Hasil uji sejumlah indeks dasar tanah dapat digunakan untuk evaluasi berpotensi ekspansif atau tidak pada suatu contoh tanah. Uji indeks dasar adalah uji batasbatas *Atterberg*, *linear shrinkage test* (uji susut linear), uji mengembang bebas. Untuk melengkapi data dari contoh tanah yang digunakan dalam penelitian ini, dilakukan beberapa pengujian pendahuluan. Pengujian tersebut meliputi uji sifat-sifat fisis tanah.

2.2.5 Specific Gravity (Gs)

Harga secific gravity (Gs) dari butiran tanah sangat berperan penting dalam bermacam-macam keperluan perhitungan mekanika tanah. Harga-harga itu dapat ditentukan secara akurat dilaboraturium. Tabel 2.4 menunjukkan harga-harga specific gravity beberapa mineral yang umum terdapat pada tanah.

Tabel 2.7 Specific gravity mineral-mineral penting pada tanah

Mineral	Specific Gravity
Quartz (kwarsa)	2.65
Kaolinite	2.60
Illite	2.80
Montmorillonite	2.80
Hlloysite	2.55
potassium feldspar	2.57
sodium and calcium feldspar	2.62 - 2.76
Chlorite	2.60 - 2.90
Biorite	2.80 - 3.20
Macovite	2.76 - 3.10
hom blende	3.00 - 3.47
Lmonite	3.60 - 4.00
Olivine	3.27 - 3.37

Sumber :Das Braja M, (1994)

Sebagian dari mineral – mineral tersebut mempunyai specific gravity berkisar antara 2,6 sampai dengan 2,9. Specific gravity dari bagian padat tanah pasir yang berwarna terang, umumnya sebagian besar terdiri dari quartz, dapat diperkirakan sebesar 2,65 untuk tanah lempung atau berlanau, harga tersebut berkisar antara 2,6 – 2,9 dengan persamaan seperti dibawah ini:

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Nilai-nilai specific gravity untuk berbagai jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Specific gravity tanah

Macam Tanah	Specific Gravity
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau Anorganik	2,62 - 2,68
Lanau Organik	2,58 - 2,65
Lempung Anorganik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,80

Sumber : Hardianto,(2006)

Berat isi dalam tanah didefinisikan sebagai rasio antara berat jenis zat pada partikel tanah dengan berat isi air seperti yang ditunjukkan pada persamaan:

$$G_s = \frac{\gamma}{\gamma_w} \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana: G_s = specific gravity

γ_s = berat volume air pada temperature 4⁰C (gr/cm³)

γ_w = berat volume butiran padat (gr/cm³)

Wiqoyah (2006), telah melakukan penelitian tentang pengaruh kadar kapur, waktu perawatan dan perendaman terhadap kuat dukung tanah lempung. Hasil uji specific gravity (G_s) dengan penambahan 2,5% , 5% dan 7,5% kapur menunjukkan adanya kecenderungan penurunan nilai specific gravity seiring dengan bertambah besarnya persentase kapur. Besarnya penurunan maksimum adalah 0,03%.

2.3 Pengujian

Dalam pengujian ini digunakan beberapa variasi pengujian diantaranya;

2.3.1 Pengujian Berat Jenis

Penentuan berat jenis tanah dilakukan di laboratorium terhadap contoh tanah yang diambil dari lapangan. Kegunaan hasil uji berat jenis tanah ini dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya. Untuk menentukan besarnya G_s digunakan rumus;

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_3) - (W_3 - W_2)} \times k \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana: W_1 = berat piknometer kosong (gr)

W_2 = berat piknometer + contoh tanah kering (gr)

W_3 = berat piknometer + contoh tanah + air suling (gr)

W_4 = berat piknometer + air suling (gr)

K = Faktor Korelasi terhadap suhu

2.3.2 Pengujian Gradasi Ukuran Butir

Cara pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan tanah pada klasifikasi tanah bagi perencanaan maupun pengawas lapangan. Cara pengujian ini terdiri atas 3 cara yaitu cara uji analisa saringan, analisis hidrometer dan analisis gabungan.

a. Analisis Saringan

Analisis saringan adalah mengayak dan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan dimana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan (4, 10, 18, 40, 60, 80, 100, 200, PAN).

Analisis saringan ini dilakukan pada tanah yang tertahan saringan No. 200.

Untuk menghitung persentase berat tertahan digunakan rumus:

$$\% \text{ berat tertahan} = \frac{\text{Berat Tertahan}}{\text{Berat Contoh Tanah}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

b. Analisis Hidrometer

Tanah yang butirnya sangat kecil yakni lebih kecil dari No.200 (0,075 mm) tidak efektif lagi disaringan dengan saringan yang lebih kecil dari No.200 bila ingin menentukan besaran butirnya. Oleh sebab itu tanah dicampur dengan air suling yang ditambah bahan disperse, sehingga tanah dapat terurai, kemudian dipantau dengan alat hydrometer.

Rumus yang digunakan:

- Untuk persentase lebih halus (N)

$$N = \frac{R_h G_s}{W_d (G_s - 1)} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

$$R = R_h \pm C$$

R = Bacaan hydrometer yang sudah dikoreksi

R_h = Bacaan hydrometer yang belum dikoreksi

C = nilai- nilai koreksi, temperature, meniscus dan kekentalan cairan (zat terdispersi)

G_s = Berat jenis tanah

W_d = Berat butir tanah dalam larutan

- Untuk kedalaman efektif (Z_r)

$$Z_r = H \frac{1}{2} \left(h - \frac{V_h}{A} \right) \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

H = Tinggi pembacaan

H = Panjang hydrometer

V_h = Volume hydrometer

A = Luas penampang gelas ukur.

c. Analisis gabungan

Analisis gabungan adalah analisis gabungan antara analisis saringan dan analisis hydrometer.

Koreksi persentase lebih halus (N'):

$$N' = N \times \frac{W'}{W} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

N = Persentase lebih halus (analisa hydrometer)

W' = Berat butir tanah yang lolos saringan No.200

W = Berat butir tanah total

2.3.3. Pengujian Batas-Batas Atterberg

Atterberg merupakan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bilamana kadar airnya sangat tinggi, sifat campuran tanah dan air akan menjadi

sangat lembek seperti cairan. Oleh Karena itu, atas dasar air yang terkandung tanah, tanah dapat dipisahkan ke dalam empat keadaan dasar, yaitu:

- Batas cair (Liquid Limit/LL) kadar air ketika sifat tanah pada batas dari keadaan cair menjadi plastis.
- Batas plastis (Plastic Limit/PL) batas terendah kondisi kadar air ketika tanah masih pada kondisi plastis.
- Batas susut (Shrinkage Limit/SL) batas sifat tanah kohesif antara keadaan semi padat dengan padat.
- Indeks plastisitas (Plasticity Index/PI) selisih antara batas cair tanah dan batas plastis tanah.

2.3.4 Pengujian Pemadatan Tanah

Pemeriksaan pemadatan tanah dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan memadatkan di dalam cetakan silinder berukuran tertentu dengan menggunakan alat penumbuk berat 2,5 kg (5,5 lbs), tinggi jatuh 30 cm (12"), untuk pemadatan standar (Proctor) dan alat penumbuk berat 4,54 kg (10 lbs), tinggi jatuh 45,7 cm (18") untuk pemadatan berat (modified).

Tujuan dari pemadatan tanah adalah:

1. Menentukan harga berat isi kering maksimum ($\gamma_{d \text{ maks}}$) dan kadar air optimum ($w_{\text{opt}} = \text{OMC}$) suatu tanah kohesif.
2. Menyelidiki sifat-sifat kepadatan tanah kohesif.

Untuk mendapatkan nilai berat isi kering tanah tersebut digunakan rumus:

$$\gamma_d = \frac{W}{V(1+w)} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana: W = Berat total tanah kompaksi basah

V = Volume mould

ω = Kadar Air

2.3.5 Pengujian CBR Laboratorium

CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian **CBR (California Bearing Ratio)** atau CBR test ini dilakukan dengan mengukur tekanan yang dibutuhkan untuk menembus sampel tanah dengan plunger daerah standar.

California Bearing Ratio (CBR), yaitu suatu metode yang dikembangkan pertama kali oleh *California Division of highway* atau *base course* pada konstruksi jalan raya. Pengujian CBR adalah harga yang menggambarkan suatu tanah pada kepadatan dan kadar air tertentu dibandingkan dengan kekuatan batu pecah bergadasi rapat sebagai standart material yang nilainya adalah 100.

Pengujian CBR berdasarkan standar ASTM D1883 – 87, dimana dilakukan pengujian terhadap dua kondisi yaitu kondisi *unsoaked* (sebelum perendaman) dan kondisi *soaked* (setelah perendaman).

Penentuan besarnya harga CBR dilakukan pada penurunan 0,1 inch (0,254 cm) dengan beban standar 1000 psi dan 0,2 inch (0,508 cm) dengan beban standar 1500 psi. setelah perendaman selama 4 hari di ukur swelling yang terjadi. Nilai CBR dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{CBR} = \frac{M \times \text{LRC}}{A \times \text{BS}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

CBR = Harga CBR, %

M = Pembacaan dial

LRC = Faktor kalibra alat (lbf/div)

A = Luas piston (sq in)

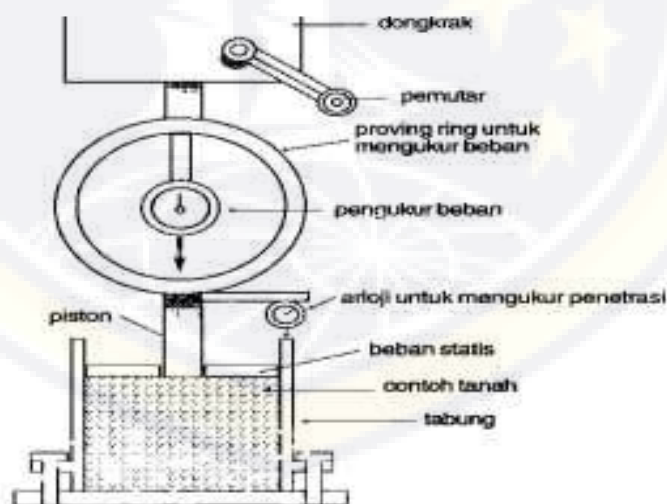
BS = beban standar (psi), 1000 psi untuk penetrasi 0,1" dan 1500 psi untuk penetra 0,2"

Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). CBR untuk pertama kalinya diperkenalkan oleh *California Division of Highways* pada tahun 1928. Sedangkan metode CBR ini dipopulerkan oleh O. J. Porter. CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1"/0,2" dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1"/0,2"(Sukirman,1995)

Jadi nilai CBR didefinisikan sebagai suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) dan dinyatakan dalam prosentase. Tujuan dari percobaan CBR adalah untuk

menentukan daya dukung tanah dalam kepadatan maksimum. Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

CBR lapangan (*CBR in place*). digunakan untuk mendapatkan nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan tanah dasar saat itu. Umumnya digunakan untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi, selain itu jenis CBR ini digunakan untuk mengontrol kepadatan yang diperoleh apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan. CBR lapangan direndam (*undisturbed soaked CBR*).digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swelling*) yang maksimum.



Gambar 2.6. Alat Pemeriksa Nilai CBR di Laboratorium
(Sumber : Soedarmo, Edy Purnomo, Mekanika Tanah I, 1997)

2.3.6. Pengujian Permeabilitas Laboratorium

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.

Hukum Darcy menyatakan bahwa kecepatan aliran dalam tanah sebanding dengan gradient hidrolis. Yang kemudian dinyatakan dalam persamaan di bawah ini:

$$V = k \cdot i \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan:

v = Kecepatan aliran (cm/detik)

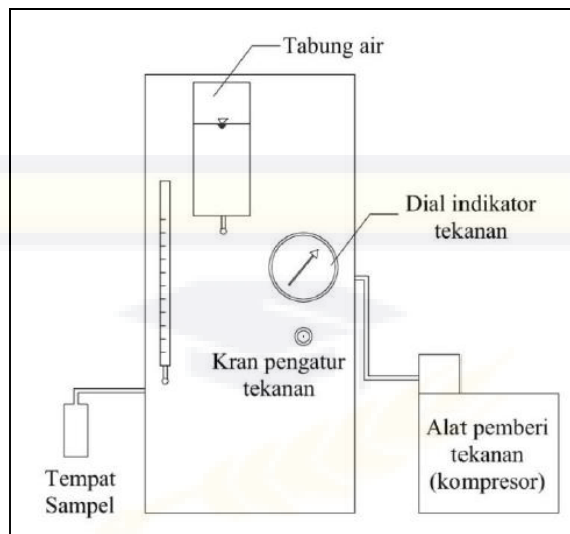
k = Koefisien permeabilitas (cm/detik)

i = Gradien hidrolis

Uji Permeabilitas dengan Alat Modifikasi *Constant Pressure Head*:

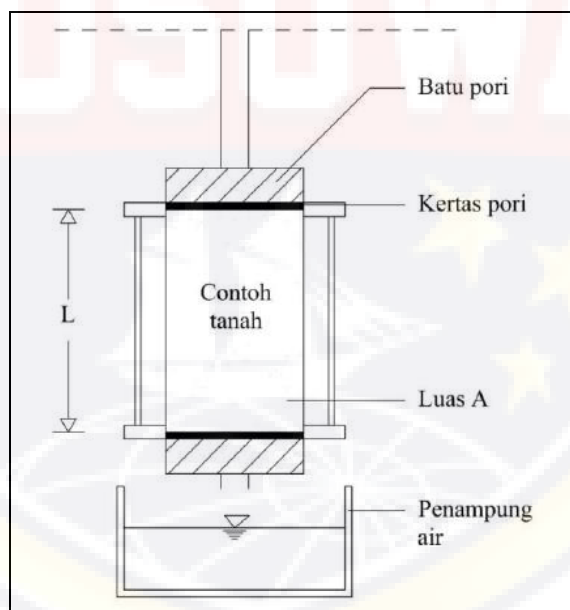
Modifikasi yang dilakukan terhadap alat *Constant Pressure Head* adalah dengan memberikan alat pemberi tekanan berupa kompresor. Yang mana fungsi dari alat pemberi tekanan tersebut adalah untuk menekan air, sehingga membantu air untuk lebih cepat meresap terhadap sampel dan mempercepat proses uji permeabilitas.

Lebih jelasnya tentang alat uji permeabilitas ini dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.7. Skema alat uji permeabilitas constant *pressure head*.

Lebih jelasnya penempatan sampel pada gambar diatas, maka detail sampel akan dijelaskan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.8. Detail sampel pada alat uji *constant pressure head*

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

- a) Volume rembesan (V), yang dapat diukur dari berat penampung air terisi (W1) dikurangi berat penampung air kosong
- 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), dapat dihitung dengan rumus:

$$k = \frac{V \cdot L \cdot \gamma_w}{P \cdot A \cdot t} \dots\dots\dots (2.12)$$

- h) Debit Rembesan (Q), dapat dilihat dengan rumus:

$$Q = K \cdot i \cdot A \dots\dots\dots (2.13)$$

Dengan:

- 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)
- Q = Debit Rembesan (cm³/detik)

2.4 Bahan Tambah

2.4.1 Kapur

Kapur adalah material yang berasal dari batuan sedimen berwarna putih dan halus yang terutama tersusun dari mineral kalsium. Tiga senyawa utama yang mewujudkan kapur adalah kalsium karbonat, kalsium oksida, dan kalsium hidroksida, kapur yang ditemukan di alam juga dapat tercampur mineral magnesium.

2.4.2 Semen

Secara umum semen merupakan suatu bahan perekat yang dapat menyatukan benda padat menjadi satu kesatuan yang kokoh, yang terdiri dari senyawa oksida Calcium dengan oksida Silika. Semen umumnya berbentuk tepung dengan warna, jenis dan tipe semen bermacam-macam tergantung dari jenis bahan penyusunan serta kegunaan dalam konstruksi bangunan.

Jika dalam pemakaiannya harus ditambah air, maka semen disebut semen hidrolis. Semen adalah perekat suatu yang berbentuk halus jika ditambahkan air akan terjadi reaksi hidrasi dan dapat mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan massa yang kokoh.

Semen PCC (*Portlant Composite Cement*) merupakan turunan oleh semen OPC yang bahan baku pembuatannya sama dengan bahan baku OPC tetapi pada tipe semen PCC ditambahkan pula additive selain

gypsum ada zat additive lain yang ditambahkan yang tidak terdapat pada semen OPC yaitu : *Lime stone, Fly Ash* dan *Trass*.

2.5 Penelitian Terdahulu

1. Peneliti Oleh Nyoman Suaryana dan Silvester Fransisko (2018)

Nyoman Suaryana dan Silvester Fransisko (2018) melakukan penelitian dengan judul “Stabilisasi Dua Tahap Menggunakan Kapur Dan Semen Untuk Menperbaiki Daya Dukung Tanah Ekspansif. “Hasil penelitian menunjukkan bahwa stabilisasi dengan kapur dapat menurunkan sifat plastisitas material tanah. Dengan kadar kapur 4% dapat menurunkan nilai indeks plastisitas dari 30% menjadi 17% setelah pemeraman 2 hari. Stabilisasi dengan kapur dapat meningkatkan nilai UCS tanah dan peningkatan cukup nyata terjadi pada jumlah pemakaian kapur 6%. Demikianpun stabilisasi dengan semen, dapat meningkatkan UCS tanah, peningkatannya semakin tinggi sesuai dengan meningkatnya persentase kadar semen. Dengan melakukan stabilisasi dua tahap menggunakan kapur dan semen, nilai UCS mengalami peningkatan dibandingkan dengan menggunakan kapur atau semen saja. Hasil pengujian menunjukkan stabilisasi dua tahap dapat meningkatkan nilai UCS dari 1,90 kg/ cm² menjadi 9,05 kg/cm² dengan kadar kapur 6% pada tahap pertama, dengan menggunakan semen sebanyak 8% pada tahap kedua dapat meningkatkan nilai UCS dari 9,05 kg/cm² menjadi 14,55 kg/cm² sehingga dapat digunakan untuk lapis pondasi pada jalan dengan volume lalu lintas yang rendah.

2. Peneliti oleh Ramadhani dan Deddy Okta Priyandy (2017)

Ramadhani dan Deddy Okta Priyandy (2017) melakukan penelitian dengan judul “Perbaikan Subgrade Menggunakan Tanah Lempung organik Dengan Penambahan Semen dan Kapur” Tujuan dari penelitian ini adalah meninjau potensi batu kapur dan semen sebagai bahan tambah alternatif untuk mengurangi tekanan pengembangan tanah lempung organik, khususnya untuk mencari harga CBR. Metode yang dalam penelitian ini adalah survey langsung ke lokasi penelitian, dan pengumpulan data dilakukan dengan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer melalui pemeriksaan stabilisasi lempung organik. Penyelidikan awal dan penyelidikan akhir serta data sekunder merupakan data survey. Hasil penelitian diketahui bahwa stabilisasi dengan menggunakan semen dapat mengurangi tekanan pengembangan lempung organik, penambahan 4% semen memberikan nilai CBR dari 3,1% menjadi 22,8%. Penambahan 4% kapur bias mengurangi pengembangan dari 0,30% menjadi 0,17% dan menaikkan nilai CBR dari 3,1% menjadi 13,3%.

3. PENELITIAN OLEH SENJA RUM HARNAENI (2012).

Senja Rum Harnaeni melakukan penelitian dengan judul “Efektifitas Semen Pada Stabilisasi Lempung Dengan Kapur Akibat Percepatan Waktu Antara Pencampuran Dan Pematatan”. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui efektifitas penambahan semen terhadap nilai CBR (California Bearing Ratio) tanah lempung yang distabilisasi dengan kapur

untuk subgrade jalan raya jika waktu antara pencampuran dan pemadatan dilakukan sebelum 24 jam. Metode yang digunakan adalah mencampur tanah asli dari tanon. Sragen dan kapur dengan persentase penambahan 0%, 5%, 8%, 12% serta penambahan kapur + semen 2% dan 4% terhadap berat kering tanah. Uji CBR laboratorium ditinjau terhadap perawatan 3 hari dengan variasi waktu pemeraman (waktu antara pemeraman dan pemadatan) 24 jam dan sebelum 24 jam (yaitu 2 jam). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CBR tanah lempung – kapur pada waktu pemeraman kurang dari 24 jam cenderung lebih kecil dibandingkan nilai CBR tanah lempung kapur pada waktu pemeraman 24 jam. Sementara itu nilai CBR tanah lempung – kapur dengan penambahan semen pada waktu pemeraman kurang dari 24 jam cenderung lebih besar dibandingkan nilai CBR tanah lempung – kapur pada waktu pemeraman kurang dari 24 jam tanpa penambahan kapur, sehingga penambahan semen sangat efektif pada stabilisasi tanah lempung – kapur apabila pada pekerjaan pemadatan stabilisasi tanah lempung – kapur di lapangan diinginkan terjadi percepatan pemadatan di lapangan guna mengejar target pelaksanaan pekerjaan.

4. PENELITIAN OLEH FITRI FEBRIANI, Ir. H. MUHAMMAD ISKANDAR MARICAR, MT, FARID SITEPU, ST.MT.G (2019)

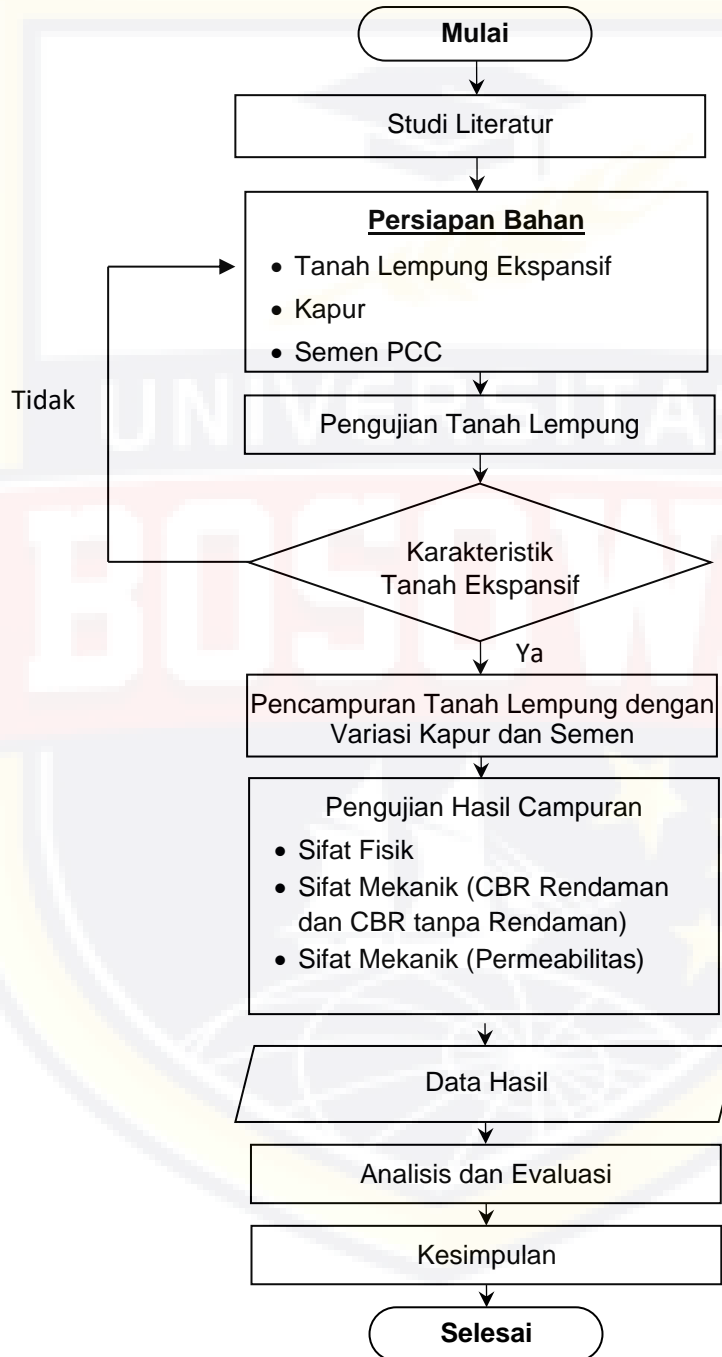
Fitri Febriani, Iskandar Maricar, Farid Sitepu melakukan penelitian dengan judul “Perilaku Kuat Tekan Tanah Laterit Dengan Stabilisasi Kapur Dan Semen”. Pada penelitian ini dimulai dengan melakukan pengambilan

sampel tanah laterit dengan pengujian dilaboratorium guna mengetahui nilai indeks properties tanah asli menggunakan uji kuat tekan bebas (Unconfined Compression Test). Pengujian ini berpedoman pada ASTM untuk setiap pengujian. Dimana campuran kapur 12% dengan variasi penambahan semen adalah 3%, 4%, 5%, dan 6% dari berat tanah kering. Dari penelitian ini diperoleh bahwa sampel tanah memiliki kadar air 28,18% berat jenis 2,61%, batas cair 51,17% dan indeks plastisitas 26,86%. Berdasarkan klasifikasi USCS, sampel tanah tersebut termasuk dalam jenis CH (Lempung Anorganik dengan plastisitas sedang sampai tinggi) sedangkan berdasarkan klasifikasi AASHTO, sampel tanah tersebut termasuk dalam jenis A- 7- 5 yaitu berlempung dimana indeks plastisitasnya >11. Dari hasil ujian UCT nilai maksimum yang didapatkan pada pencampuran tanah laterit kapur 12% dan semen 6% sebesar 2,25% kg/cm² tanpa diperam dan pada saat diperam nilai UCT yang didapatkan semakin meningkat sebesar 5,06 kg/cm². Hasil penelitian ini menunjukkan penggunaan kapur dan semen dapat meningkatkan kekuatan tanah laterit.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alur Penelitian

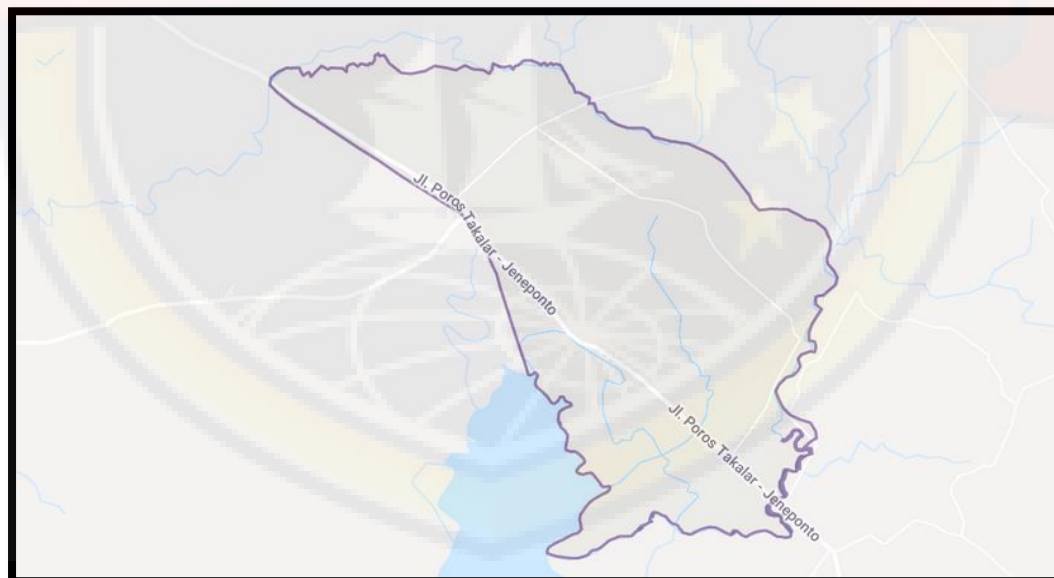
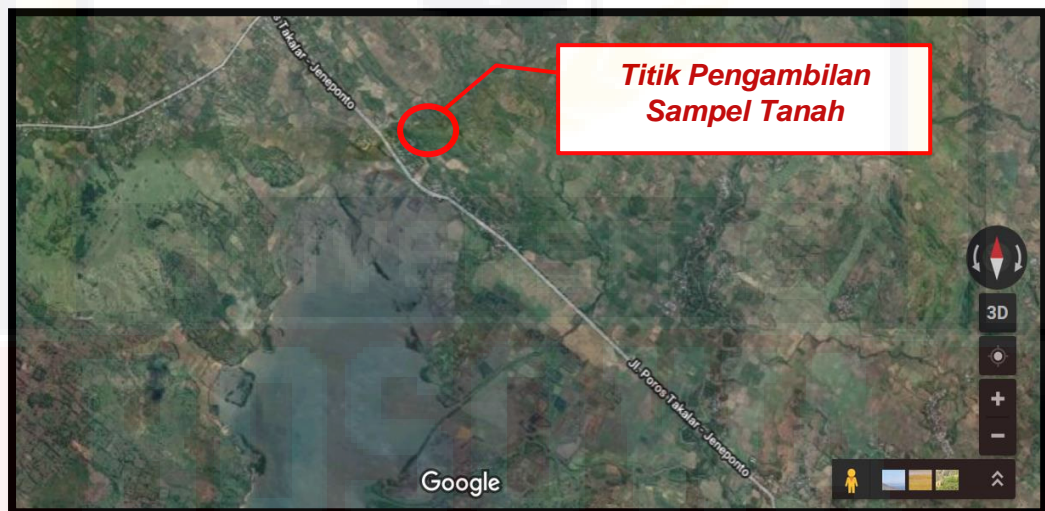


Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1. Lokasi Sampel Tanah

Adapaun Lokasi dan waktu pengambilan sampel tanah rencana pada tanggal September 2020 bertempat di Desa Tuju, Kecamatan Bangkala Barat, Kabupaten Jeneponto, Provinsi Sulawesi Selatan.



Peta : Kec. Bangkala Barat, Kab. Jeneponto Sulawesi Selatan

3.2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Bosowa selama 2 bulan yang akan di mulai pada bulan September sampai November 2020

3.3. Prosedur Pelaksanaan Pengujian

Tabel 3.1 Pengujian karakteristik tanah

No.	Jenis Pengujian	Referensi
1.	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
2.	Kadar air	ASTM D 2216-(71)
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.	Indeks plastisitas (<i>plasticity index</i> , PI)	SNI 03-1966-1990
6.	Berat Jenis tanah	SNI 03-1964-2008/ASTM D854-88(72)
7.	Analisis hydrometer	SNI 03-3423-1994
8.	Kepadatan tanah	ASTM D 698-70
9.	CBR	ASTM D 1883-70-73
10.	Permabilitas	ASTM D 1883-70-73

3.4. Variabel Penelitian

Sebagaimana judul penelitian ini adalah Pengaruh Pencampuran Kapur dan Semen Terhadap Nilai CBR dan Permeabilitas Tanah Ekspansif Maka variabel yang digunakan adalah :

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi Kapur dan Semen

b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah Tanah Lempung Ekspansif

3.5 Jumlah dan Notasi Sampel

3.5.1 Jumlah Sampel Pengujian CBR

Tabel 3.2. Jumlah sampel dalam setiap pengujian CBR

No	Jenis percobaan	Komposisi campuran	Notasi sampel	Jumlah sampel	Total sampel
1.	KOMPAKSI (standar proktor test)	Tanah Asli	TA-0	3	3
2.	CBR	Tanah Asli	TA-0	3	24
		Tanah + 0%PCC + 20%KPR	C - 0 - 20	3	
		Tanah + 6%PCC + 14%KPR	C - 6 - 14	3	
		Tanah + 14%PCC + 6%KPR	C - 14 - 6	3	
		Tanah + 20%PCC + 0%KPR	C - 20 - 0	3	
3.	PERMEABILITAS	Tanah + 0%PCC + 20%KPR	P - 0 - 20	3	
		Tanah + 6%PCC + 14%KPR	P - 6 - 14	3	
		Tanah + 14%PCC + 6%KPR	P - 14 - 6	3	
		Tanah + 20%PCC + 0%KPR	P - 20 - 0	3	
Total Benda Uji					30

Tabel 3.3. Kebutuhan Material Dalam Setiap Pengujian

No	Jenis Percobaan	Komposisi Campuran	Berat Material		
			Tanah (gr)	PCC (gr)	KPR (gr)
1	Kompaksi (Standar Praktor Test)	Tanah Asli	2000	0	0
2	CBR	Tanah Asli	5000	0	0
		Tanah + 20% PCC + 0 % KPR	4000	1000	0
		Tanah + 14 % PCC + 6 % KPR	4000	700	300
		Tanah + 6 % PCC + 14 % KPR	4000	300	700
		Tanah + 0 % PCC + 20 % KPR	4000	0	1000
3	Permeabilitas	Tanah Asli	2000	0	0
		Tanah + 20% PCC + 0 % KPR	1600	400	0
		Tanah + 14 % PCC + 6 % KPR	1600	280	120
		Tanah + 6% PCC + 14 % KPR	1600	120	280
		Tanah + 0 % PCC + 20 % KPR	1600	0	400

3.6. Pengujian Sampel

Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi 2 bagian pengujian yaitu pengujian untuk tanah asli dan tanah yang distabilisasi. Pengujian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa mengikuti *Standart ASTM, AASHTO, SNI, dan USCS* sebagai berikut :

- a. Tentukan indeks properties tanah. Sifat – sifat indeks ini diperlukan untuk mengklasifikasikan tanah dalam menentukan jenis bahan stabilisasi dengan serbuk pengikat yang sesuai dan menentukan perkiraan awal jumlah kadar bahan serbuk pengikat yang perlu ditambahkan kedalam tanah yang akan distabilisasikan. Pengujian indeks ini adalah sebagai berikut :

1. Batas cair (*liquid limit, LL*), sesuai dengan SNI 03-1967-1990;

2. Batas Plastis (*plastic limit*, PL) dan indeks splastisitas (*plasticity index*, PI), sesuai dengan SNI 03-1966-1990;
 3. Berat Jenis tanah sesuai dengan SNI 03-1964-2008/ASTM D854-88 (72)
 4. Kadar air sesuai dengan ASTM D 2216-(71)
 5. Analisa saringan sesuai dengan SNI 03-1968-1990
 6. Analisis hydrometer, sesuai dengan SNI 03-3423-1994
- b. Peyiapan benda uji;
- Siapkan contoh tanah yang kering udara dengan cara digemburkan. Apabila contoh tanah dalam kondisi basah, pengeringan dapat dilakukan dengan mengangin-anginkan (*air-dry*) atau dengan cara sebagai berikut :
1. Alat pengeringan yang dapat membatasi temperature contoh tanah sampai 60°C;
 2. Ambil contoh tanah yang lolos saringan N0. 4 (4,75 mm) dan simpan dalam kantong pada temperature ruangan. Jika tanah tersebut mengandung agregat tertahan No. 4 (4,75 mm) maka ambil material tanah yang lolos saringan 19 mm tetapi mengandung bahan yang tertahan saringan N0. 4 (4,75 mm) maksimum 35%. Berat contoh tanah disesuaikan dengan kebutuhan untuk masing – masing standar pengujian yang akan diterapkan;
 3. Ambil contoh tanah secukupnya untuk pengujian kadar air awal (SNI 03-1965-1990).

- c. Lakukan uji pemadatan ringan atau pemadatan berat, jika diperlukan, untuk mendapatkan kadar air optimum (Optimum Moisture content) dan kepadatan kering maksimum (Maximum Dry Density /MDD) yang sesuai dengan SNI 03-1742-1989 atau SNI 03-1743-1989.
- d. Lakukan uji kekuatan tanah dengan uji CBR (California Bearing Ratio) sesuai dengan SNI-1744-1989.

3.7. Metode Analisis

Pada analisa data yang digunakan yaitu analisis terhadap data hasil luji di laboratorium dengan langkah – langkah sebagai berikut :

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 terhadap penggunaan lapisan tanah dasar.
3. Analisis hasil pemadatan (Uji Proctor)

Analisis hasil pemadatan tanah asli dan variasi campuran Semen PCC dan Kapur dilakukan guna mengetahui nilai kadar air optimum terhadap peningkatan kepadatan tanah.

4. Pengujian Permeabilitas

Contoh tanah diambil dari lapangan dengan ring sampel, contoh tanah dengan ring sampelnya direndam dalam air pada dasar bak selama 24 jam. Maksud perendaman adalah untuk mengeluarkan semua udara di dalam pori – pori tanah, sebab permeabilitas ini ditetapkan dalam keadaan jenuh.

Untuk membuat tanah berat (banyak mengandung liat) jenuh diperlukan waktu lebih dari 24 jam. Setelah perendaman selesai, contoh tanah dengan tabungnya dipindahkan ke alat penetapan permeabilitas, kemudian air dialirkan ke alat tersebut jika contoh tanah telah diletakkan pada alat penetap permeabilitas, pengukuran dilakukan sebanyak empat kali. Ambil nilai rata – rata dari empat kali pengukuran tadi.

5. Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR)

Percobaan ini sesuai dengan ASTM D 1883-87 setelah dilakukan pemadatan standar tpractor. Pengujian CBR yang dilakukan dalam penelitian terdiri dari pengujian CBR pada *unsoaked* (keadaan tidak terendam) dan *soaked* (keadaan terendam) factor kalibrasi dalam pengujian CBR di laboratorium adalah 23,248, sedangkan luas pistonya adalah 3 sq in penentuan nilai CBR dilakukan pada penetrasi 0.1 in dengan beban standar 1000 psi dan 0.2 in dengan beban standar 1500 psi.

Tahapan pengujian California Bearing Ratio (CBR) dilakukan sebagai berikut:

Letakkan tanah lempung lunak yang dipadatkan beserta mold pada mesin CBR test, kemudian lakukan pengujian CBR pada kondisi *unsoaked*. Pembacaan dial pada setiap deformasi 0.025 in sampai 0.2 in. air Selama 4 hari, dan diatas contoh tanah tersebut diletakkan alat ***expansioan measuring*** untuk mengetahui berapa besar pengembangan (*swelling*) yang terjadi akibat pemadatan. Empat hari kemudian, dilakukan pembacaan pada alat *expansioan measuring*, dan selanjutnya dilakukan

pengujian CBR pada kondisi *soaked* dengan prosedur yang sama seperti pengujian CBR *unsoked*.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Sifat Tanah Asli

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh data-data karakteristik tanah lempung lunak sebagai berikut:

Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	39,39	%
2	Pengujian berat jenis	2,59	
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	54,09	%
	2. Batas Plastis	22,11	%
	3. Batas Susut	14,21	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	31,98	%
	5. Activity	1.03	
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100,00	%
	#10 (2,00 mm)	95,22	%
	#20 (0,85 mm)	87,60	%
	#40 (0,43 mm)	82,48	%
	#60 (0,25 mm)	82,02	%
	#80 (0,180 mm)	79,86	%
	#100 (0,15 mm)	77,76	%
	#200 (0,075 mm)	75,12	%
5	Pasir	24,88	%
	Lanau	32,12	%
	Lempung	43,00	%
6	Pengujian Kompaksi		
	Kadar Air Optimum	21,11	%
	γ dry	1,52	gr/cm ³

(sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

4.1.1 Sifat Fisis Tanah

Hasil pemeriksaan sifat fisik tanah di perlukan untuk mengetahui jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini. Berdasarkan dari beberapa pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini yang terdiri dari :

A. Kadar Air

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air sampel tanah yaitu perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Hasil dari pengujian kadar air dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 4.2. Pengujian Kadar Air Tanah Asli

No. Cawang			1	2
Berat Cawang, W1	gram		8,7	9,7
Berat Cawang + Tanah Basah, W2	gram		84,5	84,4
Berat Cawang + Tanah Kering, W3	gram		63,1	63,2
Berat Tanah Kering, $W_s=W3-W1$	gram		54,4	54,5
Berat Air, $W_w=W2-W3$	gram		21,4	21,5
Kadar Air, $w=(W_w/W_s)*100$	%		39,34	39,45
Rata-rata	%		39,39	

(sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

B. Berat Jenis (Gs)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No 40 dengan menggunakan labu ukur. Tujuan penggunaan ini untuk menentukan berat jenis suatu sampel, berat jenis tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Dari hasil pengujian berat spesifikasi diperoleh $G_s = 2,591$, tanah tersebut

termasuk **Lempung Organik** yang mempunyai nilai berat jenis antara 2,58 – 2,65.

Tabel 4.3. Berat Jenis Dari Beberapa Jenis Tanah

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

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

C. Pengujian Batas-batas Atterberg

1. Pengujian Batas Cair (*liquid limit, LL*)

Pengujian batas cair bertujuan untuk menentukan batas cair tanah dan untuk mengetahui jenis serta sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos saringan no. 40. Hasil pengujian dari batas cair dapat dilihat pada **Gambar 4.1**



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Gambar 4.1 Grafik hasil uji hubungan antara pukulan dengan kadar air

Berdasarkan **Gambar 4.1** dari hasil praktikum didapat pada ketukan ke 25 pengujian batas cair kadar air rata sebesar 54,09%. Jadi batas cair (LL) tanah asli.

$$Y = -0,2421 + 61,144$$

x = jumlah ketukan.

$$\text{Jadi Batas Cair (LL)} = -0,2421 + 61,144 = 61,09\%.$$

2. Pengujian Batas Plastis (*Plastis Limit, PL*)

Dari hasil pengujian laboratorium diperoleh nilai batas plastis (PL)=22.11%

Tabel 4.4 Pengujian Batas Plastis

No Test	-	1	2
No. Container	-	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	29,3	31,6
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	28,8	30,7
Berat Container (W3)	Gram	27,2	27,8
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	0,5	0,9
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	1,6	2,9
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	22,17	22,05
Kadar Air Rata-rata	%	22,11	

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

3. Indeks Plastisitas (Indeks Plasticity, IP)

Berdasarkan rumus $IP = LL - PL$, diperoleh indeks plastisitas (IP) = 31,98 %. Tanah yang mempunyai nilai IP >7, masuk kategori lempung dengan sifat plastisitas tinggi.

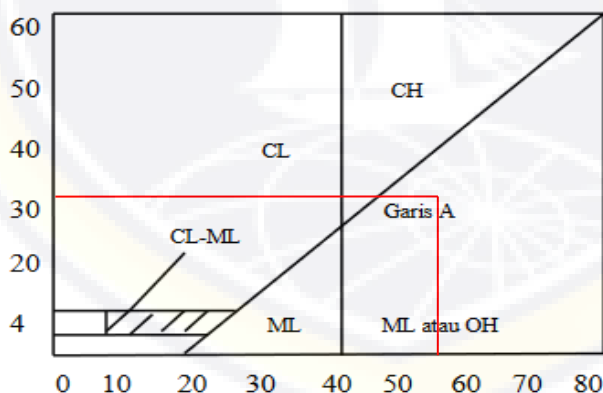
4. Pengujian Batas Susut (*Shrinkage Limit, SL*)

Dari hasil pengujian batas susut diperoleh nilai (SL) = 14,21%

Tabel 4.5 Pengujian Batas Susut

No. Test	-	1	2
Berat Mould (W1)	Gram	10,5	11,7
Berat Mould + Tanah Basah (W2)	Gram	35,9	37,4
Berat Mould + Tanah Kering (W3)	Gram	26,7	28,5
Berat Air Raksa yang dipakai untuk - mengisi mangkok shringkage (W4)	Gram	222,6	221,6
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test, (W5)	Gram	128,9	132,9
Berat Tanah Basah, $Ww=W2-W1$	Gram	25,4	25,7
Berat Tanah Kering, $Wd=W3-W1$	Gram	16,2	16,8
Berat Air, $Wa=W2-W3$	Gram	9,2	8,9
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	13,40	13,32
Volume tanah kering, $Vd=(W5-Wp)/r$	m ³	6,51	6,80
Kadar air = $Wa/Wd \times 100\%$	%	56,79	52,98
Batas susut : $SL = \text{Kadar air}-((Vw-Vd)/Wd) \times 100\%$	%	14,26	14,15
SL rata-rata	%	14,21	

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)



CL, ML, dan OH

Batas Cair (LL) = 54,09

Indeks Plastisitas (IP) = 31,98

Gambar 4.1 Diagram Plastisitas untuk mengklasifikasi kadar butiran yang terkandung dalam tanah.

CL. adalah simbol lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang.

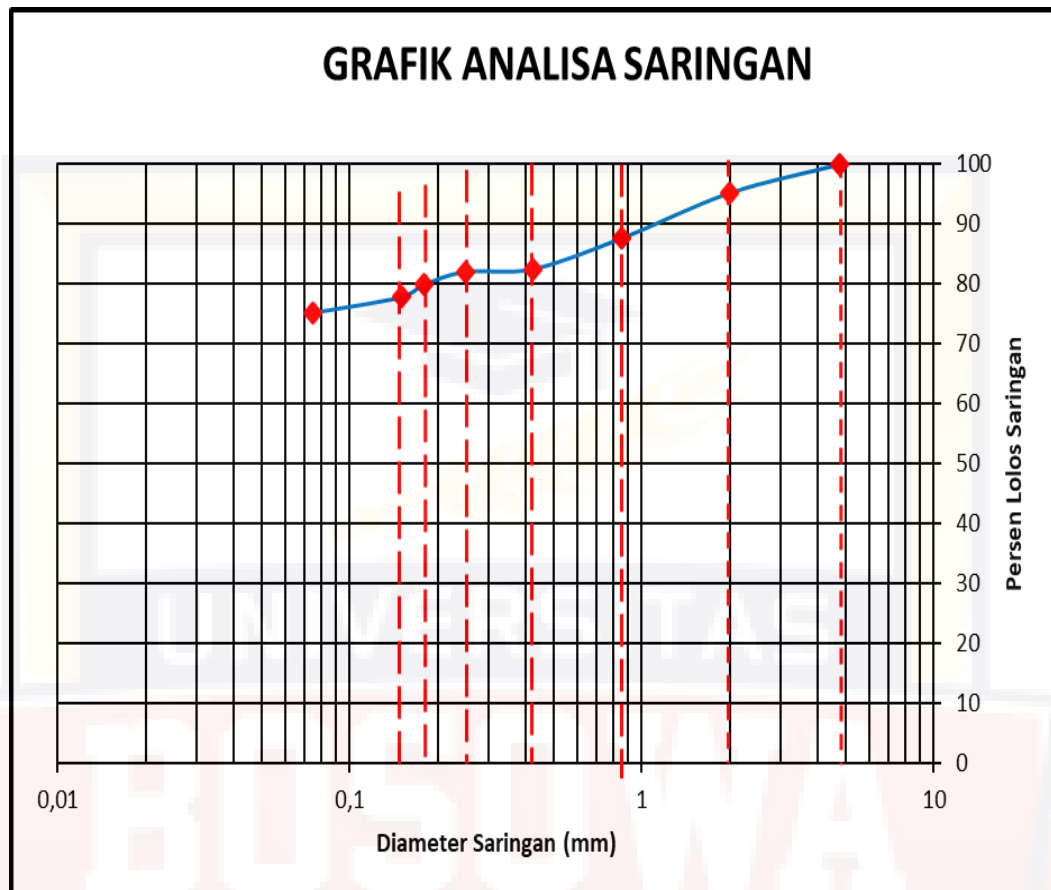
ML. adalah simbol lanau anorganik atau pasir halus sekecil, serbuk batuan pasir halus berlanau atau berlempung.

OH. Adalah simbol lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

Hasil pengujian karakteristik material dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut : lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

D. Analisa Gradasi Butiran

Pengujian analisa saringan bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200. Hasil pengujian analisis butiran tanah asli dapat dilihat pada grafik dibawa ini :

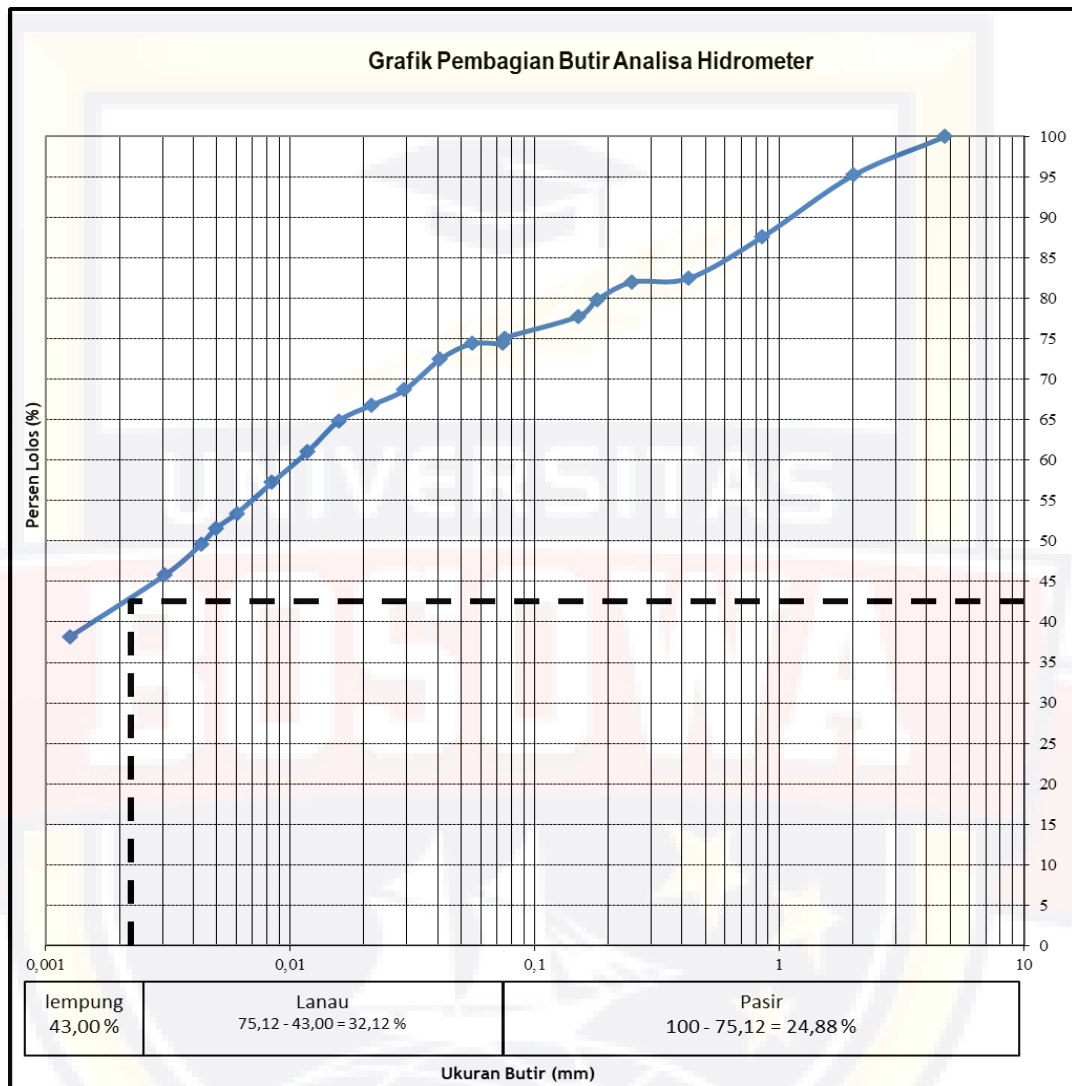


(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Gambar 4.2 Grafik hasil uji Analisa Saringan

Dari **Gambar 4.2** diatas, hasil pengujian gradasi yang dilakukan dengan analisa saringan basah diperoleh hasil dari tanah tersebut 75,12% lolos saringan No.200. Sehingga didapat fraksi pasir sebesar 24,88%

Hasil pengujian distribusi saringan tanah asli tercantum pada gambar berikut



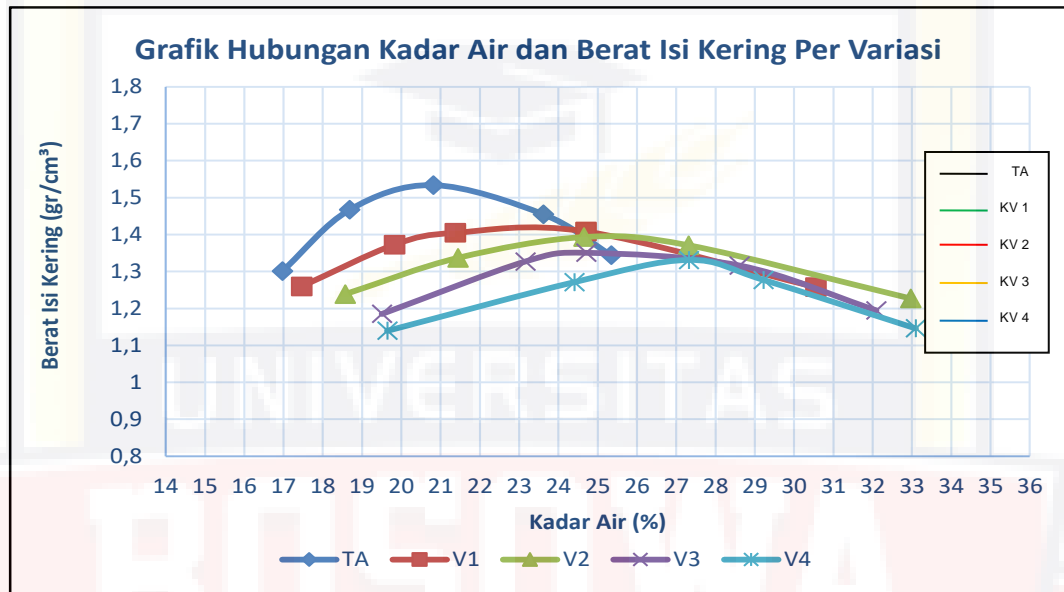
Sumber : Hasil Pengujian Labrotorium Universitas Bosowa, 2021)

Gambar 4.3 Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer dan Analisa Saringan

Dari **Gambar 4.3** hasil pengujian hidrometer berdasarkan kurva lengkungnya diperoleh hasil sebahagian besar ukuran butir tanah adalah fraksi lempung yaitu sebanyak 43,00%. Sedangkan fraksi lanau sebesar 32,12%

E. Pengujian Kompaksi

Uji pemadatan Standart ini dilakukan untuk mengetahui berat kering maksimum γ_{maks} dan kadar air optimum w_{opt} .



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Gambar 4.4 Grafik hasil uji kompaksi hubungan kadar air dan berat volume tanah kering

Tabel 4.6 Kompaksi Gabungan

SAMPEL	% SEMEN DAN KAPUR	KADAR AIR OPTIMUM w_{opt}	BERAT ISI KERING MAKSIMUM Y_{dmaks}
TA	-	21,11	1,525
KV 1	0-20	23,63	1,401
KV 2	6-14	25,59	1,388
KV 3	14-6	26,12	1,383
KV 4	20-0	26,53	1,311

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Dari **Tabel 4.6** dan **Gambar 4.4** diperoleh nilai kadar air optimum pada tanah ekspansif sebesar 21.11% dengan berat isi maksimum 1.525 gr/cm³. Seiring dengan penambahan campuran variasi pada tanah ekspansif terjadi peningkatan pada berat isi maksimum, namun untuk nilai kadar air optimumnya mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jumlah persenan variasi karena semen dan kapur tersebut memiliki daya serap yang lebih besar dibandingkan dengan tanah asli.

Menurut (Wardhana, 2014) hal tersebut disebabkan karena penambahan bahan campuran dapat mengisi ruang pori tanah dan karena sifat dari bahan campuran yang dapat mengeras apabila dicampur dengan air maka menjadikan tanah menjadi keras sehingga akan menurunkan nilai kadar air optimum dan menaikkan berat isi kering tanah

4.2 Klasifikasi Tanah Asli

4.2.1 AASHTO (American Association Of State Highway and Transportation Officials)

Berdasarkan analisa basah, persentase bagian tanah yang lolos saringan no. 200 adalah lebih besar dari 50 % (>30%). Sehingga tanah di klasifikasikan dalam kelompok : (A-4,A-5 ; A-6,A7)

Batas cair (LL) = 61,09%. 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 (PI) = 38,98%. 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) = 22,11%, untuk kelompok A-7 nilai PL < 30% sehingga tanah dikelompokkan kedalam kelompok A-7-6. Tanah yang masuk kategori A-7-6 termasuk klasifikasi tanah lempung.

4.2.2 USCS (*Unified Soil Classification System*)

Dari analisis saringan basah didapatkan tanah lolos saringan no. 200 lebih besar dari 50% sehingga masuk kedalam klasifikasi tanah berbutir halus. Batas cair (LL) = 61,09%.% dan indeks plastisitas (PI) = 38,98%. Dari bagian plastisitas, klasifikasi tanah masuk dalam kategori CH (diatas garis A, PI = 0.73 (LL-20), dimana :

1. CH adalah symbol lempung tak organic dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays).

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

4.3 Sifat Mekanis Tanah

4.3.1 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Pada pengujian CBR dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu CBR tanpa rendaman dan CBR rendaman, dengan menggunakan Ionic Soil Stabilizer sebagai bahan tambah.

4.3.2 Pengujian CBR Tanpa rendaman (*Unsoaked*)

Pengujian CBR tanpa rendaman (unsoaked) adalah pengujian

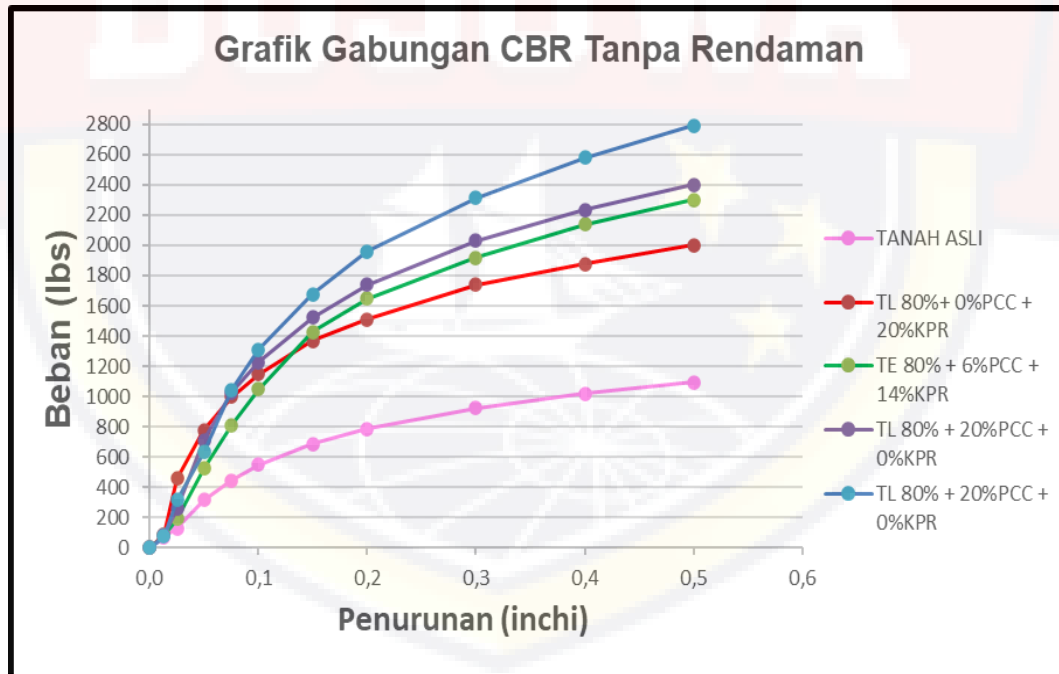
yang dilakukan didalam laboratorium tanpa direndam melainkan langsung dilakukan pengujian dengan menggunakan alat penguji CBR.

Berikut adalah hasil dari pengujian CBR tanpa rendaman (Unsoaked).

Tabel 4.7 Hasil Pengujian CBR tanpa Rendaman (Unsoaked)

No.	Variasi Campuran	Nilai CBR	Peningkatan CBR
		(%)	(%)
1	Tanah Asli	18,00	
2	Tanah + 0%PCC + 20%KPR	28,00	55,55
3	Tanah + 6%PCC + 14%KPR	34,10	21,78
4	Tanah + 14%PCC + 6%KPR	37,00	8,50
5	Tanah + 20%PCC + 0%KPR	39,80	7,56

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

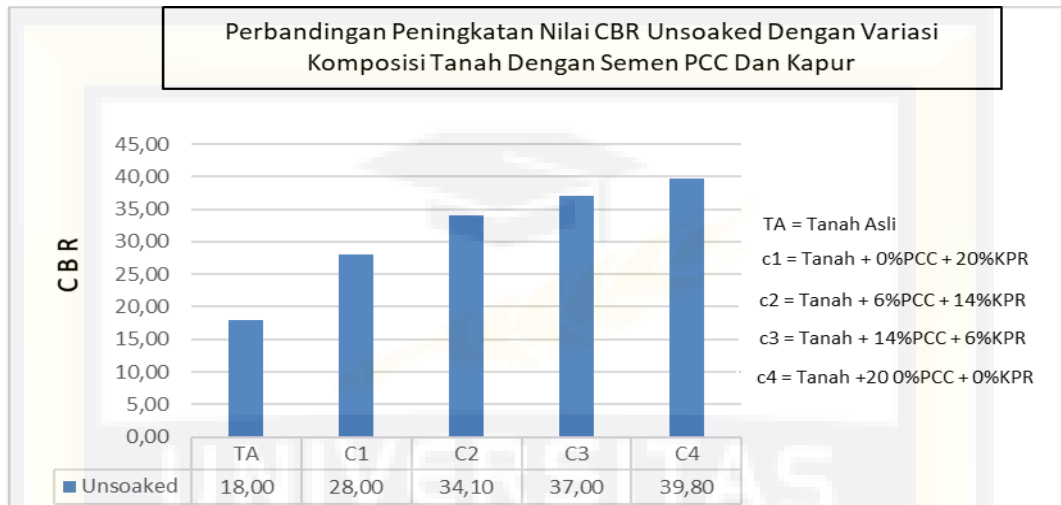
Gambar 4.5 Grafik Gabungan Hasil Uji CBR Tanpa Rendaman

Dari grafik di atas dapat disimpulkan hasil uji CBR tanpa rendaman diperoleh peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan komposisi bahan tambah Semen PCC. Tanah lempung semula memiliki kekuatan bahan yang buruk ditandai dengan nilai indeks plastisitas tinggi, memiliki daya rekat yang baik dan butirannya termasuk butiran halus dengan gradasi buruk.

Pencampuran dengan menggunakan Semen PCC mampu bereaksi dengan tanah sehingga membentuk gumpalan-gumpalan menjadikan butiran tanah lempung menjadi besar, tekstur yang kasar dan sifatnya non kohesif dapat mempengaruhi gradasi butirannya dengan demikian dapat meningkatkan nilai CBR nya.

Tanah asli yang semula memiliki nilai CBR sebesar 18,00% setelah ditambahkan Semen PCC didapat nilai CBR terbesar pada variasi tanah asli + 20%PCC + 0%KPR = 39,80%. Dengan menggunakan Semen PCC membuktikan bahwa bahan tersebut dapat meningkatkan nilai CBR tanah lempung Ekspansif.

Adapun grafik hubungan nilai CBR tanpa rendaman dengan bahan tambah Semen PCC dan Kapur ialah sebagai berikut :



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Nilai CBR Tanpa Rendaman Dengan Semen PCC Dengan Kapur

Berdasarkan grafik 4.6 Nilai CBR mengalami kenaikan dengan adanya penambahan variasi Semen PCC, hal ini disebabkan karena adanya reaksi antara bahan tambahan stabilisasi dengan tanah asli, antara lain membantu tanah asli dalam absorsi air dan penukaran ion, butiran tanah lempung menjadi lebih besar, dengan adanya perbaikan gradasi butir tanah lempung ini maka nilai CBR mengalami kenaikan.

4.3.3 Pengujian CBR Rendaman (Soaked)

Pengujian CBR Rendaman adalah pengujian yang dilakukan didalam Laboratorium mekanika tanah yang bertujuan untuk mencari

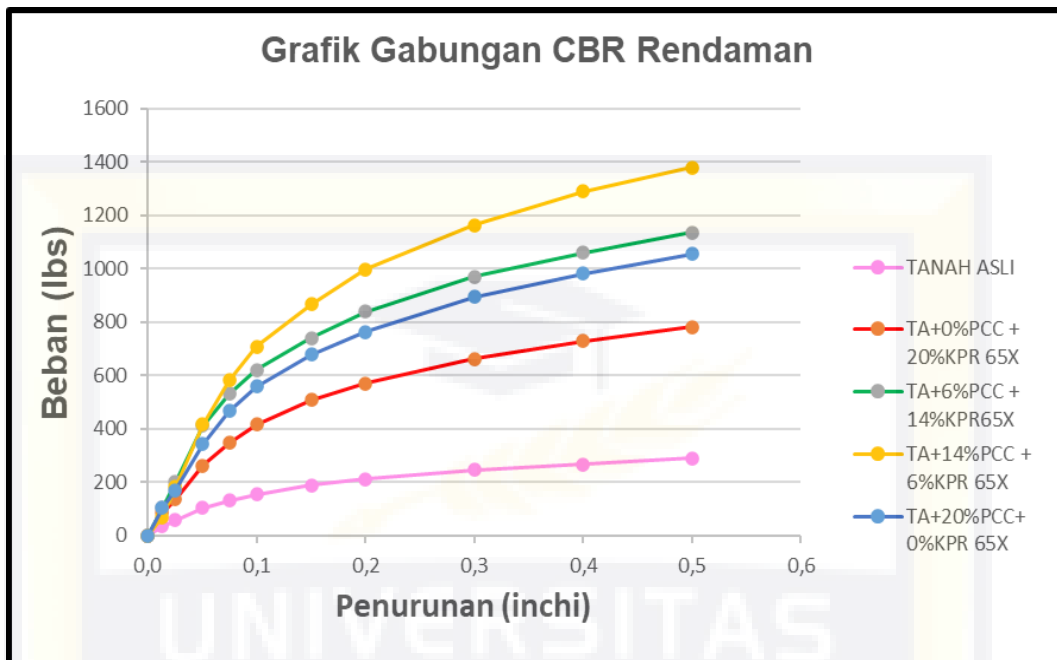
besarnya nilai pengembangan CBR didalam keadaan jenuh air, sehingga tanah mengalami pengembangan yang maksimum, yang berarti tanah dan cetakan direndam didalam air selama 4 hari.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian CBR Rendaman (Soaked)

No.	Variasi Campuran	Nilai CBR	Peningkatan CBR
		(%)	(%)
1	Tanah Asli	5,00	
2	Tanah + 0%PCC + 20%KPR	12,90	1,58
3	Tanah + 6%PCC + 14%KPR	17,10	32,55
4	Tanah + 14%PCC + 6%KPR	19,40	13,45
5	Tanah + 20%PCC + 0%KPR	25,40	30,29

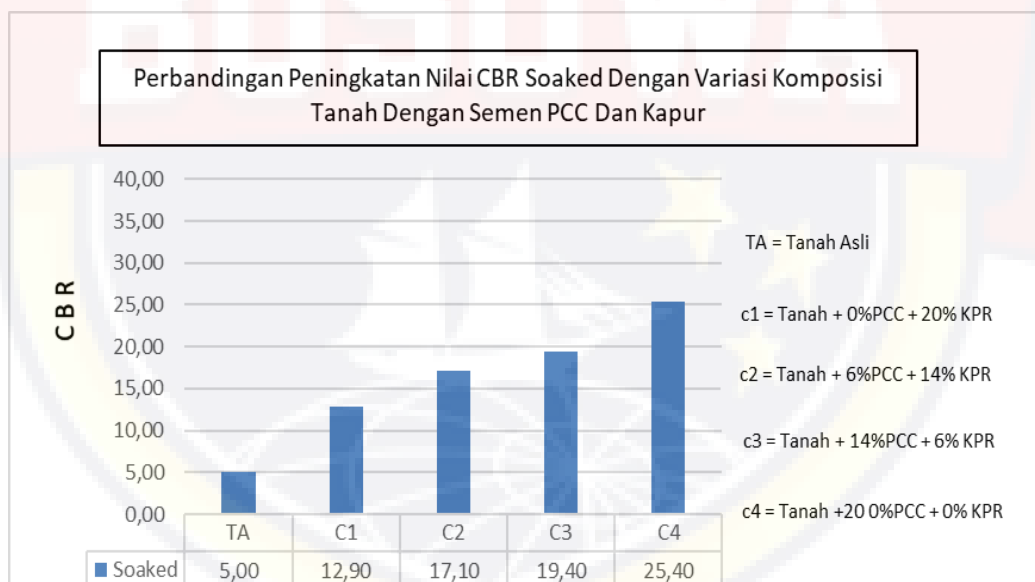
(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Dari tabel diatas dapat kita lihat dengan penambahan bahan tambah Semen PCC dan Kapur mengalami peningkatan yang cukup signifikan seiring dengan bertambahnya kadar Semen PCC dan Kapur dari 0%PCC + 20%KPR sampai dengan 20%PCC + 0%KPR, yang awalnya nilai CBR tanah aslinya hanya 5,00% dapat meningkat hingga 25,40%.



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

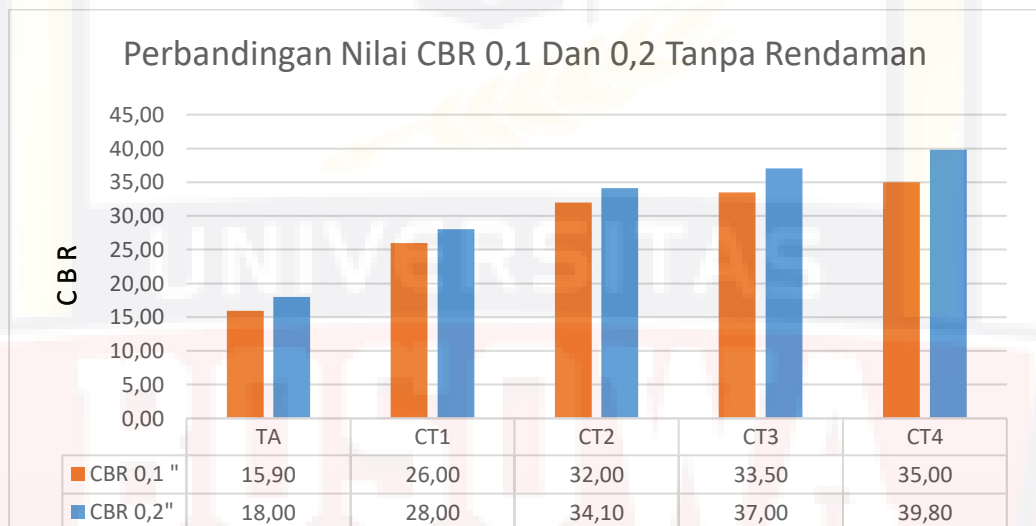
Gambar 4.7 Grafik Gabungan Hasil Uji CBR Rendaman



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

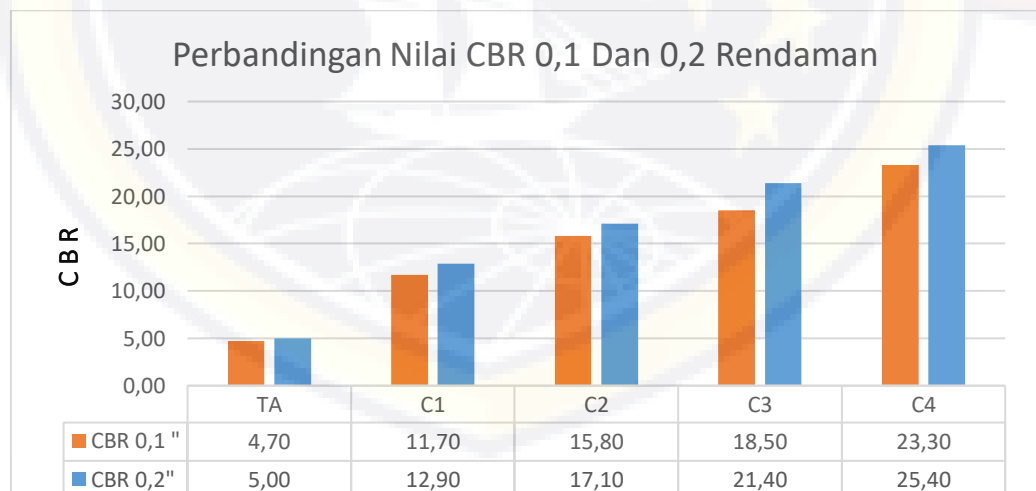
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Nilai CBR Rendaman Dengan Semen PCC dan Kapur

Dari tabel dan grafik di atas diperoleh nilai CBR rendaman tanah asli = 5,00% tidak memenuhi spesifikasi kekuatan tanah dasar jalan raya yang dipersyaratkan (persyaratan nilai CBR>6%). Dengan komposisi Se diperoleh hasil maksimum pada komposisi tanah + 0,12% diperoleh nilai CBR sebesar 25,40% sudah melebihi spesifikasi kekuatan tanah dasar.



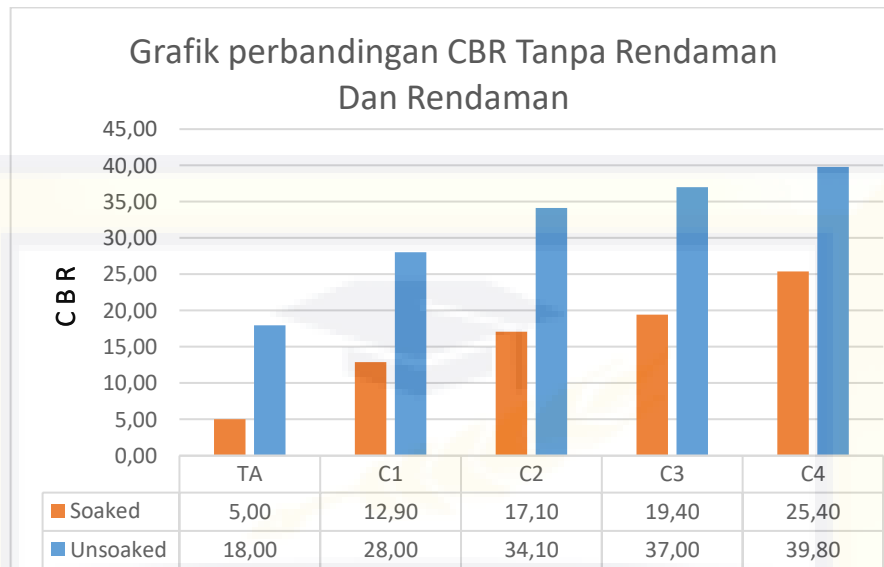
(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Nilai 0,1 Dan 0,2 Tanpa Rendaman



(Sumber Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Nilai 0,1 Dan 0,2 Rendaman



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Nilai CBR Rendaman dan Tanpa Rendaman Dengan Semen PCC Dan Kapur

Analisis hasil perbandingan nilai CBR tanpa rendaman dengan CBR rendaman. Nilai CBR rendaman lebih rendah dibandingkan CBR tanpa rendaman, hal ini disebabkan karena CBR rendaman mengalami perendaman selama empat hari sebelum diuji nilai CBR-nya.

Pada nilai CBR rendaman tanah asli mengalami penurunan dibandingkan dengan CBR tanpa rendaman hal ini dipengaruhi air yang masuk melalui pori-pori tanah. Setelah tanah asli dicampurkan dengan komposisi Semen PCC Dan Kapur terjadi peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan kadar Semen PCC Dan Kapur. Hal ini dikarenakan pada saat dilakukan perendaman gradasi sudah semakin rapat seiring dengan penambahan campuran Semen PCC dan Kapur sehingga dapat menghasilkan nilai CBR yang tinggi walaupun tidak melampaui nilai CBR tanpa rendaman.

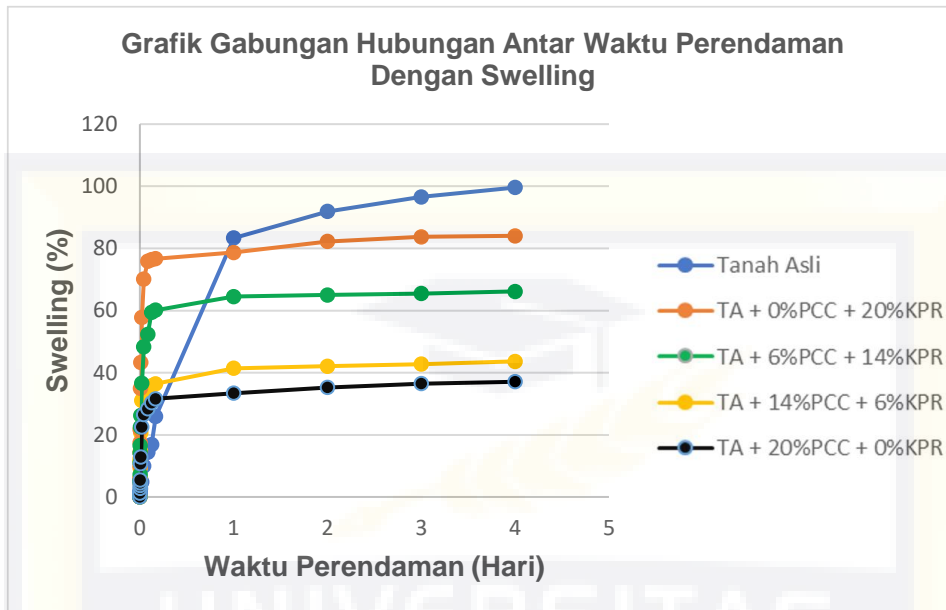
4.3.4 Pengujian Free Swell (uji pengembangan)

Dari pengujian CBR rendaman didapatkan pula nilai-nilai hasil pengembangan. Dimana nilai hasil pengembangan rendaman dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4.9 Hasil Nilai Rata-Rata Uji Pengembangan

Waktu	Nilai rata-rata pengembangan (%)				
	Tanah asli	TA + 0%PCC +20%KPR	TA + 6%PCC + 14%KPR	TA + 14%PCC + 6%KPR	TA 20%PCC + 0%KPR
0	0	0	0	0	0
1 menit	1,003	5,682	5,013	4,679	1,253
2	1,337	10,026	7,186	6,183	2,841
3	1,504	14,203947	11,029	9,358	3,676
4	1,671	17,546	14,204	11,530	4,595
5	1,838	21,7237	16,543	12,366	5,514
10	2,674	34,925	22,559	14,872	10,695
15	4,345	43,280	26,236	20,721	12,867
30	4,846	57,818	36,596	31,082	22,559
1 jam	10,026	70,184	48,293	31,917	26,570
2	14,371	75,866	52,304	33,755	28,408
3	16,878	76,367	59,489	35,761	30,330
4	25,901	76,701	60,158	36,429	31,583
1 hari	83,386	78,707	64,503	41,442	33,421
2	91,908	82,216	65,004	42,111	35,259
3	96,587	83,720	65,505	42,779	36,513
4	99,595	84,054	66,174	43,614	37,097

(Sumber: Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)



(Sumber: Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

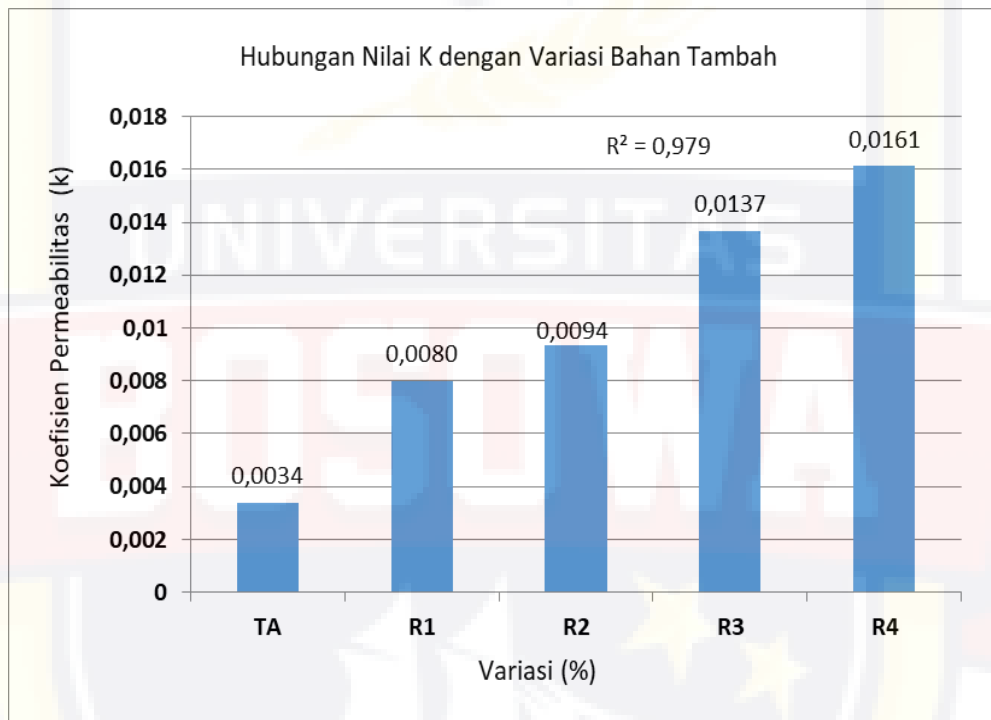
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Antara Waktu Perendaman Dengan Swelling

Melihat hasil **Gambar 4.12** di dapatkan hasil pengembangan rata-rata terjadi peningkatan dari jam awal sampai jam terakhir. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa tanah asli lempung Ekspansif memiliki nilai tingkat pengembangan sebesar 99,595%. Dengan Nilai CBR = 5,00%. Pembesaran volume tanah lempung akibat bertambahnya kadar air. Jadi potensi pembesaran volume ini tergantung pada komposisi mineral, peningkatan kadar air, indeks plastis, kadar lempung dan tekanan tanah. Dari penelitian yang dilakukan menunjukkan pada saat diberi campuran penyusutan yang terjadi tidak terlalu besar sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan Semen PCC mengurangi pengembangan yang terjadi pada tanah lempung.

4.3.5 Pengujian Rembesan / Permeabilitas

Tabel 4.10 Hasil Uji Koefisien Permeabilitas

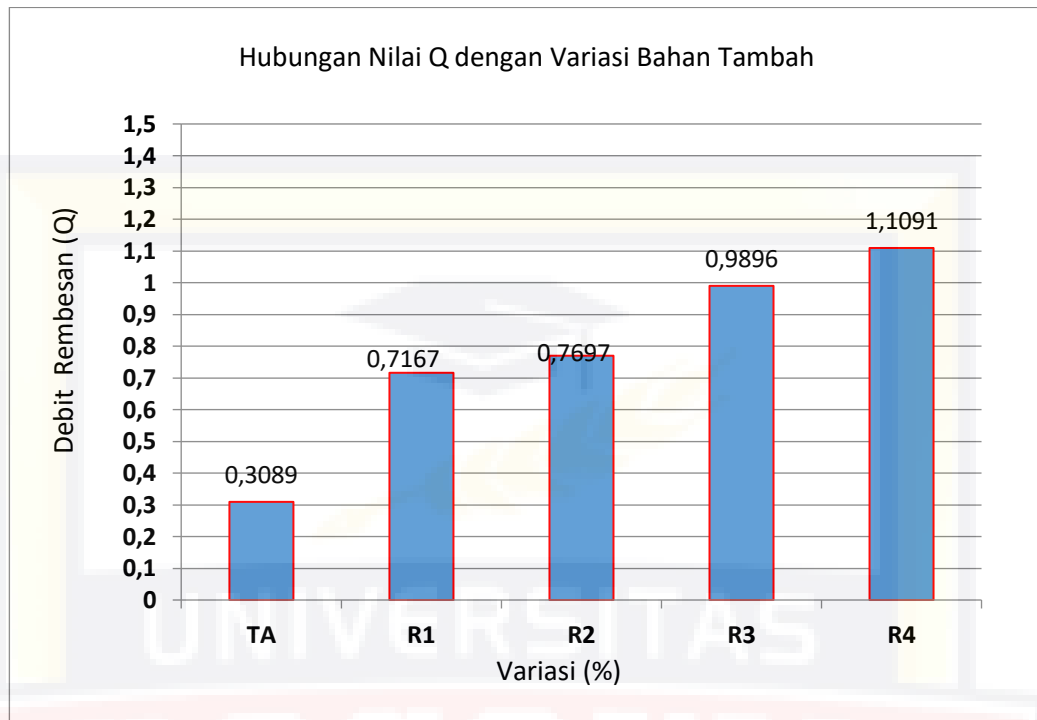
No.	Variasi Campuran	Koefisien Permeabilitas
		k (cm/detik)
1	Tanah Asli	0,00336613
2	TA + SemenPCC % 0 + Kapur 20%	0,008006093
3	TA + SemenPCC 6% + Kapur 14%	0,009367266
4	TA + SemenPCC 14% + Kapur 6%	0,013660641
5	TA + SemenPCC 20% + Kapur 0%	0,016115969



Gambar 4.13 Grafik Nilai Koefisien Permeabilitas

Tabel 4.11 Hasil Uji Debit Rembesan (Q)

No.	Variasi Campuran	Debit Rembesan
		Q (cm/detik)
1	Tanah Asli	0,308875059
2	TA + SemenPCC 0% + Kapur 20%	0,716718684
3	TA + SemenPCC 6% + Kapur 14%	0,769735035
4	TA + SemenPCC 14% + Kapur 6%	0,989602273
5	TA + SemenPCC 20% + Kapur 0%	1,109097242



Gambar 4.14 Grafik Nilai Debit Rembesan

Berdasarkan gambar 4.13 didapat bahwa nilai koefisien permeabilitas mengalami peningkatan seiring bertambahnya jumlah kadar variasi semen PCC dengan kapur yaitu sebesar 0.0161 cm/mnt.

Pada gambar 4.14 menunjukkan grafik nilai debit rembesan yang terus meningkat seiring bertambahnya kadar variasi bahan tambah. Dengan ini maka dapat dikatakan bahwa nilai koefisien permeabilitas (k) dan nilai debit rembesan (Q) berbanding lurus.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian di laboratorium, maka dapat di Tarik beberapa kesimpulan tentang perilaku sampel tanah yang distabilisasi menggunakan bahan tambah semen dan kapur sebagai berikut:

1. Nilai California Bearing Ratio (CBR) tanpa rendaman untuk kondisi tanah asli adalah **13,70%** sedangkan peningkatan nilai CBR untuk penambahan 0%PCC + 20%KPR, 6%PCC + 14%KPR, 14%PCC + 6%KPR, 20%PCC + 0%KPR mengalami peningkatan secara berturut – turut sebesar **28,00%, 34,10%, 37,00%, 39,80%**. Sedangkan Nilai CBR rendaman (*Soaked*) tanah asli hanya **5,00%**, setelah dilakukan penambahan semen dan kapur 0%PCC + 20%KPR, 6%PCC + 14%KPR, 14%PCC + 6%KPR, 20%PCC + 0%KPR sebanyak di peroleh nilai CBR **12,90%, 17,10%, 19,40%, 25,40%**.

Dari hasil pengujian pengembangan (swelling) tanah asli dari jam awal sampai jam akhir didapati nilai **5,950** sedangkan nilai Swelling dengan penambahan 0%PCC +

20%KPR, 6%PCC + 14%KPR, 14%PCC + 6%KPR, 20%PCC + 0%KPK mengalami penurunan nilai seiring dengan makin bertambahnya kadar variasi semen dan kapur pada tanah.

2. Pada pengujian permeabilitas untuk tanah tanah asli tanpa variasi di dapat nilai koefisien permeabilitas dan debit rembesan masing masing sebesar 0.0033 cm/menit dan 0.3088 cm/menit dan terus meningkat seiring pertambahan kadar campuran semen PCC dan kapur, menandakan bahwa koefisien permeabilitas dan debit rembesan berbanding lurus.

5.2. Saran

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk menangani masalah tanah lempung.
2. Perlu ada penelitian tentang penggunaan material - material bahan campuran lain yang dikombinasikan dengan tanah lempung ekspansif, semen dan kapur yang lebih variatif.
3. Perlu adanya penelitian lanjutan tentang judul ini, dengan menambahkan proporsi yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA .

Bowles, J.E. 1989. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Erlangga. Jakarta.

Braja M. Das :1994 Mekanika Tanah Erlangga Jakarta

Das, Braja M. 1995. Mekanika Tanah 1. Erlangga. Jakarta.

Das Braja M., 1988. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1, Erlangga, Jakarta.

Fitri Febriani, Iskandar Maricar, Farid Sitepu melakukan penelitian dengan judul “Perilaku Kuat Tekan Tanah Laterit Dengan Stabilisasi Kapur Dan Semen”.

Hardiyatmo, H. C. 1992. Mekanika Tanah I. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

Hardiyatmo, Hary Cristiady. 2002. MEKANIKA TANAH I. Penerbit Gajah Mada University Press, Jogjakarta.

Hardiyatmo, Hary Christiady (2006), Mekanika Tanah 1 edisi, 4 hal.48, Gajah Mada University Press, Yogyakarta).

Hardiyatmo Christady, Hary. 1996. Teknik Pondasi 1. Erlangga : Jakarta.

Wiqoyah, Q. 2006. Pengaruh Kadar Kapur, Waktu Perawatan dan Perendaman Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung. Dinamika Teknik Sipil. UMS.

Nyoman Suaryana dan Silvester Fransisko (2018) melakukan penelitian dengan judul “Stabilisasi Dua Tahap Menggunakan Kapur Dan Semen Untuk Memperbaiki Daya Dukung Tanah Ekspansif.”

Peck, R. B. 1987. Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Ramadhani dan Deddy Okta Priyandy (2017) melakukan penelitian dengan judul “ Perbaikan Subgrade Menggunakan Tanah Lempung organik Dengan Penambahan Semen dan Kapur”

Senja Rum Harnaeni melakukan penelitian dengan judul “Efektifitas Semen Pada Stabilisasi Lempung Dengan Kapur Akibat Percepatan Waktu Antara Pencampuran Dan Pematatan”.

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

Yogyakarta : Kanisius

Sukirman, S, 1992, PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA, Nova, Bandung.

Sutarman, E. Konsep & Aplikasi Mekanika Tanah.

Resume Pengujian Tanah Lempung

Project : Penelitian Tugas Akhir
Judul : "Pengaruh Semen Dan Kapur Terhadap Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah Lempung Ekspansif "
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Univ. Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan oleh : Muh. Ansar T.

Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	39,39	%
2	Pengujian berat jenis	2,591	
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	55,89	%
	2. Batas Plastis	12,67	%
	3. Batas Susut	11,78	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	43,22	%
	5. Activity	1,01	
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100,00	%
	#10 (2,00 mm)	95,22	%
	#20 (0,85 mm)	87,60	%
	#40 (0,43 mm)	82,48	%
	#60 (0,25 mm)	82,02	%
	#80 (0,180 mm)	79,86	%
	#100 (0,15 mm)	77,76	%
	#200 (0,075 mm)	75,12	%
5	Pasir		
	Lanau	10,07	%
	Lempung	67,38	%
		22,55	%
6	Pengujian Kompaksi		
	Kadar Air Optimum	21,11	%
	γ dry	1,52	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, Februari 2021

Asisten Laboratorium

Peneliti

Hasrullah, ST.

Muh. Ansar T.

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 Semen Dan Kapur Terhadap Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah Lempung Ekspansif"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 23 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Muh Ansar T

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

Sampel	-	I	II
Berat Piknometer, (W1)	gram	36,5	35,5
Berat Piknometer + Air, (W2)	gram	87,4	84,1
Berat Piknometer + Air + Tanah, (W3)	gram	102,7	99,5
Berat Tanah Kering, (Ws)	gram	25	25
Temperatur	°C	27	27
Faktor Koreksi, $\alpha = \gamma T / \gamma_{20}$		0,99655	0,99655
Berat Jenis (Gs)		2,58	2,60
Berat Jenis rata-rata		2,591	

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, Februari 2021
Diuji Oleh: _____

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Muh. Ansar T.
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 Semen Dan Kapur Terhadap Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah Lempung Ekspansif"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 23 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Muh Ansar T

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

Sampel	-	I	II
Berat Piknometer, (W1)	gram	36,5	35,5
Berat Piknometer + Air, (W2)	gram	87,4	84,1
Berat Piknometer + Air + Tanah, (W3)	gram	102,7	99,5
Berat Tanah Kering, (Ws)	gram	25	25
Temperatur	°C	27	27
Faktor Koreksi, $\alpha = \gamma T / \gamma_{20}$		0,99655	0,99655
Berat Jenis (Gs)		2,58	2,60
Berat Jenis rata-rata		2,591	

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, Februari 2021
Diuji Oleh: _____

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Muh. Ansar T.
Mahasiswa



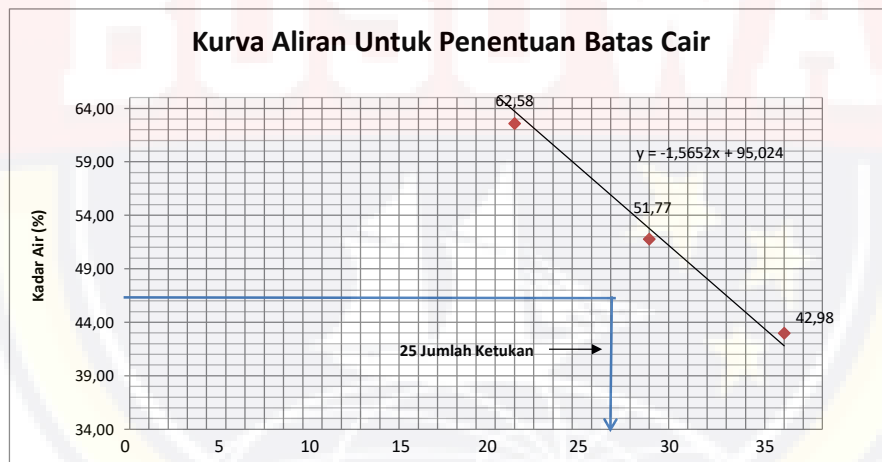
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Pengaruh Semen Dan Kapur Terhadap Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah Lempung Ekspansif"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Muh Ansar T

**PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG
(SNI 1996:2008)**

No. Test	-	Batas Cair (LL)							
		10		20		27		34	
Jumlah Pukulan	-	10		20		27		34	
No. Cantainer	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Berat Tanah Basah + Container (W1)	gr	26,3	26,0	20,8	21,3	31,9	31,3	25,7	25,1
Berat Tanah Kering + Container (W2)	gr	18,7	18,5	16,3	16,6	24,5	24,1	20,7	20,3
Berat Container (W3)	gr	9,2	9,2	9,1	9,1	10,2	10,2	9,1	9,1
Berat Air (Ww=W1-W2)	gr	7,6	7,5	4,5	4,7	7,4	7,2	5,0	4,8
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	gr	9,5	9,3	7,2	7,5	14,3	13,9	11,6	11,2
Kadar Air, Ww/Wd x 100%	%	80,0	80,6	62,5	62,7	51,7	51,8	43,1	42,9
Rata-rata		80,32		62,58		51,77		42,98	



Batas Cair (LL) didapat pada pukulan 25
Jadi, LL = $-1,5652 \ln(25) + 95,02 = 55,89 \%$

Diperiksa Oleh:

Makassar, Februari 2021
Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Muh. Ansar T.
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 Semen Dan Kapur Terhadap Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah Lempung Ekspansif"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Muh Ansar T

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

No Test	-	1	2
No. Container	-	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	35,1	36,3
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	33,8	34,9
Berat Container (W3)	Gram	23,3	24,1
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	1,3	1,4
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	10,5	10,8
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	12,38	12,96
Kadar Air Rata-rata	%	12,67	

$$\begin{aligned} \text{Indeks Plastisitas PI} &= \text{LL} - \text{PL} \\ &= 55,89 - 12,67 = 43,22 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Activity, A} &= \frac{\text{PI}}{\% \text{ Clay Sizes}} \\ &= \frac{43,22}{43,00} \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

Sumber: Braja M Das Jilid 1 & 2

Diperiksa Oleh

Makassar, Februari 2021
Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Muh. Ansar T.
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 Semen Dan Kapur Terhadap Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah Lempung Ekspansif"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Muh Ansar T

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

No. Test	-	1	2
Berat Mould (W1)	Gram	10,5	11,7
Berat Mould + Tanah Basah (W2)	Gram	35,5	37
Berat Mould + Tanah Kering (W3)	Gram	26,7	28,5
Berat Air Raksa yang dipakai untuk - mengisi mangkok shringkage (W4)	Gram	222,6	221,6
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test, (W5)	Gram	128,9	132,9
Berat Tanah Basah, $Ww=W2-W1$	Gram	25	25,3
Berat Tanah Kering, $Wd=W3-W1$	Gram	16,2	16,8
Berat Air, $Wa=W2-W3$	Gram	8,8	8,5
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	13,40	13,32
Volume tanah kering, $Vd=(W5-Wp)/r$	m ³	6,51	6,80
Kadar air = $Wa/Wd \times 100\%$	%	54,32	50,60
Batas susut : SL = Kadar air- $((Vw-Vd)/Wd) \times 100\%$	%	11,79	11,77
SL rata-rata	%	11,78	

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2021
Diuji Oleh:

Muh. Ansar T.
Mahasiswa



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

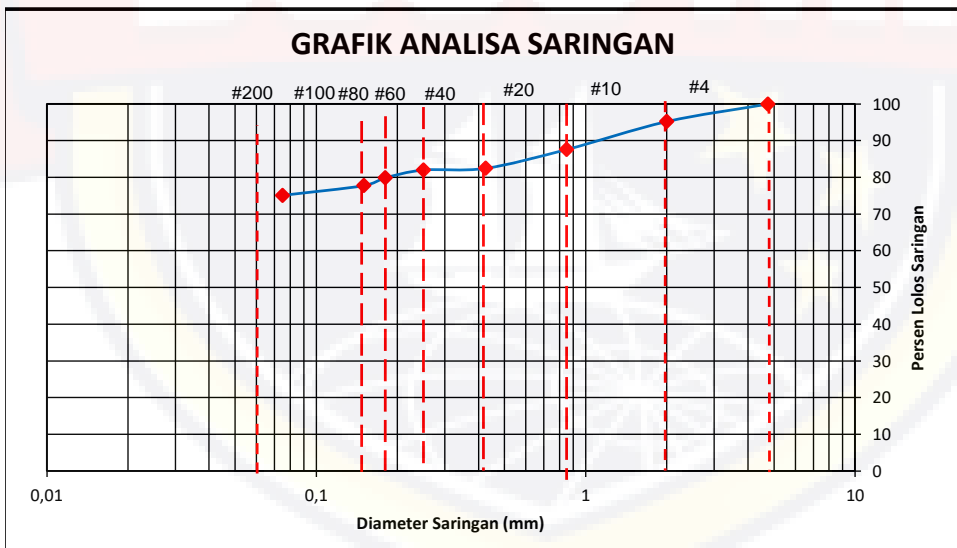
Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Pengaruh Semen Dan Kapur Terhadap Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah Lempung Ekspansif"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 24 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Muh Ansar T

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

	Berat (gram)
Berat tanah kering oven	500,00
Berat tanah kering tertahan sar. 200 sesudah dicuci	125,40
Berat tanah lolos saringan 200 setelah dicuci	374,60

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4,75	0	0	0	100
10	2,00	23,9	23,9	4,78	95,22
20	0,85	38,1	62,0	12,40	87,60
40	0,43	25,60	87,6	17,52	82,48
60	0,25	2,30	89,9	17,98	82,02
80	0,18	10,80	100,7	20,14	79,86
100	0,15	10,50	111,2	22,24	77,76
200	0,075	13,20	124,4	24,88	75,12
Pan	-	-	0,00	0,00	100,00



Makassar, Februari 2021
Diuji Oleh:

Diperiksa Oleh:

Hasrullah. ST.
Asisten Lab.

Muh. Ansar T.
Mahasiswa



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

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

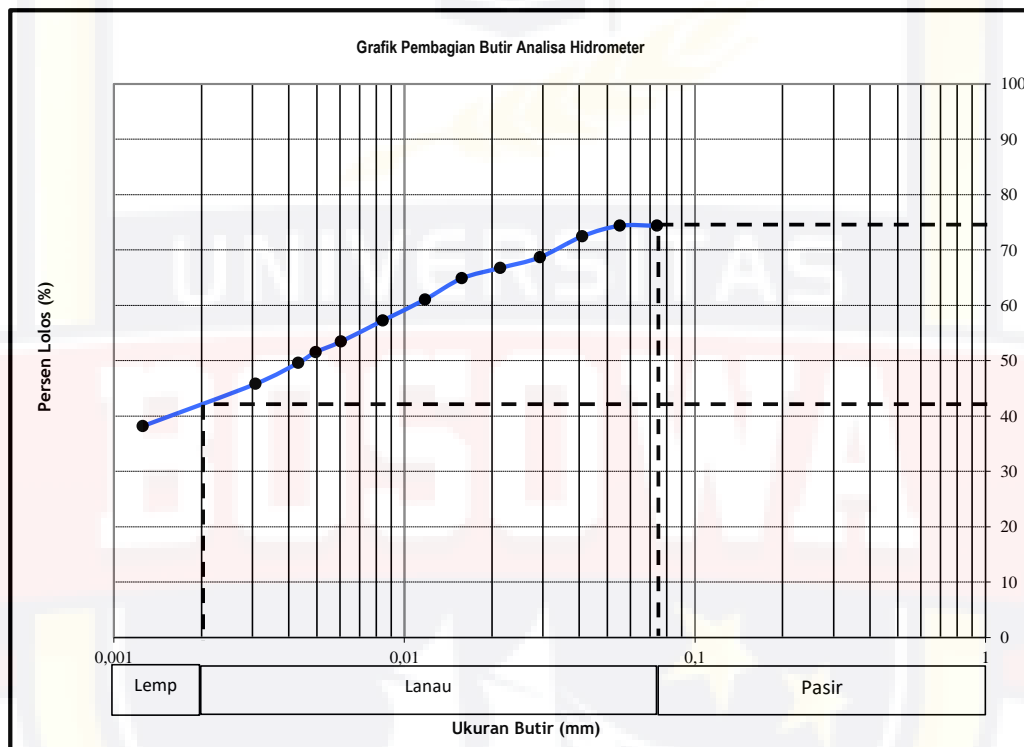
Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Pengaruh Semen Dan Kapur Terhadap Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah Lempung Ekspansif"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 25 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Muh Ansar T

**PENGUJIAN ANALISIS HIDROMETER TANAH
(SNI 3423:2008)**

Berat Jenis : 2,591 gram/cm³
Zero Correction : 1
Meniscus Correction : 1
Gs Correction : 1,037
{a = 1.65 Gs/[(Gs-1)xGs]} :
Berat Tanah, Ws : 50 gram

Rcp = R + Temperatur Correction - Zero Correction
Rcl = R + Meniscus Correction

Waktu (menit)	T (°C)	R	Rcp	% Butiran Halus a.Rcp/Ws x 100 %	Rcl	L (cm)	K	D=K (L/t) ^{0,5}
0,25	29	37	39	74,39	38	8,9	0,01240	0,07399
0,5	29	37	39	74,39	38	9,9	0,01240	0,05518
1	29	36	38	72,48	37	10,9	0,01240	0,04094
2	29	34	36	68,67	35	11,1	0,01240	0,02921
4	29	33	35	66,77	34	11,9	0,01240	0,02139
8	29	32	34	64,86	33	12,9	0,01240	0,01575
15	29	30	32	61,05	31	13,5	0,01240	0,01176
30	29	28	30	57,24	29	13,8	0,01240	0,00841
60	29	26	28	53,43	27	14,2	0,01240	0,00603
90	29	25	27	51,53	26	14,3	0,01240	0,00494
120	29	24	26	49,62	25	14,5	0,01240	0,00431
240	29	22	24	45,81	23	14,7	0,01240	0,00307
1440	29	18	20	38,19	19	14,8	0,01240	0,00126



Makassar, Januari 2021

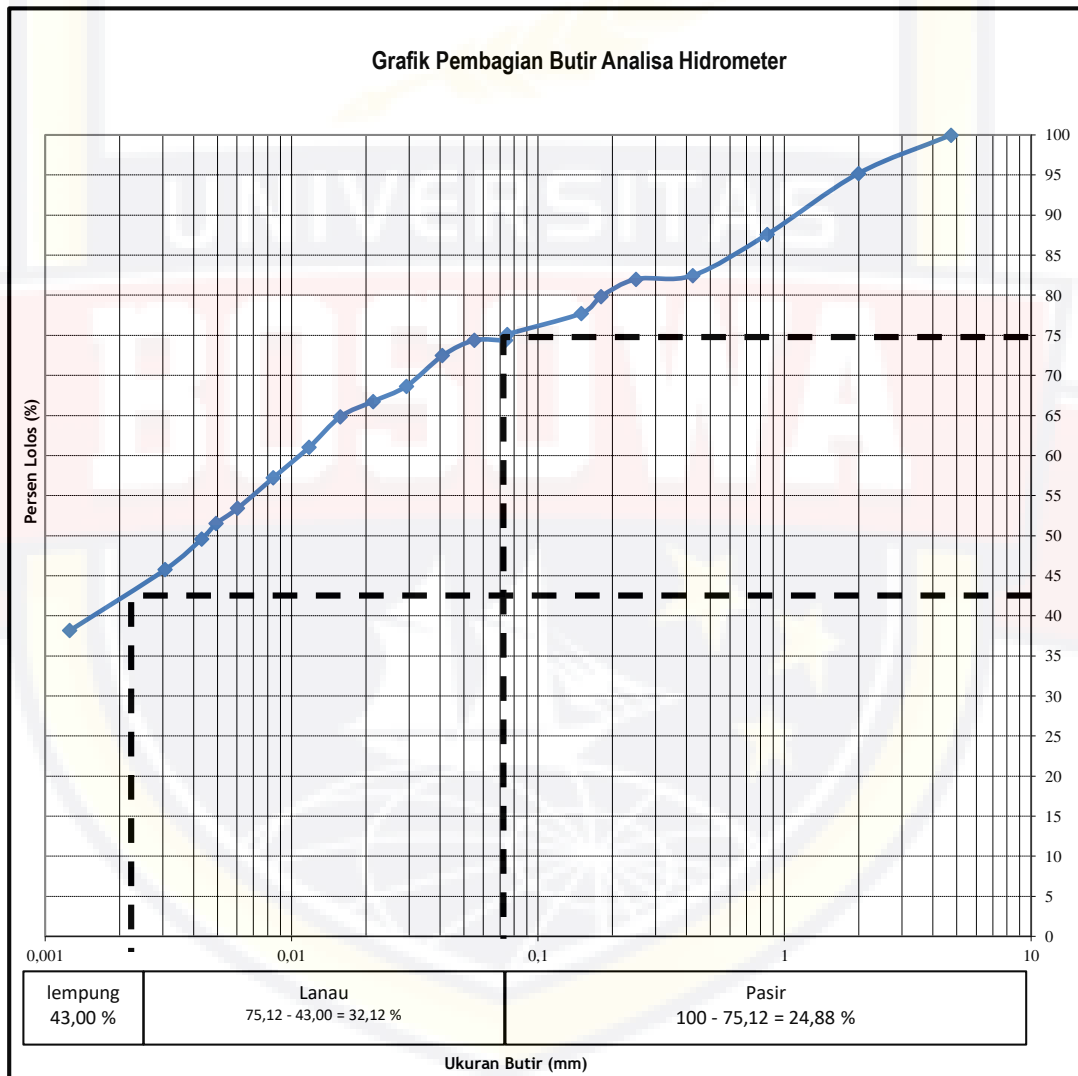
Diperiksa Oleh:

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Muh. Ansar T.
Mahasiswa

GRAFIK PEMBAGIAN BUTIR ANALISA HIDROMETER





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

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

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : "Pengaruh Semen Dan Kapur Terhadap Nilai CBR Dan Permeabilitas
 : Tanah Lempung Ekspasif"
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Asli
 Tanggal : 1 Maret 2021
 Dikerjakan Oleh : Muh. Ansar T.

PENGUJIAN KOMPAKSI

(SNI 03-1742-1989)

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	23,12	23,12	23,12	23,12	23,12
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	16,971	18,680	20,813	23,614	25,346

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	1714	1856	1789	1774	1839
Berat Tanah Basah + Mould	gram	3151	3499	3539	3472	3429
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1437	1643	1750	1698	1590
Volume Mould	cm ³	944	944	944	944	944
Berat Volume Basah γ _{wet} = W _{wet} / V _{mould}	gr/cm ³	1,522	1,740	1,854	1,799	1,684

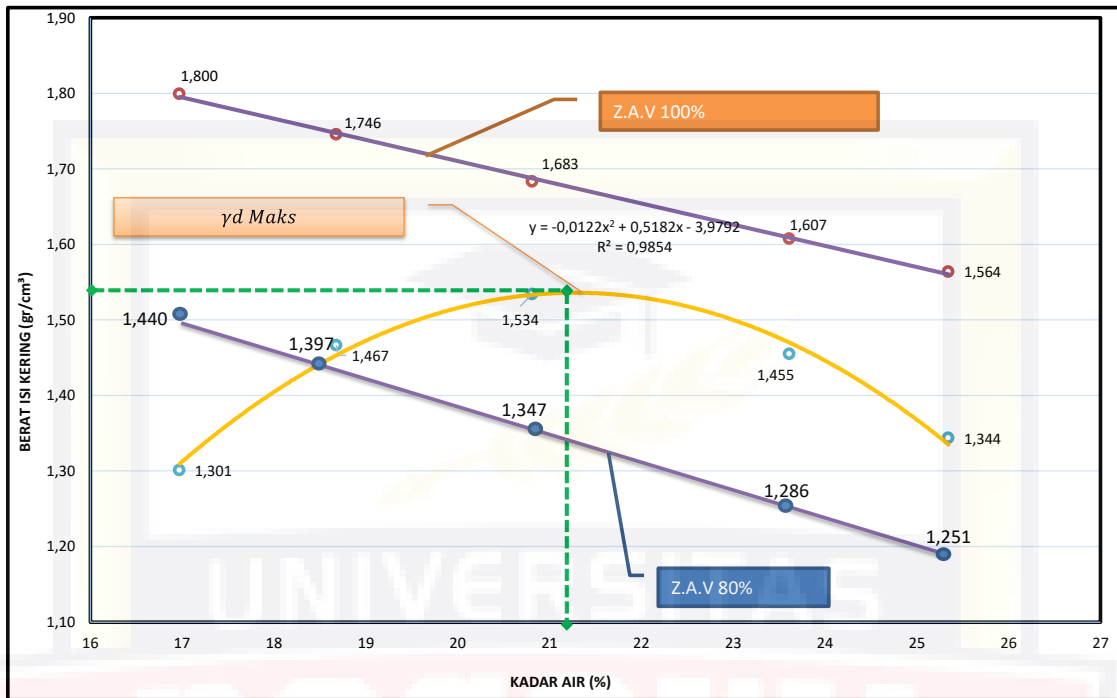
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	28,0	24,7	32,6	31,9	25,2	27,0	19,4	28,0	39,6	35,4
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	26,4	21,6	29,3	27,9	22,5	23,8	16,9	25,3	32,8	30,5
Berat Air (Ww)	gram	1,6	3,1	3,3	4,0	2,7	3,2	2,5	2,7	6,8	4,9
Berat Cawan	gram	8,9	9,1	9,2	8,8	8,8	9,2	8,8	8,8	8,7	8,7
Berat Tanah Kering	gram	17,5	12,5	20,1	19,1	13,7	14,6	8,1	16,5	24,1	21,8
Kadar Air (ω)	%	9,14	24,8	16,42	20,94	19,7	21,92	30,9	16,4	28,2	22,5
Kadar Air Rata-rata	%	16,971		18,680		20,813		23,614		25,346	

BERAT ISI KERING

Berat Isi Kering $\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + (w \times 100)}$	gr/cm ³	1,301	1,467	1,534	1,455	1,344
Berat Isi Basah $\gamma_d \text{ZAV}100 = \frac{G_s}{1 + (w \times G_s)/100} \times 1$	gr/cm ³	1,800	1,746	1,683	1,607	1,564
$\gamma_d \text{ZAV}80 = \frac{G_s}{1 + (w \times G_s)/100} \times 0.8$	gr/cm ³	1,440	1,397	1,347	1,286	1,251

Berat Jenis (G_s) = **2,591**



= 21,11 Kadar Air Optimum
 = 1,52 yd maks.

Diperiksa Oleh:

Makassar, Maret 2021
 Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
 Asisten Lab.

Muh Ansar T
 Mahasiswa



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (10X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B1
MATERIAL	: Tanah Lempung Ekspansif

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	34,20	40,50
Berat Tanah Kering + Container	gram	29,20	34,30
Berat Air	gram	5,00	8,80
Berat Container	gram	8,60	8,80
Berat Tanah Kering	gram	20,60	25,50
Kadar Air, ω	gram	24,27	34,51
Kadar Air rata-rata	%	29,39	

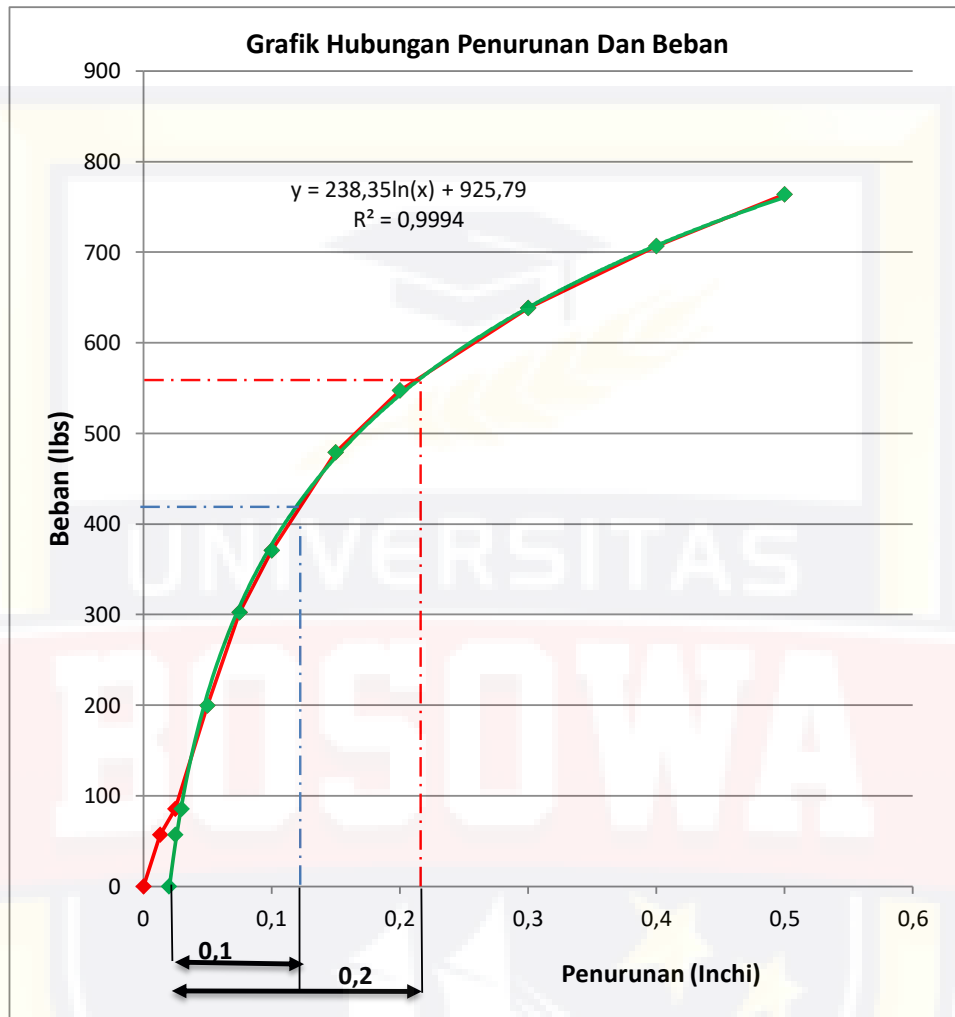
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5840
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	11380
C. Berat Tanah Basah	gram	5540
D. Volume Cetakan	cm ³	3210,2
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,726
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,334

Penetrasi

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	10	57,00
0,025	15	85,50
0,050	35	199,50
0,075	53	302,10
0,100	65	370,50
0,150	84	478,80
0,200	96	547,20
0,300	112	638,40
0,400	124	706,80
0,500	134	763,80



Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 239,40 \ln(x) + 926,13$ (lbs)	CBR (%)
0,1	418,53	12,59
0,2	563,64	13,95

Nilai CBR = 12,59 %

Catatan;

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

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



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (35X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B2
MATERIAL	: Tanah Lempung Ekspansif

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	32,80	36,80
Berat Tanah Kering + Container	gram	28,10	31,30
Berat Air	gram	4,70	5,50
Berat Container	gram	8,70	8,60
Berat Tanah Kering	gram	19,40	22,70
Kadar Air, ω	gram	24,23	24,23
Kadar Air rata-rata	%	24,23	

BERAT ISI

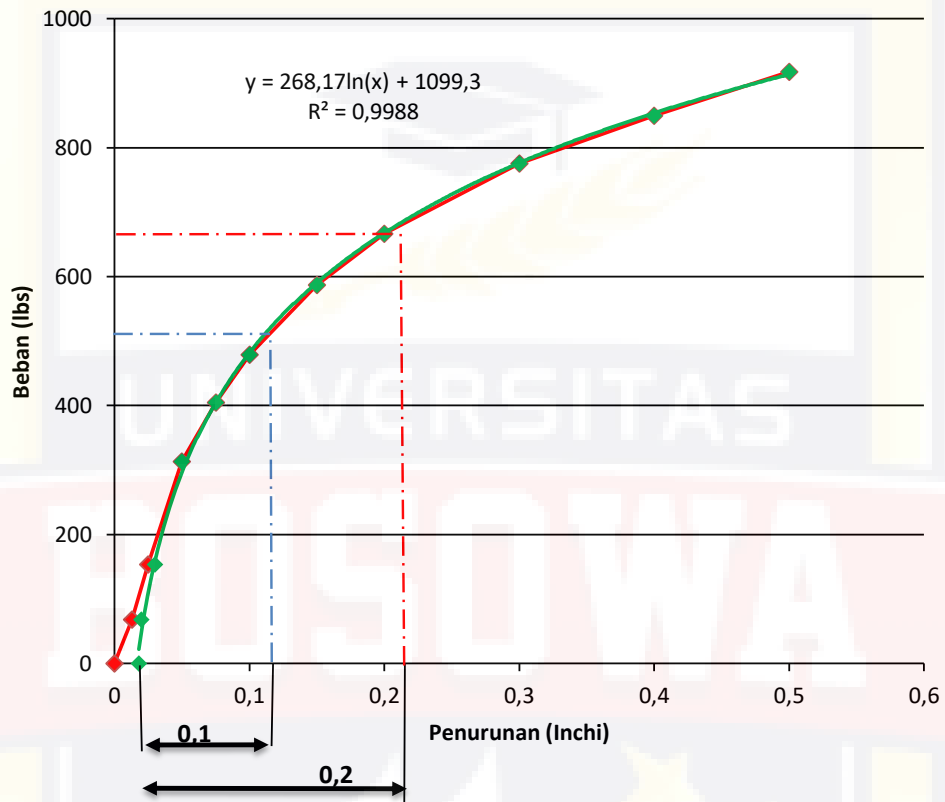
A. Berat Cetakan	gram	5640
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	11940
C. Berat Tanah Basah	gram	6300
D. Volume Cetakan	cm ³	3210,2
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,962
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,510

Penetrasi

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	12	68,40
0,025	27	153,90
0,050	55	313,50
0,075	71	404,70
0,100	84	478,80
0,150	103	587,10
0,200	117	666,90
0,300	136	775,20
0,400	149	849,30
0,500	161	917,70

Grafik Hubungan Penurunan Dan Beban



Penurunan, x (inchi)	$y = 268,17 \ln(x) + 1099,3$	Beban ln (x) + (lbs)	CBR (%)
0,1		529,76	15,39
0,2		692,43	17,66

Nilai CBR = 15,39 %

Catatan;

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

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



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (65X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B3
MATERIAL	: Tanah Lempung Ekspansif

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	33,60	37,10
Berat Tanah Kering + Container	gram	28,50	31,10
Berat Air	gram	5,10	6,00
Berat Container	gram	8,50	8,80
Berat Tanah Kering	gram	20,00	22,30
Kadar Air, ω	gram	25,50	26,91
Kadar Air rata-rata	%	26,20	

BERAT ISI

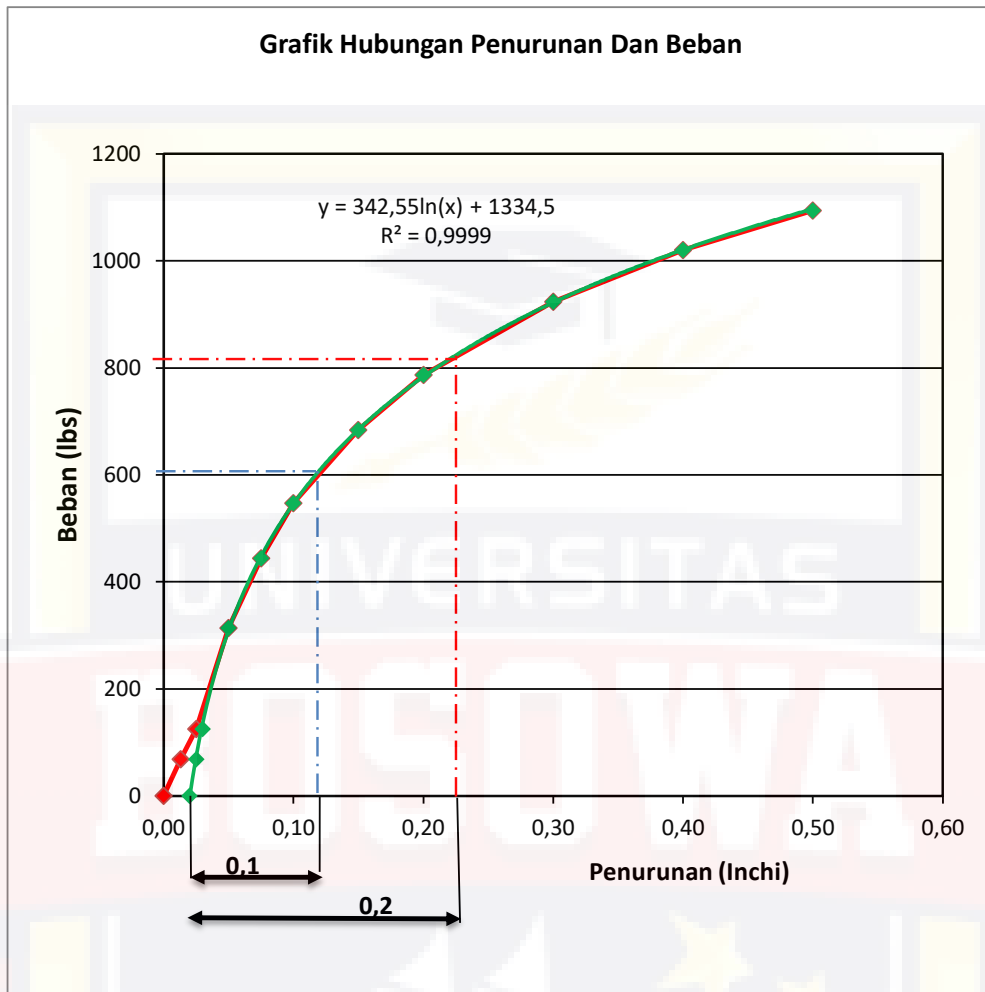
A. Berat Cetakan	gram	5620
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	12370
C. Berat Tanah Basah	gram	6750
D. Volume Cetakan	cm ³	3210,2
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,103
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,666

Penetrasi

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	12	68,40
0,025	22	125,40
0,050	55	313,50
0,075	78	444,60
0,100	96	547,20
0,150	120	684,00
0,200	138	786,60
0,300	162	923,40
0,400	179	1020,30
0,500	192	1094,40

Grafik Hubungan Penurunan Dan Beban



Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 342,55 \ln(x) + 1334,5$ (lbs)	CBR (%)
0,1	608,20	17,04
0,2	815,83	18,90

Nilai CBR = 17,04 %

Catatan;

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

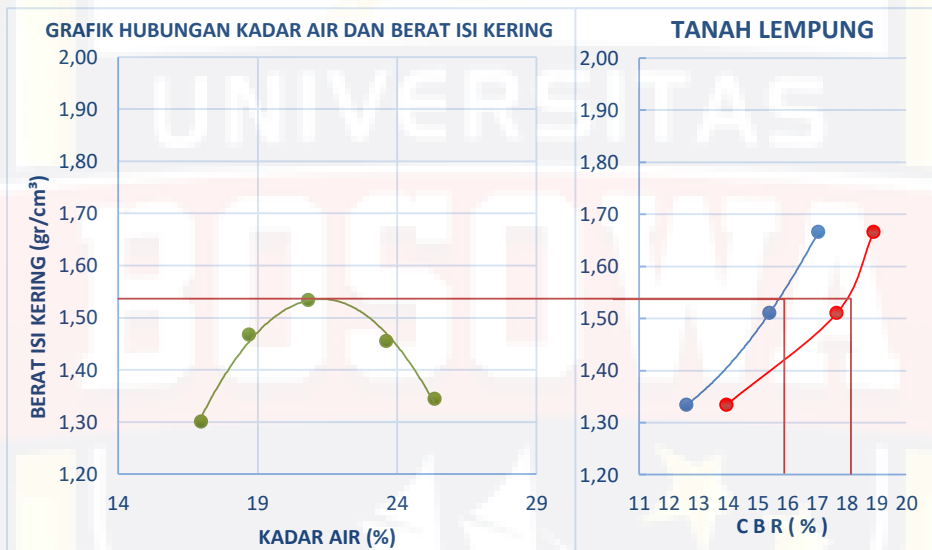
Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH : MUH ANSAR T
JUDUL : PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF
MATERIAL : TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR
(ASTM D 1833, AASTHO T-180 T-183)



Nilai CBR 1 inch = 15,9 %

Nilai CBR 2 inch = 18,0 %

DIPERIKSA OLEH :

DIUJI OLEH :

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (10X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B1
MATERIAL	: TE 80% + 0% PCC + 20% KPR

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	48,60	48,20
Berat Tanah Kering + Container	gram	44,30	43,90
Berat Air	gram	4,30	4,30
Berat Container	gram	6,10	6,50
Berat Tanah Kering	gram	38,20	37,40
Kadar Air, ω	gram	11,26	11,50
Kadar Air rata-rata	%	11,38	

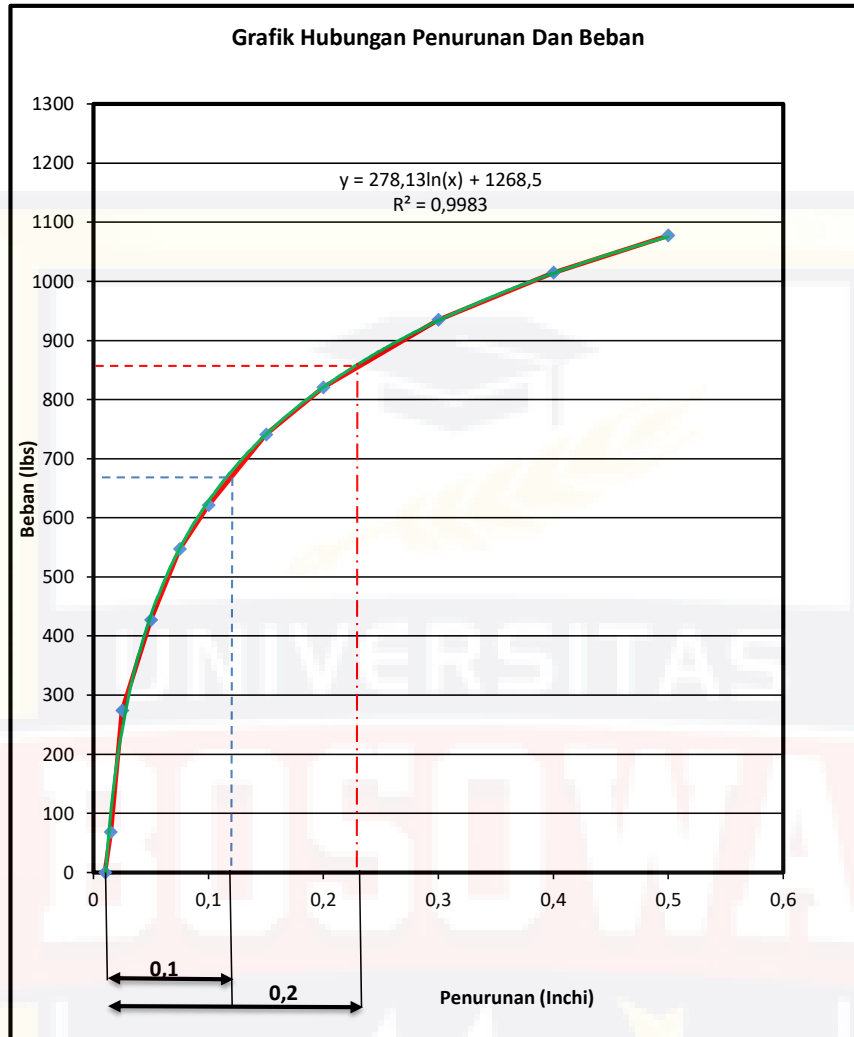
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6010
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9530
C. Berat Tanah Basah	gram	3520
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,484
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,333

Penetrasi

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	12	68,40
0,025	48	273,60
0,050	75	427,50
0,075	96	547,20
0,100	109	621,30
0,150	130	741,00
0,200	144	820,80
0,300	164	934,80
0,400	178	1014,60
0,500	189	1077,30



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 278,13 \ln(x) + 1268,5$ (lbs)	CBR (%)
0,1	628,08	18,19
0,2	820,86	20,00

Nilai CBR = 18,19 %

Catatan;

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

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



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (35X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B2
MATERIAL	: Tanah Lempung Lunak

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	49,60	47,90
Berat Tanah Kering + Container	gram	45,80	43,50
Berat Air	gram	3,80	4,40
Berat Container	gram	5,80	6,20
Berat Tanah Kering	gram	40,00	37,30
Kadar Air, ω	gram	9,50	11,80
Kadar Air rata-rata	%	10,65	

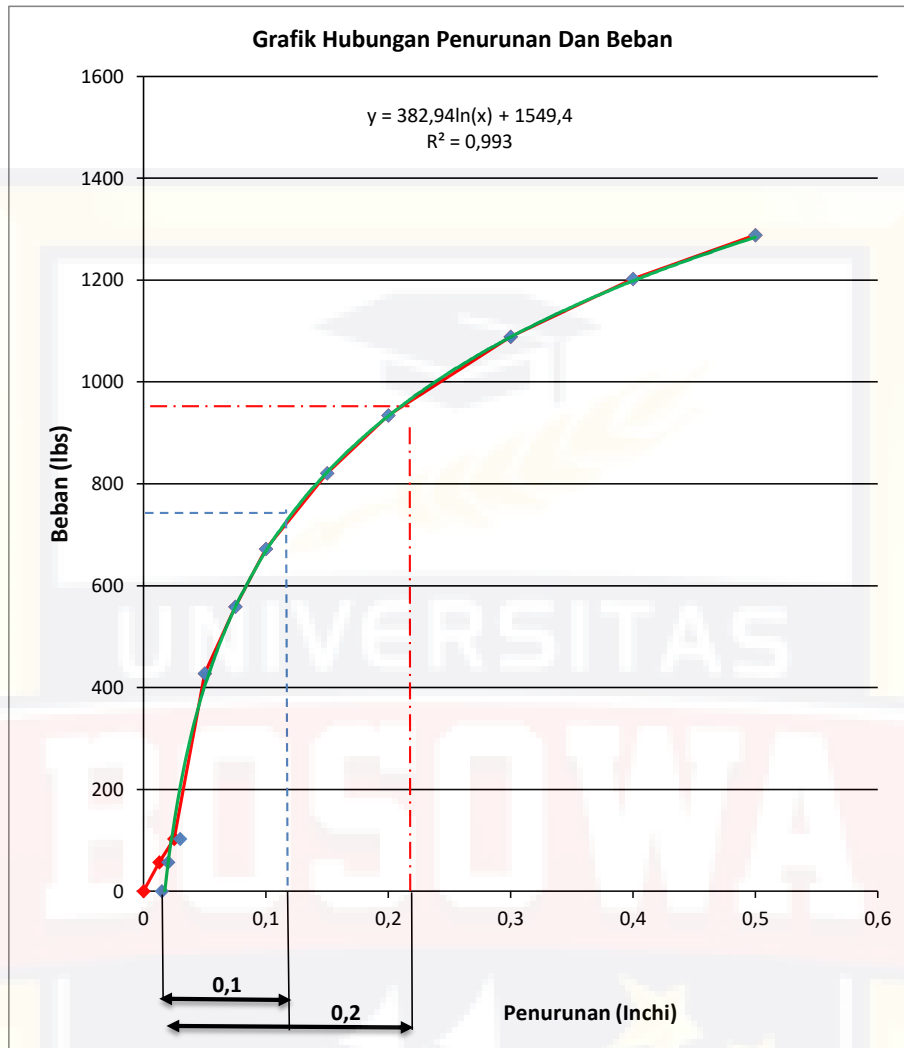
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5730
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	9835
C. Berat Tanah Basah	gram	4105
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,731
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,565

Penetrasi

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	10	57,00
0,025	18	102,60
0,050	75	427,50
0,075	98	558,60
0,100	118	672,60
0,150	144	820,80
0,200	164	934,80
0,300	191	1088,70
0,400	211	1202,70
0,500	226	1288,20



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 382,94 \ln(x) + 1549,4$ (lbs)	CBR (%)
0,1	667,64	27,10
0,2	933,08	29,00

Nilai CBR = 27,10 %

Catatan;

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

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



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (65X TUMBUKAN)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH : Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN : B3
MATERIAL : Tanah Lempung Lunak

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	48,50	49,30
Berat Tanah Kering + Container	gram	44,90	45,70
Berat Air	gram	3,60	3,60
Berat Container	gram	6,60	6,40
Berat Tanah Kering	gram	38,30	39,30
Kadar Air, ω	gram	9,40	9,16
Kadar Air rata-rata	%	9,28	

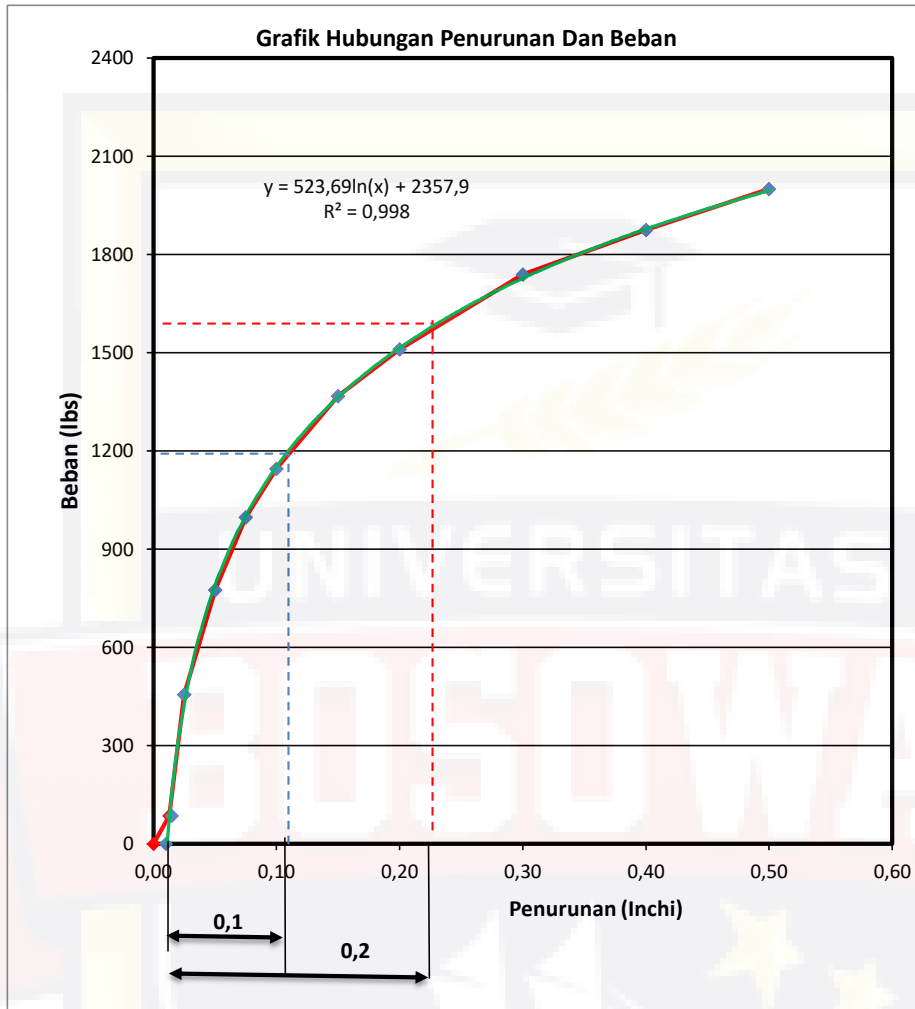
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5742
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	10226
C. Berat Tanah Basah	gram	4484
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,891
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,730

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	80	456,00
0,050	136	775,20
0,075	175	997,50
0,100	201	1145,70
0,150	240	1368,00
0,200	265	1510,50
0,300	305	1738,50
0,400	329	1875,30
0,500	351	2000,70



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 523,7 \ln(x) + 2357,9$ (lbs)	CBR (%)
0,1	1152,05	35,02
0,2	1515,05	38,00

Nilai CBR = 35,02 %

Catatan;

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

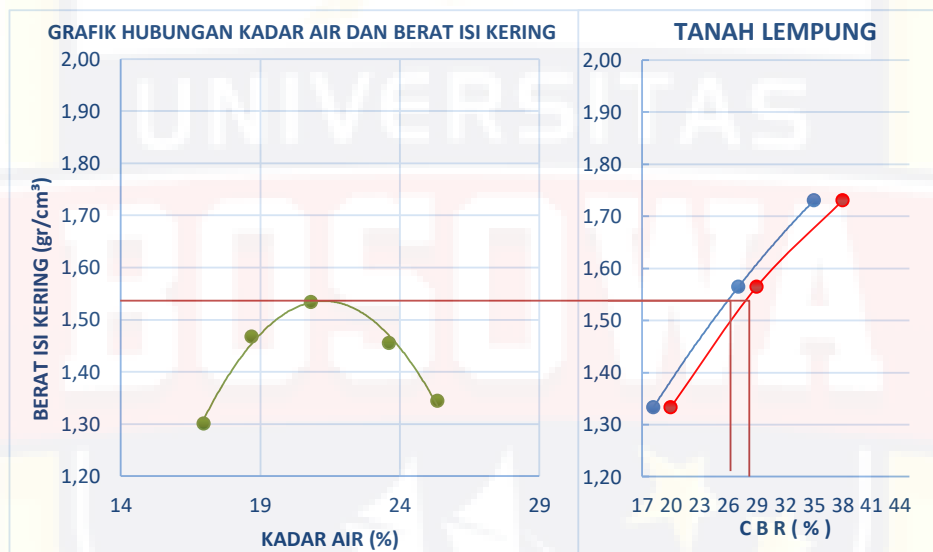
Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH : MUH ANSAR T
JUDUL : PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF
MATERIAL : TE 80% + 0% PCC + 20% KPR

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR
(ASTM D 1833, AASHTO T-180 T-183)



Nilai CBR 1 inch = 26,0 %

Nilai CBR 2 inch = 28,0 %

DIPERIKSA OLEH :

DIUJI OLEH :

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (10X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B1
MATERIAL	: TE 80% + 6% PPC + 14% KPR

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	25,10	25,30
Berat Tanah Kering + Container	gram	21,90	22,20
Berat Air	gram	3,20	3,10
Berat Container	gram	6,60	6,50
Berat Tanah Kering	gram	15,30	15,70
Kadar Air, ω	gram	20,92	19,75
Kadar Air rata-rata	%	20,33	

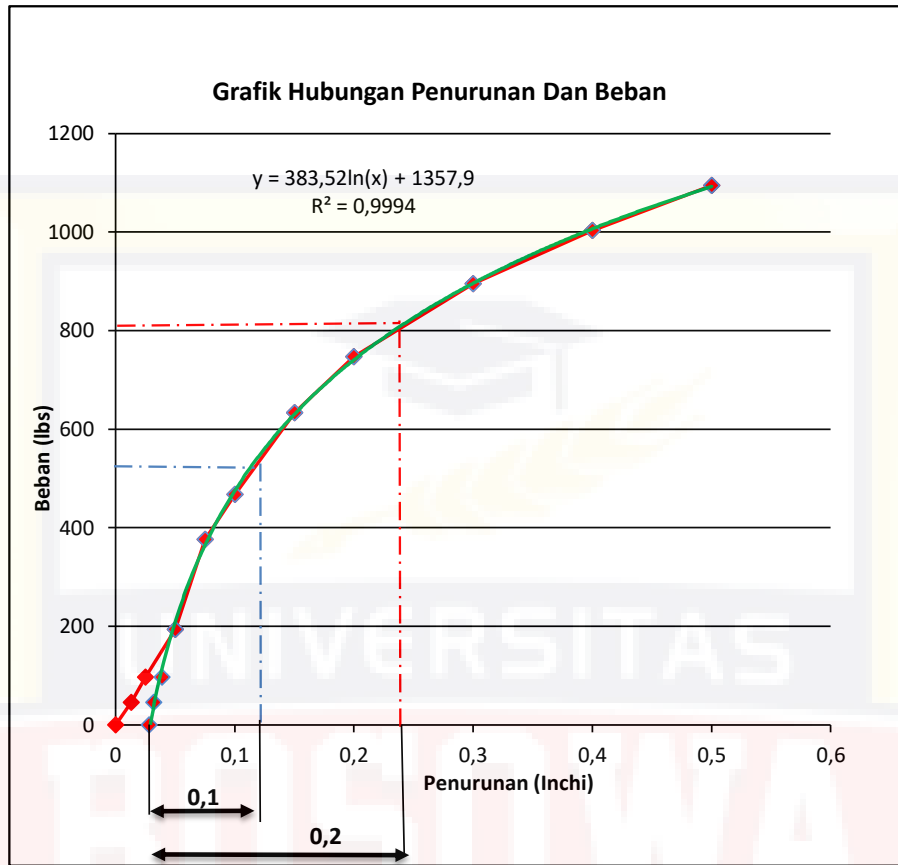
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6010
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9590
C. Berat Tanah Basah	gram	3580
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,510
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,255

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	17	96,90
0,050	34	193,80
0,075	66	376,20
0,100	82	467,40
0,150	111	632,70
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 $y = 383,52 \ln(x) + 1357,9$ (lbs)	CBR (%)
0,1	544,73	18,01
0,2	810,57	20,25

Nilai CBR = 20,25 %



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (35X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B2
MATERIAL	: TE 80% + 6% PPC + 14% KPR

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	25,20	24,10
Berat Tanah Kering + Container	gram	22,80	20,90
Berat Air	gram	2,40	3,20
Berat Container	gram	6,50	6,60
Berat Tanah Kering	gram	16,30	14,30
Kadar Air, ω	gram	14,72	22,38
Kadar Air rata-rata	%	18,55	

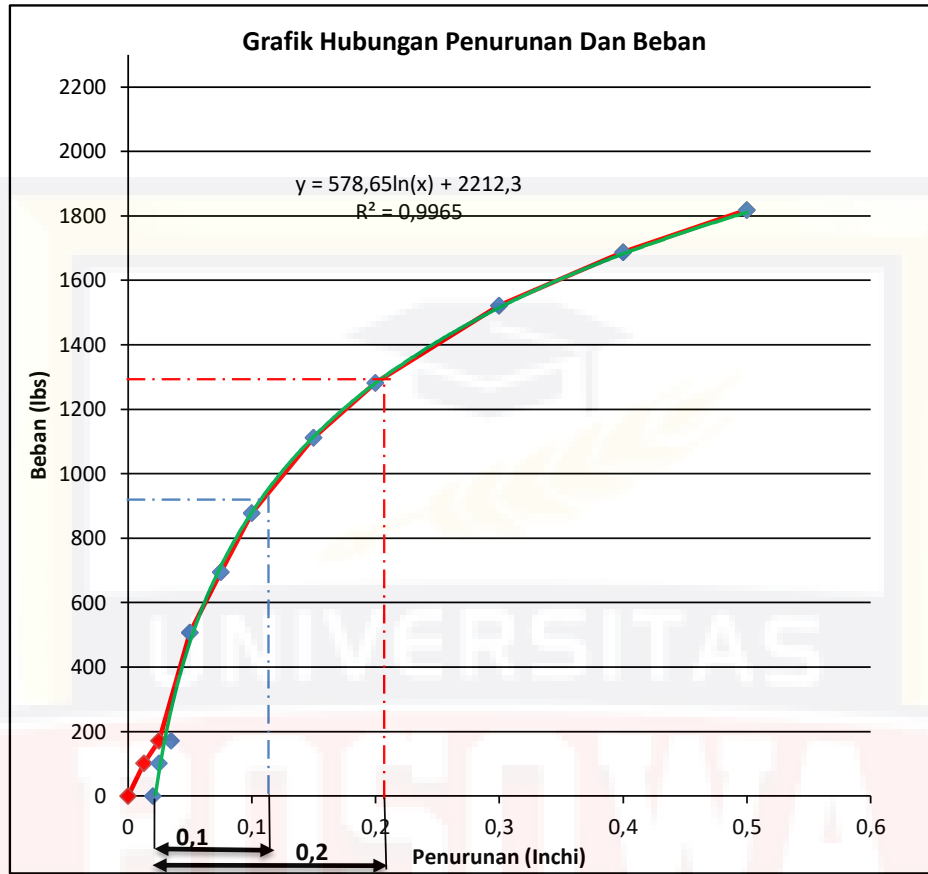
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5730
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	9895
C. Berat Tanah Basah	gram	4165
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,756
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	18	102,60
0,025	30	171,00
0,050	89	507,30
0,075	122	695,40
0,100	154	877,80
0,150	195	1111,50
0,200	225	1282,50
0,300	267	1521,90
0,400	296	1687,20
0,500	319	1818,30



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 578,65 \ln(x) + 2212,3$ (lbs)	CBR (%)
0,1	981,40	28,65
0,2	1332,46	30,30

Nilai CBR = 30,30 %



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (65X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B3
MATERIAL	: TE 80% + 6% PPC + 14% KPR

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	24,70	25,20
Berat Tanah Kering + Container	gram	21,60	22,30
Berat Air	gram	3,10	2,90
Berat Container	gram	6,50	6,40
Berat Tanah Kering	gram	15,10	15,90
Kadar Air, ω	gram	20,53	18,24
Kadar Air rata-rata	%	19,38	

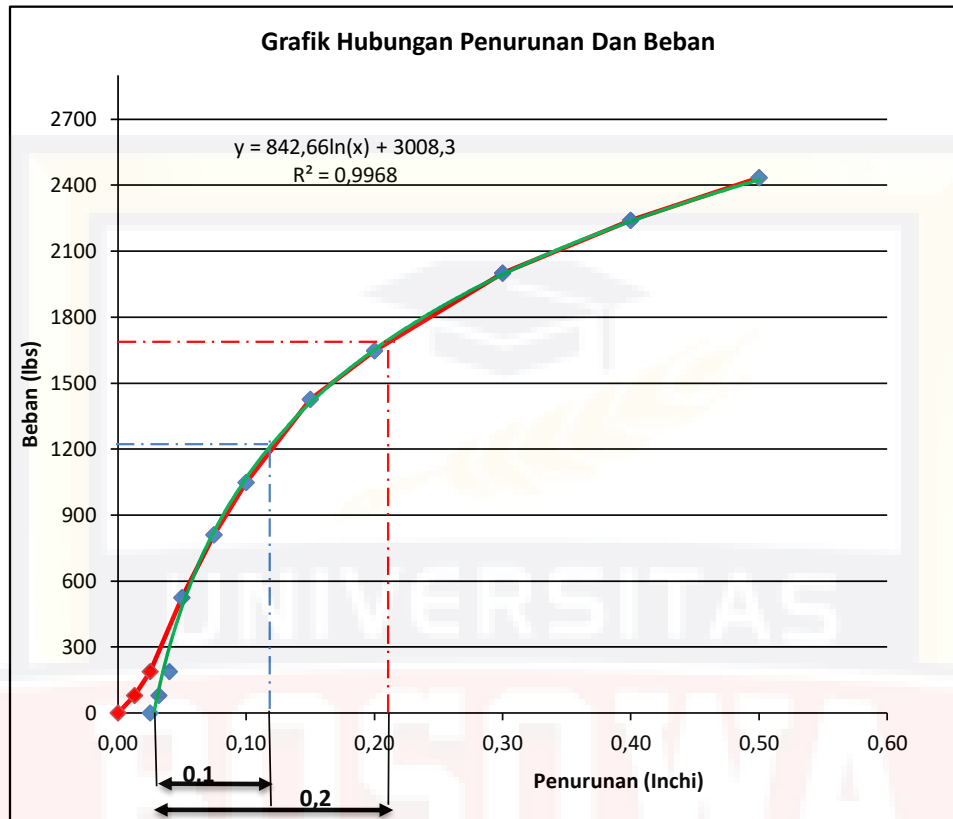
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5830
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	10450
C. Berat Tanah Basah	gram	4620
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,948
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,632

Penetrasi

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	14	79,80
0,025	33	188,10
0,050	92	524,40
0,075	142	809,40
0,100	184	1048,80
0,150	250	1425,00
0,200	289	1647,30
0,300	351	2000,70
0,400	393	2240,10
0,500	427	2433,90



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 842,66 \ln(x) + 3008,3$ (lbs)	CBR (%)
0,1	1216,80	36,00
0,2	1728,95	40,10

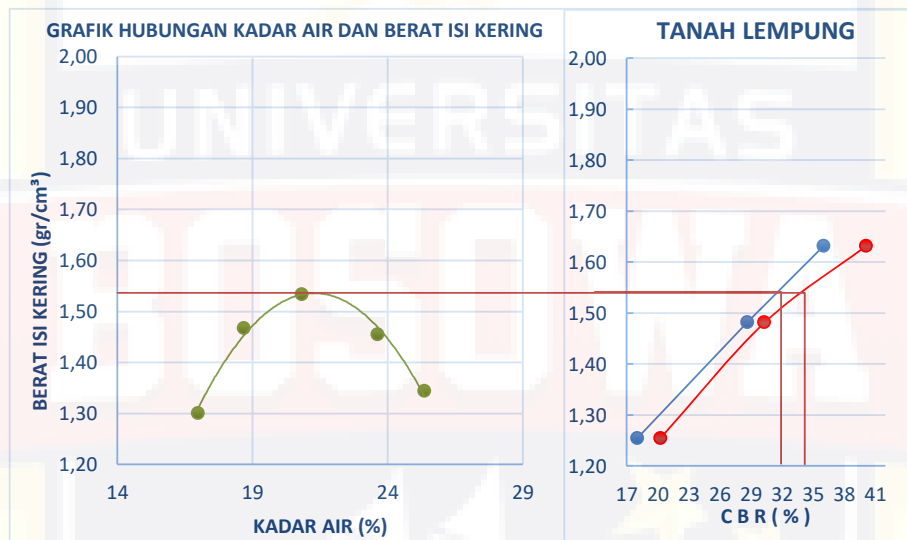
Nilai CBR = 37,50 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH : MUH ANSAR T
JUDUL : PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF
MATERIAL : TE 80% + 6% PPC + 14% KPR

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR
(ASTM D 1833, AASHTO T-180 T-183)



Nilai CBR 1 inch = 32,0 %

Nilai CBR 2 inch = 34,10 %

DIPERIKSA OLEH :

DIUJI OLEH :

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (10X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B1
MATERIAL	: TE 80% + 14%PCC + 6% KPR

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	48,70	49,20
Berat Tanah Kering + Container	gram	41,30	42,50
Berat Air	gram	7,40	6,70
Berat Container	gram	8,90	8,50
Berat Tanah Kering	gram	32,40	34,00
Kadar Air, ω	gram	22,84	19,71
Kadar Air rata-rata	%	21,27	

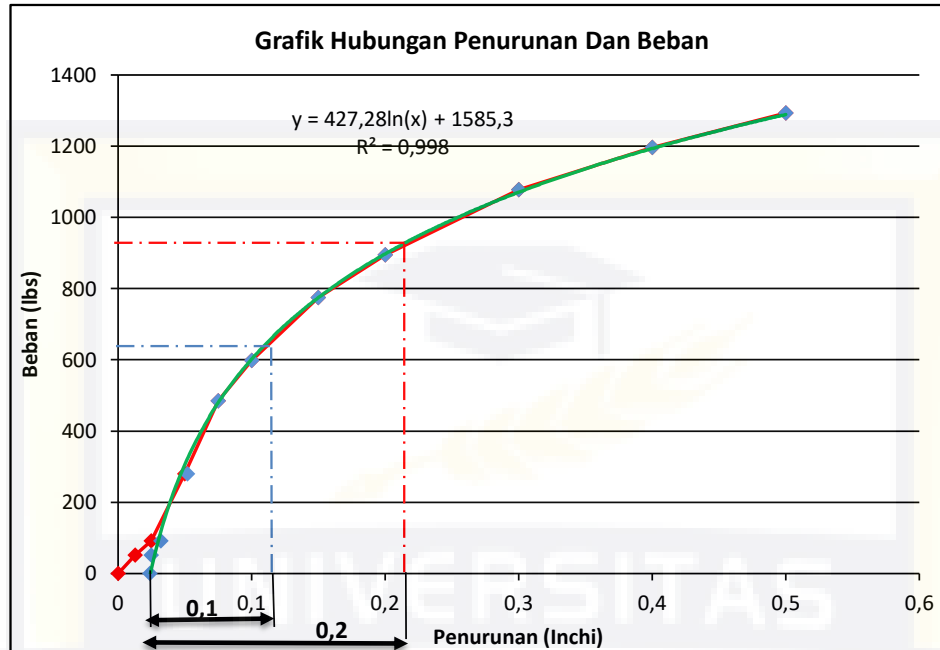
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6006
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	9915
C. Berat Tanah Basah	gram	3909
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,648
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,359

Penetrasi

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

Penurunan	Pembacaan Dial	Beban
	PER (Div)	(lbs)
0	0	0
0,013	9	51,30
0,025	16	91,20
0,050	49	279,30
0,075	85	484,50
0,100	105	598,50
0,150	136	775,20
0,200	157	894,90
0,300	189	1077,30
0,400	210	1197,00
0,500	227	1293,90



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 433,36 \ln(x) + 1584,6$ (lbs)	CBR (%)
0,1	665,62	20,68
0,2	928,43	23,23

Nilai CBR = 20,68 %

Catatan;

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

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



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (35X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B2
MATERIAL	: TE 80% + 14%PCC + 6% KPR

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	52,10	53,50
Berat Tanah Kering + Container	gram	45,20	46,20
Berat Air	gram	6,90	7,30
Berat Container	gram	8,40	8,60
Berat Tanah Kering	gram	36,80	37,60
Kadar Air, ω	gram	18,75	19,41
Kadar Air rata-rata	%	19,08	

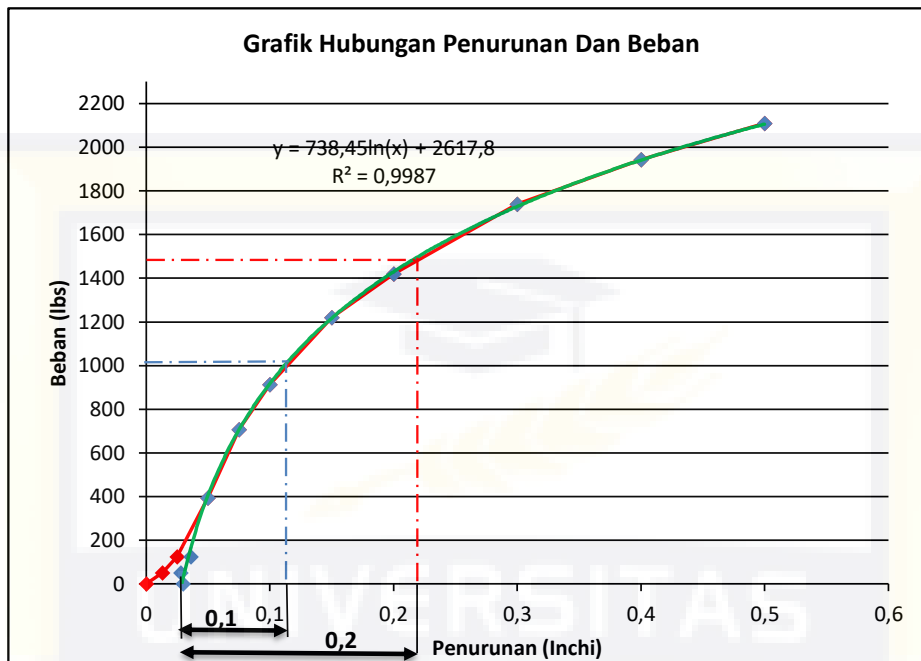
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5730
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	10110
C. Berat Tanah Basah	gram	4380
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,847
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,510

Penetrasi

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	9	51,30
0,025	22	125,40
0,050	69	393,30
0,075	124	706,80
0,100	160	912,00
0,150	214	1219,80
0,200	249	1419,30
0,300	305	1738,50
0,400	341	1943,70
0,500	370	2109,00



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 750,67 \ln(x) + 2617,2$ (lbs)	CBR (%)
0,1	1025,58	33,00
0,2	1480,57	35,50

Nilai CBR = 35,50 %

Catatan;

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

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



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (65X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B3
MATERIAL	: TE 80% + 14%PCC + 6% KPR

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	51,50	51,70
Berat Tanah Kering + Container	gram	43,50	43,80
Berat Air	gram	8,00	7,90
Berat Container	gram	8,40	8,60
Berat Tanah Kering	gram	35,10	35,20
Kadar Air, ω	gram	22,79	22,44
Kadar Air rata-rata	%	22,62	

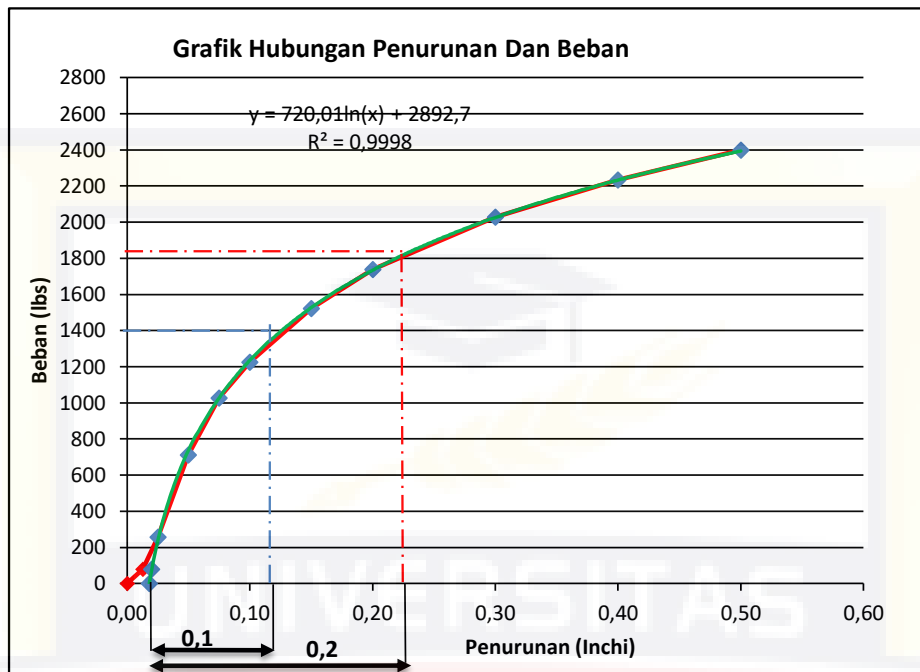
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5530
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	10130
C. Berat Tanah Basah	gram	4600
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,940
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1+\omega)$	gram/cm ³	1,600

Penetrasi

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	14	79,80
0,025	45	256,50
0,050	125	712,50
0,075	180	1026,00
0,100	215	1225,50
0,150	267	1521,90
0,200	305	1738,50
0,300	356	2029,20
0,400	392	2234,40
0,500	421	2399,70



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 720,01 \ln(x) + 2892,7$ (lbs)	CBR (%)
0,1	1352,06	38,45
0,2	1823,41	40,80

Nilai CBR = 38,45 %

Catatan;

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

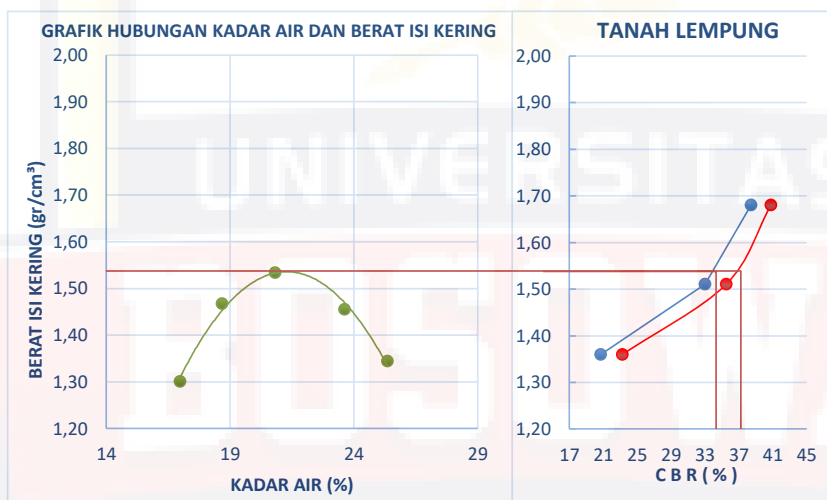
Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH : MUH ANSAR T
JUDUL : PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF
MATERIAL : TE 80% + 14%PCC + 6%KPR

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR
(ASTM D 1833, AASHTO T-180 T-183)



Nilai CBR 1 inch = 33,5 %

Nilai CBR 2 inch = 37,0 %

DIPERIKSA OLEH :

DIUJI OLEH :

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (10X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B1
MATERIAL	: TE 80% + 20% PCC + 0% KPR

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	62,40	63,60
Berat Tanah Kering + Container	gram	57,10	57,70
Berat Air	gram	5,30	5,90
Berat Container	gram	9,00	8,60
Berat Tanah Kering	gram	48,10	49,10
Kadar Air, ω	gram	11,02	12,02
Kadar Air rata-rata	%	11,52	

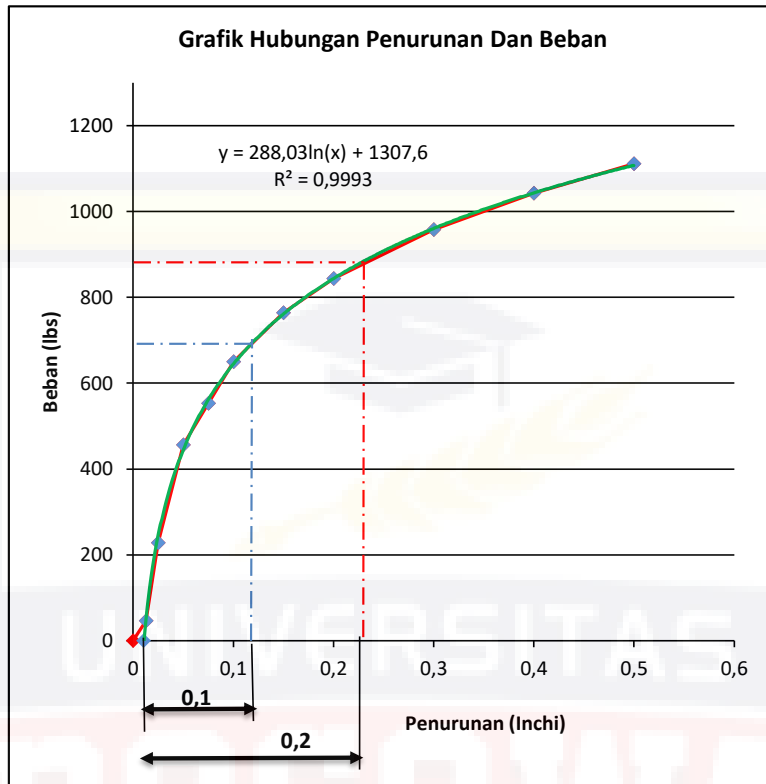
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5640
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	9235
C. Berat Tanah Basah	gram	3595
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,516
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,359

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	40	228,00
0,050	80	456,00
0,075	97	552,90
0,100	114	649,80
0,150	134	763,80
0,200	148	843,60
0,300	168	957,60
0,400	183	1043,10
0,500	195	1111,50



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 288,0 \ln(x) + 1307,6$ (lbs)	CBR (%)
0,1	668,33	21,90
0,2	851,42	24,00

Nilai CBR = 21,90 %

Catatan;

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

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



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (35X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B2
MATERIAL	: TE 80% + 20% PCC + 0% KPR

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	62,10	63,20
Berat Tanah Kering + Container	gram	56,20	57,40
Berat Air	gram	5,90	5,80
Berat Container	gram	8,30	8,40
Berat Tanah Kering	gram	47,90	49,00
Kadar Air, ω	gram	12,32	11,84
Kadar Air rata-rata	%	12,08	

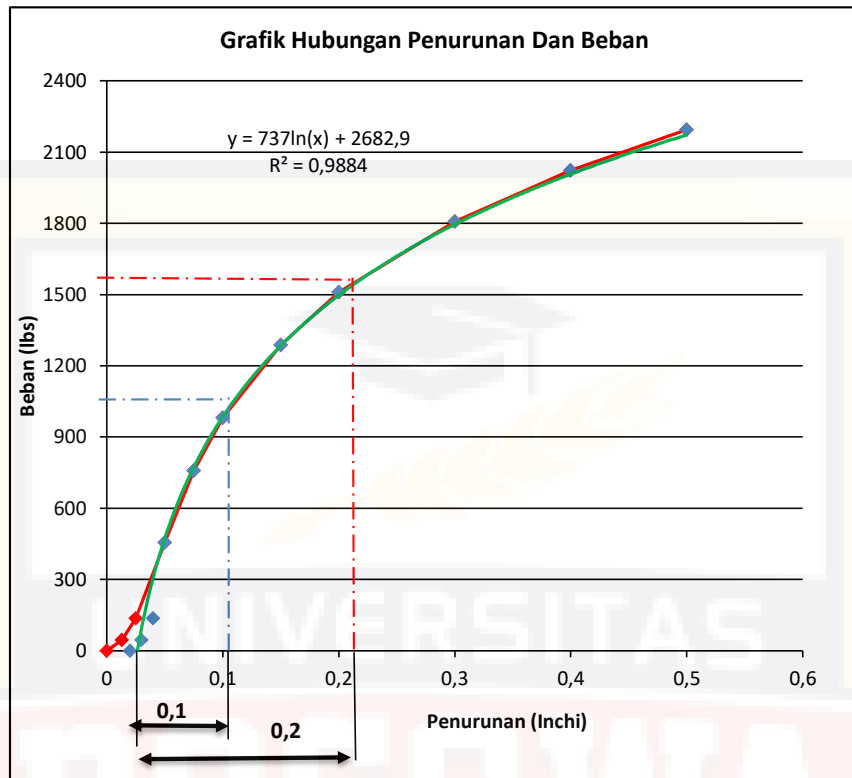
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6040
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	10165
C. Berat Tanah Basah	gram	4125
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,740
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,552

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	24	136,80
0,050	80	456,00
0,075	133	758,10
0,100	172	980,40
0,150	226	1288,20
0,200	265	1510,50
0,300	317	1806,90
0,400	355	2023,50
0,500	385	2194,50



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 737,0 \ln(x) + 26829$ (lbs)	CBR (%)
0,1	1095,27	36,00
0,2	1550,31	39,20

Nilai CBR = 39,20 %

Catatan;

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

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



PEMERIKSAAN CBR LABORATORIUM (65X TUMBUKAN)

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI	: LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH	: Muh Ansar T / 45 16 041 126
LAMPIRAN	: B3
MATERIAL	: TE 80% + 20% PCC + 0% KPR

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	57,20	59,20
Berat Tanah Kering + Container	gram	52,90	53,80
Berat Air	gram	4,30	5,40
Berat Container	gram	9,00	8,90
Berat Tanah Kering	gram	43,90	44,90
Kadar Air, ω	gram	9,79	12,03
Kadar Air rata-rata	%	10,91	

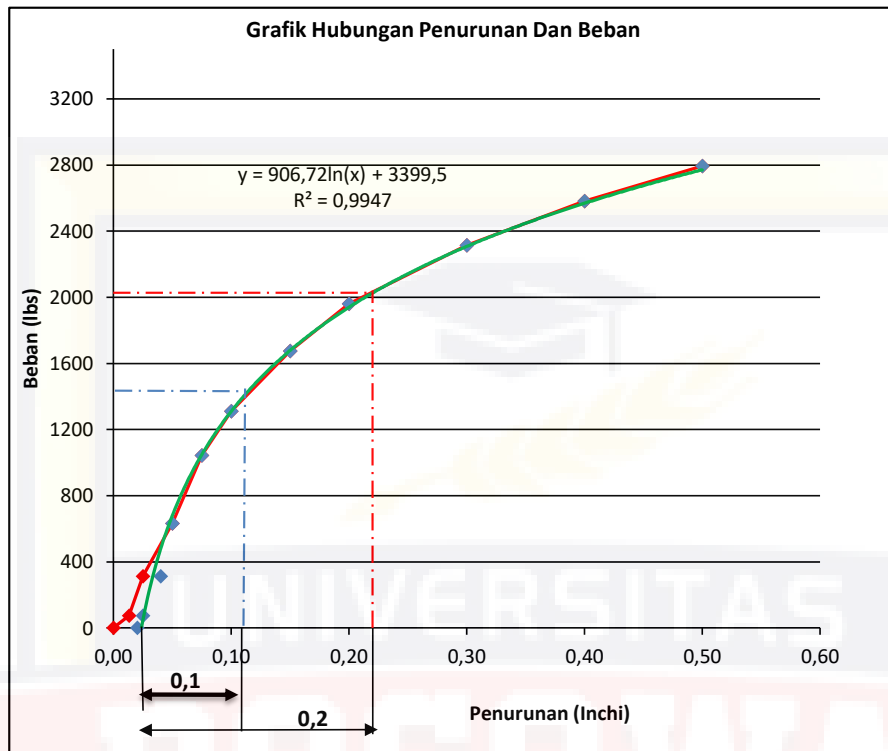
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6125
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	10810
C. Berat Tanah Basah	gram	4685
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,976
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,781

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	55	313,50
0,050	111	632,70
0,075	183	1043,10
0,100	230	1311,00
0,150	294	1675,80
0,200	344	1960,80
0,300	406	2314,20
0,400	453	2582,10
0,500	490	2793,00



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 906,7 \ln(x) + 3399,5$ (lbs)	CBR (%)
0,1	1467,99	45,15
0,2	2029,17	48,39

Nilai CBR = 48,39 %

Catatan;

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

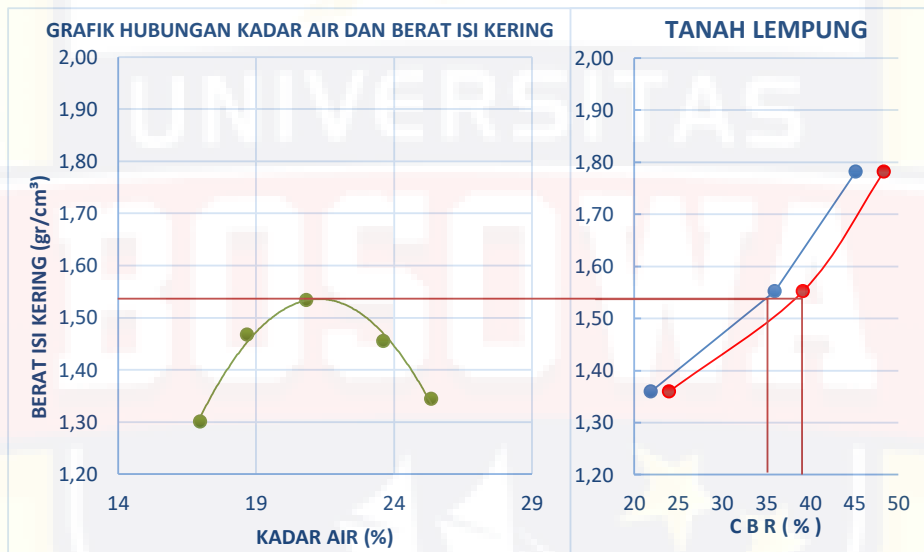
Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH : MUH ANSAR T
JUDUL : PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF
MATERIAL : TE 80% +20% PCC + 0% KPR

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR
(ASTM D 1833, AASHTO T-180 T-183)



Nilai CBR 1 inch = 35,0 %

Nilai CBR 2 inch = 39,8 %

DIPERIKSA OLEH :

DIUJI OLEH :

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (10 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	33,10	33,90	37,33	38,1
Berat Tanah Kering + Container	gram	27,50	28,10	30,00	30,30
Berat Air	gram	5,60	5,80	7,33	7,8
Berat Container	gram	9,90	10,20	10,10	9,20
Berat Tanah Kering	gram	17,60	17,90	19,90	21,10
Kadar Air, ω	gram	31,82	32,40	36,83	36,97
Kadar Air rata-rata	%	32,11		36,90	

BERAT ISI

NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	4805	4805
Berata Tanah + mould	gram	8550	7890
Berat Tanah	gram	3745	3085
Volume mould	cm ³	2069	2069
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,810	1,491
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,370	1,089

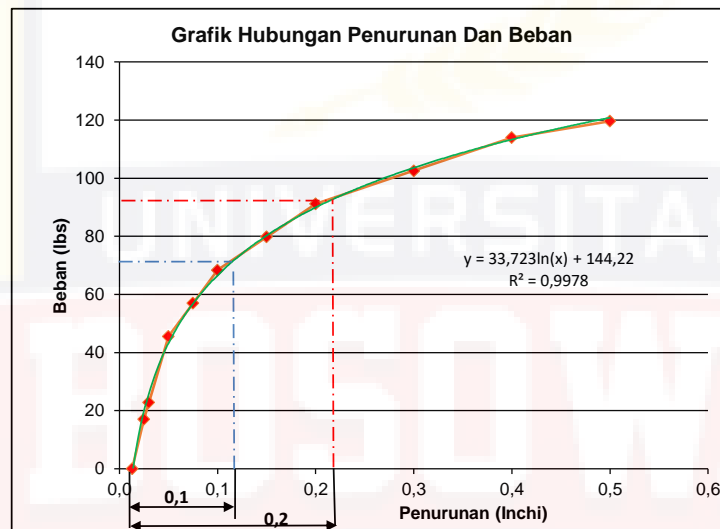
PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm):		116	
	Sample Hei., h(mm):		152	
Tanggal	13/04/2021	14/04/2021	15/04/2021	16/04/2021
Waktu	14.44	14.44	14.44	14.44
Pembacaan dial, dh(mm)	177,5460	181,6100	191,7700	195,3260
Swelling, $e = dh/h$ (%)	116,8066	119,4803	126,1645	128,5039
Rata - rata(%)	122,7388			

Pengembangan			Pembacaan			Swelling
Tanggal	Jam	Δt	(inch)	(mm)	(%)	
21/6/2021	15.08	0	0	0	0	
	15.09	1 menit	0,050	1,270	0,836	
	15.10	2	0,080	2,032	1,337	
	15.11	3	0,110	2,794	1,838	
	15.12	4	0,140	3,556	2,339	
	15.13	5	0,150	3,810	2,507	
	15.18	10	0,280	7,112	4,679	
	15.23	15	0,380	9,652	6,350	
	15.38	30	0,540	13,716	9,024	
	16.08	1 jam	0,950	24,130	15,875	
	17.08	2	1,200	30,480	20,053	
	18.08	3	2,050	52,070	34,257	
	19.08	4	2,320	58,928	38,768	
22/6/2021	15.08	1 hari	6,990	177,546	116,807	
23/6/2021	15.08	2	7,150	181,610	119,480	
25/6/2021	15.08	3	7,550	191,770	126,164	
24/6/2021	15.08	4	7,690	195,326	128,504	

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	4	22,80
0,050	8	45,60
0,075	10	57,00
0,100	12	68,40
0,150	14	79,80
0,200	16	91,20
0,300	18	102,60
0,400	20	114,00
0,500	21	119,70



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban ln (x) + (lbs)	CBR (%)
0,1	72,26	2,03
0,2	92,85	2,25

NILAI CBR = 2,25

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH. ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (35 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	33,40	33,90	37,33	38,10
Berat Tanah Kering + Container	gram	27,50	28,10	30,10	30,50
Berat Air	gram	5,90	5,80	7,23	7,6
Berat Container	gram	9,70	10,40	10,30	9,70
Berat Tanah Kering	gram	17,80	17,70	19,80	20,80
Kadar Air, ω	gram	33,15	32,77	36,52	36,54
Kadar Air rata-rata	%	32,96		36,53	

BERAT ISI

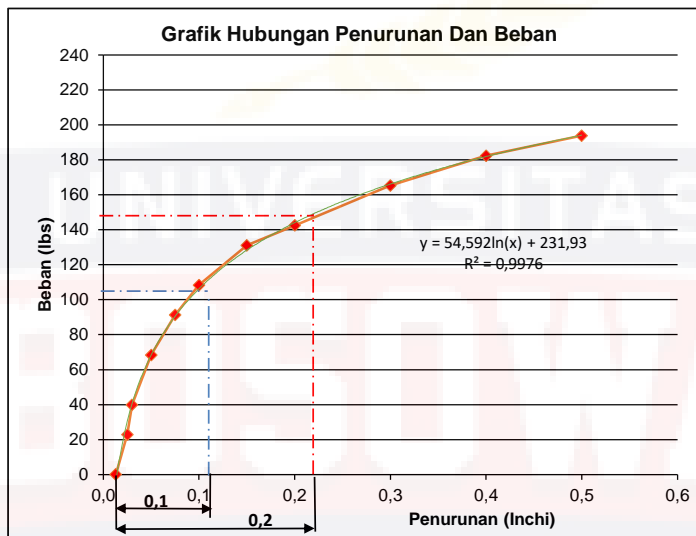
NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	2805	2805
Berata Tanah + mould	gram	6542	7789
Berat Tanah	gram	3737	4984
Volume mould	cm ³	2069	2069
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,806	2,409
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,358	1,812

PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm):		116	
	Sample Hei., h(mm):		152	
Tanggal	13/04/2021	14/04/2021	15/04/2021	16/04/2021
Waktu	14.44	14.44	14.44	14.44
Pembacaan dial, dh(mm)	250,9520	258,0640	268,4780	276,0980
Swelling, $e = dh/h$ (%)	165,1000	169,7789	176,6303	181,6434
Rata - rata(%)	173,2882			

Pengembangan					
TANGGAL	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling
			(inch)	(mm)	(%)
21/6/2021	15.08	0	0	0	0
	15.09	1 menit	0,060	1,524	1,003
	15.10	2	0,090	2,286	1,504
	15.11	3	0,130	3,302	2,172
	15.12	4	0,180	4,572	3,008
	15.13	5	0,240	6,096	4,011
	15.18	10	0,590	14,986	9,859
	15.23	15	0,840	21,336	14,037
	15.38	30	1,470	37,338	24,564
	16.08	1 jam	2,510	63,754	41,943
	17.08	2	3,800	96,520	63,500
	18.08	3	4,620	117,348	77,20
	19.08	4	5,320	135,128	88,900
22/6/2021	15.08	1 hari	9,880	250,952	165,100
23/6/2021	15.08	2	10,160	258,064	169,779
24/6/2021	15.08	3	10,570	268,478	176,630
25/6/2021	15.08	4	10,870	276,098	181,643

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	7	39,90
0,050	12	68,40
0,075	16	91,20
0,100	19	108,30
0,150	23	131,10
0,200	25	142,50
0,300	29	165,30
0,400	32	182,40
0,500	34	193,80



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 54,59 \ln(x) + 231,93$ (lbs)	CBR (%)
0,1	114,14	4,26
0,2	147,33	4,80

NILAI CBR = 4,80

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

- MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (65 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	29,60	34,30	38,10	39,20
Berat Tanah Kering + Container	gram	25,00	29,00	30,60	31,30
Berat Air	gram	4,60	5,30	7,5	7,9
Berat Container	gram	9,00	10,30	10,40	10,20
Berat Tanah Kering	gram	16,00	18,70	20,20	21,10
Kadar Air, ω	gram	28,75	28,34	37,13	37,44
Kadar Air rata-rata	%	28,55		37,28	

BERAT ISI

NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	3130	3130
Berata Tanah + mould	gram	6840	8101
Berat Tanah	gram	3710	4971
Volume mould	cm ³	2176	2176
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,705	2,284
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,326	1,777

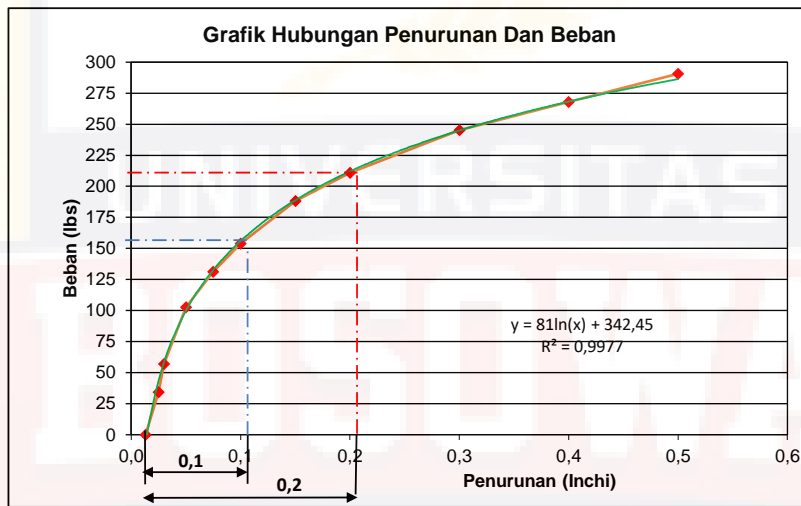
PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm):		116	
	Sample Hei., h(mm):		152	
Tanggal	13/04/2021	14/04/2021	15/04/2021	16/04/2021
Waktu	14.44	14.44	14.44	14.44
Pembacaan dial, dh(mm)	126,7460	139,7000	146,8120	151,3840
Swelling, $e = dh/h$ (%)	83,3855	91,9079	96,5868	99,5947
Rata - rata (%)	92,8688			

Pengembangan			Pembacaan		
TANGGAL	Jam	Δt	(inch)	(mm)	Swelling (%)
12/04/2021	15.08	0	0	0	0
	15.09	1 menit	0,060	1,524	1,003
	15.10	2	0,080	2,032	1,337
	15.11	3	0,090	2,286	1,504
	15.12	4	0,100	2,540	1,671
	15.13	5	0,110	2,794	1,838
	15.18	10	0,160	4,064	2,674
	15.23	15	0,260	6,604	4,345
	15.38	30	0,290	7,366	4,846
	16.08	1 jam	0,600	15,240	10,026
13/04/2021	17.08	2	0,860	21,844	14,371
	18.08	3	1,010	25,654	16,878
	19.08	4	1,550	39,370	25,901
	15.08	1 hari	4,990	126,746	83,386
14/04/2021	15.08	2	5,500	139,700	91,908
15/04/2021	15.08	3	5,780	146,812	96,587
16/04/2021	15.08	4	5,960	151,384	99,595

PENETRASI

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	6	34,20
0,025	10	57,00
0,050	18	102,60
0,075	23	131,10
0,100	27	153,90
0,150	33	188,10
0,200	37	210,90
0,300	43	245,10
0,400	47	267,90
0,500	51	290,70



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban ln (x) + (lbs)	CBR (%)
0,1	169,79	5,08
0,2	219,20	5,69

NILAI CBR = 5,69

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

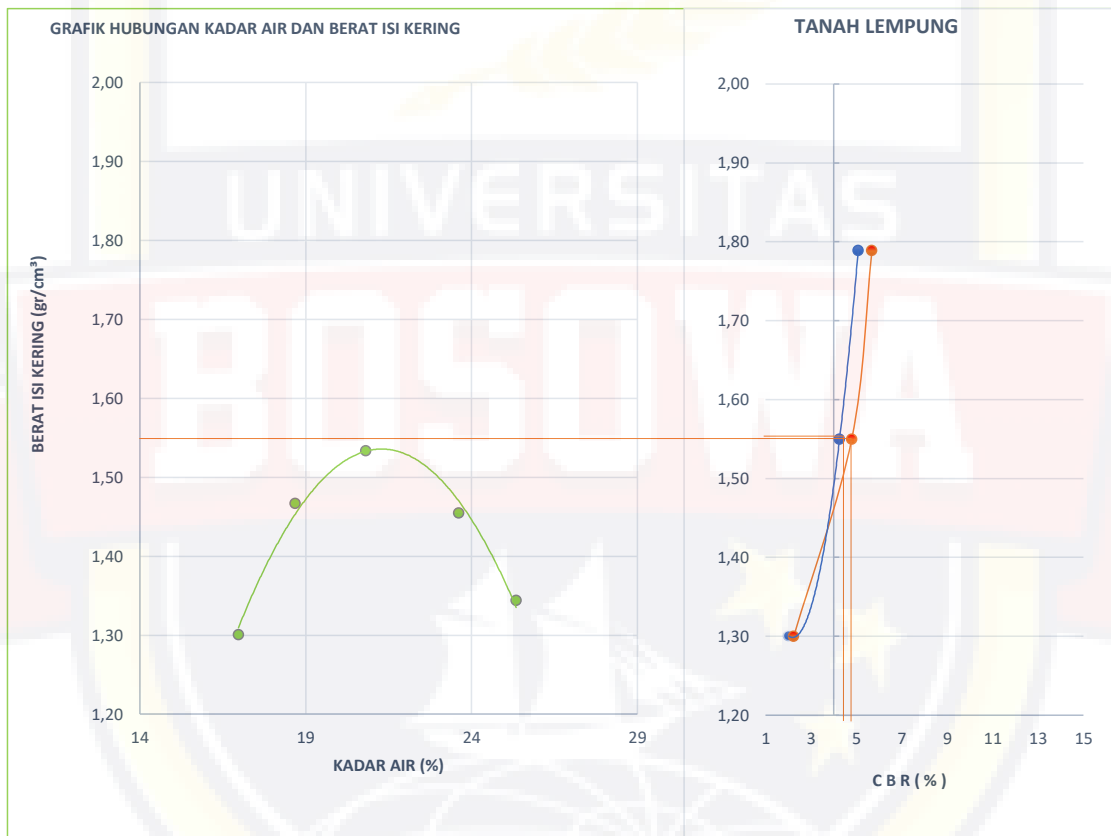
MAHASISWA



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

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASTHO T-180 & T-183
DIUJI OLEH : MUH ANSAR T
JUDUL : PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF
MATERIAL : TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

**GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR
(ASTM D 1833, AASTHO T-180 T-183)**



— Nilai CBR 1 inch = 4,7 %
— Nilai CBR 2 inch = 5,0 %

DIPERIKSA OLEH :

DIUJI OLEH :

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUHAMMAD IHRAM M. AHMAD
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (10 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TA + 0%PCC + 20%KPR

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	32,40	32,70	37,33	38
Berat Tanah Kering + Container	gram	27,30	27,50	30,00	30,60
Berat Air	gram	5,10	5,20	7,33	7,4
Berat Container	gram	10,30	10,30	9,90	10,20
Berat Tanah Kering	gram	17,00	17,20	20,10	20,40
Kadar Air, ω	gram	30,00	30,23	36,47	36,27
Kadar Air rata-rata	%	30,12		36,37	

BERAT ISI

NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	3130	3130
Berata Tanah + mould	gram	7980	8990
Berat Tanah	gram	4850	5860
Volume mould	cm ³	2176	2176
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,229	2,693
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,713	2,070

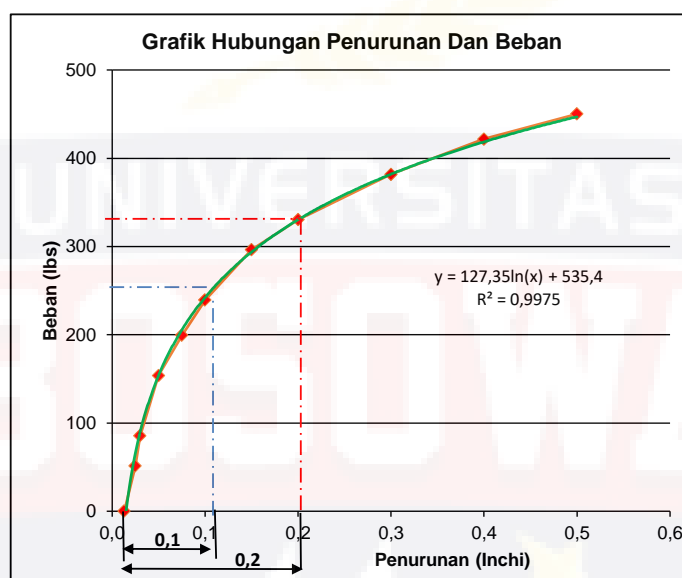
PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm): 116			
	Sample Hei., h(mm): 152			
Tanggal	22/06/2021	23/06/2021	24/06/2021	25/06/2021
Waktu	15.08	15.08	15.08	15.08
Pembacaan dial, dh(mm)	100,8380	103,8860	105,6640	107,1880
Swelling, $e = dh/h$ (%)	66,3408	68,3461	69,5158	70,5184
Rata - rata(%)	68,6803			

Pengembangan			Pembacaan		Swelling
TANGGAL	Jam	Δt	(inch)	(mm)	(%)
21/6/2021	15.08	0	0	0	0
	15.09	1 menit	0,410	10,414	6,851
	15.10	2	0,750	19,050	12,533
	15.11	3	0,960	24,384	16,042
	15.12	4	1,390	35,306	23,228
	15.13	5	1,830	46,482	30,580263
	15.18	10	2,140	54,356	35,761
	15.23	15	2,580	65,532	43,113
	15.38	30	2,930	74,422	48,962
	16.08	1 jam	3,140	79,756	52,471
	17.08	2	3,340	84,836	55,813
	18.08	3	3,650	92,710	60,993
	19.08	4	3,820	97,028	63,834
22/6/2021	15.08	1 hari	3,970	100,838	66,341
23/6/2021	15.08	2	4,090	103,886	68,346
24/6/2021	15.08	3	4,160	105,664	69,516
25/6/2021	15.08	4	4,220	107,188	70,518

PENETRASI

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	9	51,30
0,025	15	85,50
0,050	27	153,90
0,075	35	199,50
0,100	42	239,40
0,150	52	296,40
0,200	58	330,60
0,300	67	381,90
0,400	74	421,80
0,500	79	450,30



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	$y = 127,35 \ln(x) + 535,4$	Beban ln (x) + (lbs)	CBR (%)
0,1		265,20	7,42
0,2		343,64	8,10

NILAI CBR = 8,10

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (35 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TA +0%PCC + 20%KPR

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	34,90	38,10	39,30	43,90
Berat Tanah Kering + Container	gram	29,10	31,50	31,30	35,00
Berat Air	gram	5,80	6,60	8	8,9
Berat Container	gram	9,90	10,20	9,90	11,50
Berat Tanah Kering	gram	19,20	21,30	21,40	23,50
Kadar Air, ω	gram	30,21	30,99	37,38	37,87
Kadar Air rata-rata	%	30,60		37,63	

BERAT ISI

NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	2805	2805
Berata Tanah + mould	gram	7359	7999
Berat Tanah	gram	4554	5194
Volume mould	cm ³	2069	2069
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,201	2,510
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,685	1,922

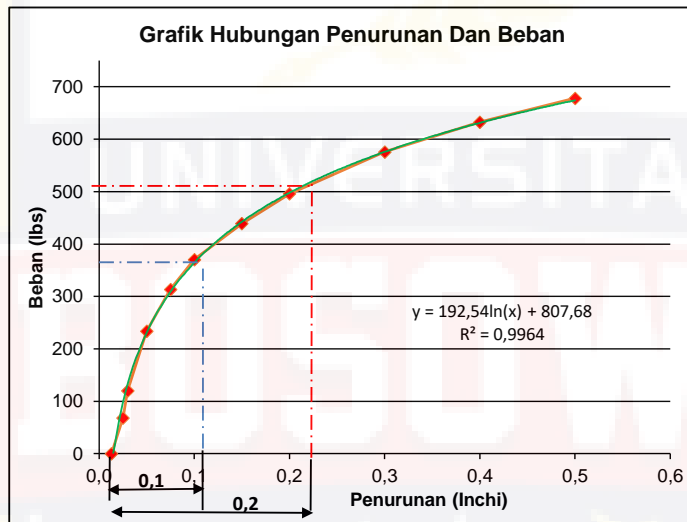
PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm):		116	
	Sample Hei., h(mm):		152	
Tanggal	22/05/2021	23/06/2021	24/06/2021	25/06/2021
Waktu	15.08	15.08	15.08	15.08
Pembacaan dial, dh(mm)	83,0580	88,6460	91,9480	96,7740
Swelling, $e=dh/h$ (%)	54,6434	58,3197	60,4921	63,6671
Rata - rata(%)	59,2806			

Pengembangan					
TANGGAL	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling
			(inch)	(mm)	(%)
21/6/2021	15.08	0	0	0	0
	15.09	1 menit	0,032	0,813	0,535
	15.10	2	0,540	13,716	9,024
	15.11	3	0,900	22,860	15,039
	15.12	4	1,150	29,2100	19,217
	15.13	5	1,250	31,750	20,888158
	15.18	10	1,950	49,530	32,586
	15.23	15	2,150	54,610	35,928
	15.38	30	2,470	62,74	41,275
	16.08	1 jam	2,690	68,326	44,951
	17.08	2	2,890	73,406	48,293
	18.08	3	2,990	75,946	49,964
	19.08	4	3,130	79,5020	52,304
22/6/2021	15.08	1 hari	3,270	83,058	54,643
23/6/2021	15.08	2	3,490	88,646	58,320
24/6/2021	15.08	3	3,620	91,948	60,492
25/6/2021	15.08	4	3,810	96,774	63,667

PENETRASI

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	12	68,40
0,025	21	119,70
0,050	41	233,70
0,075	55	313,50
0,100	65	370,50
0,150	77	438,90
0,200	87	495,90
0,300	101	575,70
0,400	111	632,70
0,500	119	678,30



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	$y = 192,54 \ln(x) + 807,68$	Beban $\ln(x) +$ (lbs)	CBR (%)
0,1		394,82	11,00
0,2		514,48	11,91

NILAI CBR = 11,91

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (65 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TA + 0%PCC + 20%KPR

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	30,80	35,30	40,00	42,00
Berat Tanah Kering + Container	gram	26,00	29,40	32,00	33,30
Berat Air	gram	4,80	5,90	8	8,7
Berat Container	gram	10,30	10,20	10,50	10,10
Berat Tanah Kering	gram	15,70	19,20	21,50	23,20
Kadar Air, ω	gram	30,57	30,73	37,21	37,50
Kadar Air rata-rata	%	30,65		37,35	

BERAT ISI

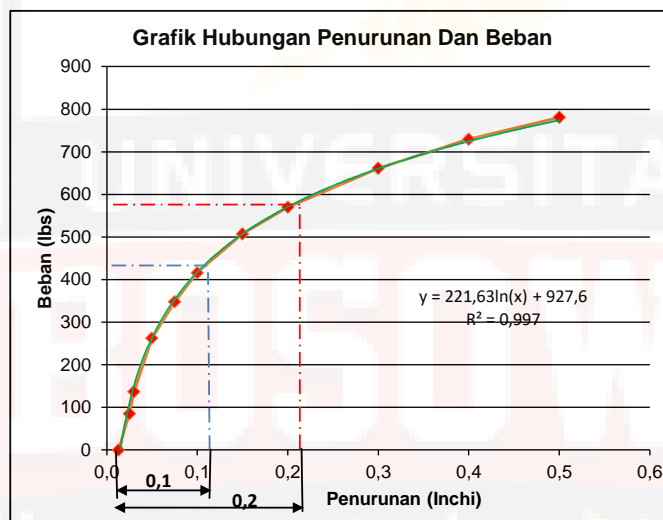
NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	3130	3130
Berata Tanah + mould	gram	7650	8299
Berat Tanah	gram	4520	5169
Volume mould	cm ³	2176	2176
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,077	2,375
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,590	1,818

PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm):		116	
	Sample Hei., h(mm):		152	
Tanggal	22/06/2021	23/06/2021	24/06/2021	25/06/2021
Waktu	15.08	15.08	15.08	15.08
Pembacaan dial, dh(mm)	62,9920	64,0080	65,0240	66,2940
Swelling, $e=dh/h$ (%)	41,4421	42,1105	42,7789	43,6145
Rata - rata(%)	42,4865			

Pengembangan			Pembacaan			
Tanggal	Jam	Δt	(inch)	(mm)	Swelling (%)	
21/6/2021	15.08	0	0	0	0	
	15.09	1 menit	0,280	7,112	4,679	
	15.10	2	0,370	9,398	6,183	
	15.11	3	0,560	14,224	9,358	
	15.12	4	0,690	17,526	11,530	
	15.13	5	0,740	18,796	12,366	
	15.18	10	0,890	22,606	14,872	
	15.23	15	1,240	31,4960	20,721	
	15.38	30	1,860	47,244	31,082	
	16.08	1 jam	1,910	48,514	31,917	
22/6/2021	17.08	2	2,020	51,308	33,755	
	18.08	3	2,140	54,356	35,761	
	19.08	4	2,180	55,372	36,429	
	22/6/2021	15.08	1 hari	2,480	62,992	41,442
	23/6/2021	15.08	2	2,520	64,008	42,111
24/6/2021	15.08	3	2,560	65,024	42,779	
	25/6/2021	15.08	4	2,610	66,294	43,614

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	24	136,80
0,050	46	262,20
0,075	61	347,70
0,100	73	416,10
0,150	89	507,30
0,200	100	570,00
0,300	116	661,20
0,400	128	729,60
0,500	137	780,90



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	$y = 221,63 \ln(x) + 927,6$	Beban ln (x) + (lbs)	CBR (%)
0,1		456,07	12,55
0,2		591,70	13,67

NILAI CBR = 13,67

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

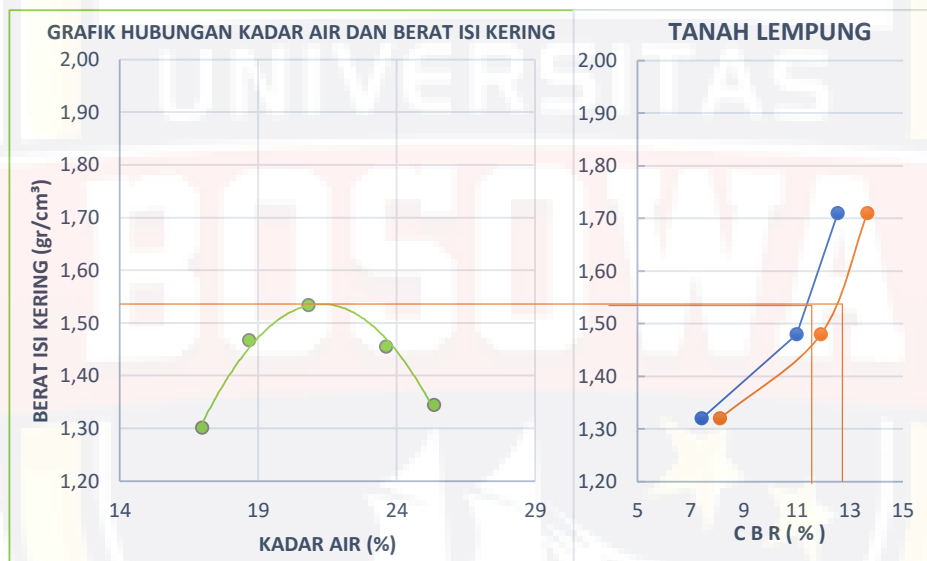
MUH ANSAR T
MAHASISWA



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

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH : MUH ANSAR T
JUDUL : PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF
MATERIAL : TA + 0%PCC + 20%KPR

**GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR
(ASTM D 1833, AASTHO T-180 T-183)**



Nilai CBR 2 inch = 11,7 %

Nilai CBR 2 inch = 12,9 %

DIPERIKSA OLEH :

DIUJI OLEH :

HASRULLAH, ST.

ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUHAMMAD IHRAM M. AHMAD

MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (10 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TA + 6%PCC + 14%KPR

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	32,80	33,20	37,80	38,15
Berat Tanah Kering + Container	gram	27,50	27,80	29,90	30,30
Berat Air	gram	5,30	5,40	7,9	7,85
Berat Container	gram	9,90	10,20	9,90	10,20
Berat Tanah Kering	gram	17,60	17,60	20,00	20,10
Kadar Air, ω	gram	30,11	30,68	39,50	39,05
Kadar Air rata-rata	%	30,40		39,28	

BERAT ISI

NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	2805	2805
Berata Tanah + mould	gram	7359	8880
Berat Tanah	gram	4554	6075
Volume mould	cm ³	2069	2069
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,201	2,936
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,688	2,252

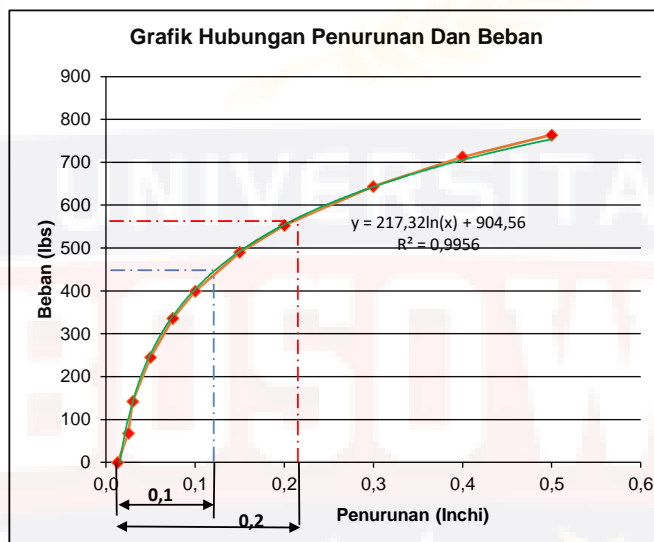
PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm): 116			
	Sample Hei., h(mm): 152			
Tanggal	27/06/2021	28/06/2021	29/06/2021	30/06/2021
Waktu	15.08	15.08	15.08	15.08
Pembacaan dial, dh(mm)	100,8380	78,4860	108,9660	110,7440
Swelling, $e = dh/h$ (%)	66,3408	51,6355	71,6882	72,8579
Rata - rata(%)	65,6306			

Pengembangan						
TANGGAL	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)	
			(inch)	(mm)		
26/6/2021	15.08	0	0	0	0	
	15.09	1 menit	0,620	15,748	10,361	
	15.10	2	1,030	26,162	17,212	
	15.11	3	1,740	44,196	29,076	
	15.12	4	1,900	48,260	31,750	
	15.13	5	1,210	30,734	20,220	
	15.18	10	1,300	33,020	21,724	
	15.23	15	1,890	48,006	31,583	
	15.38	30	1,120	28,448	18,716	
	16.08	1 jam	2,000	50,800	33,421	
27/6/2021	17.08	2	2,800	71,120	46,789	
	18.08	3	2,860	72,644	47,792	
	19.08	4	3,890	98,8060	65,004	
	27/6/2021	15.08	1 hari	3,970	100,838	66,341
28/6/2021	15.08	2	3,090	78,486	51,636	
	29/6/2021	15.08	3	4,290	108,966	71,688
	30/6/2021	15.08	4	4,360	110,744	72,858

PENETRASI

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	12	68,40
0,025	25	142,50
0,050	43	245,10
0,075	59	336,30
0,100	70	399,00
0,150	86	490,20
0,200	97	552,90
0,300	113	644,10
0,400	125	712,50
0,500	134	763,80



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	$y = 217,32 \ln(x) + 904,56$	Beban ln (x) + (lbs)	CBR (%)
0,1		436,23	12,53
0,2		572,85	13,54

NILAI CBR = 13,54

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (35 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TA + 6% PCC + 14%KPR

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	33,20	37,50	41,4	43
Berat Tanah Kering + Container	gram	27,40	31,00	32,30	33,50
Berat Air	gram	5,80	6,50	9,1	9,5
Berat Container	gram	9,00	10,20	9,90	10,20
Berat Tanah Kering	gram	18,40	20,80	22,40	23,30
Kadar Air, ω	gram	31,52	31,25	40,63	40,77
Kadar Air rata-rata	%	31,39		40,70	

BERAT ISI

NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	3130	3130
Berata Tanah + mould	gram	7859	8910
Berat Tanah	gram	4729	5780
Volume mould	cm ³	2176	2176
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,173	2,656
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,654	2,022

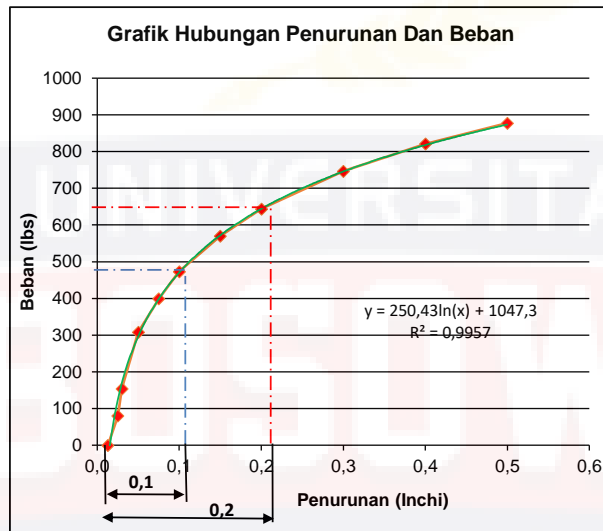
PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm):		116	
	Sample Hei., h(mm):		152	
Tanggal	27/06/2021	28/06/2021	29/06/2021	30/06/2021
Waktu	15.08	15.08	15.08	15.08
Pembacaan dial, dh(mm)	137,9220	150,1140	151,3840	153,6700
Swelling, $e=dh/h$ (%)	90,7382	98,7592	99,5947	101,0987
Rata - rata(%)	97,5477			

Pengembangan					
TANGGAL	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling
			(inch)	(mm)	(%)
26/6/2021	15.08	0	0	0	0
	15.09	1 menit	0,410	10,414	6,851
	15.10	2	0,830	21,082	13,870
	15.11	3	1,240	31,496	20,721
	15.12	4	1,640	41,656	27,405
	15.13	5	1,960	49,784	32,752632
	15.18	10	2,180	55,372	36,429
	15.23	15	2,910	73,914	48,628
	15.38	30	3,090	78,486	51,636
	16.08	1 jam	3,860	98,044	64,503
	17.08	2	4,090	103,886	68,346
	18.08	3	4,170	105,918	69,683
	19.08	4	4,220	107,188	70,518
27/6/20121	15.08	1 hari	5,430	137,922	90,738
28/6/2021	15.08	2	5,910	150,114	98,759
29/6/2021	15.08	3	5,960	151,384	99,595
30/6/2021	15.08	4	6,050	153,670	101,099

PENETRASI

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	14	79,80
0,025	27	153,90
0,050	54	307,80
0,075	70	399,00
0,100	83	473,10
0,150	100	570,00
0,200	113	644,10
0,300	131	746,70
0,400	144	820,80
0,500	154	877,80



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	$y = 250,43 \ln(x) + 1047,3$	Beban $\ln(x) +$ (lbs)	CBR (%)
0,1		498,59	15,71
0,2		655,57	17,07

NILAI CBR = 17,07

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (65 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TA + 6%PCC + 14%KPR

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	33,50	37,20	41,4	42
Berat Tanah Kering + Container	gram	28,00	30,90	33,00	33,50
Berat Air	gram	5,50	6,30	8,4	8,5
Berat Container	gram	9,90	10,20	9,90	10,20
Berat Tanah Kering	gram	18,10	20,70	23,10	23,30
Kadar Air, ω	gram	30,39	30,43	36,36	36,48
Kadar Air rata-rata	%	30,41		36,42	

BERAT ISI

NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	2805	2805
Berata Tanah + mould	gram	6994	7980
Berat Tanah	gram	4189	5175
Volume mould	cm ³	2069	2069
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,025	2,501
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,553	1,918

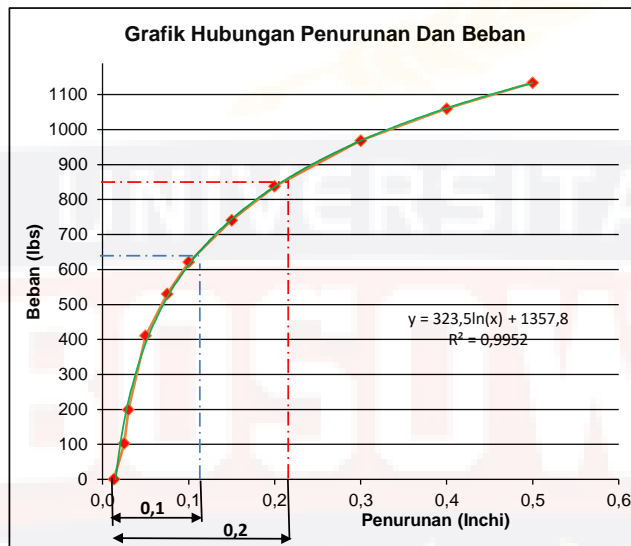
PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm):		116	
	Sample Hei., h(mm):		152	
Tanggal	27/06/2021	28/06/2021	29/06/2021	30/06/2021
Waktu	15.08	15.08	15.08	15.08
Pembacaan dial, dh(mm)	119,6340	124,9680	127,2540	127,7620
Swelling, $e = dh/h$ (%)	78,7066	82,2158	83,7197	84,0539
Rata - rata(%)	82,1740			

Pengembangan			Pembacaan		
Tanggal	Jam	Δt	(inch)	(mm)	Swelling (%)
26/6/2021	15.08	0	0	0	0
	15.09	1 menit	0,340	8,636	5,682
	15.10	2	0,600	15,240	10,026
	15.11	3	0,850	21,590	14,203947
	15.12	4	1,050	26,670	17,546
	15.13	5	1,300	33,020	21,7237
	15.18	10	2,090	53,086	34,925
	15.23	15	2,590	65,786	43,280
	15.38	30	3,460	87,884	57,818
	16.08	1 jam	4,200	106,680	70,184
27 /6/ 2021	17.08	2	4,540	115,316	75,866
	18.08	3	4,570	116,078	76,367
	19.08	4	4,590	116,586	76,701
	15.08	1 hari	4,710	119,634	78,707
28/6/2021	15.08	2	4,920	124,968	82,216
29/6/2021	15.08	3	5,010	127,254	83,720
30/6/2021	15.08	4	5,030	127,762	84,054

PENETRASI

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	18	102,60
0,025	35	199,50
0,050	72	410,40
0,075	93	530,10
0,100	109	621,30
0,150	130	741,00
0,200	147	837,90
0,300	170	969,00
0,400	186	1060,20
0,500	199	1134,30



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	$y = 323,50$ $\ln(x) + 1357,8$ (lbs)	CBR (%)
0,1	667,49	17,39
0,2	864,38	18,85

NILAI CBR = 18,85

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (10 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TA + 14%PCC + 6%KPR

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	29,20	33,00	40,50	42,70
Berat Tanah Kering + Container	gram	24,80	27,80	32,00	34,00
Berat Air	gram	4,40	5,20	8,5	8,7
Berat Container	gram	9,90	10,20	9,90	11,50
Berat Tanah Kering	gram	14,90	17,60	22,10	22,50
Kadar Air, ω	gram	29,53	29,55	38,46	38,67
Kadar Air rata-rata	%	29,54		38,56	

BERAT ISI

NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	2805	2805
Berata Tanah + mould	gram	6870	7950
Berat Tanah	gram	4065	5145
Volume mould	cm ³	2069	2069
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,965	2,487
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,517	1,920

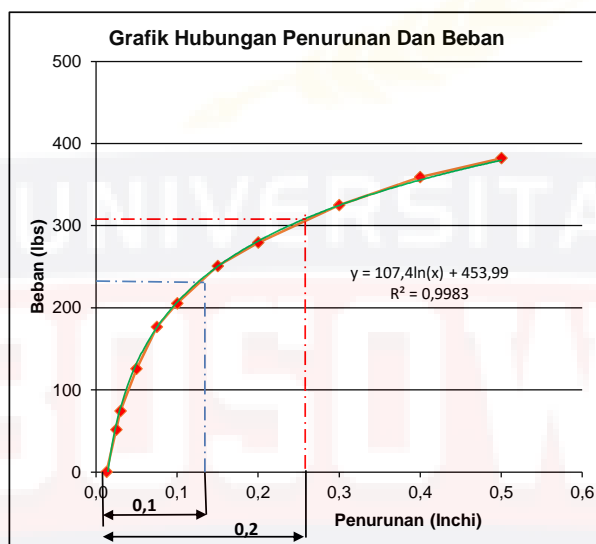
PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm): 116			
	Sample Hei., h(mm): 152			
Tanggal	02/06/2021	03/07/2021	04/07/2021	05/07/2021
Waktu	15.08	15.08	15.08	15.08
Pembacaan dial, dh(mm)	136,3980	138,6840	144,5260	145,2880
Swelling, $e = dh/h$ (%)	89,7355	91,2395	95,0829	95,5842
Rata - rata(%)	92,9105			

Pengembangan					
TANGGAL	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling
			(inch)	(mm)	(%)
1/7/2021	15.08	0	0	0	0
	15.09	1 menit	0,550	13,9700	9,191
	15.10	2	0,980	24,8920	16,376
	15.11	3	1,430	36,3220	23,896
	15.12	4	1,750	44,4500	29,243
	15.13	5	2,080	52,8320	34,758
	15.18	10	2,950	74,9300	49,296
	15.23	15	3,330	84,5820	55,646
	15.38	30	4,790	121,6660	80,043
	16.08	1 jam	4,940	125,4760	82,550
	17.08	2	5,090	129,2860	85,057
	18.08	3	5,210	132,3340	87,062
	19.08	4	5,320	135,1280	88,9
2/7/2021	15.08	1 hari	5,370	136,3980	89,736
3/7/2021	15.08	2	5,460	138,6840	91,239
4/7/2021	15.08	3	5,690	144,5260	95,083
5/7/2021	15.08	4	5,720	145,2880	95,584

PENETRASI

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	9	51,30
0,025	13	74,10
0,050	22	125,40
0,075	31	176,70
0,100	36	205,20
0,150	44	250,80
0,200	49	279,30
0,300	57	324,90
0,400	63	359,10
0,500	67	381,90



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	$y = 107,40 \ln(x) + 453,99$	Beban ln (x) + (lbs)	CBR (%)
0,1		220,84	15,78
0,2		302,29	17,08

NILAI CBR = 17,08

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (35 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TA + 14%PCC + 6%KPR

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	32,80	33,20	37,33	38,15
Berat Tanah Kering + Container	gram	27,50	29,10	30,10	30,30
Berat Air	gram	5,30	4,10	7,23	7,85
Berat Container	gram	9,90	10,20	9,90	10,20
Berat Tanah Kering	gram	17,60	18,90	20,20	20,10
Kadar Air, ω	gram	30,11	21,69	35,79	39,05
Kadar Air rata-rata	%	25,90		37,42	

BERAT ISI

NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	2805	2805
Berata Tanah + mould	gram	6359	7899
Berat Tanah	gram	3554	5094
Volume mould	cm ³	2069	2069
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,718	2,462
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,364	1,956

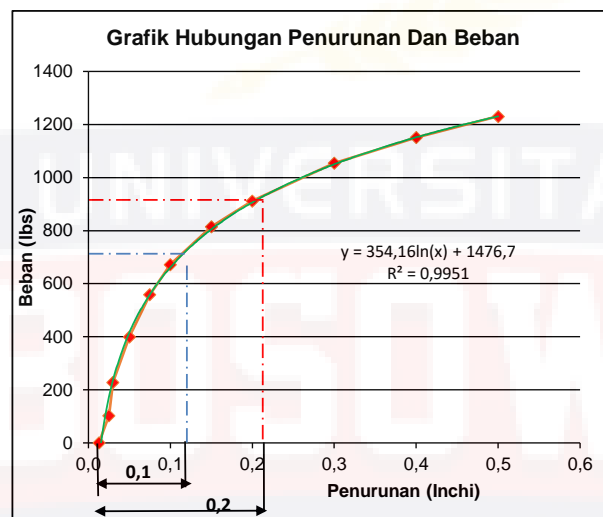
PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm):		116	
	Sample Hei., h(mm):		152	
Tanggal	02/07/2021	03/07/2021	04/07/2021	05/07/2021
Waktu	15.08	15.08	15.08	15.08
Pembacaan dial, dh(mm)	136,3980	138,6840	144,5260	145,2880
Swelling, $e = dh/h$ (%)	89,7355	91,2395	95,0829	95,5842
Rata - rata(%)	92,9105			

Pengembangan					
TANGGAL	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling
			(inch)	(mm)	(%)
1/7/2021	15.08	0	0	0	0
	15.09	1 menit	0,550	13,970	9,191
	15.10	2	0,980	24,892	16,376
	15.11	3	1,430	36,322	23,896
	15.12	4	1,750	44,450	29,243
	15.13	5	2,080	52,832	34,758
	15.18	10	2,950	74,930	49,296
	15.23	15	3,330	84,582	55,646
	15.38	30	4,790	121,666	80,043
	16.08	1 jam	4,940	125,476	82,550
2/7/2021	17.08	2	5,090	129,286	85,057
	18.08	3	5,210	132,334	87,062
	19.08	4	5,320	135,128	88,900
	15.08	1 hari	5,370	136,398	89,736
	15.08	2	5,460	138,684	91,239
	15.08	3	5,690	144,526	95,083
	15.08	4	5,720	145,288	95,584

PENETRASI

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	18	102,60
0,025	40	228,00
0,050	70	399,00
0,075	98	558,60
0,100	118	672,60
0,150	143	815,10
0,200	160	912,00
0,300	185	1054,50
0,400	202	1151,40
0,500	216	1231,20



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 354,16 \ln(x) + 1476,7$ (lbs)	CBR (%)
0,1	714,49	19,91
0,2	936,59	21,42

NILAI CBR = 21,42

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (65 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TA + 14%PCC + 6%KPR

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	32,80	33,30	39	38,15
Berat Tanah Kering + Container	gram	27,50	28,00	30,80	30,30
Berat Air	gram	5,30	5,30	8,2	7,85
Berat Container	gram	9,90	10,50	9,90	10,20
Berat Tanah Kering	gram	17,60	17,50	20,90	20,10
Kadar Air, ω	gram	30,11	30,29	39,23	39,05
Kadar Air rata-rata	%	30,20		39,14	

BERAT ISI

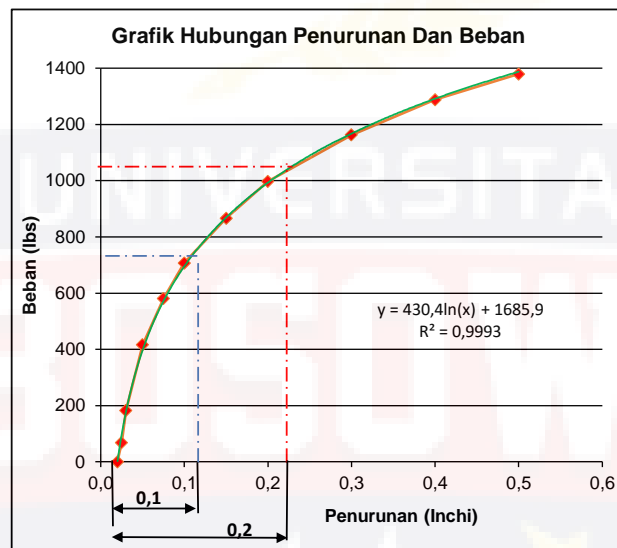
NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	3130	3130
Berata Tanah + mould	gram	8009	9010
Berat Tanah	gram	4879	5880
Volume mould	cm ³	2176	2176
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,242	2,702
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,722	2,075

PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm):		116	
	Sample Hei., h(mm):		152	
Tanggal	02/07/2021	03/07/2021	04/07/2021	05/07/2021
Waktu	15.08	15.08	15.08	15.08
Pembacaan dial, dh(mm)	98,0440	98,8060	99,5680	100,5840
Swelling, $e = dh/h$ (%)	64,5026	65,0039	65,5053	66,1737
Rata - rata(%)	65,2964			

Pengembangan						
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)	
			(inch)	(mm)		
1/7/2021	15.08	0	0	0	0	
	15.09	1 menit	0,300	7,620	5,013	
	15.10	2	0,430	10,922	7,186	
	15.11	3	0,660	16,764	11,029	
	15.12	4	0,850	21,590	14,204	
	15.13	5	0,990	25,146	16,543	
	15.18	10	1,350	34,290	22,559	
	15.23	15	1,570	39,878	26,236	
	15.38	30	2,190	55,626	36,596	
	16.08	1 jam	2,890	73,406	48,293	
2/7/2021	17.08	2	3,130	79,502	52,304	
	18.08	3	3,560	90,424	59,489474	
	19.08	4	3,600	91,440	60,158	
	2/7/2021	15.08	1 hari	3,860	98,044	64,503
	3/7/2021	15.08	2	3,890	98,806	65,004
	4/7/2021	15.08	3	3,920	99,568	65,505
	5/7/2021	15.08	4	3,960	100,584	66,174

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	12	68,40
0,025	32	182,40
0,050	73	416,10
0,075	102	581,40
0,100	124	706,80
0,150	152	866,40
0,200	175	997,50
0,300	204	1162,80
0,400	226	1288,20
0,500	242	1379,40



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 430,40 \ln(x) + 1685,9$ (lbs)	CBR (%)
0,1	773,33	22,98
0,2	1034,21	25,78

NILAI CBR = 25,78

Catatan;
Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)
Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

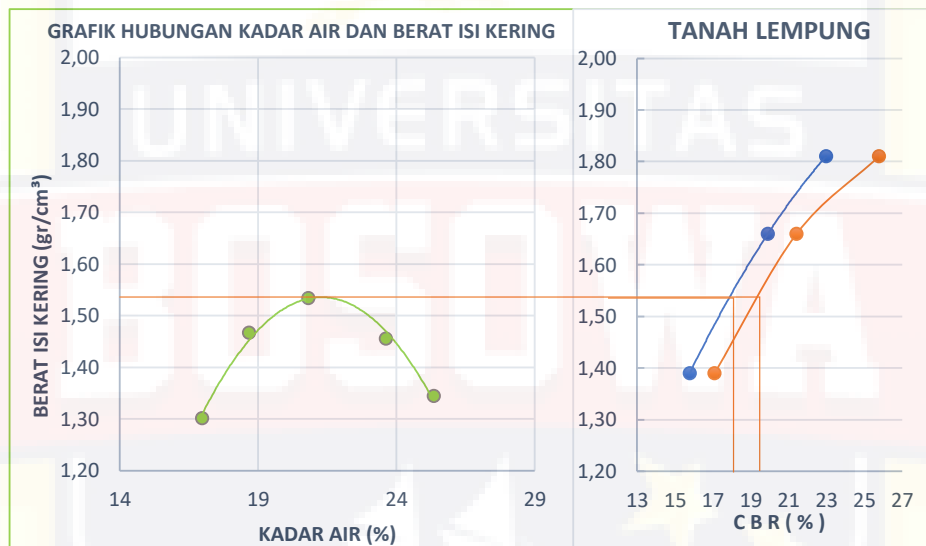
MUH ANSAR T
MAHASISWA



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

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH : MUH ANSAR T
JUDUL : PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR
DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF
MATERIAL : TA + 14%PCC + 6%KPR

**GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR
(ASTM D 1833, AASHTO T-180 T-183)**



Nilai CBR 1 inch = 18,5 %

Nilai CBR 2 inch = 19,4 %

DIPERIKSA OLEH :

DIUJI OLEH :

HASRULLAH, ST.

ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T

MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (10 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TA + 20%PCC + 0%KPR

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	32,80	33,20	37,10	38,15
Berat Tanah Kering + Container	gram	27,50	27,80	29,60	30,30
Berat Air	gram	5,30	5,40	7,5	7,85
Berat Container	gram	9,90	10,20	10,50	10,20
Berat Tanah Kering	gram	17,60	17,60	19,10	20,10
Kadar Air, ω	gram	30,11	30,68	39,27	39,05
Kadar Air rata-rata	%	30,40		39,16	

BERAT ISI

NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	2805	2805
Berata Tanah + mould	gram	7350	8010
Berat Tanah	gram	4545	5205
Volume mould	cm ³	2069	2069
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,197	2,516
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,685	1,929

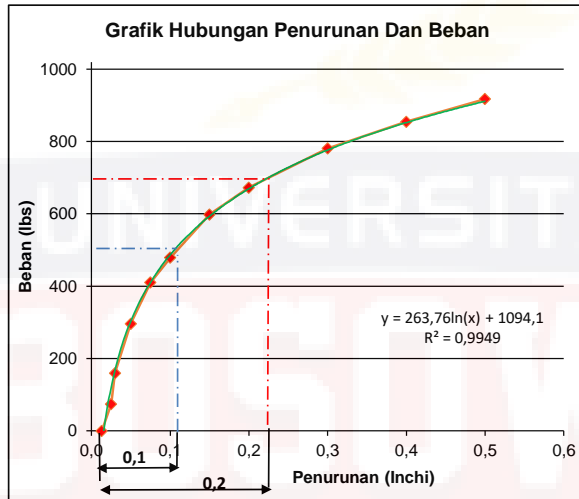
PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm): 116			
	Sample Hei., h(mm): 152			
Tanggal	07/07/2021	08/07/2021	09/07/2021	10/07/2021
Waktu	15.08	15.08	15.08	15.08
Pembacaan dial, dh(mm)	56,1340	58,4200	60,4520	62,3570
Swelling, $e = dh/h$ (%)	36,9303	38,4342	39,7711	41,0243
Rata - rata(%)	39,0400			

Pengembangan					
TANGGAL	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling
			(inch)	(mm)	(%)
6/7/2021	15.08	0	0	0	0
	15.09	1 menit	0,050	1,270	0,836
	15.10	2	1,120	28,448	18,716
	15.11	3	1,400	35,560	23,395
	15.12	4	1,480	37,592	24,732
	15.13	5	1,595	40,513	26,653
	15.18	10	1,670	42,418	27,907
	15.23	15	1,790	45,466	29,912
	15.38	30	1,875	47,625	31,332
	16.08	1 jam	1,910	48,514	31,917
	17.08	2	1,970	50,038	32,920
	18.08	3	2,030	51,562	33,922
	19.08	4	2,090	53,086	34,925
7/7/2021	15.08	1 hari	2,210	56,134	36,930
8/7/2021	15.08	2	2,300	58,420	38,434
9/7/2021	15.08	3	2,380	60,452	39,771
10/7/2021	15.08	4	2,455	62,357	41,024

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	28	159,60
0,050	52	296,40
0,075	72	410,40
0,100	84	478,80
0,150	105	598,50
0,200	118	672,60
0,300	137	780,90
0,400	150	855,00
0,500	161	917,70



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	$y = 263,76 \ln(x) + 1094,1$	Beban ln (x) + (lbs)	CBR (%)
0,1		527,13	19,91
0,2		690,13	21,45

NILAI CBR = 21,45

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (35 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TA + 20%PCC + 0%KPR

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	32,80	34,10	37,10	38,15
Berat Tanah Kering + Container	gram	27,50	28,50	29,60	30,30
Berat Air	gram	5,30	5,60	7,5	7,85
Berat Container	gram	9,90	10,20	10,50	10,20
Berat Tanah Kering	gram	17,60	18,30	19,10	20,10
Kadar Air, ω	gram	30,11	30,60	39,27	39,05
Kadar Air rata-rata	%	30,36		39,16	

BERAT ISI

NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	3130	3130
Berata Tanah + mould	gram	7200	8402
Berat Tanah	gram	4070	5272
Volume mould	cm ³	2176	2176
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,870	2,423
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,435	1,859

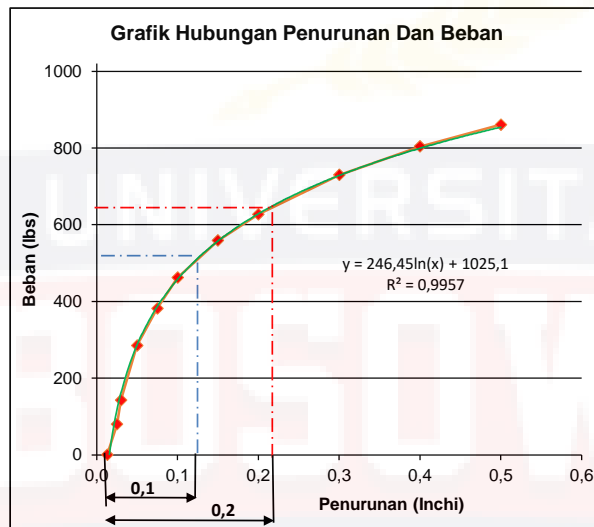
PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm):		116	
	Sample Hei., h(mm):		152	
Tanggal	07/07/2021	08/07/2021	09/07/2021	10/07/2021
Waktu	15.08	15.08	15.08	15.08
Pembacaan dial, dh(mm)	67,3100	69,0880	70,6120	72,8980
Swelling, $e = dh/h$ (%)	44,2829	45,4526	46,4553	47,9592
Rata - rata(%)	46,0375			

Pengembangan						
TANGGAL	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling	
			(inch)	(mm)	(%)	
6/7/2021	15.08	0	0	0	0	
	15.09	1 menit	0,090	2,286	1,504	
	15.10	2	0,990	25,146	16,543	
	15.11	3	1,135	28,829	18,966	
	15.12	4	1,280	32,512	21,389	
	15.13	5	1,300	33,020	21,724	
	15.18	10	1,595	40,513	26,653	
	15.23	15	1,775	45,085	29,661	
	15.38	30	1,970	50,038	32,920	
	16.08	1 jam	2,200	55,880	36,763	
7/7/2021	17.08	2	2,310	58,674	38,601	
	18.08	3	2,405	61,087	40,189	
	19.08	4	2,500	63,500	41,776	
	7/7/2021	15.08	1 hari	2,650	67,310	44,283
	8/7/2021	15.08	2	2,720	69,088	45,453
	9/7/2021	15.08	3	2,780	70,612	46,455
	10/7/2021	15.08	4	2,870	72,898	47,959

PENETRASI

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	14	79,80
0,025	25	142,50
0,050	50	285,00
0,075	67	381,90
0,100	81	461,70
0,150	98	558,60
0,200	110	627,00
0,300	128	729,60
0,400	141	803,70
0,500	151	860,70



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	$y = 246,45 \ln(x) + 1025,1$	Beban ln (x) + (lbs)	CBR (%)
0,1		491,62	23,78
0,2		645,13	25,47

NILAI CBR = 25,47

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MAHASISWA



PEMERIKSAAN CBR RENDAMAN (65 X)

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR (S1)
 LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
 METODE PENGUJIAN : ASTM D-1883, AASHTO T-180 & T-193
 DI UJI OLEH : MUH ANSAR T
 MATERIAL : TA + 20%PCC + 0%KPR

KADAR AIR

No. Container	-	sebelum		sesudah	
Berat Tanah + Container	gram	32,80	33,20	38	38,15
Berat Tanah Kering + Container	gram	27,00	27,50	29,90	30,00
Berat Air	gram	5,80	5,70	8,1	8,15
Berat Container	gram	9,90	10,50	10,10	10,20
Berat Tanah Kering	gram	17,10	17,00	19,80	19,80
Kadar Air, ω	gram	33,92	33,53	40,91	41,16
Kadar Air rata-rata	%	33,72		41,04	

BERAT ISI

NO. CONTAINER	-	sebelum	sesudah
Berat mould	gram	2805	2805
Berata Tanah + mould	gram	7110	7899
Berat Tanah	gram	4305	5094
Volume mould	cm ³	2069	2069
Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,081	2,462
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,556	1,841

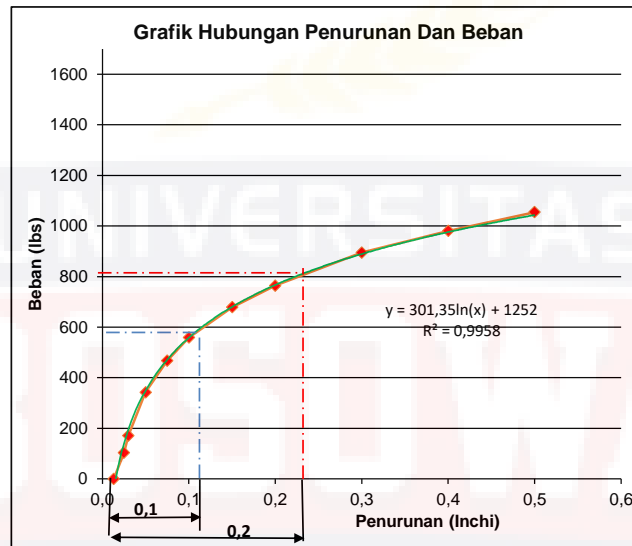
PENENTUAN SWELLING	Sample Dia., d(mm):		116	
	Sample Hei., h(mm):		152	
Tanggal	07/07/2021	08/07/2021	08/07/2021	10/07/2021
Waktu	15.08	15.08	15.08	15.08
Pembacaan dial, dh(mm)	50,8000	53,5940	55,4990	56,3880
Swelling, $e = dh/h$ (%)	33,4211	35,2592	36,5125	37,0974
Rata - rata(%)	35,5725			

Pengembangan					
TANGGAL	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling
			(inch)	(mm)	(%)
6/7/2021	15.08	0	0	0	0
	15.09	1 menit	0,075	1,9050	1,253
	15.10	2	0,170	4,3180	2,841
	15.11	3	0,220	5,5880	3,676
	15.12	4	0,275	6,9850	4,595
	15.13	5	0,330	8,3820	5,514
	15.18	10	0,640	16,2560	10,695
	15.23	15	0,770	19,5580	12,867
	15.38	30	1,350	34,2900	22,559
	16.08	1 jam	1,590	40,3860	26,570
7/7/2021	17.08	2	1,700	43,1800	28,408
	18.08	3	1,815	46,1010	30,330
	19.08	4	1,890	48,0060	31,583
	7/7/2021	15.08	1 hari	2,000	50,8000
8/7/2021	15.08	2	2,110	53,5940	35,259
9/7/2021	15.08	3	2,185	55,4990	36,513
10/7/2021	15.08	4	2,220	56,3880	37,097

PENETRASI

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	18	102,60
0,025	30	171,00
0,050	60	342,00
0,075	82	467,40
0,100	98	558,60
0,150	119	678,30
0,200	134	763,80
0,300	157	894,90
0,400	172	980,40
0,500	185	1054,50



PERHITUNGAN CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 301,35 \ln(x) + 1252$ In (x) + (lbs)	CBR (%)
0,1	591,33	24,91
0,2	808,52	26,70

NILAI CBR = 26,70

Catatan;

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

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

DIPERIKSA OLEH

DIUJI OLEH:

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

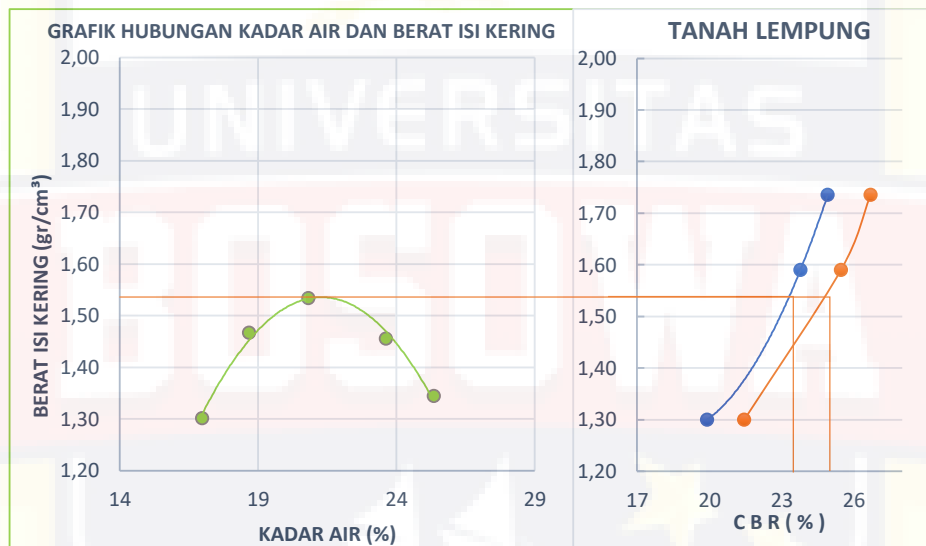
MUH ANSAR T
MAHASISWA



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

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR S1
LOKASI : LABORATORIUM MEKANIKA TANAH UNIVERSITAS BOSOWA
METODE PENGUJIAN : ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183
DIUJI OLEH : MUH ANSAR T
JUDUL : PENGARUH SEMEN DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR
DAN PERMEABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF
MATERIAL : TA + 20%PCC + 0%KPR

**GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR
(ASTM D 1833, AASHTO T-180 T-183)**



Nilai CBR 1 inch = 23.3 %

Nilai CBR 2 inch = 25,4 %

DIPERIKSA OLEH :

DIUJI OLEH :

HASRULLAH, ST.
ASISTEN LAB. MEKANIKA TANAH

MUH ANSAR T
MAHASISWA

DOKUMENTASI



Pengujian Berat Jenis



Pengujian Analisis Saringan



Pengujian Batas Cair (Liquid Limit)



Pengujian Batas Plastis



Pengujian Batas Susut



Pengujian Kompaksi Pemandatan



Pengujian CBR (California Bearing Ratio)



Pengujian Permeabilitas (Rembesan)