

## TUGAS AKHIR

# **PENGARUH STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGUNAKAN KAPUR TOHOR DAN *FLY ASH* TERHADAP PARAMETER NILAI *CBR* (*CALIFORNIA BEARING RATIO*) DAN *SWELLING* (*THE EFFECT OF CLAY STABILIZATION USING TOHOR CHALK AND FLY ASH ON CBR PARAMETERS*) AND *SWELLING***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية

**Budi Setiyono  
16511044**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2022**

## TUGAS AKHIR

# PENGARUH STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGUNAKAN KAPUR TOHOR DAN FLY ASH TERHADAP PARAMETER NILAI CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) DAN SWELLING (THE EFFECT OF CLAY STABILIZATION USING TOHOR CHALK AND FLY ASH ON CBR PARAMETERS AND SWELLING)

Disusun oleh

**Budi Setiyono**  
**16511044**

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 10 Agustus 2022  
Oleh Dewan Penguji

**Pembimbing**

**Muhammad Rifqi A, S.T., M.Eng.**  
**NIK: 135111101**

**Penguji I**

**Ir. Akhmad Marzuko, MT.**  
**NIK: 885110107**

**Penguji II**

**Dr. Ir. Edy Purwanto, CES., DEA**  
**NIK: 855110101**



Mengesahkan  
Ketua Program Studi Teknik Sipil

**Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.**  
**NIK: 885110101**

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH STABILISASI TANAH LEMPUNG  
MENGUNAKAN KAPUR TOHOR DAN *FLY ASH*  
TERHADAP PARAMETER NILAI *CBR* (*CALIFORNIA  
BEARING RATIO*) DAN SWELLING  
(*THE EFFECT OF CLAY STABILIZATION USING  
TOHOR CHALK AND FLY ASH ON CBR  
PARAMETERS*) AND SWELLING**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Budi Setiyono  
16511044**

**Disetujui:  
Pembimbing**

**Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.  
Tanggal:**

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Proposal Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Proposal Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Proposal Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 25 Agustus 2022  
Yang membuat pernyataan,



Budi Setiyono  
(16511044)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul *Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Kapur Tohor dan Fly Ash Terhadap Parameter Nilai CBR (California Bearing Ratio) dan Swelling*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Proposal Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

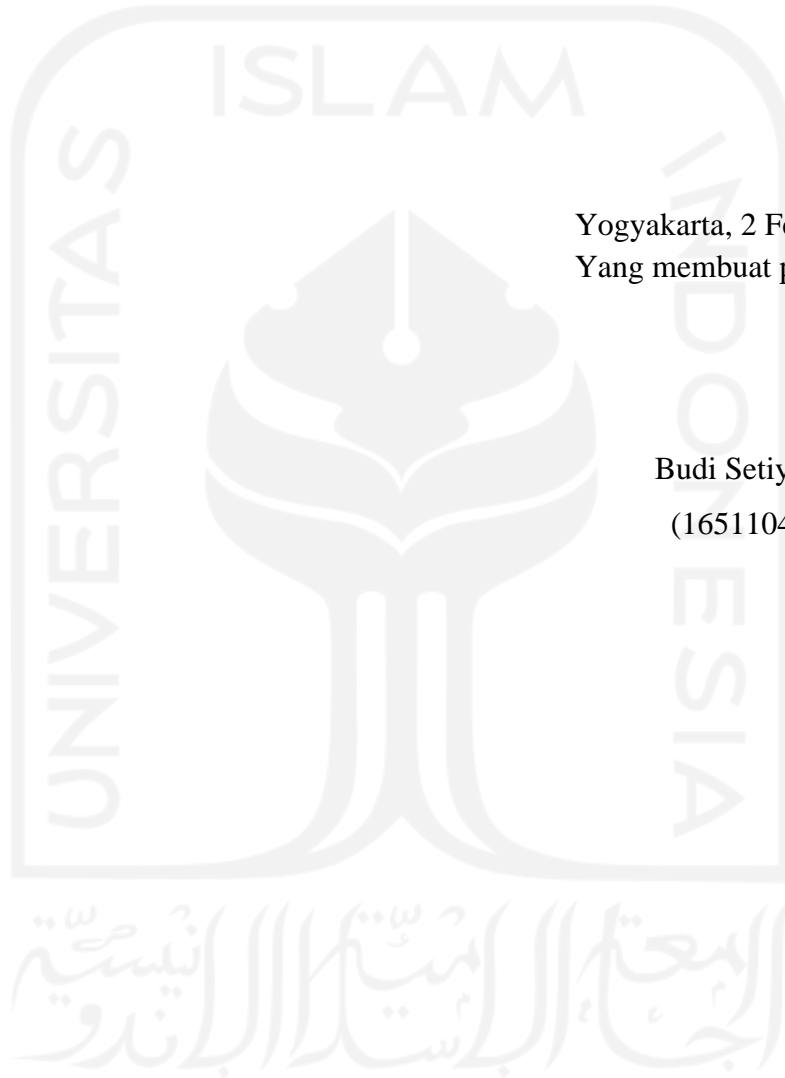
1. Bapak Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberi banyak ilmu dengan saran, kritik, dan diskusi.
2. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, M.T. selaku Dosen Penguji I Tugas Akhir atas saran, masukan, dan nasehat yang telah diberikan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Edy Puwanto, CES., DEA selaku Dosen Penguji II Tugas Akhir atas saran, masukan, dan nasehat yang telah diberikan kepada penulis.
4. Ibu Dr., Ir., Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak, Ibu, adik-adik, dan keluarga lainnya yang selalu memberikan dukungan.
6. Teman-Teman terdekat yang memberikan dukungan, saling bertukar ilmu dan memberikan semangat.
7. Widya Ria Risti Wikono memberikan motivasi untuk segera menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
8. Seluruh dosen, karyawan, dan asisten Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu dan menyediakan fasilitas yang menunjang.

9. Pihak – pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhirnya Penulis berharap agar Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 2 Februari 2021  
Yang membuat pernyataan,

Budi Setiyono  
(16511044)



## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
Halaman Judul	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	1
KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	4
DAFTAR TABEL	7
DAFTAR GAMBAR	9
DAFTAR LAMPIRAN	10
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum	6
2.2 Stabilisasi Tanah dengan <i>Fly Ash</i>	6
2.2.1 Stabilisasi Tanah dengan <i>Fly Ash</i> Batubara	6
2.2.2 Stabilisasi Tanah Lempung dengan <i>Fly Ash</i> dan Limbah Karbit	7
2.2.3 Pemanfaatan <i>Fly Ash</i> untuk Nilai <i>CBR</i>	7
2.3 Stabilisasi dengan Kapur	8
2.3.1 Stabilisasi Tanah dengan Kapur Tohor	8
2.3.2 Stablisisasi Tanah dengan Kapur Tohor dan Matos	8
2.4 Keaslian Penelitian	10
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Tanah	14
3.1.1 Definisi Tanah	14

3.1.2	Klasifikasi Tanah	14
3.1.3	Tanah Lempung	16
3.1.4	Tanah Lempung Ekspansif	16
3.2	Stabilisasi Tanah	18
3.2.1	Fly Ash sebagai Bahan Stabilisasi	18
3.2.2	Kapur Tohor sebagai Bahan Stabilisasi	20
3.3	Pengujian yang Akan dilakukan	21
3.3.1	Pengujian Kadar Air (Moisture Content/Water Content)	21
3.3.2	Pengujian Berat Volume	22
3.3.3	Pengujian Berat Jenis	22
3.1.5	Pengujian Analisis Distribusi Butiran	23
3.3.5	Batas – Batas Konsistensi ( <i>Atterberg limit</i> )	25
3.3.6	Pengujian Pemadatan Tanah	27
3.3.7	<i>California Bearing Ratio (CBR)</i>	28
3.3.8	Pengujian <i>Swelling</i>	30
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>		<b>31</b>
4.1	Jenis Penelitian	31
4.2	Lokasi	31
4.3	Bahan dan Benda Uji	31
4.3.1	Bahan	31
4.3.2	Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel	32
4.4	Bagan Alir Penelitian	34
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>		<b>36</b>
5.1	Hasil Penelitian	36
5.2	Pengujian Kadar Air	36
5.3	Pengujian Berat Volume	37
5.4	Pengujian Berat Jenis	37
5.5	Pengujian Analisis Distribusi Butiran	38
5.5.1	Pengujian Analisis Saringan	38
5.5.2	Pengujian Analisis <i>Hydrometer</i>	40
5.6	Pengujian Batas – Batas <i>Atterberg</i>	44



5.6.1	Pengujian Batas Cair ( <i>Liquid Limit</i> )	44
5.6.2	Pengujian Batas Plastis ( <i>Plasticity Limit</i> )	46
5.5.3	Pengujian Batas Susut	50
5.7	Pengujian Pemadatan Tanah	50
5.8	Pengujian <i>California Bearing Ration (CBR)</i>	52
5.8.1	Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> Tanpa Rendaman ( <i>Unsoaked</i> )	52
5.8.2	Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> Rendaman ( <i>Soaked</i> )	54
5.8.3	Rekapitulasi Hasil Pengujian <i>CBR</i> Tanpa Rendaman	56
5.9	Pengujian Pengembangan ( <i>Swelling</i> )	62
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		65
6.1	Kesimpulan	65
6.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		69



## DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Pebandingan Penelitian yang Telah dilakukan dan akan dilakukan	11
Tabel 3.1 Tabel 3. 1 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO	15
Tabel 3. 3 Potensi Pengembangan dengan Indeks Plastis	17
Tabel 3. 4 Persyaratan Kimia Abu Terbang	19
Tabel 3. 5 Berat Jenis Tanah (Specify Gravity)	22
Tabel 3. 6 Susunan Satu Unit Saringan dan Diameter (Standar Amerika)	23
Tabel 3. 7 Nilai Plastis dan Macam Tanah	27
Tabel 4. 1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel	32
Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli	36
Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli	37
Tabel 5. 3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli	38
Tabel 5. 4 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli Sampel 1	39
Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli Sampel 2	39
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Hasil Persen Lolos Analisis Saringan	40
Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Pada Tanah Asli Sampel 1	41
Tabel 5. 8 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Pada Tanah Asli Sampel 2	41
Tabel 5. 9 Persentase Analisa Butiran, Koefisien Keseragaman (Cu), dan Koefisien Gradasi (Cc) Tanah Asli Sampel 1	42
Tabel 5. 10 Persentase Analisa Butiran, Koefisien Keseragaman (Cu), dan Koefisien Gradasi (Cc) Tanah Asli Sampel 2	43
Tabel 5. 11 Persentase Analisa Butiran, Koefisien Keseragaman (Cu), dan Koefisien Gradasi (Cc) Rata – Rata Tanah Asli Sampel 1 dan Sampel 2	43
Tabel 5. 12 Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1	44
Tabel 5. 13 Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 2	45
Tabel 5. 14 Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas Cair	46
Tabel 5. 15 Hasil Pengujian Batas Plastis Sampel 1	46
Tabel 5. 16 Hasil Pengujian Batas Plastis Sampel 2	46
Tabel 5. 17 Hasil Pengujian Batas Plastis Rata – Rata	47

Tabel 5. 18 Rekapitulasi Sebelum Klasifikasi Menggunakan AASHTO	48
Tabel 5. 19 Klasifikasi Tanah Menggunakan Sistem AASHTO	49
Tabel 5. 20 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 1	50
Tabel 5. 21 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pematatan Tanah	52
Tabel 5. 22 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Tanpa Rendaman ( <i>Unsoaked</i> )	57
Tabel 5. 23 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Rendaman ( <i>soaked</i> )	60
Tabel 5. 24 Rekapitulasi CBR Unsoaked dan Soaked	61
Tabel 5. 25 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pengembangan ( <i>Swelling</i> )	63



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Batas - Batas Atterberg	25
Gambar 3. 2 Grafik Penentuan Batas Cair	26
Gambar 3. 3 Grafik Standar Pengujian <i>CBR</i>	29
Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian (Flowchart)	35
Gambar 5. 1 Grafik Analisis Saringan Butiran Tanah Asli Sampel 1	41
Gambar 5. 2 Grafik Analisis Saringan Butiran Tanah Asli Sampel 2	42
Gambar 5. 3 Grafik Pengujian Batas Cair Sampel 1	44
Gambar 5. 4 Grafik Pengujian Batas Cair Sampel 2	45
Gambar 5. 5 Grafik Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Sampel 1	51
Gambar 5. 6 Grafik Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Sampel 2	51
Gambar 5. 7 Grafik Pengujian <i>CBR</i> Tanah Asli Tanpa Rendaman ( <i>Unsoaked</i> ) Sampel 1	53
Gambar 5. 8 Grafik Pengujian <i>CBR</i> Tanah Asli Tanpa Rendaman ( <i>Unsoaked</i> ) Sampel 2	54
Gambar 5. 9 Grafik Pengujian <i>CBR</i> Tanah Asli Rendaman ( <i>Soaked</i> ) Sampel 1	55
Gambar 5. 10 Grafik Pengujian <i>CBR</i> Tanah Asli Rendaman ( <i>Soaked</i> ) Sampel 2	56
Gambar 5. 11 Grafik Hasil Pengujian Tanpa Rendaman ( <i>Unsoaked</i> ) Tanpa Kapur Tohor dengan Variasi <i>Fly Ash</i>	57
Gambar 5. 12 Grafik Hasil Pengujian <i>CBR</i> Tanpa Rendaman ( <i>Unsoaked</i> ) dengan Penambahan Kapur Tohor dan Variasi <i>Fly Ash</i>	58
Gambar 5. 13 Perbandingan Nilai <i>CBR Unsoaked</i> Pemeraman 14 Hari Dengan Kapur dan Tanpa Kapur	59
Gambar 5. 14 Grafik Hasil Pengujian <i>CBR</i> Rendaman ( <i>Soaked</i> )	60
Gambar 5. 15 Grafik Perbandingan <i>CBR Unsoaked</i> dengan <i>CBR Soaked</i>	62
Gambar 5. 16 Grafik Pengaruh Penambahan Variasi Kapur Tohor dan <i>Fly Ash</i> Terhadap Nilai Pengembangan	64

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Batas Cair Tanah	72
Lampiran 2 Pengujian Berat Volume Tanah	73
Lampiran 3 Pengujian Berat Jenis	74
Lampiran 4 Pengujian Analisis Saringan	75
Lampiran 5 Pengujian Hidrometer	77
Lampiran 6 Pengujian Analisis Distribusi Butiran	79
Lampiran 7 Pengujian Batas Cair	81
Lampiran 8 Pengujian Batas Susut	83
Lampiran 9 Pengujian Pemadatan Tanah	85
Lampiran 10 Pengujian CBR Laboratorium	87



## ABSTRAK

Tanah merupakan bagian yang penting dalam setiap pekerjaan konstruksi, karena tanah berfungsi menerima dan menahan beban dari struktur di atasnya, sehingga tanah harus memiliki daya dukung yang baik. Tanah lempung memiliki potensi kembang susut yang tinggi jika terjadi perubahan kadar air. Penelitian yang dilakukan ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan kapur tohor dan *fly ash* terhadap nilai CBR dan *swelling* pada tanah yang berasal dari Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah.

Penelitian yang dilakukan meliputi, pengujian properties tanah, analisis granuler, batas batas konsistensi, dan pemadatan tanah. Kemudian dilakukan pengujian CBR *unsoaked* dan CBR *soaked* dengan menggunakan variasi yang berbeda beda mulai dari 10% kapur tohor, 15% *fly ash*, 18% *fly ash*, dan 22% *fly ash*. Terakhir variasi campuran antara 10% kapur tohor dan 15% *fly ash*, 18% *fly ash*, dan 22% *fly ash*. Masa pemeraman 1, 7, 14, dan perendaman selama 4 hari, dan terakhir pengujian *swelling*.

Hasil penelitian diperoleh berdasarkan klasifikasi AASHTO tanah yang digunakan termasuk dalam kelompok A-7-5 yang memiliki tanah berlempung dengan sifat cukup baik hingga buruk. Hasil pengujian CBR tanah asli *unsoaked* sebesar 6,347%, dan CBR tanah asli *soaked* sebesar 1,853%. Pengujian *swelling* tanah asli sebesar 5,383%. Penambahan 22% *fly ash* meningkatkan nilai CBR *unsoaked* pada pemeraman 14 hari dari tanah asli sebesar 6,347% menjadi 20,989%, sedangkan nilai CBR *soaked* menurun menjadi sebesar 3,011%. Penambahan *fly ash* menurunkan nilai *swelling* tanah menjadi 1,618%. Penambahan 10% kapur tohor meningkatkan nilai CBR *unsoaked* sebesar 61,391%, sedangkan untuk CBR *soaked* menjadi sebesar 41,7%. Penambahan kapur tohor sangat menurunkan nilai *swelling* tanah menjadi 0%. Penambahan 22% *fly ash* + 10% kapur tohor meningkatkan nilai CBR *unsoaked* sebesar 82,658%, sedangkan nilai CBR *soaked* sebesar 75,06%. Penambahan 22% *fly ash* + 10% kapur tohor menurunkan nilai *swelling* menjadi 0%.

**Kata kunci:** lempung, CBR, *swelling*, kapur tohor, *fly ash*

## **ABSTRACT**

*Soil is an important part in any construction work, because the soil functions to receive and withstand the load from the structure above it, so the soil must have a good bearing capacity. Clay soil has a high potential for shrinkage if there is a change in water content. This study aims to determine the effect of the addition of quicklime and fly ash on the CBR and swelling values of soil originating from Guli Village, Nogosari, Boyolali, Central Java.*

*The research includes testing soil properties, granular analysis, consistency limits, and soil compaction. Then, unsoaked CBR and soaked CBR were tested using different variations ranging from 10% calcium oxide, 15% fly ash, 18% fly ash, and 22% fly ash. Finally, the variation of the mixture between 10% quicklime and 15% fly ash, 18% fly ash, and 22% fly ash. The curing period was 1, 7, 14, and soaked for 4 days, and finally the swelling test.*

*The results obtained based on the AASHTO classification of the soil used included in group A-7-5 which had loamy soil with moderate to poor properties. The test results of the original unsoaked soil CBR of 6.347%, and the original soaked CBR of 1.853%. The original soil swelling test was 5.383%. The addition of 22% fly ash increased the unsoaked CBR value at 14 days ripening from the original soil by 6.347% to 20.989%, while the soaked CBR value decreased to 3.011%. The addition of fly ash reduced the swelling value of the soil to 1.618%. The addition of 10% quicklime increased the unsoaked CBR value by 61.391%, while for soaked CBR it increased to 41.7%. The addition of quicklime greatly reduced the swelling value of the soil to 0%. The addition of 22% fly ash + 10% quicklime increased the unsoaked CBR value by 82.658%, while the soaked CBR value was 75.06%. The addition of 22% fly ash + 10% quicklime reduced the swelling value to 0%.*

**Keywords:** *clay, CBR, swelling, calcium oxide, fly ash*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di daerah Boyolali tepatnya di Kecamatan Nogosari banyak ditemui jalan yang rusak ataupun bergelombang. Tanah dasar (*Subgrade*) yang digunakan lapisan bawah pada jalan tersebut adalah tanah lempung ekspansif yang memiliki kembang susut yang sangat tinggi. Hal tersebut dipengaruhi oleh kandungan air yang ada di dalam tanah tersebut. Jika kandungan air dalam tanah meningkat maka tanah tersebut akan mengembang tetapi sangat lunak, sebaliknya jika kandungan air yang ada di dalam tanah tersebut berkurang tanah akan mengeras.

Dalam pembangunan perkerasan jalan, stabilisasi tanah didefinisikan sebagai perbaikan material jalan lokal yang ada, dengan cara stabilisasi mekanis atau dengan cara menambahkan suatu bahan tambah (*additives*) ke dalam tanah, (Harry,2011). Stabilisasi tanah lempung ekspansif dengan menggunakan kapur tohor dan *fly ash* diharapkan dapat meningkatkan nilai *California Bearing Ratio (CBR)* yang akan berpengaruh pada kekuatan lapisan tanah dasar (*Subgrade*) suatu struktur jalan raya yang akan menerima beban dari kendaraan yang melintas. Penelitian ini juga digunakan sebagai usaha untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kapur tohor dan *fly ash* terhadap stabilisasi tanah lempung ekspansif di daerah Nogosari, Boyolali.

Usaha memperbaiki tanah (stabilisasi) ini dapat terdiri dari salah satu cara, seperti berikut.

1. Menambah kerapatan tanah.
2. Menambah material aditif yang menyebabkan perubahan kimiawi dan fisis dari material tanah.
3. Mengganti tanah yang jelek dengan tanah yang bagus untuk konstruksi.

Kapur tohor atau kalsium oksida adalah hasil pembakaran batu kapur alam yang komposisinya sebagian besar merupakan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) pada temperatur 900 derajat *celcius* keatas. Saat pembakaran terjadi proses kalsinasi dengan pelepasan gas  $\text{CO}_2$  hingga tersisa  $\text{CaO}$  atau bisa disebut *quicklime*. Ketika



kapur dengan mineral lempung bereaksi, maka akan membentuk gel yang kuat dan keras yaitu kalsium silikat yang dapat melapisi dan mengikat partikel lempung serta menutup pori-pori tanah sehingga memperkecil indeks plastisitas tanah. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk pemanfaatan kapur tohor lebih lanjut. Untuk mendapatkan kapur tohor sendiri mudah dan harganya murah sehingga memungkinkan untuk dilakukan penelitian ke tanah lempung.

*Fly ash* atau abu terbang adalah limbah hasil proses pembakaran batubara pada pembangkit listrik yang berbutir halus. Secara umum limbah ini dapat mencemari udara dan merusak manusia, tumbuhan, hewan, dan lingkungan. Limbah ini dikategorikan oleh Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL) sebagai limbah yang berbahaya karena *fly ash* merupakan jenis partikulat, dimana partikulat itu sendiri termasuk dalam salah satu polutan pencemaran udara. Banyaknya pemakaiannya batubara mengakibatkan meningkatnya jumlah limbah *fly ash*. Salah satu cara untuk mengurangi limbah tersebut adalah memanfaatkan limbah tersebut untuk dijadikan sebagai bahan tambah ke tanah lempung. *Fly ash* juga dimanfaatkan untuk bahan campuran semen karena mengandung oksida silica. Oksida silica bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen. Reaksi yang terjadi menghasilkan zat yang mampu mengikat apabila bereaksi dengan air dapat digunakan untuk bahan tambah konstruksi.

Metode pengujian yang akan dilakukan adalah uji *California Bearing Ratio* (*CBR*). Nilai *CBR* yang didapatkan dari pengujian digunakan sebagai parameter kekuatan lapisan tanah dasar dalam perencanaan jalan raya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana klasifikasi tanah yang berasal dari Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah?
2. Bagaimana pengaruh penambahan *fly ash* terhadap nilai *CBR* pada tanah lempung dengan berbagai variasi?

3. Bagaimana pengaruh penambahan *fly ash* terhadap potensi kembang susut (*swelling*) pada tanah lempung dengan berbagai variasi?
4. Bagaimana pengaruh penambahan kapur tohor terhadap nilai *CBR* pada tanah lempung?
5. Bagaimana pengaruh penambahan kapur tohor terhadap potensi kembang susut (*swelling*) pada tanah lempung?
6. Bagaimana pengaruh penambahan kapur tohor dan *fly ash* terhadap nilai *CBR* pada tanah lempung?
7. Bagaimana pengaruh penambahan kapur tohor dan *fly ash* terhadap potensi kembang susut (*swelling*) pada tanah lempung?
8. Berapa kadar penambahan *fly ash* untuk mendapatkan nilai *CBR* yang maksimal?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui klasifikasi tanah yang berasal dari Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah.
2. Mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* terhadap nilai *CBR* pada tanah lempung dengan berbagai variasi.
3. Mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* terhadap potensi kembang susut (*swelling*) pada tanah lempung dengan berbagai variasi.
4. Mengetahui pengaruh penambahan kapur tohor terhadap nilai *CBR* pada tanah lempung.
5. Mengetahui pengaruh penambahan kapur tohor terhadap potensi kembang susut (*swelling*) pada tanah lempung.
6. Mengetahui pengaruh penambahan kapur tohor dan *fly ash* terhadap nilai *CBR* pada tanah lempung.
7. Mengetahui pengaruh penambahan kapur tohor dan *fly ash* terhadap potensi kembang susut (*swelling*) pada tanah lempung.

8. Mengetahui kadar penambahan *fly ash* untuk mendapatkan nilai CBR yang maksimal.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian, diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut.

1. Meningkatkan penggunaan tanah lempung.
2. Menambah pengetahuan tentang stabilisasi tanah lempung dengan kapur tohor dan *fly ash*.
3. Sebagai alternatif perbaikan tanah lempung dengan metode stabilisasi menggunakan bahan tambah berupa *fly ash* dan kapur tohor dengan pengujian *CBR* dan kembang susut (*swelling*)

#### 1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian sebagai berikut.

1. Tanah lempung yang diteliti diperoleh dari Nogosari, Boyolali.
2. Klasifikasi tanah menggunakan klasifikasi *AASHTO*.
3. Penelitian tidak meninjau pengaruh unsur kimia yang terjadi
4. Bahan aditif yang dipakai adalah kapur tohor dan *fly ash*.
5. Penelitian tidak memperhitungkan nilai penurunan.
6. Penelitian tidak sampai menghitung perencanaan jalan.
7. Kondisi campuran terdiri dari: Tanah lempung, kapur tohor dan *fly ash*. Penambahan *fly ash* sebesar 15%, 18% dan 22%, sedangkan kapur tohor sebesar 10% terhadap berat kering tanah.
8. Jenis pengujian meliputi:
  - a. Pengujian terhadap tanah asli meliputi:
    - 1) pengujian kadar air,
    - 2) pengujian berat jenis,
    - 3) pengujian berat volume,
    - 4) pengujian analisa *granuler*,
    - 5) pengujian pemadatan tanah (*Standard Proctor*),
    - 6) pengujian batas-batas *atterberg* dan
    - 7) pengujian *CBR* (*California Bearing Ratio*).

9. Pengujian terhadap tanah yang sudah distabilisasi meliputi:
  - 1) pengujian *CBR* (*California Bearing Ratio*),
  - 2) pengujian pemadatan tanah (*Standard Proctor*) dan
  - 3) Pengujian *swelling*.
10. Pengujian *CBR unsoaked* dilakukan dengan masa peram 1 hari, 7 hari dan 14 hari dan *CBR soaked* dilakukan dengan masa rendam 4 hari.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu. Umumnya dilakukan dengan mencampur tanah dengan jenis tanah lain sehingga gradasi yang diinginkan bisa didapatkan. Selain itu, pencampuran tanah juga dilakukan dengan menggunakan bahan buatan pabrik, limbah dan alam agar sifat-sifat teknis dari tanah bisa lebih baik.

#### **2.2 Stabilisasi Tanah dengan *Fly Ash***

##### **2.2.1 Stabilisasi Tanah dengan *Fly Ash* Batubara**

Penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim (2014) tentang penggunaan *Fly Ash* untuk stabilisasi daya dukung tanah lempung memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh *Fly Ash* sebagai bahan stabilisasi tanah lempung yang mampu menaikkan daya dukung tanah tersebut. Pengujian yaitu pengujian kadar air, berat jenis, berat volume, analisa *granuler*, batas-batas *Atterberg*, dan pemadatan tanah. Setelah itu dilakukan pengujian *CBR* rendaman (*Soaked*) dan tanpa rendaman (*Unsoaked*) masing-masing pengujian terdiri dari tanah asli dan variasi *Fly Ash* sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%, dengan perlakuan pemeraman 1 hari dan perendaman 4 hari dan pengujian pengembangan (*Swelling*).

Hasil *CBR* tanpa perendaman dengan *fly ash*, nilai *CBR* cenderung meningkat, dan mencapai titik puncak peningkatan pada penambahan *fly ash* sebesar 7,5% tetapi pada penambahan 10% dan 12,5% mengalami penurunan. Tanah lempung ekspansif dapat dijadikan sebagai lapisan pondasi dasar (*subgrade*) jalan apabila terlebih dahulu distabilisasi dengan bahan *additive fly ash* 7,5%.

### 2.2.2 Stabilisasi Tanah Lempung dengan *Fly Ash* dan Limbah Karbit

Penelitian yang dilakukan Rudiansyah (2019) tentang penggunaan *fly ash* dan limbah karbit untuk stabilisasi tanah lempung ekspansif. Dari berbagai jenis tanah, tanah lempung ekspansif adalah salah satu yang bermasalah dikarenakan tingkat sensitifitasnya yang tinggi terhadap perubahan kadar air, kekuatan geser yang rendah dan potensi kembang susut yang besar. Hal tersebut mengakibatkan kegagalan pada struktur yang ada di atasnya seperti jalan bergelombang, pondasi retak, dan sebagainya.

Hasil penelitian tanah dari Desa Kedungsari dikategorikan kedalam kategori OH yaitu lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi berdasarkan klasifikasi *USCS* dan dikategorikan A-7-5 yaitu tanah berlempung dengan penilaian sebagai tanah dasar sedang sampai buruk berdasarkan klasifikasi *AASHTO*. Berdasarkan pengujian *CBR* pada tanah asli tanpa rendaman didapatkan sebesar 4,65% dan dengan rendaman didapatkan sebesar 1,68% dengan nilai *swelling* sebesar 6,02%. Pada tanah lempung yang distabilisasi didapatkan nilai *CBR* tanpa rendaman dan rendaman terbesar terdapat pada variasi penambahan 2% *fly ash* dan 1,5% limbah karbit yaitu berturut – turut sebesar 11,76% dan 3,49% dengan nilai *swelling* sebesar 2,65%.

### 2.2.3 Pemanfaatan *Fly Ash* untuk Nilai *CBR*

Apriyanti dan Hambali (2014) pemanfaatan *fly ash* untuk peningkatan nilai *CBR* tanah dasar. Penelitian yang dilakukan menggunakan tanah lempung, dimana tanah lempung memiliki daya dukung yang rendah. Salah satu parameter untuk mengetahui tanah dasar tersebut baik atau tidak dapat dilihat dari daya dukung tanah (kekuatan tanah) yaitu dengan pengujian *CBR*. Tanah dasar yang kurang baik daya dukung tanahnya memiliki nilai *CBR* yang rendah. Salah satu cara untuk memperbaiki adalah dengan stabilisasi kimiawi menggunakan *fly ash* yang didapat dari pembakaran batu bara.

Dalam penelitian ini memanfaatkan *fly ash* yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah, dalam hal ini untuk meningkatkan nilai *CBR* tanah dasar dengan menggunakan variasi *fly ash* 10%, 13%, dan 16% dan umur pemeraman 1, 7, 14 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah lempung jenis A-7-6 mengalami

peningkatan nilai *CBR* seiring dengan penambahan *prosentase fly ash* serta lamanya umur pemeraman. Peningkatan nilai *CBR* maksimum terjadi pada *prosentase fly ash* 16% umur 28 hari dengan nilai *CBR* sebesar 15,1%. *Persentase* peningkatan nilai *CBR* sebesar 202% dari tanah A-7-6 tanpa campuran (tanah asli).

## **2.3 Stabilisasi dengan Kapur**

### **2.3.1 Stabilisasi Tanah dengan Kapur Tohor**

Aryanto, Suhendra, dan Amalia (2021) penelitian ini berjudul “Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Kapur Tohor”. Penelitian ini menggunakan penambahan kapur tohor 0%, 6%, 7%, dan 8%, pemeraman 0,3,24 hari. Pada pengujian ini dilakukan dengan dua cara yaitu sampel tanah diperam terlebih lalu direndam kemudian baru di uji. Dari hasil penelitian didapat nilai *CBR* (*California Bearing Ratio*) terbesar terjadi pada variasi penambahan kapur tohor yaitu 8 % dengan lama waktu pemeraman 24 hari dengan nilai *CBR* sebesar 27,95%. Hal ini disebabkan campuran tanah dengan kapur tersebut telah memadat, rongga antar partikel tanah juga padat, sehingga kekuatan pun meningkat. Dari hasil *CBR* (*California Bearing Ratio*) dapat terlihat bahwa penambahan kapur tohor pada tanah lempung ekspansif memberikan peningkatan pada nilai *CBR* (*California Bearing Ratio*).

### **2.3.2 Stabilisasi Tanah dengan Kapur Tohor dan Matos**

Abiyogo (2019) penelitian ini melakukan stabilisasi tanah dengan kapur tohor 8%,10%,12%, dan 16% dengan pemeraman 1 hari, 7 hari, dan 14 hari. Kemudian penambahan matos 2%, 4%, dan 6% pada persentase kapur tohor 12% konstan dengan pemeraman 1 hari dan 14 hari. Tujuan penelitian ini mengetahui sebesarapa besar pengaruh penambahan kapur tohor dan matos sebagai bahas stabilisasi terhadap parameter kuat geser.

Hasil penelitian ini menunjukkan jenis tanah lempung masuk kedalam kelompok OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi dengan menggunakan metode *USCS*. Dengan menggunakan klasifikasi *AASHTO* masuk kedalam kelompok A-7 dan sub kelompok A-7-5 yaitu tanah lempung

dengan sifat sedang sampai buruk. Berdasarkan pengujian Triaksial *UU* mendapatkan nilai kohesi terbesar pada penambahan 12% kapur tohor dengan pemeraman 14 hari sebesar 6,838 kg/cm<sup>2</sup> dan penambahan 12% kapur dan matos 6% dengan pemeraman 1 hari sebesar 4,565 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai sudut geser pada penambahan 12% kapur tohor dengan pemeraman 14 hari mengalami peningkatan sebesar 35,891° dan penambahan 12% kapur dan matos 6% dengan pemeraman 1 hari sebesar 34,626°.

### 2.3.3 Pengaruh Kapur Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung

Wiqoyah (2006) penelitian ini berjudul “Pengaruh Kadar Kapur, Waktu Perawatan dan Perendaman Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penambahan kapur pada tanah lempung, mengetahui nilai *CBR*, mengetahui nilai *swelling*.

Hasil penelitian menunjukkan penambahan kapur pada tanah lempung dapat memperbaiki sifat fisis. Hasil uji *CBR* perawatan 3 hari dan perendaman 4 hari menunjukkan peningkatan nilai *CBR* seiring penambahana kapur, penambahan kapur pada tanah lempung dapan menurunkan nilai *swelling* potential. Penurunan terbesar terjadi pada penambahan kapur 7,5%, dengan besar penerunan 3,03%.

### 2.3.4 Stabilisasi Tanah Lempung dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi dan Kapur

Abdurrozak dan Mufti (2017) penelitian dengan judul “Stabilisasi Tanah Lempung dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi dan Kapur pada *Subgrade* Perkerasan Jalan” penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *CBR* dan nilai *swelling* dengan penambahan abu sekam padi dan kapur. Stabilisasi dilakukan dengan menambahkan 4% kapur pada tanah asli dan menambahkan abu sekam padi dengan variasi sebesar 3%, 5%, dan 7%. Hasil penelitian didapatkan nilai *CBR* tanah asli tidak direndam sebesar 9,46% dan tanah asli yang direndam sebesar 1,16%. Penambahan kapur 4% dan abu sekam padi 3% memberikan peningkatan *CBR* hingga 212% dari kondisi tanah asli. Terbukti bahwa penambahan abu sekam padi hingga 7% dapat meningkatkan nilai *CBR* dibandingkan nilai *CBR* tanah asli. Berdasarkan pengujian *swelling* didapatkan bahwa semakin tinggi persentase abu



sekam padi memberikan potensi *swelling* yang semakin kecil dari tanah asli sebesar 4,8% menjadi 0,032% pada penambahan kapur 4% dan abu sekam padi 7%.

#### 2.4 Keaslian Penelitian

Perbandingan penelitian atau tugas akhir ini dengan beberapa penelitian diatas dalam bentuk tabel, dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.



**Tabel 2.1 Pebandingan Penelitian yang Telah dilakukan dan akan dilakukan bagian 1**

Aspek	Peneliti Terdahulu				Peneliti Sekarang
	Ibrahim (2014)	Rudiansyah (2019)	Apriyanti dan Hambali (2014)	Aryanto, Suhendra, dan Amalia (2021)	Setiyono (2021)
Judul	Stabilisasi Tanah Lempung dengan Bahan Aditif <i>Fly Ash</i> sebagai Lapisan Pondasi Dasar Jalan ( <i>Subgrade</i> )	Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dicampur <i>Fly Ash</i> dan Limbah Karbit terhadap CBR dan Nilai <i>Swelling</i>	Pemanfaatan <i>Fly Ash</i> untuk Peningkatan Nilai CBR Tanah Dasar	Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Kapur Tohor	Pengaruh stabilisasi tanah menggunakan kapur tohor dan <i>Fly ash</i> terhadap parameter nilai CBR dan <i>swelling</i>
Lokasi	Jalan raya di Sumatera Selatan	Desa Kedungsari, Pengasih, Kulon Progo	Pulang Bangka, Bangka Belitung		Desa Guli, Nogosari, Boyolali
Bahan Tambah	<i>Fly ash</i>	<i>Fly ash</i> dan limbah karbit	Fly Ash	Kapur Tohor	Kapur Tohor dan <i>Fly Ash</i>
Parameter Penelitian	CBR dan <i>swelling</i>	CBR dan <i>swelling</i>	CBR	CBR	CBR dan <i>swelling</i>

## 2.1 Lanjutan Perbandingan Penelitian yang Telah dilakukan dan yang akan dilakukan bagian 1

Aspek	Peneliti Terdahulu				Peneliti Sekarang
	Ibrahim (2014)	Rudiansyah (2019)	Apriyanti dan Hambali (2014)	Aryanto, Suhendra, dan Amalia (2021)	Setiyono (2021)
Hasil Penelitian	<p><i>CBR</i> tanpa perendaman dengan <i>fly ash</i>, nilai <i>CBR</i> cenderung meningkat, dan mencapai titik puncak peningkatan pada penambahan <i>fly ash</i> sebesar 7,5%, tetapi pada penambahan 10% dan 12,5% mengalami penurunan.</p>	<p>Hasil pengujian <i>CBR</i> pada tanah asli tanpa rendaman (<i>unsoaked</i>) sebesar 4,65% dan <i>CBR</i> dengan rendaman (<i>soaked</i>) sebesar 1,68%. Setelah ditambahkan bahan tambah, nilai <i>CBR</i> Tertinggi kondisi <i>unsoaked</i> yaitu campuran tanah+2% <i>fly ash</i>+ 1,5% limbah karbit denga pemeraman 7 hari sebesar 11,76%.</p>	<p>Nilai <i>CBR</i> maksimum didapat sebesar 15,1% dengan prosentase <i>fly ash</i> 16% dan umur pemeraman 28 hari sehingga prosentase Peningkatan nilai <i>CBR</i> didapat 202%.</p>	<p>Nilai <i>CBR</i> (<i>California Bearing Ratio</i>) terbesar terjadi pada variasi penambahan kapur tohor yaitu 8 % dengan lama waktu pemeraman 24 hari dengan nilai <i>CBR</i> sebesar 27,95%. Hal ini disebabkan campuran tanah dengan kapur tersebut telah memadat, rongga antar partikel tanah juga padat.</p>	

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian yang Telah dilakukan dan yang akan dilakukan bagian 2**

Aspek	Peneliti Terdahulu			Peneliti Sekarang
	Abiyogo (2019)	Wiqoyah (2006)	Abdurrozak dan Mufti (2017)	Setiyono (2021)
Judul	Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung dengan Kapur Tohor dan Matos terhadap Parameter Kuat Geser Tanah	Pengaruh Kadar Kapur, Waktu Perawatan dan Perendaman Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung	Stabilisasi Tanah Lempung dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi dan Kapur pada <i>Subgrade</i> Perkerasan Jalan	Pengaruh stabilisasi tanah menggunakan kapur tohor dan <i>Fly ash</i> terhadap parameter nilai <i>CBR</i> dan swelling
Lokasi			Desa Kebonharjo, Samigaluh, Kulon Progo	Desa Guli, Nogosari, Boyolali
Bahan Tambah	Kapur Tohor dan Matos	Kapur	Abu Sekam Padi dan Kapur	Kapur Tohor dan <i>Fly Ash</i>
Parameter Penelitian	Kuat geser tanah	<i>CBR</i> dan <i>Swelling</i>	<i>CBR</i> dan <i>swelling</i>	<i>CBR</i> dan <i>swelling</i>
Hasil Penelitian	Berdasarkan penjujian triaksial UU yang telah dilakukan pada tanah asli yang sudah distabilisasi dengan menggunakan kapur tohor 8%,10%,12%, dan 16% dengan pemeraman 1 hari, 7 hari, dan 14 hari. Tanah asli distabilisasi 12% kapur tohor mengalami peningkatan nilai kohesi sebesar 264% menjadi 6,838kg/cm <sup>3</sup> yang awalnya 1,875 kg/cm <sup>3</sup> . dan mengalami peningkatan nilai sudut gese dalam pemeraman 1 hari sebesar 39,81% menjadi 69,271° yang awalnya 49,545°	Hasil penelitian menunjukkan penambahan kapur pada tanah lempung dapat memperbaiki sifat fisis, Hasil uji <i>CBR</i> perawatan 3 hari dan perendaman 4 hari menunjukan peningkatan nilai <i>CBR</i> seiring penambahana kapur, penambahan kapur pada tanah lempung dapan menurunkan nilai <i>swelling potential</i> . Penurunan terbesar terjadi pada penambahan kapur 7,5%, dengan besar penerunan 3,03%.	Nilai <i>CBR unsoaked</i> tanah asli sebesar 9,46% dan <i>CBR soaked</i> tanah asli sebesar 1,16%. Berdasarkan pengujian <i>swelling</i> pada penambahan kapur 4% dan abu sekam padi 7% diperoleh nilai tanah asli dari 4,8% menjadi 0,032%.	

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Tanah**

##### **3.1.1 Definisi Tanah**

Dibidang teknik sipil, tanah merupakan komponen yang sangat penting. Karena sebagian besar pekerjaan konstruksi berdiri diatas tanah. Fungsi tanah penting pada berbagai macam pekerjaan konstruksi bangunann karena tanah berfungsi sebagai tumpuan beban yang ada diatasnya, oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan sebagai pendukung konstruksi harus diteliti dan dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai tanah dasar. Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral – mineral padat yang tidak tersedimentasi (terikat secara kimia) satu samal lain dan dari bahan – bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang – ruang kosong diantara partikel – partikel padat tersebut (Das, 1995).

##### **3.1.2 Klasifikasi Tanah**

Klasifikasi aadalah pengelompokan untuk membedakan serta menunjukan masing – masing sifat. Klasifikasi tanah dibuat untuk memberikan informasi karakteristik dan sifat – sifat fisis tanah. Karena sifat dan perilaku tanah sangat beragam, sistem klasifikasi mengelompokkan tanah kedalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan secara fisik. Sebagian besar klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan dan pllastis. Ada dua sistem klasifikasi yang biasanya digunakan yaitu *AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)* dan *USCS (Unified Soil Classification System)*.

#### **1. Sistem Klasifikasi AASHTO**

System klasifikasi AASHTO berguna untuk menentukan kualitas tanah dalam perancangan timbunan jalan *subbase* dan *subgrade*. *AASHTO*

mengklasifikasikan tanah menjadi 7 kelompok A-1 sampai A-7 termasuk sub sub kelompok. Tanah yang diklasifikasikan A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir dengan 35% atau kurang dari jumlah butiran lolos saringan no.200 sedangkan tanah yang diklasifikasikan ke dalam A-4, A-5, A-6, dan A-7 adalah tanah berbutir dengan lebih 35% dari jumlah butiran lolos saringan no.200. Tanah – tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadapp “Indeks Kelompok” dengan Persamaan 3.1 berikut.

$$GI = (F-35) [0,2+0,005(LL-40)] + 0,01(F-15) (PI-10) \quad (3.1)$$

GI = Indeks kelompok (*Group Indeks*)

F = Persen butiran lolos saringan no.200

LL = Batas cair

PI = Indeks Plastis

Sistem klasifikasi *AASHTO* dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

**Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut *AASHTO***

Klasifikasi Umum	Material Berbutir Kasar ( $\leq 35\%$ lolos saringan No. 200)							Material Lanau - Lempung ( $>35\%$ lolos saringan No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi Kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisa Tropis (% lolos):											
No. 10	50 max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 40	30 max	50 Max	51 max	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 200	15 max	25 Max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Karakteristik fraksi lolos saringan No. 40:											
Batas Cair	-			40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Indeks Plastisitas	6 max		N.P.	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min
Indeks Kelompok (GI)	0		0	0		4 max		8 max	12 max	16 max	20 max
Jenis Material Pokok	Fragmen batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir kelanauan atau kelepungan				Tanah lanau		Tanah lempung	
Tingkat Kegunaan sebagai Subgrade	Sangat baik hingga baik							Cukup baik hingga buruk			

(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

### 3.1.3 Tanah Lempung

Tanah lempung sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan – lempengan pipih dan merupakan partikel – partikel dari mika, mineral – mineral lempung (*clay minerals*), dan mineral – mineral yang sangat halus lainnya (Das, 1995). Pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm, yang disebut mineral lempung (Hardiyatmo, 2002). Tanah lempung terbagi menjadi dua kelompok, yaitu lempung non-ekspansif dan lempung ekspansif. Tanah lempung non-ekspansif tidak sensitive terhadap perubahan kadar air, sehingga potensi kembang susutnya kecil jika terjadi perubahan kadar air. Sedangkan tanah lempung ekspansif memiliki potensi kembang susut yang besar jika terjadi perubahan kadar air.

### 3.1.4 Tanah Lempung Ekspansif

Tanah liat atau lempung adalah partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 4 mikrometer dimana akumulasi partikel mineral yang lemah dalam ikatan antar partikelnya. Lempung adalah istilah yang dipakai untuk menyatakan tanah yang berbutir halus yang bersifat lempung, yaitu memiliki sifat kohesi, plastisitas, tidak memperlihatkan sifat dilatasi, dan tidak mengandung jumlah bahan kasar yang berarti (Wesley, 1977). Pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm, yang disebut mineral lempung (Hardiyatmo, Mekanika Tanah I, 2002). Mineral-mineral lempung terdiri dari silikat alumunium, besi dan magnesium. Beberapa diantaranya juga mengandung alkali dan tanah alkali sebagai komponen dasarnya. Beberapa ciri khusus tanah lempung adalah mempunyai sifat liat, sulit menyerap air, tanah dapat terpecah menjadi butiran-butiran sangat halus saat keadaan kering. Lempung dibagi menjadi dua kelompok yang ditinjau dari mineral pembentuknya, yaitu lempung non-ekspansif dan lempung ekspansif. Tanah lempung non-ekspansif tidak sensitif terhadap perubahan kadar air, sehingga potensi kembang susutnya kecil

jika terjadi perubahan kadar air. Sedangkan tanah lempung ekspansif memiliki potensi kembang susut yang besar jika terjadi perubahan kadar air.

Potensi pengembangan dari tanah lempung perlu diketahui, *American Society for Testing and Mineral (ASTM)* memberi batasan bahwa secara fisik ukuran tanah lempung adalah lolos saringan No. 200. Untuk membedakan tanah lempung dengan beberapa cara sebagai berikut.

1. *Atterberg Limit Tes*

Indeks plastis dapat digunakan untuk tes dalam menentukan potensi pengembangan tanah lempung. Potensi pengembangan dengan indeks plastisitas dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini.

**Tabel 3.2 Potensi Pengembangan dengan Indeks Plastis**

Potensi Pengembangan	Indeks Plastisitas <i>PI</i> (%)
Sangat Tinggi	>35
Tinggi	25 – 41
Sedang	15 – 28
Rendah	<18

(Sumber: Hardiyatmo, 2002)



### 3.2 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi Tanah adalah suatu metode yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan daya dukung suatu lapisan tanah, dengan cara memberikan perlakuan (*treatment*) khusus terhadap lapisan tanah tersebut (Panguriseng, 2001). Dengan demikian dapat diketahui bahwa tujuan dari stabilisasi tanah adalah minimal untuk memenuhi dari empat sasaran berikut.

1. Untuk memperbaiki (meningkatkan) daya dukung tanah.
2. Untuk memperbaiki (memperkecil) penurunan lapisan tanah.
3. Untuk memperbaiki (menurunkan) permeabilitas dan *swelling* potensial tanah.
4. Untuk menjaga(mempertahankan) potensi tanah yang ada (*existing strength*).

Jenis – jenis stabilisasi tanah sebagai berikut.

1. Stabilisasi kimia yaitu stabilisasi dengan menggunakan bahan – bahan kimia memungkinkan terjadi reaksi kimia , dan menghasilkan senyawa baru yang bersifat stabil dari pada senyawa yang terdapat dalam massa tanah sebelum stabilisasi dilakukan (Panguriseng, 2001)

Contoh: stabilisasi dengan semen, kapur, larutan kimia dan lain lain.

2. Stabilisasi fisik yaitu stabilisasi dengan menggunakan energy yang disalurkan ke lapisan tanah, sehingga memperbaiki karakteristik lapisan sesuai dengan tujuan stabilisasi yang diinginkan.

Contoh: stabilisasi kompaksi, *vibroflot process*, dan lain lain.

Dalam penelitian ini, stabilisasi tanah yang digunakan adalah stabilisasi kimiawi. Bahan tabah yang akan digunakan adalah *fly ash* dan kapur tohor.

#### 3.2.1 Fly Ash sebagai Bahan Stabilisasi

*Fly ash* adalah limbah padat hasil proses pembakaran batubara di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berbutir halus. *Fly ash* merupakan limbah yang mempunyai potensi tinggi digunakan dalam konstruksi. *Fly ash* mengandung unsur kimia antara lain silica( $\text{SiO}_2$ ) , Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Fero Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Kalsium Oksida ( $\text{CaO}$ ), Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ ), Titanium Oksida ( $\text{TiO}_2$ ), Alkalin ( $\text{Na}_2\text{O}$ )

dan  $K_2O$ ), Sulfur Trioksida ( $SO_3$ ), Pospor Oksida ( $P_2O_5$ ) dan karbon. Karena *fly ash* memiliki kandungan  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , dan  $Fe_2O_3$  yang cukup tinggi maka memenuhi kriteria sebagai bahan yang memiliki sifat semen/*pozzolan*. Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat fisik dan kimia dari *fly ash* adalah tipe batubara, kemurnian batubara, tingkat penghancuran, tipe pemanasan dan operasi metode penyimpanan dan penimbunan. Persyaratan kimia *fly ash* atau abu terbang menurut SK-SNI-S-15-1990-F dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut ini.

**Tabel 3.3 Persyaratan Kimia Abu Terbang**

No.	Senyawa	Kadar (%)
1	Jumlah oksidasi $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ minimum	70
2	$SO_3$	5
3	Hilang pijar maksimum	6
4	Kadar air maksimum	3
5	Total alkali dihitung sebagai $Na_2O$	1,5

(Sumber :SK-SNI S-15-1990-F dalam Sigit dan Arif (2005))

*Fly ash* merupakan material yang memiliki ukuran butiran yang halus dan berwarna keabu-abuan yang dapat dipandang sebagai lanau halus yang tidak plastis berdasarkan klasifikasi *Unified Soil Classification System (USCS)* memiliki sifat *pozzolan*. Sifat *pozzolan*, yaitu suatu bahan yang mengandung silika atau alumina silika yang mempunyai sifat perekat (sementasi) pada dirinya sendiri dengan butirannya yang sangat halus bisa bereaksi secara kimia dengan air membentuk bahan perekat pada temperatur normal (Sudjianto, 2012). *Fly ash* sendiri tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh *fly ash* akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat.

*Fly ash* ada berbagai jenis, diantaranya yaitu *fly ash* kelas C dan kelas F yang paling sering digunakan sebagai material stabilisasi. *Fly ash* kelas C lebih baik dari kelas F karena berfungsi sebagai *filler* dapat memberikan ikatan yang kuat pada

tanah karena mempunyai sifat *self-cementing*. Fly ash kelas C dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis *lignite* atau *batubara subitumen*. Fly ash kelas C mempunyai sifat *pozzolanic* mempunyai kemampuan mengeras dan menambahkan kekuatan apabila bereaksi dengan air (*self-cementing*) dan sifat ini timbul tanpa pembakaran kapur. Fly ash kelas C mengandung kapur (CaO) lebih tinggi dari 10%. Fly ash kelas F dihasilkan dari pembakaran *anthracite* atau *bituminous*. Fly ash kelas F disebut *low-calcium fly ash*, yang tidak mempunyai sifat *cementitious* dan hanya bersifat *pozzolanic*. Fly ash kelas F mengandung kapur (CaO) lebih kecil dari 10%.

### 3.2.2 Kapur Tohor sebagai Bahan Stabilisasi

Kapur adalah salah satu jenis batuan sedimen yang terdiri dari mineral utama *calcite* (kalsium karbonat). Pembentukan kapur dapat terjadi secara mekanik, kimia, dan organik. Mineral *calcite* banyak terdapat pada organisme laut, oleh karena itu biasanya terbentuk dari cangkang binatang laut, kerang, dan jasad makhluk hidup laut yang telah mati. Kapur mudah larut dalam air terutama yang mengandung CO<sub>2</sub>, dan bila ditetesi zat asam maka akan membentuk gas CO<sub>2</sub>. Batuan ada yang keras adapula yang lunak. Warna batuan ini umumnya putih keabu-abuan, namun ada juga yang berwarna merah, kuning, hitam, atau abu – abu gelap. Kapur sering dimanfaatkan sebagai bahan baku semen.

Kapur tohor dengan nama IUPAC kalsium oksida (CaO) merupakan hasil pembakaran dari kapur mentah (CaCO<sub>3</sub>) pada suhu kurang lebih 90°C. Kapur biasanya dipakai untuk bahan stabilisasi tanah secara kimiawi. Apabila diberi air maka akan menghasilkan kalsium hidroksida, yang kemudian prosesnya disebut *slaking*. Kapur ini akan menimbulkan reaksi kimia dengan lempung (Sofyan, 2017). Berikut merupakan reaksi kimia kapur tohor apabila diberi air.



Apabila kapur dengan mineral lempung bereaksi, maka akan membentuk gel yang kuat dan keras yaitu kalsium silikat yang mengikat butir – butir atau

partikel tanah. Gel silika bereaksi dengan segera melapisi dan mengikat partikel lempung dan menutup pori-pori tanah sehingga dapat memperkecil indeks plastisitas tanah. Penurunan nilai indeks plastisitas disebabkan karena naiknya nilai batas susut dan disertai dengan penurunan batas cair (Sujatmaka, 1998).

Kapur tohor bisa digunakan untuk bahan bangunan, kapur bisa digunakan untuk bahan penstabilan jalan raya. Dengan pemakaian kapur dalam bidang pemantapan pondasi jalan raya. Kapur ini berfungsi untuk mengurangi plastisitas tanah, mengurangi penyusutan tanah, dan pemuaiian pondasi jalan raya. Dengan penambahan kapur tohor pada tanah yang mempunyai kadar air tinggi, kapur tersebut akan mengikat partikel tanah agar menjadi lebih keras dengan menyerap kadar air yang tersimpan pada tanah dasar. Kapur tohor mampu memperbaiki tanah dasar yang memiliki daya dukung tanah yang kurang baik.

### 3.3 Pengujian yang Akan dilakukan

Pengujian sifat fisik tanah dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik sifat fisik tanah yang meliputi pengujian fisik dan mekanis tanah.

#### 3.3.1 Pengujian Kadar Air (Moisture Content/Water Content)

Tujuan pengujian kadar air adalah menentukan kadar air suatu tanah. Kadar air adalah perbandingan nilai anatara berat air ( $W_w$ ) dengan berat kering ( $W_s$ ) tanah yang akan diuji, dinyatakan dalam persen dengan Persamaan 3.3 berikut.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (3.3)$$

dengan:

$w$  = kadar air (%)

$W_w$  = berat air (gr)

$W_s$  = berat kering (gr)

### 3.3.2 Pengujian Berat Volume

Tujuan pengujian berat volume adalah mengetahui berat volume suatu tanah. Berat volume ( $\gamma$ ) adalah perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara ( $W$ ) dengan volume tanah ( $V$ ) dengan Persamaan 3.4 berikut ini.

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (3.4)$$

Dengan:

$\gamma$  = berat volume basah ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$W$  = berat butiran tanah ( $\text{gr}$ )

$V$  = volume tanah ( $\text{cm}^3$ )

### 3.3.3 Pengujian Berat Jenis

Tujuan pengujian berat jenis adalah menentukan berat jenis tanah menggunakan piknometer. Berat jenis tanah ( $G_s$ ) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat ( $\gamma_s$ ) dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ) pada temperatur  $27,5^\circ\text{C}$  dengan Persamaan 3.5 berikut ini.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (3.5)$$

Dengan:

$G_s$  = berat jenis,

$\gamma_s$  = Berat volume padat ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ), dan

$\gamma_w$  = Berat volume air ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

Nilai – nilai berat jenis dari berbagai jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut ini.

**Tabel 3.4 Berat Jenis Tanah (*Specify Gravity*)**

Macam Tanah	Berat (Gs)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Organik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,58 – 2,65
Lempung Anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25

(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

### 3.1.5 Pengujian Analisis Distribusi Butiran

Pengujian analisis distribusi butiran terbagi menjadi 2 yaitu pengujian analisa saringan dan analisa *hydrometer*. Analisa saringan dimaksudkan untuk menentukan persentase ukuran butir tanah yang lebih besar atau tertahan saringan no. 200 (0,074 mm), sedangkan analisa hidrometer dimaksudkan untuk menentukan distribusi dari butiran tanah yang memiliki diameter yang lebih kecil atau lolos saringan no. 200 (0,074 mm) dengan cara pengendapan.

#### 1. Analisa saringan

Pengujian analisa saringan untuk menentukan gradasi atau pembagian butiran agregat halus dan kasar dengan menggunakan saringan. Apabila butir – butir agregat mempunyai ukuran yang sama, maka volume pori akan besar, sebaliknya jika ukuran butir – butir bervariasi maka volume pori akan kecil. Hal ini karena butiran yang kecil, akan mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Hasil dari pengujian ini berupa penentuan persentase berat butiran pada suatu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. Adapun susunan satu unit saringan beserta ukuran diameter lubangnya dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut ini.

**Tabel 3.5 Susunan Satu Unit Saringan dan Diameter (Standar Amerika)**

No. Saringan	Bukaan / Diameter Saringan (mm)
3	6,35
4	4,75
10	2
20	0,85
40	0,425
60	0,25
140	0,106
200	0,075
Pan	-

(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

## 2. Analisa *Hydrometer*

Pengujian analisa *hydrometer* bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir – butir untuk tanah yang tidak mengandung butir tanah oleh saringan No.200. Pengujian dilakukan dengan analisa sedimen menggunakan *hydrometer*. Dengan menggunakan *hukum stoker* dimana butiran dimasukkan kedalam larutan yang telah dicampur reagen, butiran yang besar memiliki kecepatan pengendapan lebih cepat disbanding dengan butiran yang halus. Pengujian ini juga didapatkan nilai koefisien keseragaman ( $Cu$ ) dan koefisien gradasi ( $Cc$ ). Kecepatan pengendapan butiran dapat diperoleh dari Persamaan 3.6, Persamaan 3.7, Persamaan 3.8, dan Persamaan 3.9.

$$D = K \sqrt{\frac{L}{t}} \quad (3.6)$$

$$K = \sqrt{\frac{30\mu}{Gs-1}} \quad (3.7)$$

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (3.8)$$

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}} \quad (3.9)$$

Dengan:

$D$  = diameter butiran (mm)

$L$  = kedalaman hydrometer (cm)

$t$  = waktu pengendapan (menit)

$K$  = konstanta yang dipengaruhi oleh  $G_s$  dan  $\mu$

$G_s$  = gravitasi khusus

$Cu$  = koefisien keseragaman

$Cc$  = koefisien gradasi

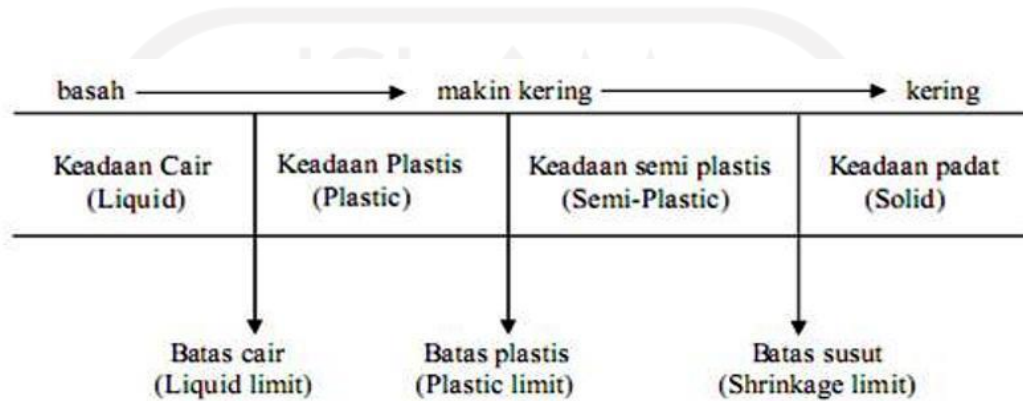
$D_{10}$  = diameter butir pada persentase 10%

$D_{30}$  = diameter butir pada persentase 30%

$D_{60}$  = diameter butir pada persentase 60%

### 3.3.5 Batas – Batas Konsistensi (*Atterberg limit*)

Batas – batas konsistensi umumnya dinyatakan sebagai indeks konsisten atau batasan kadar air yaitu batas (*shrinkage limit*), batas plastis (*plastic limit*) dan batas cair (*liquid limit*) (Rudiansyah, 2019). Kedudukan batas – batas konsistensi untuk tanah kohesif dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



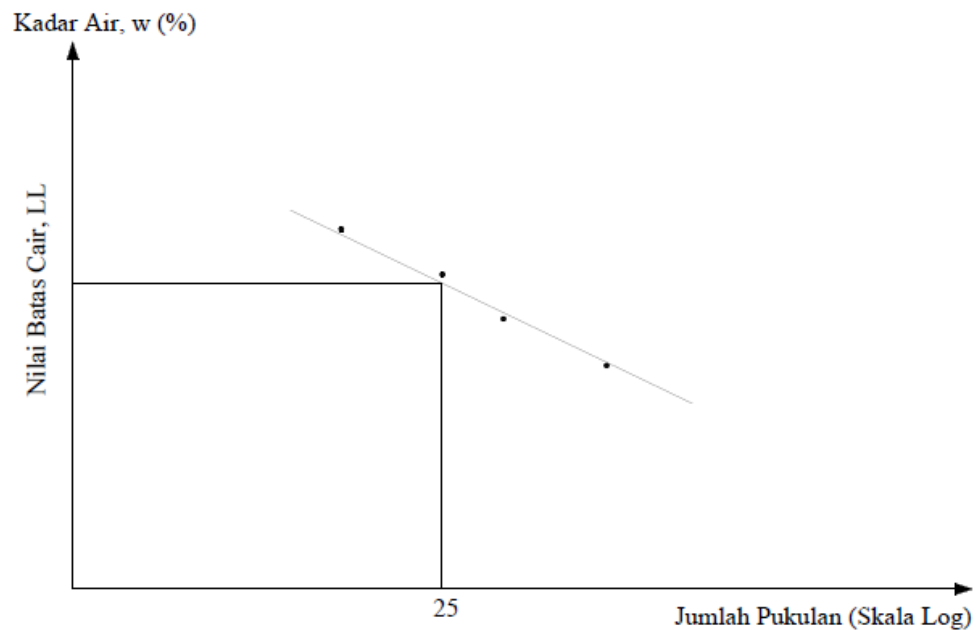
**Gambar 3. 1 Batas - Batas Atterberg**

(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

#### 1. Batas cair (*liquid limit*)

Batas cair adalah kadar air tertentu dimana perilaku tanah berubah dari kondisi plastis ke cair. Pada kadar air tersebut tanah mempunyai kuat geser terendah. Batas cair dalam uji menggunakan alat *Casagrande* merupakan kadar air pada 25 kali pukulan yang dibutuhkan untuk menutup celah 12,7 mm. Penentuan batas cair bisa dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini.





**Gambar 3. 2 Grafik Penentuan Batas Cair**

(Sumber: Hardiyatmo,2002)

2. Batas plastis (*plastic limit*)

Batas plastis adalah kadar air minimum dimana tanah masih dalam keadaan plastis atau tanah dapat digulungg sampai diameter 3,1 mm. Tujuan pengujian ini adalah untuk meentukan kadar air pada kondisi plastis.

3. Batas Susut (*shrinkage limit*)

Tujuan pengujian ini adalah menentukan kadar air pada kondisi susut. Batas susut adalah kadar air tanah minimum yang masih dalam keadaan semi solid, dan merupakan batas antara keadaan semi solid dan solid (kadar air pada tanahh yang diberi penambahan air dan tanah, volumenyya mulai berubah). Batas susut dinyatakan dalam Persamaan 3.10 berikut ini.

$$SL = w - \left(\frac{V-V_0}{w_0}\right) \times 100\% \quad (3.10)$$

Dengan:

$SL$  = batas susut tanah,

$w$  = kadar air (%),

$V$  = volume tanah basah ( $\text{cm}^3$ ),

$V_0$  = volume tanah kering oven ( $\text{cm}^3$ ), dan

$W_0$  = berat tanah kering (gr).

#### 4. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastis adalah jumlah kadar pada saat tanah dalam keadaan kondisi plastis dimana nilainya diperoleh dari selisih antar *Liquid Limit (LL)* dengan *Plastic Limit (PL)*. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika mempunyai PI rendah, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering. Dapat ditulis dalam bentuk Persamaan 3.11 berikut ini.

$$PI = LL - PL \quad (3.11)$$

Dengan:

PI = indeks plastis

LL = batas cair

PL = batas plastis

Nilai indeks plastis dapat menunjukkan macam dan sifat tanah. Nilai indkes plastis dan macam tanah dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut ini

**Tabel 3.6 Nilai Plastis dan Macam Tanah**

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

(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

#### 3.3.6 Pengujian Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara : tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah tersebut. Tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah atau pelumas pada partikel-partikel tanah. Karena adanya air, partikel-partikel tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk

kedudukan yang lebih rapat/padat. Untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat.

Pengujian pemadatan standar (*Standard Proctor*) adalah proses yang dilakukan untuk merapatkan butiran tanah yang satu dengan yang lain, sehingga partikel tanah saling berdekatan dan pori tanah menjadi kecil. Tujuan diadakan pemadatan tanah yaitu sebagai berikut.

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

Pada pengujian pemadatan tanah dengan uji *proctor* tanah (*Proctor, 1933*) Tingkat pemadatan tanah diukur berdasarkan berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan kepada tanah yang dipadatkan, air akan berfungsi sebagai unsur pelumas pada partikel tanah. Karena adanya air, partikel-partikel tanah tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih solid. Massa volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dilakukan pemadatan) meningkat

### 3.3.7 California Bearing Ratio (CBR)

*California Bearing Ratio (CBR)* adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan (dapat berupa tanah ataupun material perkerasan jalan) dengan bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian *CBR* dilakukan untuk mengetahui nilai *CBR* pada variasi kadar air pemadatan. Nilai *CBR* dihitung pada kedalaman penetrasi 0,1" dan 0,2", yang dirumuskan pada Persamaan 3.12 dan Persamaan 3.13 berikut ini.

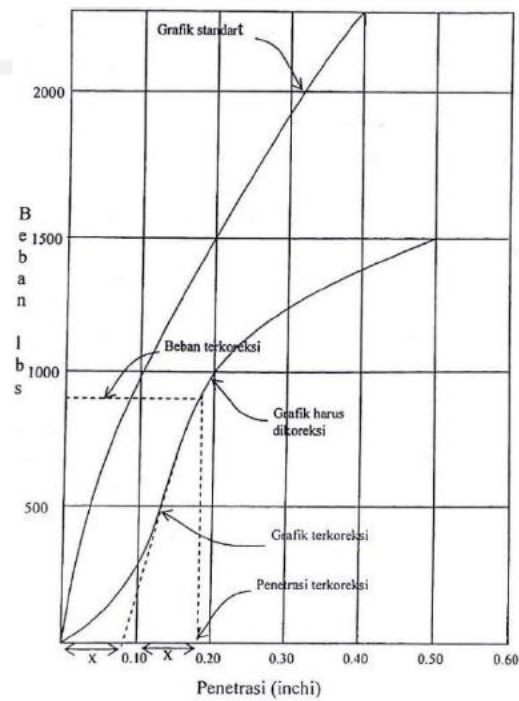
$$CBR_{0,1"} = \frac{\text{Gaya pada penetrasi } 0,1" \text{ (lbs)}}{3000 \text{ (lbs)}} \times 100\% \quad (3.12)$$

$$CBR_{0,2"} = \frac{\text{Gaya pada penetrasi } 0,2" \text{ (lbs)}}{4500 \text{ (lbs)}} \times 100\% \quad (3.13)$$

Pengujian *CBR* dibedakan menjadi dua, yaitu sebagai berikut.

1. *CBR* rendaman (*Soaked*).
2. *CBR* tanpa rendaman (*Unsoaked*).

Grafik standar pengujian *CBR* dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut ini.



**Gambar 3. 3 Grafik Standar Pengujian CBR**  
(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

### 3.3.8 Pengujian *Swelling*

Pengembangan (*swelling*) adalah nilai perbandingan antara perubahan tinggi benda uji selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula yang dinyatakan dalam persen. Penilaian pengembangan (*swelling*) tanah yang dipakai adalah tanah rendaman yang sudah dipadatkan selama 4 hari (Firdaus, 2018). Pengujian ini dilakukan menggunakan tanah lempung kering lolos saringan No. 40 yang telah diketahui volumennya dan direndam air tanpa diberikan beban (Rudiansyah, 2019). Pengembangan (*swelling*) dapat dihitung dengan Persamaan 3.14 berikut.

$$\text{Derajat Pengembangan} = S_w = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (3.14)$$

Dengan:

$S_w$  = nilai pengembangan,

$\Delta L$  = tinggi penambahan pada dial, dan

$L_0$  = tinggi mula – mula sampel.

Adapun klasifikasi pengembangan tanah dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut.

**Tabel 3.7 Klasifikasi Pengembangan**

<i>Swelling Potential (%)</i>	<i>Swelling Degree</i>
0 - 1,5	<i>Low</i>
1,5 – 5	<i>Medium</i>
5 – 25	<i>High</i>
>25	<i>Very High</i>

(Sumber: Das, 1995))

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Jenis Penelitian**

Pada tugas akhir ini, penelitian yang dilakukan bersifat eksperimen. Hal ini dilakukan untuk mencari tahu pengaruh penambahan *fly ash* dan kapur tohor terhadap parameter nilai *CBR*.

#### **4.2 Lokasi**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia di Jalan Kaliurang KM 14,5 Umbulmartani, Ngemplak, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

#### **4.3 Bahan dan Benda Uji**

##### **4.3.1 Bahan**

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah tanah lempung, *fly ash*, dan kapur tohor.

##### **1. Tanah Lempung**

Tanah lempung yang akan digunakan berasal dari Dusun Guli, Desa Guli, Kecamatan Nogosari, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah.

##### **2. Fly Ash**

Pada pengujian ini, digunakan *fly ash* yaitu debu yang dihasilkan dari sisa pembakaran batu bara. *fly ash* sendiri didapatkan dari PT Indonesia Power Suralaya. *Fly ash* di pengujian ini menggunakan persentase 15%,18% dan 22% karena hasil dari penelitian terdahulu yang terdapat di tinjauan pustaka penggunaan *fly ash* sebesar 16% itu masih mengalami peningkatan. Maka dari itu di penelitian ini menggunakan persentase 15%,18% dan 22% untuk lebih mengetahui apakah masih mengalami peningkatan atau tidak.

### 3. Kapur Tohor

Pada pengujian ini, digunakan Kapur tohor yaitu kapur hasil pembakaran batu kapur pada suhu kurang lebih  $90^{\circ}\text{C}$  dengan komposisi sebagian besar kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Untuk kapur tohor sendiri di penelitian ini menggunakan persentase 10% dikarenakan di penelitian sebelumnya yang terdapat di tinjauan pustaka didapatkan saran untuk mencoba penelitian dengan persentase kapur tohor yang konstan. Maka penelitian ini menggunakan persentase kapur tohor sebesar 10%.

#### 4.3.2 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel

Berikut ini Tabel 4.1 merupakan jenis-jenis pengujian dan jumlah sampel yang akan dilakukan pada uji laboratorium

**Tabel 4. 1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel**

No	Pengujian	Jumlah sampel	satuan
1	Pengujian kadar air	2	Buah
2	Pengujian berat jenis	2	Buah
3	Pengujian berat volume	2	Buah
4	Pengujian analisis saringan	2	Buah
5	Pengujian analisis hydrometer	2	Buah
6	Pengujian batas cair	2	Buah
7	Pengujian batas plastis	2	Buah
8	Pengujian batas susut	2	Buah
9	Pengujian <i>proctor standard</i>	2	Buah
10	Pengujian <i>CBR (Unsoaked)</i>		
	a. Pemeraman 1 hari		
	1. Tanah asli	2	Buah
	2. Tanah+ 10% kapur tohor	2	Buah
	3. Tanah + 15% <i>fly ash</i>	2	Buah
	4. Tanah + 18% <i>fly ash</i>	2	Buah
	5. Tanah + 22% <i>fly ash</i>	2	Buah
	6. Tanah + 10% kapur tohor + 15% <i>fly ash</i>	2	Buah

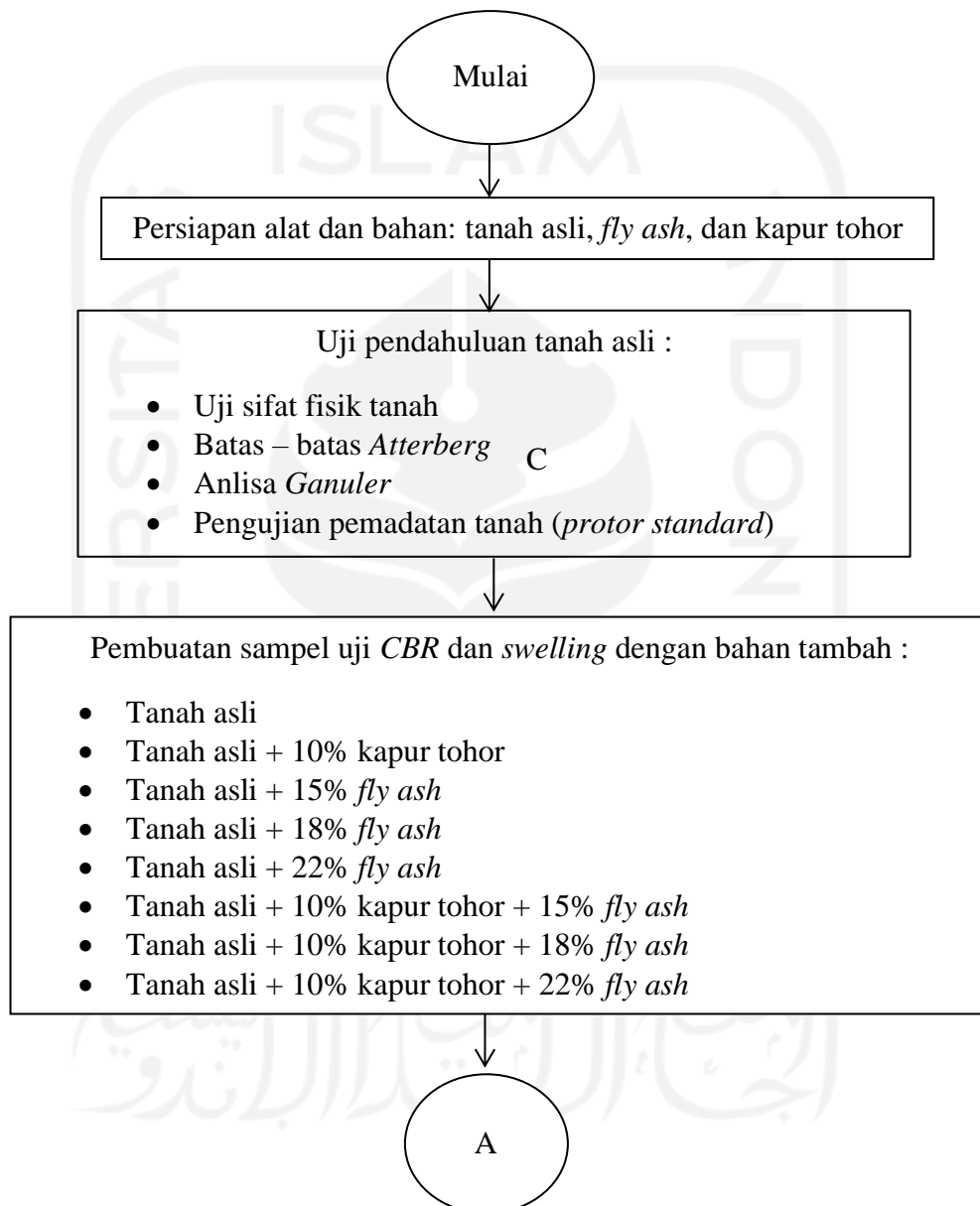
**Tabel 4.1 Lanjutan Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel**

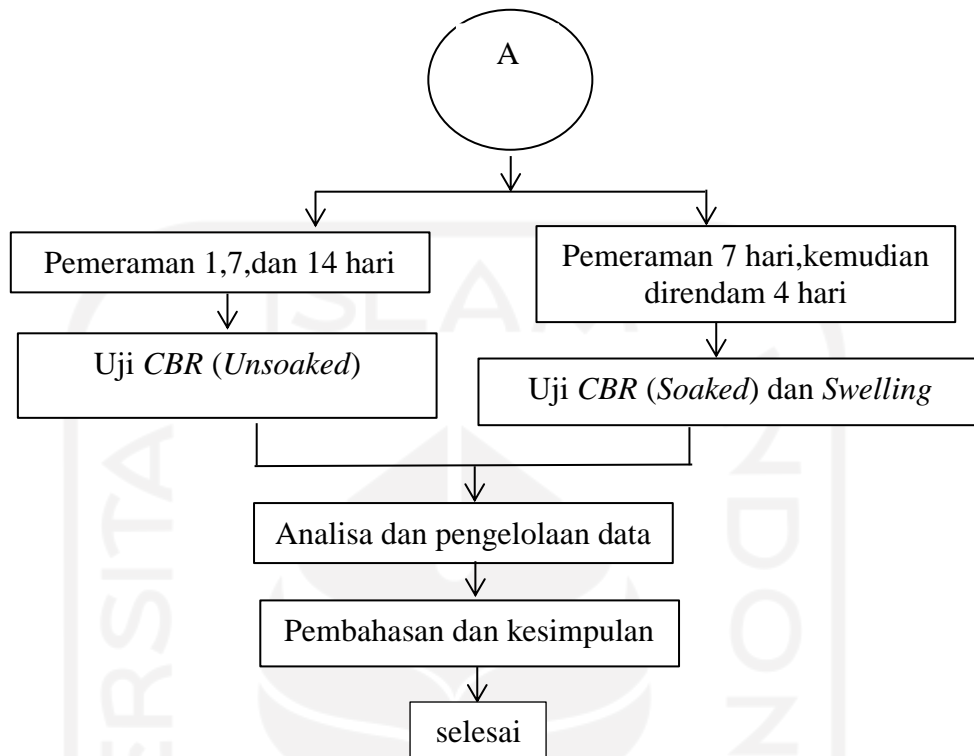
No	Pengujian	Jumlah Sampel	Satuan
	7. Tanah + 10% Kapur Tohor + 18% <i>Fly Ash</i>	2	Buah
	8. Tanah + 10% Kapur Tohor + 22% <i>Fly Ash</i>	2	Buah
	b. Pemeraman 7 hari		
	1. Tanah Asli	2	Buah
	2. Tanah + 10% Kapur Tohor	2	Buah
	3. Tanah + 15% <i>Fly Ash</i>	2	Buah
	4. Tanah + 18% <i>Fly Ash</i>	2	Buah
	5. Tanah + 22% <i>fly ash</i>	2	Buah
	6. Tanah + 10% kapur tohor + 15% <i>fly ash</i>	2	Buah
	7. Tanah + 10% kapur tohor + 18% <i>fly ash</i>	2	Buah
	8. Tanah + 10% kapur tohor + 22% <i>fly ash</i>	2	Buah
	c. Pemeraman 14 hari		
	1. Tanah asli	2	Buah
	2. Tanah + 10% kapur tohor	2	Buah
	3. Tanah + 15% <i>fly ash</i>	2	Buah
	4. Tanah + 18% <i>fly ash</i>	2	Buah
	5. Tanah + 22% <i>fly ash</i>	2	Buah
	6. Tanah + 10% kapur tohor + 15% <i>fly ash</i>	2	Buah
	7. Tanah + 10% kapur tohor + 18% <i>fly ash</i>	2	Buah
	8. Tanah + 10% kapur tohor + 22% <i>fly ash</i>	2	Buah
11	Pengujian <i>CBR (Soaked)</i> dan <i>swelling</i>		
	a. Pemeraman 7 hari + 4 hari		Buah
	1. Tanah asli	2	Buah
	2. Tanah + 10% kapur tohor	2	Buah
	3. Tanah + 15% <i>fly ash</i>	2	Buah
	4. Tanah + 18% <i>fly ash</i>	2	Buah
	5. Tanah + 22% <i>fly ash</i>	2	Buah
	6. Tanah + 10% kapur tohor + 15% <i>fly ash</i>	2	Buah
	7. Tanah + 10% kapur tohor + 18% <i>fly ash</i>	2	Buah
	8. Tanah + 10% kapur tohor + 22% <i>fly ash</i>	2	Buah
	Total	82	Buah



#### 4.4 Bagan Alir Penelitian

Tahap pada penelitian dapat digambarkan dengan bagan alir (flowchart) seperti pada Gambar 4.1 berikut





**Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian (Flowchart)**

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat – sifat fisik tanah asli. Penelitian sifat fisik yang dilakukan berupa pengujian kadar air, berat volume, berat jenis, analisis *granuler* dan batas – batas *Atterberg*, kemudian ada pengujian mekanik yaitu pengujian pemadatan tanah dan pengujian *California Bearing Ratio (CBR)* serta pengujian *swelling* atau pengembangan. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Tanah yang dipakai berasal dari Desa Guli, Kecamatan Nogosari, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah.

#### 5.2 Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air tanah asli bertujuan untuk mengetahui kadar air tanah. Kadar air adalah perbandingan nilai antara berat air dengan berat kering tanah tersebut. Perhitungan kadar air menggunakan Persamaan 3.2 dan hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

**Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli**

No	Pengujian	Satuan	1	2
1	Berat container (W1)	gr	5,59	5,64
2	Berat container + tanah basah (W2)	gr	21,85	21,19
3	Berat Container + tanah kering (W3)	gr	16,93	16,37
4	Berat air ( $W_w = W_2 - W_3$ )	gr	4,92	4,82
5	berat tanah kering ( $W_s = W_3 - W_1$ )	gr	11,34	10,73
6	Kadar air ( $W_w/W_s \times 100\%$ )	%	43,386	44,921
7	Kadar air rata – rata (w)	%	44,154	

Hasil yang didapat dari pengujian kadar air tanah asli dari Desa Guli, Kecamatan Nogosari, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah mengandung kadar air rata – rata sebesar 44,154%.

### 5.3 Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume bertujuan untuk mengetahui berat volume suatu tanah. Berat volume adalah perbandingan antara berat butiran tanah, air dan udara dengan volume tanah. Perhitungan berat volume menggunakan Persamaan 3.3 dan hasil pengujian berat volume dapat dilihat pada table 5.2 berikut ini.

**Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli**

NO	Pengujian	Satuan	1	2
1	Diameter ring (d)	cm	5,1	5,11
2	Tinggi ring (t)	cm	2,05	2,06
3	Volume ring(V)	cm <sup>3</sup>	41,878	42,247
4	Berat ring (W1)	gr	42,43	42,93
5	Berat ring + tanah basah (W2)	gr	113,81	115,35
6	Berat tanah basah (W3=W2-W1)	gr	71,38	72,42
7	Berat volume tanah ( $\gamma_b = W3/V$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1,704	1,714
8	Berat volume rata rata	gr/cm <sup>3</sup>	1,709	

Hasil yang didapat dari pengujian berat volume tanah asli dari Desa Guli, Kecamatan Nogosari, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah mengandung berat volume rata – rata sebesar 1,709 gr/cm<sup>3</sup>.

### 5.4 Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah menggunakan *picknometer*. Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat volume butiran padat dengan volume air pada temperature 27,5°C. Perhitungan berat jenis menggunakan Persamaan 3.4 dan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

**Tabel 5. 3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli**

NO	Pengujian	Satuan	1	2
1	Berat Piknometer (W1)	gr	37,14	38,45
2	Berat Piknometer + Tanah Kering (W2)	gr	65,5	62,22
3	Berat Piknometer + Tanah + air (penuh) (W3)	gr	149,52	153,61
4	Berat Piknometer + air (Penuh) (W4)	gr	132,34	138,82
5	Suhu air	°C	26	26
6	$\gamma_w$ pada suhu	gr/cm <sup>3</sup>	0,9968	0,9968
7	$\gamma_w$ pada suhu (27,5°C)	gr/cm <sup>3</sup>	0,9964	0,9964
8	Berat tanah kering (Ws= W2-W1)	gr	28,36	23,77
9	A = Ws+W4	gr	160,7	162,59
10	I = A-W3	gr	11,18	8,98
11	Berat jenis tanah pada suhu (t°C), Gs (t°C)= Ws/I		2,537	2,647
12	Berat jenis tana pada suhu (27,5°C) = Gs(t°C) X ( $\gamma_w$ t°C / $\gamma_w$ t 27,5°		2,538	2,648
13	Berat jenis rata rata pada suhu (27,5°C)		2,593	

Hasil yang didapat dari pengujian berat jenis tanah asli dari Desa Guli, Kecamatan Nogosari, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah mengandung berat jenis rata – rata sebesar 2,593. Berdasarkan Tabel 3.5 nilai berat jenis tanah sebesar 2,593 termasuk lempung organik.

## 5.5 Pengujian Analisis Distribusi Butiran

Pengujian analisis distribusi butiran ada pengujian analisis saringan dan analisis *hydrometer*.

### 5.5.1 Pengujian Analisis Saringan

Pengujian analisis saringan bertujuan untuk mengetahui gradasai butiran agregat halus dan kasar dengan menggunakan saringan pada benda uji yang tertahan di saringan no. 200. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 berikut ini.

**Tabel 5. 4 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli Sampel 1**

<b>No. Saringan</b>	<b>Diameter Saringan</b>	<b>Berat Tanah Tertahan</b>	<b>Berat Tanah Lolos</b>	<b>% Tertahan</b>	<b>% Lolos</b>
	(mm)	(gr)	(gr)	(%)	(%)
1	25,4	0	300	0	100
1/2	13,2	0	300	0	100
3/8	9,5	0	300	0	100
1/4	6,7	0	300	0	100
4	4,75	28,9	271,1	9,6333	90,3667
10	2	11,27	259,83	3,7567	86,6100
20	0,85	5,25	254,58	1,7500	84,8600
40	0,425	4,17	250,41	1,3900	83,4700
60	0,25	3,72	246,69	1,2400	82,2300
140	0,106	13,52	233,17	4,5067	77,7233
200	0,075	1,79	231,38	0,5967	77,1267
pan		231,38	0	77,1267	0
	Jumlah	300		100	

**Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli Sampel 2**

<b>No. Saringan</b>	<b>Diameter Saringan</b>	<b>Berat Tanah Tertahan</b>	<b>Berat Tanah Lolos</b>	<b>% Tertahan</b>	<b>% Lolos</b>
	(mm)	(gr)	(gr)	(%)	(%)
1	25,4	0	300	0	100
1/2	13,2	0	300	0	100
3/8	9,5	0	300	0	100
1/4	6,7	0	300	0	100
4	4,75	27,8	272,2	9,2667	90,7333
10	2	11	261,2	3,667	87,067
20	0,85	6,08	255,12	2,027	85,04
40	0,425	5,9	249,22	1,967	83,0733
60	0,25	2,5	246,72	0,833	82,24
140	0,106	12,67	234,05	4,2233	78,0167
200	0,075	1,52	232,53	0,507	77,51
pan		232,53	0	77,510	0
	Jumlah	300		100	

Hasil rekapitulasi persen lolos pengujian analisis saringan dari kedua sampel diatas dapat dilihat dalam rekapitulasi pada Tabel 5.6 berikut ini.

**Tabel 5. 6 Rekapitulasi Hasil Persen Lolos Analisis Saringan**

<b>No. Saringan</b>	<b>Diameter Saringan</b>	<b>% Lolos Sampel 1</b>	<b>% Lolos Sampel 2</b>	<b>Rata Rata Persentase Tanah lolos</b>
	(mm)	(%)	(%)	(%)
4	4,75	90,3667	90,7333	90,5500
10	2	86,61	87,06667	86,8383
20	0,85	84,86	85,04	84,9500
40	0,425	83,47	83,0733	83,2717
60	0,25	82,23	82,24	82,2350
140	0,106	77,7233	78,0167	77,8700
200	0,075	77,1267	77,51	77,3183

Hasil yang didapat dari rekapitulasi persen lolos tanah asli dari Desa Guli, Kecamatan Nogosari, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah bahwa nilai rata - rata persen lolos saringan no. 200 sebesar 77,318%.

#### 5.5.2 Pengujian Analisis *Hydrometer*

Pengujian analisis *hydrometer* bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir – butir untuk tanah yang tidak mengandung butir tanah tertahan oleh saringan no.10. Dalam pengujian ini digunakan 2 sampel tanah dengan berat tanah yang sama sebesar 60 gram yang lolos saringan no.200. Pengujian analisis hidrometer menggunakan Persamaan 3.5, Persamaan 3.6, Persamaan 3.7, dan Persamaan 3.8. hasil dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 berikut ini.

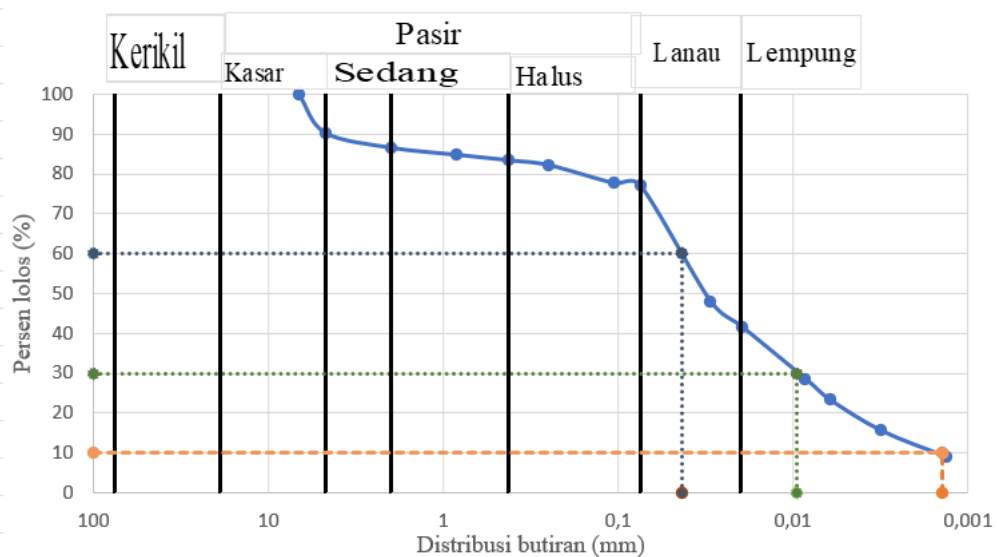
**Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Pada Tanah Asli Sampel 1**

Waktu	Temperatur (t)	Pembacaan hidrometer, Ra	Pembacaan hidrometer terkoreksi, Rc	% Lolos	Hidrometer terkoreksi miniscus, R	Kedalaman efektif, L	L/t	K	Diameter
menit	°C					cm			
0	26	44	46	59,840098	47	9,1	0	0,012952	0,000
2	26	35	37	48,1321818	38	10,6	5,3	0,012952	0,030
5	26	30	32	41,6278329	33	11,4	2,28	0,012952	0,020
30	26	20	22	28,6191351	23	13	0,433333	0,012952	0,009
60	26	16	18	23,415656	19	13,7	0,228333	0,012952	0,006
250	26	10	12	15,6104373	13	14,7	0,0588	0,012952	0,003
1440	26	5	7	9,10608844	8	15,5	0,010764	0,012952	0,001

**Tabel 5. 8 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Pada Tanah Asli Sampel 2**

Waktu	Temperatur (t)	Pembacaan hidrometer, Ra	Pembacaan hidrometer terkoreksi, Rc	% Lolos	Hidrometer terkoreksi miniscus, R	Kedalaman efektif, L	L/t	K	Diameter
menit	°C					cm			
0	26	50	52	67,9814373	53	8,1	0	0,012952	0
2	26	41	43	56,2154193	44	9,6	4,8	0,012952	0,028
5	26	34	36	47,064072	37	10,7	2,14	0,012952	0,019
30	26	21	23	30,0687127	24	12,9	0,43	0,012952	0,008
60	26	16	18	23,532036	19	13,7	0,228333	0,012952	0,006
250	26	10	12	15,688024	13	14,7	0,0588	0,012952	0,003
1440	26	5	7	9,15134733	8	15,5	0,010764	0,012952	0,001

Berdasarkan hasil persen lolos pengujian analisis saringan dan hasil persen lolos pengujian analisis hidrometer menghasilkan grafik analisis saringan butiran sampel 1 dan sampel 2. Grafik analisis saringan butiran dapat dilihat pada Gambar 5.1, Gambar 5.2, dan Gambar 5.3. Diperoleh persentase ukuran butiran tanah asli sampel 1 dan sampel dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 berikut ini.

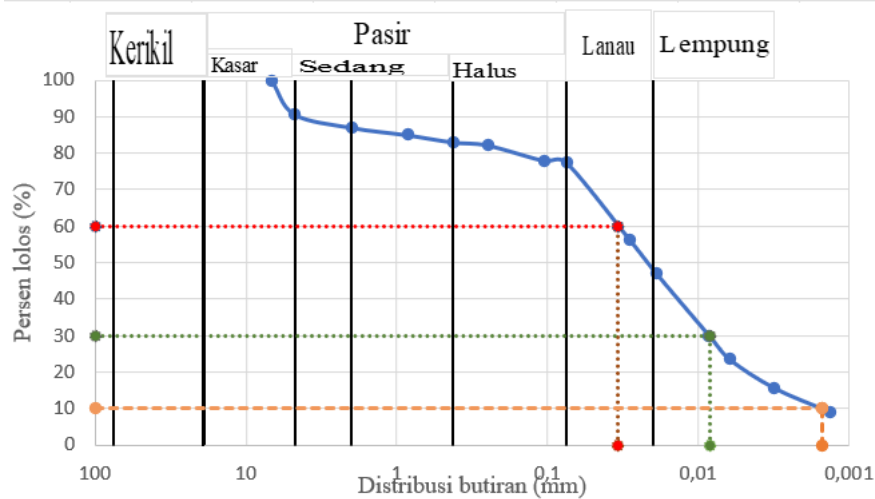
**Gambar 5. 1 Grafik Analisis Saringan Butiran Tanah Asli Sampel 1**



**Tabel 5. 9 Persentase Analisa Butiran, Koefisien Keseragaman (Cu), dan Koefisien Gradasi (Cc) Tanah Asli Sampel 1**

Keterangan	Hasil	Keterangan	Hasil
Lolos #200 (%)	77,127	D60 (mm)	0,043
Kerikil (%)	0,000	D30 (mm)	0,010
Pasir (%)	22,873	D10 (mm)	0,0014
Lanau (%)	29,377	Cu	30,7143
Lempung (%)	47,750	Cc	1,49917

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan persentase butiran tanah lolos saringan no.200 sebesar 77,127%, pasir sebesar 22,873, lanau sebesar 29,377%, dan lempung sebesar 47,750%. Nilai Koefisien Keseragaman (Cu) sebesar 30,714 dan nilai koefisien Gradasi (Cc) sebesar 1,499. Kemudian hasil dari pengujian sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan Tabel 5.10 berikut ini.



**Gambar 5. 2 Grafik Analisis Saringan Butiran Tanah Asli Sampel 2**

**Tabel 5. 10 Persentase Analisa Butiran, Koefisien Keseragaman (Cu), dan Koefisien Gradasi (Cc) Tanah Asli Sampel 2**

Keterangan	Hasil	Keterangan	Hasil
Lolos #200 (%)	77,510	D60 (mm)	0,034
Kerikil (%)	0,000	D30 (mm)	0,008
Pasir (%)	22,490	D10 (mm)	0,0015
Lanau (%)	23,010	Cu	22,6667
Lempung (%)	54,500	Cc	1,35078

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh persentase butiran tanah lolos no.200 sebesar 77,150%, pasir sebesar 22,490%, lanau sebesar 23,010%, dan lempung sebesar 54,5%. Nilai koefisien keseragaman (Cu) sebesar 22,666, dan nilai koefisien gradasi (Cc) sebesar 1,350. Persentase ukuran butiran tanah asli rata – rata, koefisien keseragaman dan koefisien gradasi dari kedua sampel dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut ini.

**Tabel 5. 11 Persentase Analisa Butiran, Koefisien Keseragaman (Cu), dan Koefisien Gradasi (Cc) Rata – Rata Tanah Asli Sampel 1 dan Sampel 2**

Keterangan	Hasil	Keterangan	Hasil
Lolos #200 (%)	77,318	D60 (mm)	0,039
Kerikil (%)	0,000	D30 (mm)	0,009
Pasir (%)	22,682	D10 (mm)	0,001
Lanau (%)	26,193	Cu	26,690
Lempung (%)	51,125	Cc	1,425

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan hasil bahwa tanah yang berasal dari Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah terdiri dari pasir 22,682%, lanau sebesar 26,193%, dan lempung sebesar 51,125%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tanah itu berjenis lempung berlanau. Hasil pengujian dan perhitungan analisa granuler secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran.

## 5.6 Pengujian Batas – Batas Atterberg

Pengujian batas – batas Atterberg sendiri ada pengujian batas cair (*liquid limit*), pengujian batas plastis (*plasticity limit*), dan pengujian batas susut (*shrinkage limit*).

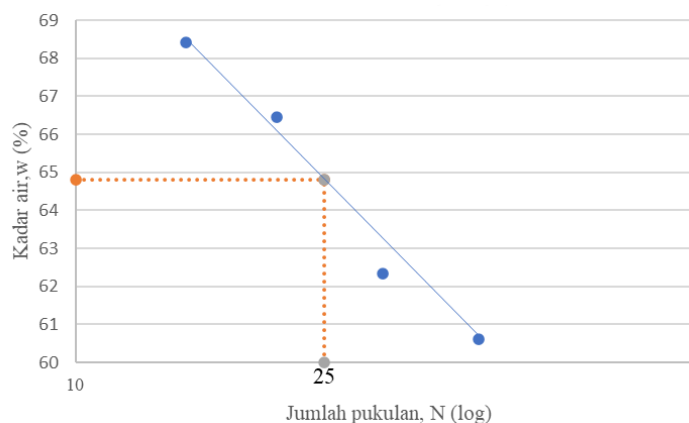
### 5.6.1 Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air tanah tertentu dimana berubah dari kondisi plastis ke cair. Besaran kadar air sendiri dikelaskan dari 25 pukulan pada pengujian batas cair dalam bentuk persen. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.12, Tabel 5.13, Tabel 5.14, Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 berikut ini.

**Tabel 5. 12 Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1**

No	No. Pengujian		I		II		III		IV	
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	No. cawan									
2	Berat Cawan	gr	5,68	5,66	5,8	5,78	7,09	5,72	6,89	6,96
3	Berat cawan + Tanah basah	gr	18,9	18,21	14,78	17,09	19,54	18,09	25,04	26,94
4	Berat cawan + Tanah kering	gr	13,53	13,11	11,19	12,58	14,77	13,33	18,21	19,38
5	Berat air (3)-(4)	gr	5,37	5,1	3,59	4,51	4,77	4,76	6,83	7,56
6	Berat tanah kering (4)-(2)	gr	7,85	7,45	5,39	6,8	7,68	7,61	11,32	12,42
7	Kadar air (5)/(6) x 100%	%	68,408	68,456	66,605	66,324	62,109	62,549	60,336	60,870
8	Kadar air rata - rata	%	68,432		66,464		62,329		60,603	
9	Jumlah pukulan , N		15		21		31		44	

Berdasarkan Tabel 5.11 diperoleh grafik perbandingan pukulan terhadap kadar air. Grafik dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut ini.



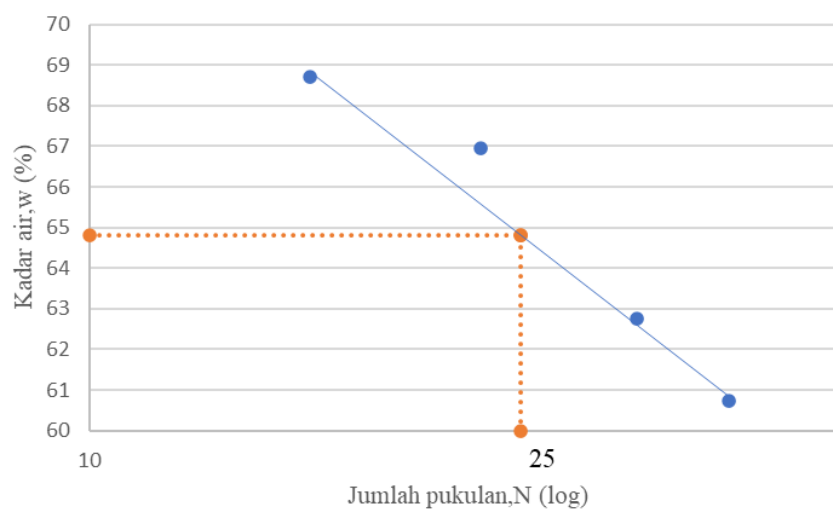
**Gambar 5. 3 Grafik Pengujian Batas Cair Sampel 1**

Berdasarkan grafik pada diatas Gambar 5.3 memperlihatkan bahwa nilai kadar air pada pukulan 25 yang merupakan nilai batas cair (LL) sebesar 64,8%. Pengujian dan perhitungan yang sama untuk sampel 2. Hasil pengujian batas cair sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan Gambar 5.4 berikut ini.

**Tabel 5. 13 Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 2**

No	No. Pengujian		I		II		III		IV	
1	No. cawan		1	2	3	4	5	6	7	8
2	Berat Cawan	gr	9,01	9	9,1	9,34	8,8	9,08	7,78	7,81
3	Berat cawan + Tanah basah	gr	15,14	15	17,55	16,6	13,65	13,1	12,48	12,61
4	Berat cawan + Tanah kering	gr	12,64	12,56	14,16	13,69	11,78	11,55	10,7	10,8
5	Berat air (3)-(4)	gr	2,5	2,44	3,39	2,91	1,87	1,55	1,78	1,81
6	Berat tanah kering (4)-(2)	gr	3,63	3,56	5,06	4,35	2,98	2,47	2,92	2,99
7	Kadar air (5)/(6) x 100%	%	68,871	68,539	66,996	66,897	62,752	62,753	60,959	60,535
8	Kadar air rata - rata	%	68,705		66,946		62,752		60,747	
9	Jumlah pukulan , N		16		23		32		39	

Berdasarkan Tabel 5.13 diperoleh grafik perbandingan pukulan terhadap kadar air. Grafik dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut ini.



**Gambar 5. 4 Grafik Pengujian Batas Cair Sampel 2**

Berdasarkan grafik diatas Gambar 5.4 memperlihatkan bahwa nilai kadar air pada pukulan 25 merupakan nilai batas cair (LL) sebesar 64,8%. Selanjutnya dilakukan pengujian dan perhitungan yang sama untuk kedua sampel. Hasil

pengujian batas cair sampel 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

**Tabel 5. 14 Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas Cair**

No.	Keterangan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
1	Batas Cair	64,8	64,8	64,8

Berdasarkan Tabel 5.14 didapatkan batas cair rata rata sebesar 64,8%.

### 5.6.2 Pengujian Batas Plastis (*Plasticity Limit*)

Pengujian ini bertujuan menentukan kadar air minimum pada kondisi plastis. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.15, Tabel 5.16, dan Tabel 5.17 berikut ini.

**Tabel 5. 15 Hasil Pengujian Batas Plastis Sampel 1**

No	No. Pengujian		Batas plastis	
1	No. cawan		1	2
2	Berat Cawan	gr	13,23	12,88
3	Berat cawan + Tanah basah	gr	13,59	13,4
4	Berat cawan + Tanah kering	gr	13,5	13,27
5	Berat air (3)-(4)	gr	0,09	0,13
6	Berat tanah kering (4)-(2)	gr	0,27	0,39
7	Kadar air (5)/(6) x 100%	%	33,333	33,333
8	Kadar air rata - rata	%	33,333	

**Tabel 5. 16 Hasil Pengujian Batas Plastis Sampel 2**

No	No. Pengujian		Batas plastis	
1	No. cawan		1	2
2	Berat Cawan	gr	3,89	3,86
3	Berat cawan + Tanah basah	gr	4,32	4,3
4	Berat cawan + Tanah kering	gr	4,21	4,19
5	Berat air (3)-(4)	gr	0,11	0,11
6	Berat tanah kering (4)-(2)	gr	0,32	0,33
7	Kadar air (5)/(6) x 100%	%	34,375	33,333
8	Kadar air rata - rata	%	33,854	

**Tabel 5. 17 Hasil Pengujian Batas Plastis Rata – Rata**

No	No. Pengujian		Batas plastis 1		Batas plastis 2	
			1	2	1	2
1	No. cawan					
2	Berat Cawan	gr	13,23	12,88	3,89	3,86
3	Berat cawan + Tanah basah	gr	13,59	13,4	4,32	4,3
4	Berat cawan + Tanah kering	gr	13,5	13,27	4,21	4,19
5	Berat air (3)-(4)	gr	0,09	0,13	0,11	0,11
6	Berat tanah kering (4)-(2)	gr	0,27	0,39	0,32	0,33
7	Kadar air (5)/(6) x 100%	%	33,333	33,333	34,375	33,333
8	Kadar air rata - rata	%	33,333		33,854	
9	Kadar air rata - rata	%	33,594			

Berdasarkan Tabel 5.17 memperlihatkan bahwa nilai kadar air minimum pada kondisi plastis sebesar 33,594. Ketika sudah memperoleh nilai batas cair(LL) dan batas plastis (PL), diperoleh nilai indeks plastisitas dengan menggunakan Persamaan 3.10

$$\begin{aligned}
 PI &= LL - PL \\
 &= 64,8 - 33,594 \\
 &= 31,206\%
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai indeks plastisitas sebesar 31,206% termasuk tanah lempung bersifat plastis tinggi dan kohesif. Klasifikasi tanah dapat ditentukan dengan menggunakan sistem klasifikasi *AASHTO* pada Tabel 3.1 kemudian menentukan klasifikasi umum dan klasifikasi kelompok jenis tanah berdasarkan persen lolos saringan no. 200 dari hasil pengujian analisis *granuler*. Hasil pengujian tanah yang lolos dari saringan no.200 sebesar 77,318. Pada pengujian batas – batas konsistensi didapatkan nilai batas cair sebesar 64,8%, nilai batas plastis sebesar 33,594%, dan nilai indeks plastisitas sebesar 31,206. Dari data tersebut, maka ditentukan klasifikasi tanah menggunakan metode *AASHTO* dengan mencari nilai *Group Index (GI)*. Nilai *GI* dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 GI &= (F - 35) [0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,01(F - 15) (PI - 10) \\
 &= (77,318 - 35) [0,2 + 0,005(64,8 - 40)] + 0,01(77,318-15) (31,206-10) \\
 &= 18,462\%
 \end{aligned}$$

Setelah mencari nilai Group Index, kemudian merekap hasil sebelum masuk ke klasifikasi tanah menggunakan sistem AASHTO seperti Tabel 5.18 berikut ini.

**Tabel 5. 18 Rekapitulasi Sebelum Klasifikasi Menggunakan AASHTO**

Lolos saringan No. 200	77,318 %
Batas Cair	64,8%
Indeks Plastis	31,206%
Indeks Kelompok	18,462%

Setelah direkapitulasi diketahui jenis tanah dengan klasifikasi tanah menggunakan sistem *AASHTO* seperti pada Tabel 5.19 berikut ini.

**Tabel 5. 19 Klasifikasi Tanah Menggunakan Sistem AASHTO**

Klasifikasi Umum	Material Berbutir Kasar ( $\leq 35\%$ lolos saringan No. 200)							Material Lanau - Lempung ( $>35\%$ lolos saringan No. 200)				
Klasifikasi Kelompok	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5/ A-7-6	
Analisa Tropis (% lolos):												
No. 10	50 max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
No. 40	30 max	50 Max	51 max	-	-	-	-	-	-	-	-	
No. 200	15 max	25 Max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 Max	36 min	36 min	36 Min	36 Min	
Karakteristik fraksi lolos saringan No. 40:												
Batas Cair	-			40 max	41 min	40 max	41 Min	40 max	41 min	40 Max	41 Min	
Indeks Plastisitas	6 max		N.P.	10 max	10 max	11 min	11 Min	10 max	10 max	11 Min	11 Min	
Indeks Kelompok(GI)	0		0	0		4 max		8 max	12 max	16 Max	20 Max	
Jenis Material Pokok	Fragmen batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir kelanauan ataukelempungan				Tanah lanau		Tanah lempung		
Tingkat Kegunaan sebagai Subgrade	Sangat baik hingga baik							Cukup baik hingga buruk				

(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

Catatan:

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

Untuk  $PL > 30$ , klasifikasinya A-7-5

Untuk  $PL < 30$ , klasifikasinya A-7-6

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa sampel tanah dari Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa tengah termasuk dalam kelompok A-7-5 yang jenis tanah berlempung dengan sifat cukup baik hingga buruk.



### 5.5.3 Pengujian Batas Susut

Pengujian ini bertujuan menentukan kadar air pada kondisi batas susut. Hasil perhitungan batas susut dapat dilihat pada Tabel 5.20 dan berikut ini.

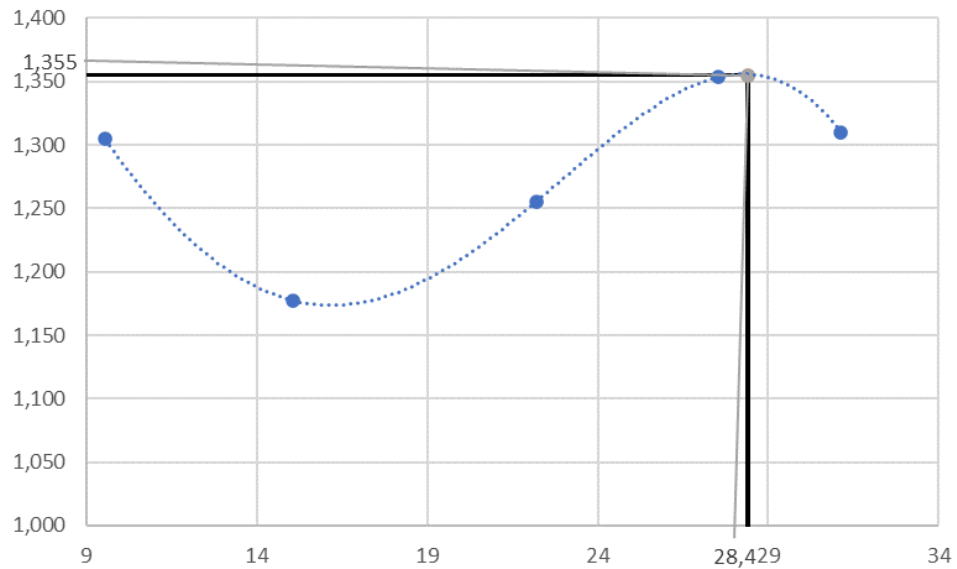
**Tabel 5. 20 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 1**

No	Pengujian	Satuan	I	II
1	Berat cawan susut W1 (gr)	gr	40,87	38,03
2	Berat cawan + tanah basah W2 (gr)	gr	63,95	61,47
3	berat cawan + tanah kering W3 (gr)	gr	54,91	52,34
4	Berat tanah kering , $W_o = W3-W1$ (gr)	gr	14,04	14,31
5	Kadar air, $w = (W2-W3)/W3-W1 \times 100\%$	%	64,3875	63,8015
6	Diameter ring	cm	4,1	4,17
7	Tinggi ring	cm	1,1	1,1
8	Volume ring	cm <sup>3</sup>	14,5228	15,0229
9	Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur W4	gr	173,72	176,71
10	Berat gelas ukur W5	gr	60,48	60,48
11	Berat air raksa ( $W6= W4-W5$ ) W6	gr	113,24	118,9
12	Berat tanah kering $W_o$	gr	14,04	14,31
13	Volume tanah kering $V0= W6/13,60$	cm <sup>3</sup>	8,3265	8,7426
14	Batas susut $SL = w - (V-V0) / W_o \times 100$	%	20,2541	19,9142
15	Angka susut $SR = W_o/ V0$	cm	1,6862	1,6368
16	Susut Volumetrik ( $VS=(w - SL) \times SR$ )	cm <sup>3</sup>	74,4172	71,8350
17	Susut linier LS	%	0,1693	0,16511

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan nilai batas susut sampel 1 sebesar 20,254% dan sampe 2 sebesar 19,914%. Kemudian nilai batas susut rata – rata dari kedua sampel sebesar 20,084%. Hasil pengujian dan perhitungan batas susut dapat dilihat pada lampiran.

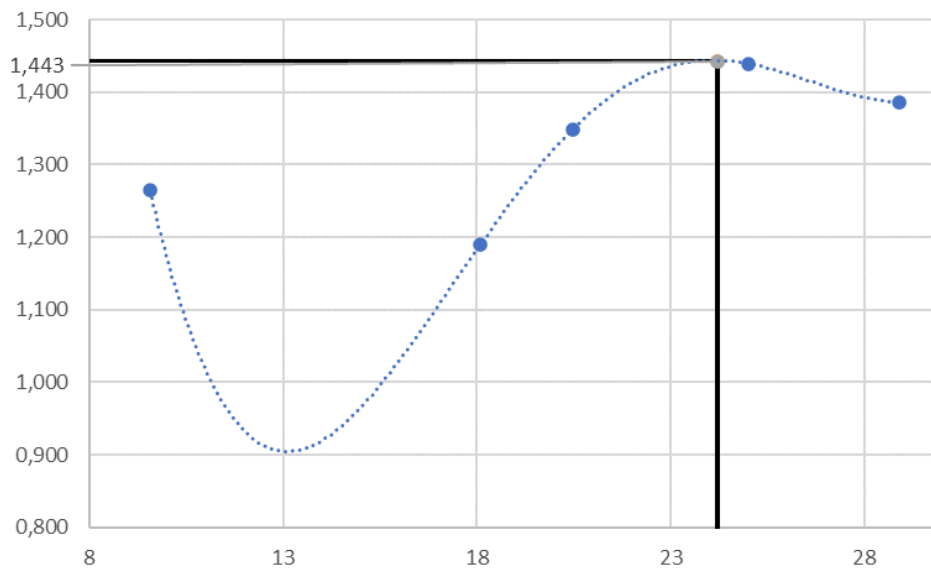
### 5.7 Pengujian Pematatan Tanah

Pengujian ini bertujuan menentukan nilai kadar air optimum (*Optimum Moisture Content/OMC*) dan kepadatan maksimum tanah kering (*Maximum Dry Density/MDD*) dari sampel tanah Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah. Hasil pengujian sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut ini.



**Gambar 5. 5 Grafik Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Sampel 1**

Berdasarkan gambar diatas, nilai kadar air optimum sebesar 28,4% dan kepadatan tanah maksimum sampel 1 sebesar 1,355 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil pengujian pemadatan sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut ini.



**Gambar 5. 6 Grafik Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Sampel 2**

Berdasarkan gambar diatas, nilai kadar air optimum sebesar 24,2% dan kepadatan tanah maksimum sampel 2 sebesar 1,443 gr/cm<sup>3</sup>. Rekapitulasi hasil pengujian pemadatan sampel 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut ini.

**Tabel 5. 21 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pemadatan Tanah**

No.	Keterangan	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
1	kepadatan tanah maksimum, <i>MDD</i> ( $\gamma_{d_{maks}}$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1,355	1,443	1,399
2	kadar air optimum, <i>OMC</i> ( $w_{opt}$ )	%	28,4	24,2	26,3

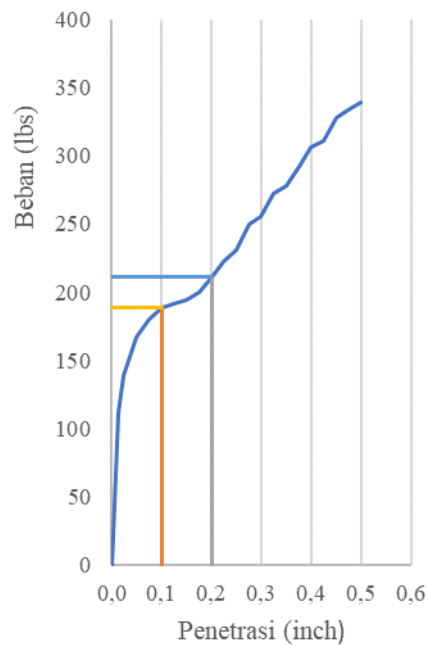
Berdasarkan tabel diatas, didapatkan nilai kepadatan tanah sebesar 1,399 gr/cm<sup>3</sup> dan nilai kadar air optimum sebesar 26,3%. Hasil pengujian dan perhitungan pemadatan tanah dapat dilihat pada Lampiran.

## 5.8 Pengujian *California Bearing Ration* (*CBR*)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai *CBR* yaitu perbandingan antara beban penetrasi tanah asli dan tanah yang sudah dicampur kapur tohor dan *fly ash* dengan kedalaman dan penetrasi yang sama. Pengujian *CBR* dilakukan 2 kondisi, yaitu tidak direndam (*unsoaked*) dan direndam (*soaked*). Kondisi tidak direndam (*unsoaked*) dilakukan dengan pemeraman 1, 7, dan 14 hari, sedangkan kondisi di rendam (*soaked*) dilakukan pemeraman selama 7 hari kemudia direndam selama 4 hari.

### 5.8.1 Pengujian *California Bearing Ratio* Tanpa Rendaman (*Unsoaked*)

Hasil pengujian pada sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut ini.



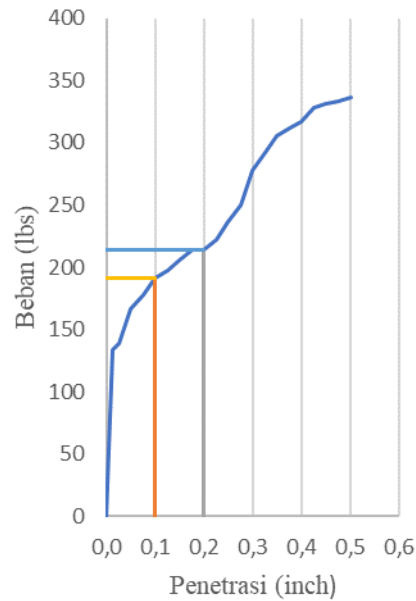
**Gambar 5. 7 Grafik Pengujian CBR Tanah Asli Tanpa Rendaman  
(Unsoaked) Sampel 1**

Perhitungan nilai *CBR* penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.11 dan Persamaan 3.12.

$$CBR\ 0,1'' = \frac{189,04}{3 \times 1000} \times 100\% = 6,301\%$$

$$CBR\ 0,2'' = \frac{211,28}{3 \times 1500} \times 100\% = 4,695\%$$

Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan nilai *CBR* 0,1” sebesar 6,301% dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 4,34, karena nilai *CBR* 0,1” lebih besar daripada nilai *CBR* 0,2” maka nilai *CBR* yang digunakan yaitu nilai *CBR* 0,1” yaitu 6,301%. Pengujian sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut ini.



**Gambar 5. 8 Grafik Pengujian *CBR* Tanah Asli Tanpa Rendaman (*Unsoaked*) Sampel 2**

Nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” seperti berikut ini.

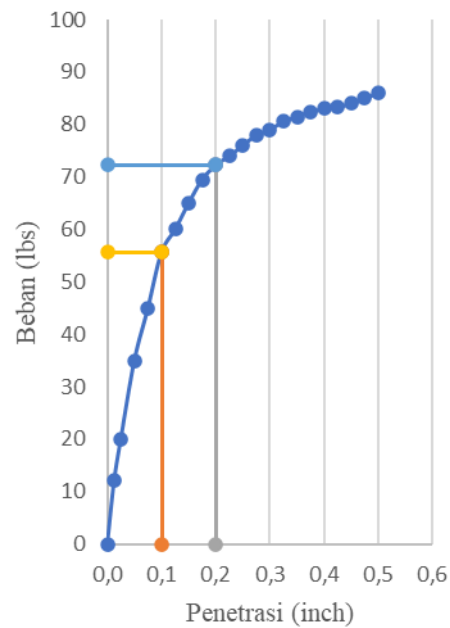
$$CBR\ 0,1'' = \frac{191,82}{3 \times 1000} \times 100\% = 6,394\%$$

$$CBR\ 0,2'' = \frac{214,06}{3 \times 1500} \times 100\% = 4,756\%$$

Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan nilai *CBR* 0,1” sebesar 6,394% dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 4,756, karena nilai *CBR* 0,1” lebih besar daripada nilai *CBR* 0,2” maka nilai *CBR* yang digunakan yaitu nilai *CBR* 0,1” yaitu 6,394%. Kemudian diambil rata – rata dari kedua sampel tersebut yaitu 6,347%.

#### 5.8.2 Pengujian *California Bearing Ratio* Rendaman (*Soaked*)

Hasil pengujian pada sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut ini.



**Gambar 5. 9 Grafik Pengujian CBR Tanah Asli Rendaman (*Soaked*) Sampel**

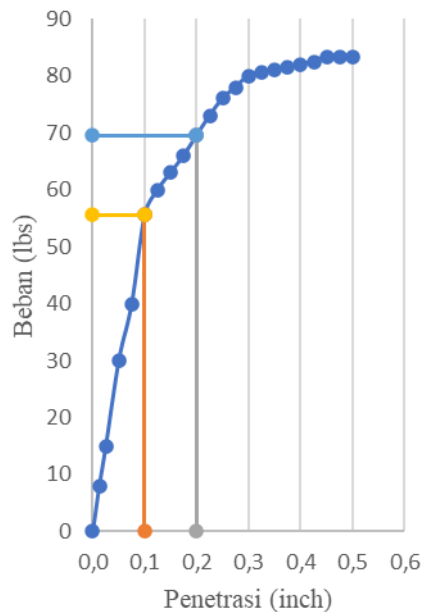
**1**

Nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” seperti berikut ini.

$$CBR\ 0,1'' = \frac{55,6}{3 \times 1000} \times 100\% = 1,853\%$$

$$CBR\ 0,2'' = \frac{72,28}{3 \times 1500} \times 100\% = 1,606\%$$

Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan nilai *CBR* 0,1” sebesar 1,853% dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 1,606, karena nilai *CBR* 0,1” lebih besar daripada nilai *CBR* 0,2” maka nilai *CBR* yang digunakan yaitu nilai *CBR* 0,1” yaitu 1,853%. Pengujian sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut ini.



**Gambar 5. 10 Grafik Pengujian CBR Tanah Asli Rendaman (*Soaked*) Sampel**

2

Nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” seperti berikut ini.

$$CBR\ 0,1'' = \frac{55,6}{3 \times 1000} \times 100\% = 1,853\%$$

$$CBR\ 0,2'' = \frac{69,5}{3 \times 1500} \times 100\% = 1,544\%$$

Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan nilai *CBR* 0,1” sebesar 1,853% dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 1,544, karena nilai *CBR* 0,1” lebih besar daripada nilai *CBR* 0,2” maka nilai *CBR* yang digunakan yaitu nilai *CBR* 0,1” yaitu 61,853%. Kemudian diambil rata – rata dari kedua sampel tersebut yaitu 1,853%. Perhitungan pengujian *CBR* dengan bahan campur dengan kondisi tanpa rendaman dan rendaman dapat dilihat pada Lampiran.

### 5.8.3 Rekapitulasi Hasil Pengujian *CBR* Tanpa Rendaman

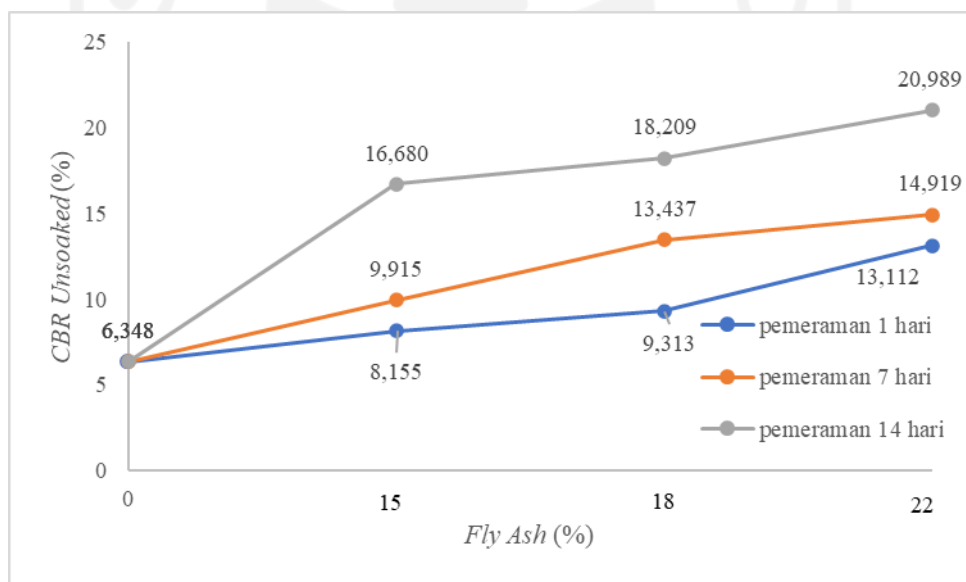
Hasil rekapitulasi pengujian *CBR* tanpa rendaman untuk hasil tanah asli, tanah asli + 10% kapur tohor, tanah asli + 15% *fly ash*, tanah asli + 18% *fly ash*, tanah asli + 22% *fly ash*, tanah asli + 10% kapur tohor + 15% *fly ash*, tanah asli +

10% kapur tohor + 18% *fly ash*, dan tanah asli + 10% kapur tohor + 22% *fly ash* dengan *CBR* pemeraman 1, 7, dan 14 hari, kemudian untuk *CBR* rendaman selama 4 hari dapat dilihat pada Tabel 5.22 berikut ini.

**Tabel 5. 22 Rekapitulasi Hasil Pengujian *CBR* Tanpa Rendaman (*Unsoaked*)**

Sampel	Pemeraman 1 Hari (%)		Pemeraman 7 Hari (%)		Pemeraman 14 Hari (%)	
	Tanpa kapur	10% Kapur Tohor	Tanpa kapur	10% Kapur Tohor	Tanpa kapur	10% Kapur Tohor
Tanah asli	6,348	47,723	-	51,986	-	61,392
Tanah asli + 15% Fly Ash	8,155	25,252	9,915	50,040	16,680	54,673
Tanah asli + 18% Fly Ash	9,313	39,013	13,437	59,585	18,209	66,720
Tanah asli + 22% Fly ash	13,112	42,812	14,919	69,500	20,989	82,659

Berdasarkan hasil pengujian *CBR* Tanpa rendaman (*Unsoaked*) dapat dibuat grafik hubungan antara variasi sampel yang digunakan dengan persentase nilai *CBR Unsoaked* tanpa kapur tohor dengan variasi *fly ash* pada Gambar 5.11 berikut.



**Gambar 5. 11 Grafik Hasil Pengujian Tanpa Rendaman (*Unsoaked*) Tanpa Kapur Tohor dengan Variasi *Fly Ash***

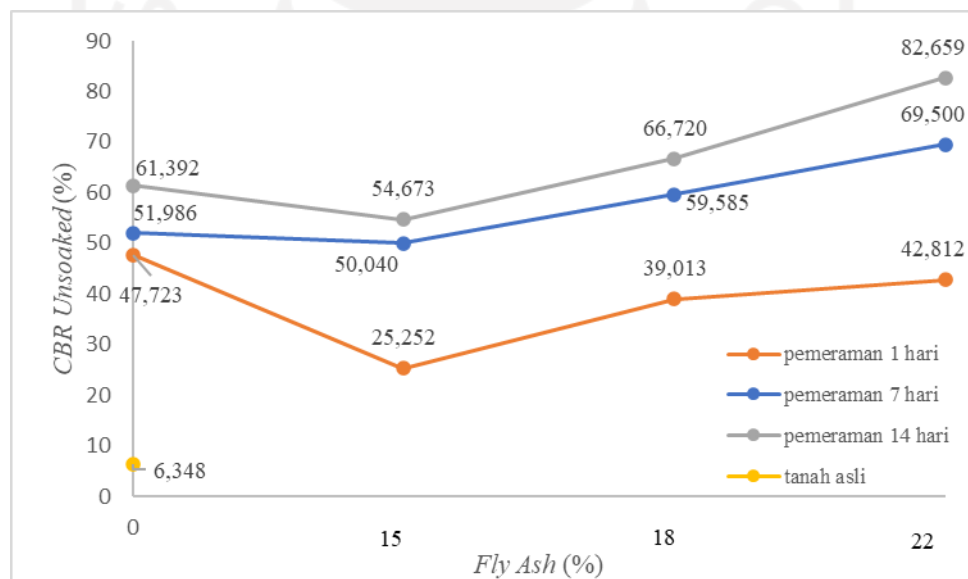
Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa *CBR* tanpa penambahan kapur tohor tetapi menggunakan penambahan variasi *fly ash* mengalami peningkatan dibandingkan dengan nilai *CBR* tanah asli. Nilai *CBR* tanah asli sebesar 6,347%. Semakin tinggi penambahan *fly ash* yang diberikan, maka semakin



tinggi juga nilai *CBR Unsoaked* yang diperoleh. Nilai *CBR unsoaked* tertinggi diperoleh pada penambahan tanah asli + 22% *fly ash* dengan lama pemeraman 14 hari, dengan nilai *CBR unsoaked* sebesar 20,989%. Sedangkan nilai *CBR unsoaked* terendah diperoleh pada penambahan tanah asli + 15% *fly ash* dengan lama pemeraman 1 hari, dengan nilai *CBR unsoaked* sebesar 8,155%.

Kondisi peningkatan nilai *CBR* seiring penambahan bahan tambah dengan berbagai variasi *fly ash*. Disini menunjukkan *fly ash* dapat efektif digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah.

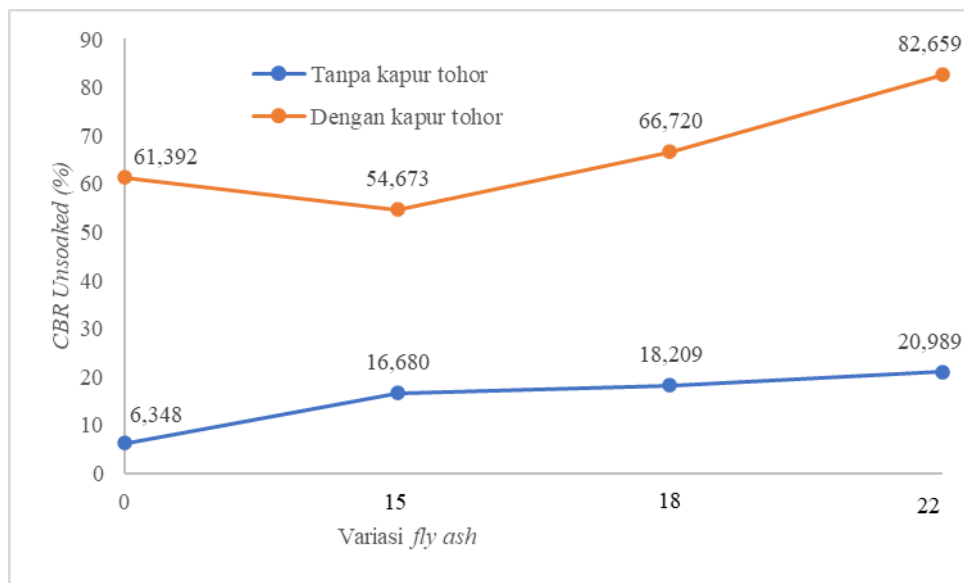
Hasil pengujian *CBR Unsoaked* juga dapat dilihat pada gambar grafik hasil pengujian tanpa rendaman (*Unsoaked*) dengan penambahan kapur tohor dan variasi *fly ash* pada gambar 5.12 berikut.



**Gambar 5. 12 Grafik Hasil Pengujian *CBR* Tanpa Rendaman (*Unsoaked*) dengan Penambahan Kapur Tohor dan Variasi *Fly Ash***

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan bahwa *CBR* dengan penambahan 10% kapur tohor dan variasi *fly ash* mengalami peningkatan dibandingkan dengan nilai *CBR* tanah asli. Nilai *CBR* tanah asli sebesar 6,347%. Nilai *CBR Unsoaked* tertinggi diperoleh pada penambahan 10% kapur tohor + 22% *fly ash* dengan lama pemeraman 14 hari, dengan nilai *CBR Unsoaked* sebesar 82,659%. Sedangkan nilai

*CBR Unsoaked* terendah diperoleh pada penambahan 10% kapur tohor + 15% *fly ash* dengan lama pemeraman 1 hari, dengan nilai *CBR Unsoaked* sebesar 25,252%. Perbandingan nilai *CBR unsoaked* pemeraman 14 hari dengan kapur dan tanpa kapur dapat dilihat pada Gambar 5.13 berikut ini.



**Gambar 5. 13 Perbandingan Nilai CBR Unsoaked Pemeraman 14 Hari Dengan Kapur dan Tanpa Kapur**

Kondisi peningkatan nilai *CBR* seiring penambahan bahan tambah dengan kapur tohor dan berbagai variasi *fly ash*. Dari grafik juga terlihat penambahan kapur tohor sangat berpengaruh pada nilai *CBR* yang meningkat. Disini menunjukkan kapur tohor dan *fly ash* dapat efektif digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah.

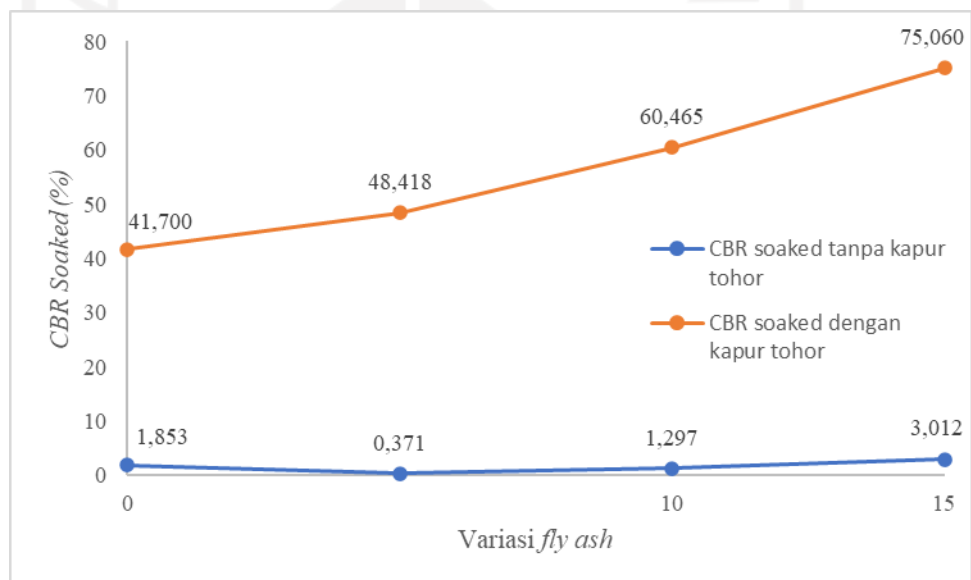
#### 5.8.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian *CBR* Rendaman

Hasil rekapitulasi pengujian *CBR* rendaman untuk hasil tanah asli, tanah asli + 10% kapur tohor, tanah asli + 15% *fly ash*, tanah asli + 18% *fly ash*, tanah asli + 22% *fly ash*, tanah asli + 10% kapur tohor + 15% *fly ash*, tanah asli + 10% kapur tohor + 18% *fly ash*, dan tanah asli + 10% kapur tohor + 22% *fly ash* dengan *CBR* pemeraman 7 kemudian untuk *CBR* rendaman selama 4 hari dapat dilihat pada Tabel 5.23 berikut ini.

**Tabel 5. 23 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Rendaman (soaked)**

Sampel	CBR Soaked	
	Tanpa kapur	10% Kapur Tohor
Tanah asli	1,853	41,700
Tanah asli + 15% Fly Ash	0,371	48,418
Tanah asli + 18% Fly Ash	1,297	60,465
Tanah asli + 22% Fly ash	3,012	75,060

Berdasarkan hasil pengujian *CBR* rendaman (soaked) dapat dibuat grafik hubungan antara variasi sampel yang digunakan dengan persentase nilai *CBR* soaked tanpa kapur tohor dengan variasi fly ash pada Gambar 5.13 berikut.

**Gambar 5. 14 Grafik Hasil Pengujian CBR Rendaman (Soaked)**

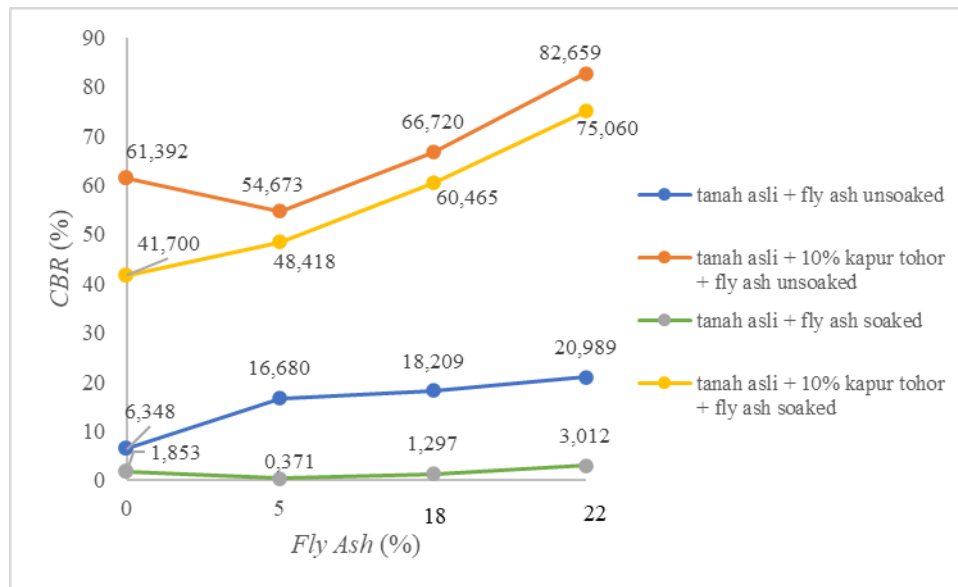
Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa *CBR* tanpa penambahan kapur tohor tetapi menggunakan penambahan variasi *fly ash* mengalami peningkatan dibandingkan dengan nilai *CBR* tanah asli. Nilai *CBR* tanah asli sebesar 1,853%. Semakin tinggi penambahan *fly ash* yang diberikan, maka semakin tinggi juga nilai *CBR soaked* yang diperoleh. Sedangkan nilai *CBR Soaked* terendah diperoleh pada penambahan tanah asli + 15% *fly ash* dengan rendaman 4 hari, dengan nilai *CBR Soaked* sebesar 0,371%. Dari grafik diatas terlihat dengan penambahan 15% dan 18% fly ash nilai *CBR* menurun dari nilai *CBR* tanah asli, kemudian nilai *CBR* naik dengan penambahan 22% fly ash.

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan bahwa *CBR* dengan penambahan 10% kapur tohor dan variasi *fly ash* mengalami peningkatan dibandingkan dengan nilai *CBR* tanah asli. Nilai *CBR* tanah asli sebesar 1,853%. Nilai *CBR Soaked* tertinggi diperoleh pada penambahan 10% kapur tohor + 22% *fly ash* dengan lama rendaman 4 hari, dengan nilai *CBR soaked* sebesar 75,060%.

Kemudian hasil pengujian *CBR Unsoaked dan Soaked* dibandingkan dapat dilihat pada gambar grafik hasil pengujian dengan tanpa rendaman (*Unsoaked*) dan rendaman (*Soaked*) dengan penambahan kapur tohor maupun tanpa penambahan kapur dan variasi *fly ash* pada Tabel 5.24 dan Gambar 5.15 berikut.

**Tabel 5. 24 Rekapitulasi CBR Unsoaked dan Soaked**

Sampel	Pemeraman 1 Hari (%)	Pemeraman 7 Hari (%)	Pemeraman 14 Hari (%)	Rendaman 4 Hari (%)
Tanah Asli	6,348	6,348	6,348	1,853
Tanah Asli + 10% Kapur Tohor	47,723	51,986	61,392	41,700
Tanah Asli + 15% <i>Fly Ash</i>	8,155	9,915	16,680	0,371
Tanah Asli + 18% <i>Fly Ash</i>	9,313	13,437	18,209	1,297
Tanah Asli + 22% <i>Fly Ash</i>	13,112	14,919	20,989	3,012
Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 15% <i>Fly Ash</i>	25,252	50,040	54,673	48,418
Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 18% <i>Fly Ash</i>	39,013	59,585	66,720	60,465
Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 22% <i>Fly Ash</i>	42,812	69,500	82,659	75,060



**Gambar 5. 15 Grafik Perbandingan CBR Unsoaked dengan CBR Soaked**

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa nilai *CBR unsoaked* tanah asli yang ditambah dengan *fly ash* memiliki nilai lebih rendah dibanding dengan tanah asli yang ditambah dengan kapur tohor maupun tanah asli ditambah kapur tohor dan variasi *fly ash*. Nilai *CBR soaked* tanah asli yang ditambah dengan 15% dan 18% *fly ash* mengalami penurunan nilai *CBR* dibanding tanah asli. Akan tetapi ditambah dengan 22% *fly ash* mengalami peningkatan nilai *CBR*. Nilai *CBR soaked* tanah asli ditambah dengan kapur tohor maupun kapur tohor dan variasi *fly ash* lebih besar.

### 5.9 Pengujian Pengembangan (*Swelling*)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai perbandingan antara perubahan tinggi benda uji selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula yang dinyatakan dalam persen. Pengujian ini dilakukan dengan pemeraman benda uji selama 7 hari, kemudian direndam selama 4 hari, dan dilakukan pembacaan dial benda uji pada hari terakhir atau hari ke 4. Adapun hasil pengujian pengembangan (*swelling*) dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut ini.

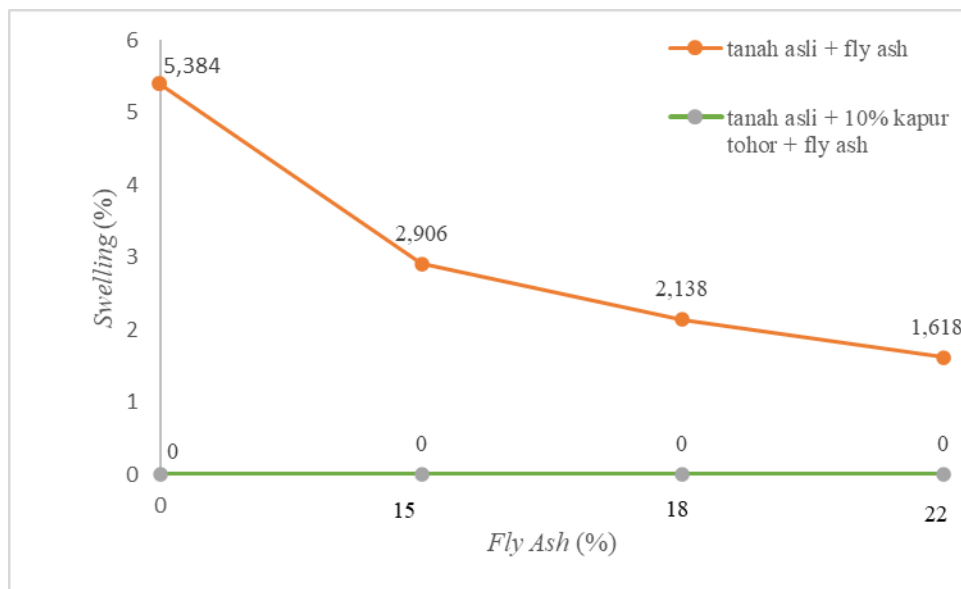
**Tabel 5. 25 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pengembangan (*Swelling*)**

Sampel	Swelling	
	Tanpa kapur	10% Kapur Tohor
Tanah asli	5,384	0
Tanah asli + 15% Fly Ash	2,906	0
Tanah asli + 18% Fly Ash	2,138	0
Tanah asli + 22% Fly ash	1,618	0

Berdasarkan tabel 5.22, didapatkan nilai pengembangan dihitung dalam persen, dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.13 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai pengembangan tanah asli sampel 1 } (S_w) &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \\
 &= \frac{0,6701}{12,48} \times 100\% \\
 &= 5,386\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 5.22, dapat diketahui bahwa pengembangan yang terjadi pada tanah asli sebesar 5,386% menunjukkan bahwa nilai pengembangan yang terjadi pada tanah termasuk dalam klasifikasi pengembangan tinggi. Kemudian dengan penambahan bahan campur kapur tohor menunjukkan tidak ada perubahan, nilai pengembangan dengan bahan campur kapur tohor sebesar 0%. Penambahan dengan *fly ash* mengalami penurunan yang bervariasi, penambahan 15% *fly ash* menunjukkan nilai pengembangan menjadi 2,906% termasuk dalam klasifikasi medium. Penambahan 18% *fly ash* menunjukkan nilai pengembangan menjadi 2,137% termasuk dalam klasifikasi medium. Penambahan 22% *fly ash* menunjukkan nilai pengembangan menjadi 1,618% termasuk dalam klasifikasi medium. Pengaruh penambahan variasi kapur tohor dan *fly ash* terhadap nilai pengembangan dapat dilihat pada Gambar 5.16 berikut ini.



**Gambar 5. 16 Grafik Pengaruh Penambahan Variasi Kapur Tohor dan *Fly Ash* Terhadap Nilai Pengembangan**

Berdasarkan gambar diatas, bahwa nilai pengembangan mengalami penurunan dan beberapa variasi yang nilai pengembangannya 0%. Dalam penelitian ini beberapa variasi yang menggunakan bahan campuran kapur tohor nilai pengembangan sebesar 0%.

Sebelumnya pernah dilakukan penelitian dengan pengujian *swelling* pada penambahan kapur. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wiqoyah (2006) dengan menambahkan 7,5% kapur dapat menurunkan nilai *swelling*, sehingga nilai *swelling* dengan penambahan 7,5% kapur menjadi sebesar 0%. Dalam penelitian ini, penambahahan 10% kapur tohor dapat menurunkan nilai *swelling*. Sehingga nilai *swelling* dengan penambahan 10% kapur tohor menjadi sebesar 0%.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium mekanika tanah dan analisis data tanah yang berasal dari Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah dengan menggunakan bahan tambah stabilisasi berupa kapur tohor dan fly ash, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan pengujian analisis saringan dan hidrometer, tanah yang digunakan berjenis tanah lempung lanau. Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO tanah tersebut termasuk kelompok A-7-5 yang memiliki tanah berlempung dengan sifat cukup baik hingga buruk.
2. Pengaruh penambahan *fly ash* terhadap nilai *CBR unsoaked* meningkatkan nilai *CBR unsoaked* dari tanah asli sebesar 6,347%. Pada variasi tanah asli + 15% *fly ash* pemeraman 14 hari sebesar 16,68%, pada variasi tanah asli + 22% *fly ash* pemeraman 14 hari sebesar 18,209%, dan pada variasi tanah asli + 22% *fly ash* sebesar 20,989%. Sedangkan nilai *CBR soaked* mengalami hal yang berbeda yaitu ada yang meningkatkan dan menurunkan nilai *CBR soaked* dari tanah asli sebesar 1,853%. Pada variasi tanah asli + 15% *fly ash* pemeraman 7 hari kemudian rendaman 4 hari sebesar 0,307%, pada variasi tanah asli + 18% *fly ash* pemeraman 7 hari kemudian rendaman 4 hari sebesar 1,297%, dan pada variasi tanah asli + 22% *fly ash* pemeraman 7 hari kemudian rendaman 4 hari sebesar 3,011%.
3. Pengaruh penambahan fly ash terhadap nilai kembang susut (*swelling*) menurunkan nilai *swelling* dari tanah asli sebesar 5,383%. Pada variasi tanah asli + 15% *fly ash* sebesar 2,906%, pada variasi tanah asli + 18% *fly ash* sebesar 2,137%, dan pada variasi tanah asli + 22% *fly ash* sebesar 1,618%.
4. Pengaruh penambahan kapur tohor terhadap nilai *CBR unsoaked* meningkatkan nilai *CBR unsoaked* dari tanah asli sebesar 6,347%. Pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor pemeraman 14 hari sebesar 61,391%.



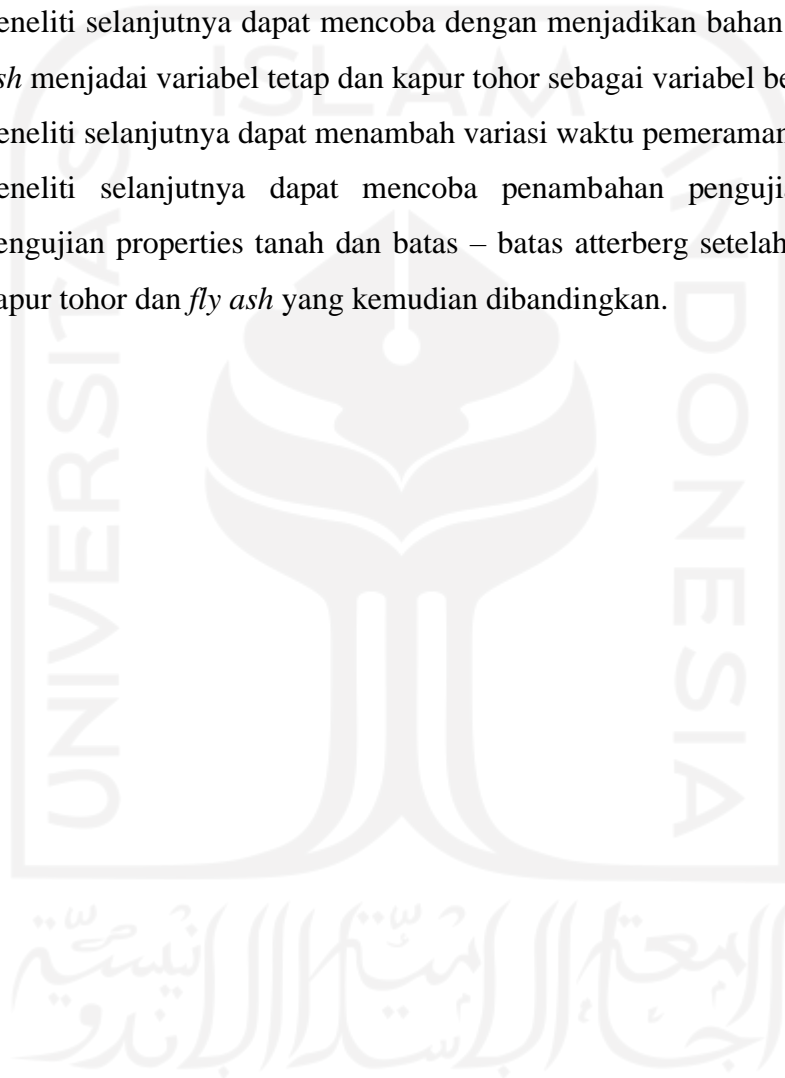
Nilai *CBR soaked* mengalami peningkatan dari nilai *CBR* tanah asli sebesar 1,853%. Pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor pemeraman 7 hari kemudian rendaman 4 hari sebesar 41,7%.

5. Pengaruh penambahan kapur tohor terhadap nilai kembang susut (*swelling*) sangat menurunkan nilai *swelling* dari tanah asli sebesar 5,383%. Pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor sebesar 0%.
6. Pengaruh penambahan kapur tohor dan *fly ash* terhadap nilai *CBR unsoaked* meningkatkan nilai *CBR unsoaked* dari tanah asli sebesar 6,347%. Pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor + 15% *fly ash* pemeraman 14 hari sebesar 54,673%, pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor + 18% *fly ash* pemeraman 14 hari sebesar 66,72%, dan pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor + 22% *fly ash* sebesar 82,658%. Nilai *CBR soaked* mengalami peningkatan dari nilai *CBR* tanah asli sebesar 1,853%. Pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor + 15% *fly ash* pemeraman 7 hari kemudian rendaman 4 hari sebesar 48,418%, pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor + 18% *fly ash* pemeraman 7 hari kemudian rendaman 4 hari sebesar 60,465%, dan pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor + 22% *fly ash* pemeraman 7 hari kemudian rendaman 4 hari sebesar 75,06%.
7. Pengaruh penambahan kapur tohor dan *fly ash* terhadap nilai kembang susut (*swelling*) sangat menurunkan nilai *swelling* dari tanah asli sebesar 5,383%. Pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor + 15% *fly ash* sebesar 0%, pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor + 18% *fly ash* sebesar 0%, dan pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor + 22% *fly ash* sebesar 0%.
8. Dari hasil pengujian persentase maksimal untuk menghasilkan nilai *CBR soaked* maksimum yaitu pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor + 22% *fly ash* pemeraman 14 hari sebesar 82,658%, sedangkan nilai *CBR soaked* maksimum yaitu pada variasi tanah asli + 10% kapur tohor + 22% *fly ash* pemeraman 7 hari kemudian rendaman 4 hari sebesar 75,06%.

## 6.2 Saran

Adapun saran – saran yang dapat diberikan untuk menyempurnakan penelitian berikutnya adalah sebagai berikut.

1. Peneliti selanjutnya bisa menggunakan jenis tanah lain dengan persentase kapur tohor dan *fly ash* lebih besar untuk bisa dibandingkan.
2. Peneliti selanjutnya dapat mencoba dengan menjadikan bahan stabilisasi *fly ash* menjadi variabel tetap dan kapur tohor sebagai variabel bebas.
3. Peneliti selanjutnya dapat menambah variasi waktu pemeraman lebih lama.
4. Peneliti selanjutnya dapat mencoba penambahan pengujian, misalnya pengujian properties tanah dan batas – batas atterberg setelah penambahan kapur tohor dan *fly ash* yang kemudian dibandingkan.



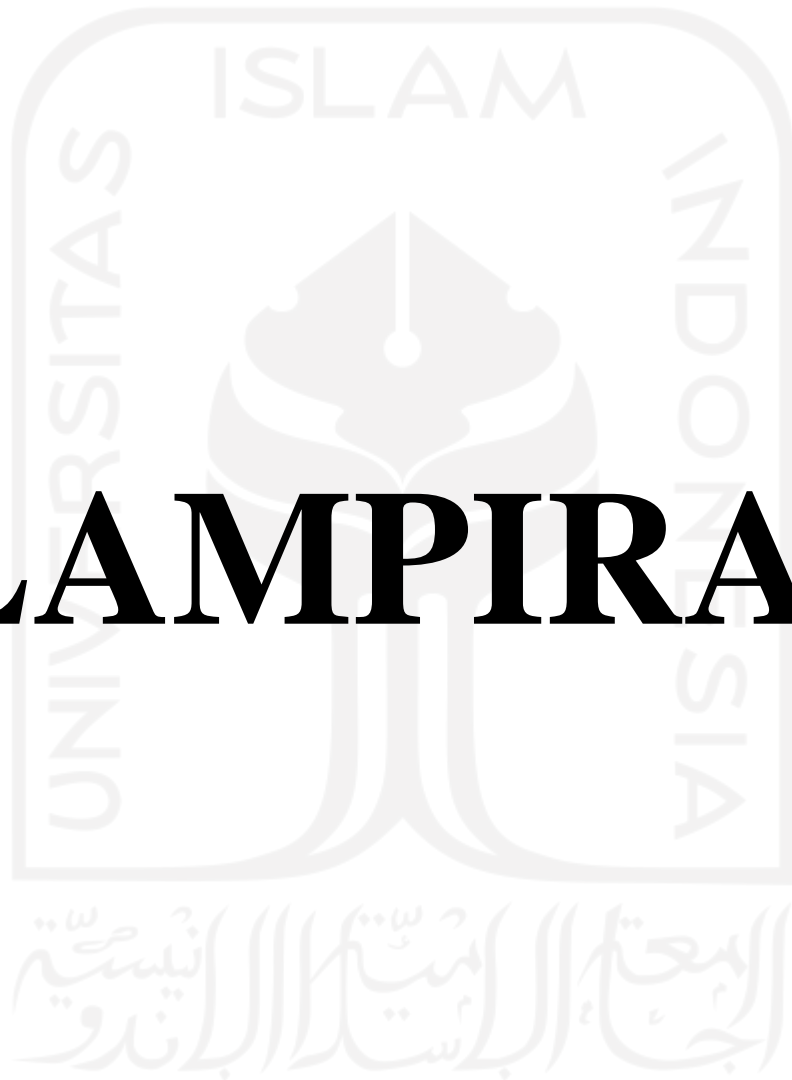
## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrozak, M. (2017). *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Dan Kapur Pada Subgrade Perkerasan Jalan* . Yogyakarta: Jurnal Teknisia.
- Abiyogo, M. B. (2019). *Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung dengan Kapur Tohor dan Matos Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Apriyanti, H. (2014). *Pemanfaatan Fly Ash Untuk Peningkatan Nilai CBR Tanah Dasar*. Bangka Belitung: Jurnal Fropil.
- Aryanto, S. (2021). *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Kapur Tohor* . Jambi: Universitas Batanghari Jambi (Jurnal Talenta Sipil).
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah* . Jakarta: Erlangga.
- Firdaus, N. A. (2018). *Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Magnesium Carbonate dan Semen terhadap Nilai CBR dan Potensi Pengembangan* . Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2011). *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ibrahim. (2014). *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Aditif Fly Ash Sebagai Lapisan Pondasi Dasar Jalan (Subgrade)*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya (Jurnal Teknik Sipil).
- Indonesia, S. N. (2011). *Cara Uji CBR (SNI 1738-2011)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Panguriseng, D. (2001). *Stabilisasi Tanah* . Makassar: Universitas Muhammadiyah Makassar .
- Rudiansyah. (2019). *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dicampur Fly Ash Dan Limbah Karbit Terhadap CBR dan Nilai Swelling* . Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

- Sudjianto, A. T. (2012). *Permodelan Perilaku Kembang Tiga Dimensi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Oedometer Modifikasi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Sujatmaka. (1998). *Potensial Penambahan Abu Sekam Padi dan Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung* . Yogyakarta: Tesis Jurusan Teknik Sipil UGM.
- Wiqoyah. (2006). *Pengaruh Kadar Kapur, Waktu Perawatan Dan Perendaman Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung* . Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta (Jurnal dinamika teknik sipil).



# LAMPIRAN





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

### Lampiran 1 Pengujian Batas Cair Tanah

ASTM D – 2216 – 71

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
 Dikerjakan : Budi Setiyono  
 Tanggal :  
 Sampel : Tanah Asli

NO	Pengujian	Satuan	1	2
1	Berat container (W1)	gr	5,59	5,64
2	Berat container + tanah basah (W2)	gr	21,85	21,19
3	Berat Container + tanah kering (W3)	gr	16,93	16,37
4	Berat air ( $W_w = W_2 - W_3$ )	gr	4,92	4,82
5	berat tanah kering ( $W_s = W_3 - W_1$ )	gr	11,34	10,73
6	Kadar air ( $(W_w/W_s) \times 100\%$ )	%	43,386	44,921
7	Kadar air rata - rata (w)	%	44,154	

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**Lampiran 2 Pengujian Berat Volume Tanah**

**ASTM D – 2049**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
 Dikerjakan : Budi Setiyono  
 Tanggal :  
 Sampel : Tanah Asli

NO	Pengujian	Satuan	1	2
1	Diameter ring (d)	cm	5,1	5,11
2	Tinggi ring (t)	cm	2,05	2,06
3	Volume ring(V)	cm <sup>3</sup>	41,878	42,247
4	Berat ring (W1)	gr	42,43	42,93
5	Berat ring + tanah basah (W2)	gr	113,81	115,35
6	Berat tanah basah (W3=W2-W1)	gr	71,38	72,42
7	Berat volume tanah ( $\gamma_b = W3/V$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1,704	1,714
8	Berat volume rata rata	gr/cm <sup>3</sup>	1,709	

Mengetahui,

Yogyakarta, 10 April 2022

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

Peneliti,

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**Lampiran 3 Pengujian Berat Jenis**

**ASTM D – 854 - 02**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli

NO	Pengujian	Satuan	1	2
1	Berat Piknometer (W1)	gr	37,14	38,45
2	Berat Piknometer + Tanah Kering (W2)	gr	65,5	62,22
3	Berat Piknometer + Tanah + air (penuh) (W3)	gr	149,52	153,61
4	Berat Piknometer + air (Penuh) (W4)	gr	132,34	138,82
5	Suhu air	°C	26	26
6	$\gamma_w$ pada suhu	gr/cm <sup>3</sup>	0,9968	0,9968
7	$\gamma_w$ pada suhu (27,5°C)	gr/cm <sup>3</sup>	0,9964	0,9964
8	Berat tanah kering (Ws= W2-W1)	gr	28,36	23,77
9	A = Ws+W4	gr	160,7	162,59
10	I = A-W3	gr	11,18	8,98
11	Berat jenis tanah pada suhu (t°C), Gs (t°C)= Ws/I		2,537	2,647
12	Berat jenis tana pada suhu (27,5°C) = Gs(t°C) X ( $\gamma_w t^\circ C / \gamma_w t$ 27,5°		2,538	2,648
13	Berat jenis rata rata pada suhu (27,5°C)		2,593	

Mengetahui,

Yogyakarta, 10 April 2022

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

Peneliti,

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

(Budi Setiyono)





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**Lampiran 4 Pengujian Analisis Saringan**

**ASTM D – 421 - 72**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

No. Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Tanah Tertahan (gr)	Berat Tanah Lolos (gr)	% Tertahan (%)	% Lolos (%)
1	25,4	0	300	0	100
1/2	13,2	0	300	0	100
3/8	9,5	0	300	0	100
1/4	6,7	0	300	0	100
4	4,75	28,9	271,1	9,6333	90,3667
10	2	11,27	259,83	3,7567	86,6100
20	0,85	5,25	254,58	1,7500	84,8600
40	0,425	4,17	250,41	1,3900	83,4700
60	0,25	3,72	246,69	1,2400	82,2300
140	0,106	13,52	233,17	4,5067	77,7233
200	0,075	1,79	231,38	0,5967	77,1267
pan		231,38	0	77,1267	0
	<b>Jumlah</b>	<b>300</b>		<b>100</b>	

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN  
ASTM D – 421 - 72**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

No. Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Tanah Tertahan (gr)	Berat Tanah Lolos (gr)	% Tertahan (%)	% Lolos (%)
1	25,4	0	300	0	100
1/2	13,2	0	300	0	100
3/8	9,5	0	300	0	100
1/4	6,7	0	300	0	100
4	4,75	27,8	272,2	9,2667	90,7333
10	2	11	261,2	3,667	87,067
20	0,85	6,08	255,12	2,027	85,04
40	0,425	5,9	249,22	1,967	83,0733
60	0,25	2,5	246,72	0,833	82,24
140	0,106	12,67	234,05	4,2233	78,0167
200	0,075	1,52	232,53	0,507	77,51
pan		232,53	0	77,510	0
	Jumlah	300		100	

Mengetahui,

Yogyakarta, 10 April 2022

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

Peneliti,

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**Lampiran 5 Pengujian Hidrometer**

**ASTM D – 421 - 72**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Berat Jenis Tanah, Gs 2,593 Faktor Koreksi, a 1,012 Miniscus Correction, m 1  
Berat Tanah Kering, Ws 60 gr Zero Correction -2

Tanggal	Jam	Waktu	Temperatur (t)	Pembacaan hidrometer, Ra	Pembacaan hidrometer terkoreksi, Rc	% Lolos	Hidrometer terkoreksi miniscus, R	Kedalaman efektif, L	L/t	K	Diameter
		menit	°C					cm			
		0	26	44	46	59,8400098	47	9,1	0	0,012952	0,000
		2	26	35	37	48,1321818	38	10,6	5,3	0,012952	0,030
		5	26	30	32	41,6278329	33	11,4	2,28	0,012952	0,020
		30	26	20	22	28,6191351	23	13	0,433333	0,012952	0,009
		60	26	16	18	23,415656	19	13,7	0,228333	0,012952	0,006
		250	26	10	12	15,6104373	13	14,7	0,0588	0,012952	0,003
		1440	26	5	7	9,10608844	8	15,5	0,010764	0,012952	0,001

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

(Budi Setiyono)

**PENGUJIAN HIDROMETER**  
**ASTM D – 421 - 72**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
 Dikerjakan : Budi Setiyono  
 Tanggal :  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Berat Jenis Tanah, Gs	2,593	Faktor Koreksi, a	1,012	Miniscus Correction, m	1						
Berat Tanah Kering, Ws	60 gr	Zero Correction	-2								
Tanggal	Jam	Waktu	Temperatur (t)	Pembacaan hidrometer, Ra	Pembacaan hidrometer terkoreksi, Rc	% Lolos	Hidrometer terkoreksi miniscus, R	Kedalaman efektif, L	L/t	K	Diameter
		menit	°C					cm			
		0	26	50	52	67,9814373	53	8,1	0	0,012952	0
		2	26	41	43	56,2154193	44	9,6	4,8	0,012952	0,028
		5	26	34	36	47,064072	37	10,7	2,14	0,012952	0,019
		30	26	21	23	30,0687127	24	12,9	0,43	0,012952	0,008
		60	26	16	18	23,532036	19	13,7	0,228333	0,012952	0,006
		250	26	10	12	15,688024	13	14,7	0,0588	0,012952	0,003
		1440	26	5	7	9,15134733	8	15,5	0,010764	0,012952	0,001

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)

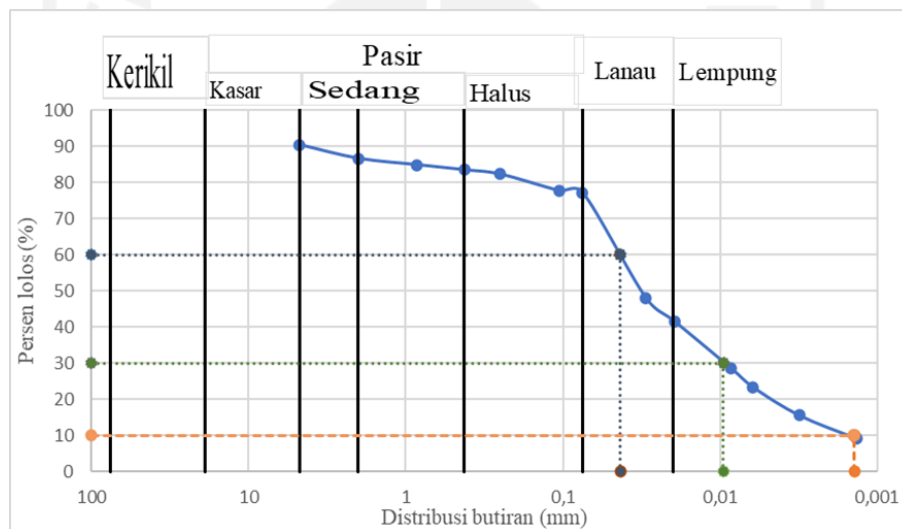


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**Lampiran 6 Pengujian Analisis Distribusi Butiran**

**ASTM D – 421 - 72**

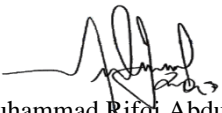
Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
 Dikerjakan : Budi Setiyono  
 Tanggal :  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1



Keterangan	Hasil	Keterangan	Hasil
Lolos #200 (%)	77,127	D60 (mm)	0,043
Kerikil (%)	0,000	D30 (mm)	0,010
Pasir (%)	22,873	D10 (mm)	0,0014
Lanau (%)	29,377	Cu	30,7143
Lempung (%)	47,750	Cc	1,49917

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

  
 (Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

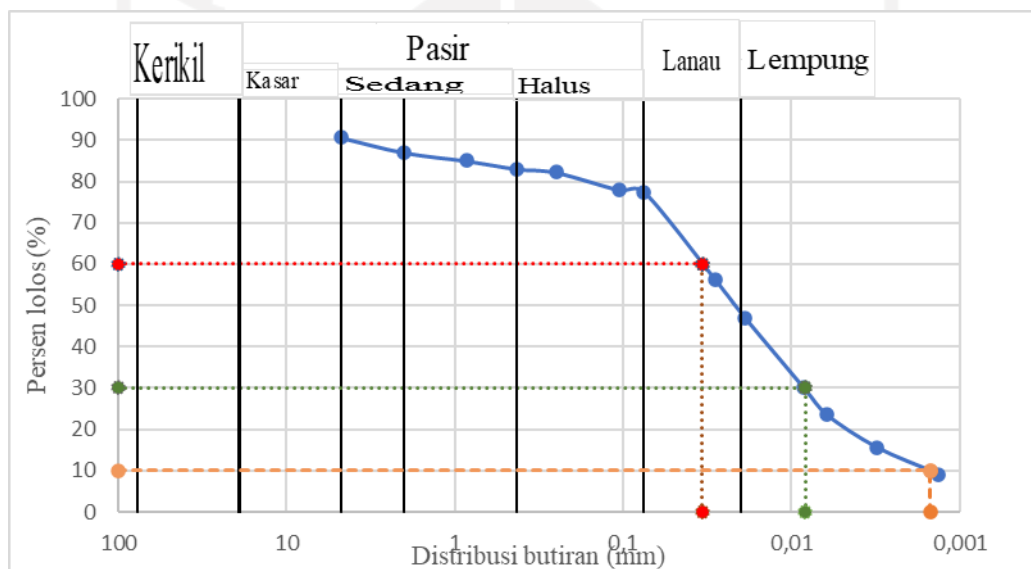
  
 (Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN ANALISIS DISTRIBUSI BUTIRAN**  
**ASTM D – 421 - 72**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
 Dikerjakan : Budi Setiyono  
 Tanggal :  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2



Keterangan	Hasil	Keterangan	Hasil
Lolos #200 (%)	77,510	D60 (mm)	0,034
Kerikil (%)	0,000	D30 (mm)	0,008
Pasir (%)	22,490	D10 (mm)	0,0015
Lanau (%)	23,010	Cu	22,6667
Lempung (%)	54,500	Cc	1,35078

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



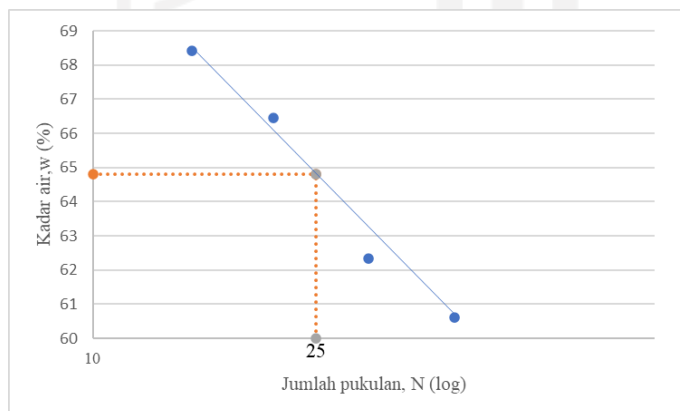
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**Lampiran 7 Pengujian Batas Cair**

**ASTM D 423 - 66**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
 Dikerjakan : Budi Setiyono  
 Tanggal :  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

No	No. Pengujian		I		II		III		IV		Batas plastis	
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
1	No. cawan											
2	Berat Cawan	gr	5,68	5,66	5,8	5,78	7,09	5,72	6,89	6,96	13,23	12,88
3	Berat cawan + Tanah basah	gr	18,9	18,21	14,78	17,09	19,54	18,09	25,04	26,94	13,59	13,4
4	Berat cawan + Tanah kering	gr	13,53	13,11	11,19	12,58	14,77	13,33	18,21	19,38	13,5	13,27
5	Berat air (3)-(4)	gr	5,37	5,1	3,59	4,51	4,77	4,76	6,83	7,56	0,09	0,13
6	Berat tanah kering (4)-(2)	gr	7,85	7,45	5,39	6,8	7,68	7,61	11,32	12,42	0,27	0,39
7	Kadar air (5)/(6) x 100%	%	68,408	68,456	66,605	66,324	62,109	62,549	60,336	60,870	33,333	33,333
8	Kadar air rata - rata	%	68,432		66,464		62,329		60,603		33,333	
9	Jumlah pukulan , N		15		21		31		44			



Batas Cair (LL)	64,8	%
Batas Plastis (PL)	33,594	%
Indeks Plastis (IP = LL - PL)	31,206	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



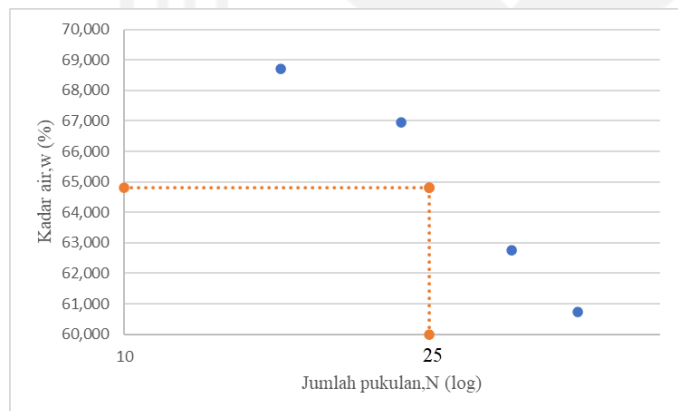
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN BATAS CAIR  
ASTM D 423 - 66**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

No	No. Pengujian		I		II		III		IV		Batas plastis	
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
1	No. cawan											
2	Berat Cawan	gr	9,01	9	9,1	9,34	8,8	9,08	7,78	7,81	3,89	3,86
3	Berat cawan + Tanah basah	gr	15,14	15	17,55	16,6	13,65	13,1	12,48	12,61	4,32	4,3
4	Berat cawan + Tanah kering	gr	12,64	12,56	14,16	13,69	11,78	11,55	10,7	10,8	4,21	4,19
5	Berat air (3)-(4)	gr	2,5	2,44	3,39	2,91	1,87	1,55	1,78	1,81	0,11	0,11
6	Berat tanah kering (4)-(2)	gr	3,63	3,56	5,06	4,35	2,98	2,47	2,92	2,99	0,32	0,33
7	Kadar air (5)/(6) x 100%	%	68,871	68,539	66,996	66,897	62,752	62,753	60,959	60,535	34,375	33,333
8	Kadar air rata - rata	%	68,705		66,946		62,752		60,747		33,854	
9	Jumlah pukulan , N		16		23		32		39			



Batas Cair (LL)	64,8	%
Batas Plastis (PL)	33,594	%
Indeks Plastis (IP = LL - PL)	31,206	%

Mengetahui,

Yogyakarta, 10 April 2022

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

Peneliti,

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

(Budi Setiyono)





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**Lampiran 8 Pengujian Batas Susut**

**ASTM D 427 - 74**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

No	Pengujian	Satuan	I	II
1	Berat cawan susut W1 (gr)	gr	40,87	38,03
2	Berat cawan + tanah basah W2 (gr)	gr	63,95	61,47
3	berat cawan + tanah kering W3 (gr)	gr	54,91	52,34
4	Berat tanah kering , $W_o = W_3 - W_1$ (gr)	gr	14,04	14,31
5	Kadar air, $w = (W_2 - W_3) / W_3 - W_1 \times 100\%$	%	64,3875	63,8015
6	Diameter ring	cm	4,1	4,17
7	Tinggi ring	cm	1,1	1,1
8	Volume ring	cm <sup>3</sup>	14,5228	15,0229
9	Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur W4	gr	173,72	176,71
10	Berat gelas ukur W5	gr	60,48	60,48
11	Berat air raksa ( $W_6 = W_4 - W_5$ ) W6	gr	113,24	118,9
12	Berat tanah kering $W_o$	gr	14,04	14,31
13	Volume tanah kering $V_0 = W_6 / 13,60$	cm <sup>3</sup>	8,3265	8,7426
14	Batas susut $SL = w - (V - V_0) / W_o \times 100$	%	20,2541	19,9142
15	Angka susut $SR = W_o / V_0$	cm	1,6862	1,6368
16	Susut Volumetrik ( $VS = (w - SL) \times SR$ )	cm <sup>3</sup>	74,4172	71,8350
17	Susut linier LS	%	0,1693	0,16511
18	Berat jenis $G_s$		2,5608	2,4283

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN BATAS SUSUT**  
**ASTM D 427 - 74**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
 Dikerjakan : Budi Setiyono  
 Tanggal :  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

No	Pengujian	Satuan	I	II
1	Berat cawan susut W1 (gr)	gr	49,56	42,21
2	Berat cawan + tanah basah W2 (gr)	gr	72,65	66,5
3	berat cawan + tanah kering W3 (gr)	gr	63,6	57,01
4	Berat tanah kering , Wo = W3-W1 (gr)	gr	14,04	14,8
5	Kadar air, w = (W2-W3)/W3-W1 x 100%	%	64,4587	64,1216
6	Diameter ring	cm	4,1	4,1
7	Tinggi ring	cm	1,1	1,1
8	Volume ring	cm <sup>3</sup>	14,5228	14,5228
9	Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur W4	gr	177,3	180,44
10	Berat gelas ukur W5	gr	60,48	60,48
11	Berat air raksa (W6= W4-W5) W6	gr	116,82	119,96
12	Berat tanah kering Wo	gr	14,04	14,8
13	Volume tanah kering V0= W6/13,60	cm <sup>3</sup>	8,5897	8,8206
14	Batas susut SL = w - (V-V0) / Wo x 100	%	22,2002	25,5932
15	Angka susut SR = Wo/ V0	cm	1,6345	1,6779
16	Susut Volumetrik (VS=(w - SL) x SR)	cm <sup>3</sup>	69,0721	64,6466
17	Susut linier LS	%	0,1606	0,15313
18	Berat jenis Gs		2,5654	2,9407

Mengetahui,

Yogyakarta, 10 April 2022

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

Peneliti,

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**Lampiran 9 Pengujian Pematatan Tanah**

**ASTM D – 698 - 70**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

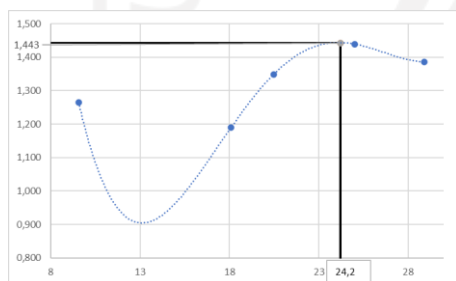
**MOLD**

Diameter	d	10,15	cm
Tinggi	H	11,65	cm
Volume	V	942,644	cm
Berat		1749	gram

Penambahan air					
Berat sampel tanah	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar air mula-mula	9,565	9,565	9,565	9,565	9,565
Penambahan air	0	5	10	15	20
Penambahan air	0	100	200	300	400

Berat volume tanah					
No sampel	1	2	3	4	5
Berat cetakan + tanah basah	3055	3073	3280	3445	3434
Berat tanah basah	1306	1324	1531	1696	1685
Berat volume tanah basah	1,38546	1,40456	1,62415	1,79919	1,78752
Berat cetakan	1749	1749	1749	1749	1749

Kadar air tanah											
1 No Pengujian	1		2		3		4		5		
2 No Cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	
3 Berat cawan	13,16	12,83	8,9	9,11	9,51	13,05	5,87	6,86	13,05	13,13	
4 Berat cawan + tanah basah	56,88	49,27	26,31	23,81	27,4	33,43	16,12	25,62	39,73	37,43	
5 Berat cawan + tanah kering	53,05	46,1	23,56	21,63	24,04	30,35	14,05	21,9	33,85	31,89	
6 Berat air	3,83	3,17	2,75	2,18	3,36	3,08	2,07	3,72	5,88	5,54	
7 Berat tanah kering	39,89	33,27	14,66	12,52	14,53	17,3	8,18	15,04	20,8	18,76	
8 Kadar air	9,601	9,528	18,759	17,412	23,125	17,803	25,306	24,734	28,269	29,531	
9 Kadar air rata-rata	9,565		18,085		20,464		25,020		28,900		
10 Berat volume tanah kering	1,265		1,189		1,348		1,439		1,387		



Kadar air optimum	24,2	%
Berat tanah maksimum	1,443	gram/cm <sup>3</sup>

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH  
ASTM D – 698 - 70**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

MOLD

Diameter (d)	(cm)	10,15	cm
Tinggi (t)	(cm)	11,65	cm
Volume (V)	(cm <sup>3</sup> )	942,644	cm
Berat (W)	(gr)	1749	gram

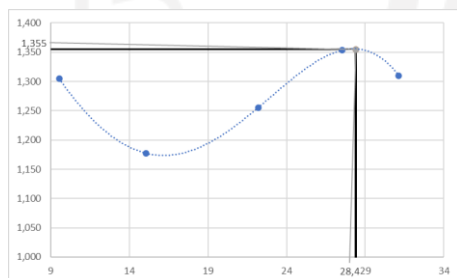
Penambahan air					
Berat sampel tanah	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar air mula-mula	9,546	9,546	9,546	9,546	9,546
Penambahan air	0	5	10	15	20
Penambahan air	0	100	200	300	400

Berat volume tanah

No sampel	1	2	3	4	5
Berat cetakan + tanah basah	3096	3026	3195	3376	3368
Berat tanah basah	1347	1277	1446	1627	1619
Berat volume tanah basah	1,42896	1,3547	1,53398	1,726	1,71751
Berat cetakan	1749	1749	1749	1749	1749

Kadar air tanah

	1		2		3		4		5	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1 No Pengujian										
2 No Cawan										
3 Berat cawan	12,97	7,17	7,52	6,84	6,93	6,67	8,29	6,64	13,06	13,29
4 Berat cawan + tanah basah	41,07	47,84	33,18	29,62	31,08	33,29	25,23	23,19	37,89	44,31
5 Berat cawan + tanah kering	38,66	44,24	29,61	26,83	26,8	28,34	21,55	19,64	32,04	36,89
6 Berat air	2,41	3,6	3,57	2,79	4,28	4,95	3,68	3,55	5,85	7,42
7 Berat tanah kering	25,69	37,07	22,09	19,99	19,87	21,67	13,26	13	18,98	23,6
8 Kadar air	9,381	9,711	16,161	13,957	21,540	22,843	27,753	27,308	30,822	31,441
9 Kadar air rata-rata	9,546		15,059		22,191		27,530		31,131	
10 Berat volume tanah kering	1,304		1,177		1,255		1,353		1,310	



Kadar air optimum	28,4	%
Berat tanah maksimum	1,355	gram/cm <sup>3</sup>

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

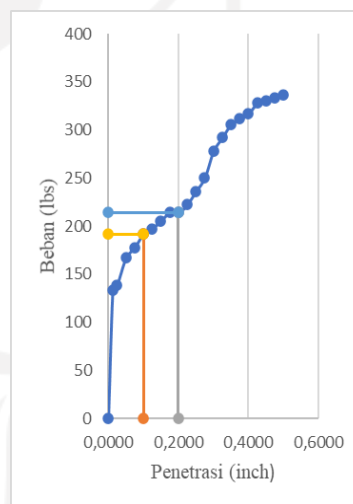
**Lampiran 10 Pengujian CBR Laboratorium**

**ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
 Dikerjakan : Budi Setiyono  
 Tanggal :  
 Sampel : Tanah Asli Tanpa Rendaman Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )			kadar air		
Berat tanah + cetakan (gr)		7158		1	2
Berat Cetakan (gr)		3558	Berat cawan	gr	13,24 13,09
Berat tanah basah (gr)		3600	Berat cawan + tanah basah	gr	30,47 30,48
Diameter (cm)		15,31	berat cawan + tanah kering	gr	26,73 26,77
Tinggi (cm)		17,75	berat air	gr	3,74 3,71
Volume (cm <sup>3</sup> )		3267,673	berat tanah kering	gr	13,49 13,68
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )		1,101701	kadar air	%	27,72424 27,11988
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )		0,864608	kadar air rata - rata	%	27,42206161
			kalibrasi alat		27,8

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4,8	133,44	133,44
0,5	0,0250	0,64	5	139	139
1	0,0500	1,27	6	166,8	166,8
1,5	0,0750	1,91	6,4	177,92	177,92
2	0,1000	2,55	6,9	191,82	191,82
2,5	0,1250	3,18	7,1	197,38	197,38
3	0,1500	3,82	7,4	205,72	205,72
3,5	0,1750	4,45	7,7	214,06	214,06
4	0,2000	5,09	7,7	214,06	214,06
4,5	0,2250	5,73	8	222,4	222,4
5	0,2500	6,36	8,5	236,3	236,3
5,5	0,2750	7	9	250,2	250,2
6	0,3000	7,64	10	278	278
6,5	0,3250	8,27	10,5	291,9	291,9
7	0,3500	8,91	11	305,8	305,8
7,5	0,3750	9,54	11,2	311,36	311,36
8	0,4000	10,18	11,4	316,92	316,92
8,5	0,4250	10,82	11,8	328,04	328,04
9	0,4500	11,45	11,9	330,82	330,82
9,5	0,4750	12,09	12	333,6	333,6
10	0,5000	12,73	12,1	336,38	336,38



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	6,3013	%
CBR 0,2	4,6951	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

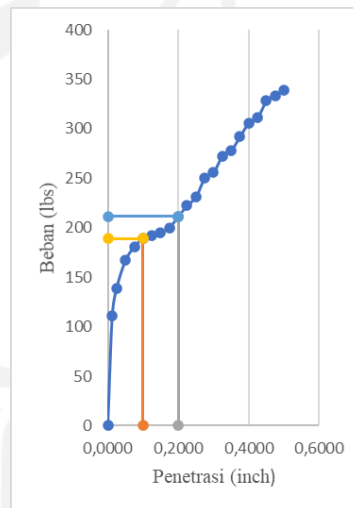
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli Tanpa Rendaman Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7187
Berat Cetakan (gr)	3605
Berat tanah basah (gr)	3582
Diameter (cm)	15,25
Tinggi (cm)	17,33
Volume (cm <sup>3</sup> )	3165,397
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,131612
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,87291

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,7	13,12
Berat cawan + tanah basah	gr	31,63	30,24
berat cawan + tanah kering	gr	27,2	26,42
berat air	gr	4,43	3,82
berat tanah kering	gr	14,5	13,3
kadar air	%	30,55172	28,7218
kadar air rata - rata	%	29,63676432	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4	111,2	111,2
0,5	0,0250	0,64	5	139	139
1	0,0500	1,27	6	166,8	166,8
1,5	0,0750	1,91	6,5	180,7	180,7
2	0,1000	2,55	6,8	189,04	189,04
2,5	0,1250	3,18	6,9	191,82	191,82
3	0,1500	3,82	7	194,6	194,6
3,5	0,1750	4,45	7,2	200,16	200,16
4	0,2000	5,09	7,6	211,28	211,28
4,5	0,2250	5,73	8	222,4	222,4
5	0,2500	6,36	8,3	230,74	230,74
5,5	0,2750	7	9	250,2	250,2
6	0,3000	7,64	9,2	255,76	255,76
6,5	0,3250	8,27	9,8	272,44	272,44
7	0,3500	8,91	10	278	278
7,5	0,3750	9,54	10,5	291,9	291,9
8	0,4000	10,18	11	305,8	305,8
8,5	0,4250	10,82	11,2	311,36	311,36
9	0,4500	11,45	11,8	328,04	328,04
9,5	0,4750	12,09	12	333,6	333,6
10	0,5000	12,73	12,2	339,16	339,16



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	6,3940 %
CBR 0,2	4,7569 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

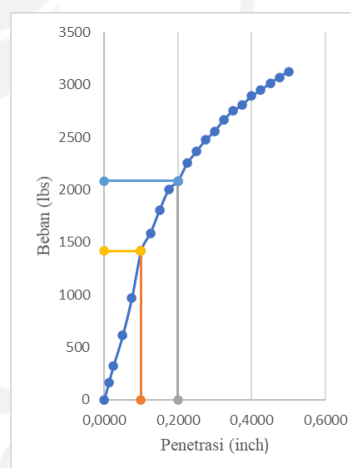
Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari Sampel 1

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )			kadar air		
Berat tanah + cetakan (gr)		7592		1	2
Berat Cetakan (gr)		3940	Berat cawan	gr	13,06 16,72
Berat tanah basah (gr)		3652	Berat cawan + tanah basah	gr	55,22 59,81
Diameter (cm)		15,11	berat cawan + tanah kering	gr	46,99 50,53
Tinggi (cm)		17,86	berat air	gr	8,23 9,28
Volume (cm <sup>3</sup> )		3202,582	berat tanah kering	gr	33,93 33,81
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )		1,14033	kadar air	%	24,25582 27,4475
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )		0,90609	kadar air rata - rata	%	25,85166077
			kalibrasi alat		27,8

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial		beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs	lbs
0	0,0000	0	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	6	166,8	166,8	166,8
0,5	0,0250	0,64	11,5	319,7	319,7	319,7
1	0,0500	1,27	22	611,6	611,6	611,6
1,5	0,0750	1,91	35	973	973	973
2	0,1000	2,55	51	1417,8	1417,8	1417,8
2,5	0,1250	3,18	57	1584,6	1584,6	1584,6
3	0,1500	3,82	65	1807	1807	1807
3,5	0,1750	4,45	72	2001,6	2001,6	2001,6
4	0,2000	5,09	75	2085	2085	2085
4,5	0,2250	5,73	81	2251,8	2251,8	2251,8
5	0,2500	6,36	85	2363	2363	2363
5,5	0,2750	7	89	2474,2	2474,2	2474,2
6	0,3000	7,64	92	2557,6	2557,6	2557,6
6,5	0,3250	8,27	96	2668,8	2668,8	2668,8
7	0,3500	8,91	99	2752,2	2752,2	2752,2
7,5	0,3750	9,54	101	2807,8	2807,8	2807,8
8	0,4000	10,18	104	2891,2	2891,2	2891,2
8,5	0,4250	10,82	106	2946,8	2946,8	2946,8
9	0,4500	11,45	108,5	3016,3	3016,3	3016,3
9,5	0,4750	12,09	110,5	3071,9	3071,9	3071,9
10	0,5000	12,73	112,5	3127,5	3127,5	3127,5



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	47,2600 %
CBR 0,2	46,3333 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



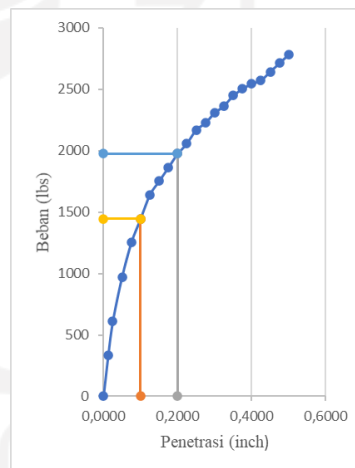
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM**  
**ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Pereng, Prambanan, Klaten, Jawa Tengah  
 Dikerjakan : Dewi Kurnia Sukmawati  
 Tanggal :  
 Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari Sampel 2

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )		kadar air	
Berat tanah + cetakan (gr)	7349		
Berat Cetakan (gr)	3788		
Berat tanah basah (gr)	3561	1	2
Diameter (cm)	15,22	Berat cawan	gr
Tinggi (cm)	17,67	Berat cawan + tanah basah	gr
Volume (cm <sup>3</sup> )	3214,813	berat cawan + tanah kering	gr
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	1,107685	berat air	gr
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,895974	berat tanah kering	gr
		kadar air	%
		kadar air rata - rata	%
		kalibrasi alat	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial		beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm	div			
0	0,0000	0	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	12	333,6	333,6	333,6
0,5	0,0250	0,64	22	611,6	611,6	611,6
1	0,0500	1,27	35	973	973	973
1,5	0,0750	1,91	45	1251	1251	1251
2	0,1000	2,55	52	1445,6	1445,6	1445,6
2,5	0,1250	3,18	59	1640,2	1640,2	1640,2
3	0,1500	3,82	63	1751,4	1751,4	1751,4
3,5	0,1750	4,45	67	1862,6	1862,6	1862,6
4	0,2000	5,09	71	1973,8	1973,8	1973,8
4,5	0,2250	5,73	74	2057,2	2057,2	2057,2
5	0,2500	6,36	78	2168,4	2168,4	2168,4
5,5	0,2750	7	80	2224	2224	2224
6	0,3000	7,64	83	2307,4	2307,4	2307,4
6,5	0,3250	8,27	85	2363	2363	2363
7	0,3500	8,91	88	2446,4	2446,4	2446,4
7,5	0,3750	9,54	90	2502	2502	2502
8	0,4000	10,18	91,5	2543,7	2543,7	2543,7
8,5	0,4250	10,82	92,5	2571,5	2571,5	2571,5
9	0,4500	11,45	95	2641	2641	2641
9,5	0,4750	12,09	97,5	2710,5	2710,5	2710,5
10	0,5000	12,73	100	2780	2780	2780



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	48,1867 %
CBR 0,2	43,8622 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

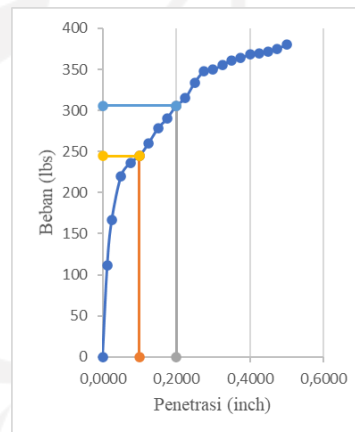
Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 15% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari Sampel 1

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )		kadar air	
Berat tanah + cetakan (gr)	7628	Berat cawan	gr
Berat Cetakan (gr)	4027	Berat cawan + tanah basah	gr
Berat tanah basah (gr)	3601	berat cawan + tanah kering	gr
Diameter (cm)	15,1	berat air	gr
Tinggi (cm)	17,7	berat tanah kering	gr
Volume (cm <sup>3</sup> )	3169,692	kadar air	%
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	1,136073	kadar air rata - rata	%
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,89561	kalibrasi alat	
		1	2
		13,17	12,78
		51,41	53,86
		43,33	45,15
		8,08	8,71
		30,16	32,37
		26,79045	26,90763
		26,84904073	
		27,8	

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial	beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4	111,2	111,2
0,5	0,0250	0,64	6	166,8	166,8
1	0,0500	1,27	8	222,4	220
1,5	0,0750	1,91	8,5	236,3	236,3
2	0,1000	2,55	8,8	244,64	244,64
2,5	0,1250	3,18	9	250,2	260
3	0,1500	3,82	10	278	278
3,5	0,1750	4,45	11	305,8	290
4	0,2000	5,09	11	305,8	305,8
4,5	0,2250	5,73	11,5	319,7	315
5	0,2500	6,36	12	333,6	333,6
5,5	0,2750	7	12,5	347,5	347,5
6	0,3000	7,64	12,5	347,5	350
6,5	0,3250	8,27	12,5	347,5	355
7	0,3500	8,91	13	361,4	361,4
7,5	0,3750	9,54	13	361,4	364
8	0,4000	10,18	13	361,4	368
8,5	0,4250	10,82	13	361,4	370
9	0,4500	11,45	13	361,4	372
9,5	0,4750	12,09	13,5	375,3	375,3
10	0,5000	12,73	14	389,2	380



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	8,1547 %
CBR 0,2	6,7956 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

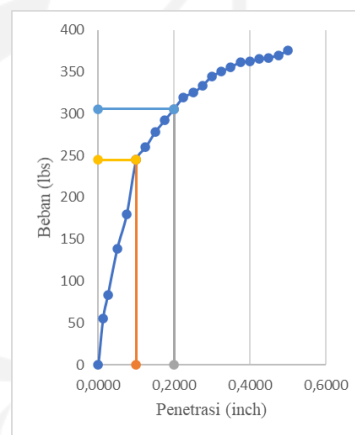
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 15% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari Sampel 2

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7615
Berat Cetakan (gr)	3788
Berat tanah basah (gr)	3827
Diameter (cm)	15,44
Tinggi (cm)	17,9
Volume (cm <sup>3</sup> )	3351,487
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	1,141881
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,903906

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,11	12,99
Berat cawan + tanah basah	gr	53,83	46,77
berat cawan + tanah kering	gr	45,38	39,7
berat air	gr	8,45	7,07
berat tanah kering	gr	32,27	26,71
kadar air	%	26,18531	26,46949
kadar air rata - rata	%	26,32739926	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial	beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs
0	0,0000	0		0	0
0,25	0,0125	0,32	2	55,6	55,6
0,5	0,0250	0,64	3	83,4	83,4
1	0,0500	1,27	5	139	139
1,5	0,0750	1,91	6	166,8	180
2	0,1000	2,55	8,8	244,64	244,64
2,5	0,1250	3,18	9	250,2	260
3	0,1500	3,82	10	278	278
3,5	0,1750	4,45	10,5	291,9	291,9
4	0,2000	5,09	11	305,8	305,8
4,5	0,2250	5,73	11,5	319,7	319,7
5	0,2500	6,36	12	333,6	325
5,5	0,2750	7	12	333,6	333,6
6	0,3000	7,64	12,4	344,72	344,72
6,5	0,3250	8,27	12,6	350,28	350,28
7	0,3500	8,91	12,8	355,84	355,84
7,5	0,3750	9,54	13	361,4	361,4
8	0,4000	10,18	13	361,4	362,9
8,5	0,4250	10,82	13	361,4	365,1
9	0,4500	11,45	13,2	366,96	366,96
9,5	0,4750	12,09	13,2	366,96	370
10	0,5000	12,73	13,5	375,3	375,3



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	8,1547	%
CBR 0,2	6,7956	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

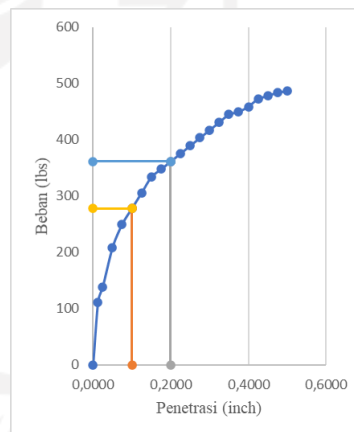
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Pereng, Prambanan, Klaten, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Dewi Kurnia Sukmawati  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 18% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari Sampel 1

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7093
Berat Cetakan (gr)	3541
Berat tanah basah (gr)	3552
Diameter (cm)	15,1
Tinggi (cm)	17,74
Volume (cm <sup>3</sup> )	3176,855
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	1,118087
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,880067

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,24	13
Berat cawan + tanah basah	gr	55,94	58,3
berat cawan + tanah kering	gr	46,97	48,53
berat air	gr	8,97	9,77
berat tanah kering	gr	33,73	35,53
kadar air	%	26,59354	27,49789
kadar air rata - rata	%	27,04571301	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4	111,2	111,2
0,5	0,0250	0,64	5	139	139
1	0,0500	1,27	7,5	208,5	208,5
1,5	0,0750	1,91	8	222,4	250
2	0,1000	2,55	10	278	278
2,5	0,1250	3,18	11	305,8	305,8
3	0,1500	3,82	12	333,6	333,6
3,5	0,1750	4,45	12,5	347,5	347,5
4	0,2000	5,09	13	361,4	361,4
4,5	0,2250	5,73	13,5	375,3	375,3
5	0,2500	6,36	14	389,2	389,2
5,5	0,2750	7	14,5	403,1	403,1
6	0,3000	7,64	15	417	417
6,5	0,3250	8,27	15,5	430,9	430,9
7	0,3500	8,91	16	444,8	444,8
7,5	0,3750	9,54	16	444,8	450
8	0,4000	10,18	16,5	458,7	458,7
8,5	0,4250	10,82	17	472,6	472,6
9	0,4500	11,45	17	472,6	478
9,5	0,4750	12,09	17	472,6	484
10	0,5000	12,73	17,5	486,5	486,5



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	9,2667	%
CBR 0,2	8,0311	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

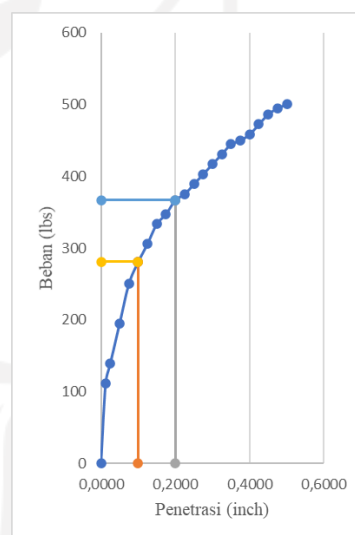
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 18 Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari Sampel 2

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7942
Berat Cetakan (gr)	4136
Berat tanah basah (gr)	3806
Diameter (cm)	15,01
Tinggi (cm)	17,48
Volume (cm <sup>3</sup> )	3093,091
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	1,230484
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,967029

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,78	12,89
Berat cawan + tanah basah	gr	52,16	41,73
berat cawan + tanah kering	gr	43,6	35,65
berat air	gr	8,56	6,08
berat tanah kering	gr	30,82	22,76
kadar air	%	27,77417	26,71353
kadar air rata - rata	%	27,24385256	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4	111,2	111,2
0,5	0,0250	0,64	5	139	139
1	0,0500	1,27	7	194,6	194,6
1,5	0,0750	1,91	8	222,4	250
2	0,1000	2,55	10,1	280,78	280,78
2,5	0,1250	3,18	11	305,8	305,8
3	0,1500	3,82	12	333,6	333,6
3,5	0,1750	4,45	12,5	347,5	347,5
4	0,2000	5,09	13,2	366,96	366,96
4,5	0,2250	5,73	13,5	375,3	375,3
5	0,2500	6,36	14	389,2	389,2
5,5	0,2750	7	14,5	403,1	403,1
6	0,3000	7,64	15	417	417
6,5	0,3250	8,27	15,5	430,9	430,9
7	0,3500	8,91	16	444,8	444,8
7,5	0,3750	9,54	16	444,8	450
8	0,4000	10,18	16,5	458,7	458,7
8,5	0,4250	10,82	17	472,6	472,6
9	0,4500	11,45	17,5	486,5	486,5
9,5	0,4750	12,09	17,8	494,84	494,84
10	0,5000	12,73	18	500,4	500,4



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	9,3593 %
CBR 0,2	8,1547 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

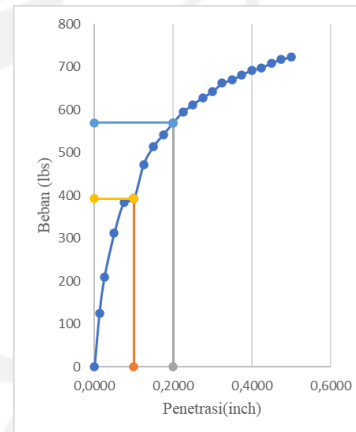
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM**  
**ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
 Dikerjakan : Budi Setiyono  
 Tanggal :  
 Sampel : Tanah Asli + 22% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari Sampel 1

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7896
Berat Cetakan (gr)	4000
Berat tanah basah (gr)	3896
Diameter (cm)	15,18
Tinggi (cm)	17,22
Volume (cm <sup>3</sup> )	3116,496
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	1,250122
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,992255

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	7,03	9,07
Berat cawan + tanah basah	gr	61,48	71,08
berat cawan + tanah kering	gr	50,23	58,31
berat air	gr	11,25	12,77
berat tanah kering	gr	43,2	49,24
kadar air	%	26,04167	25,9342
kadar air rata - rata	%	25,98793325	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial	beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4,5	125,1	125,1
0,5	0,0250	0,64	7,5	208,5	208,5
1	0,0500	1,27	11,2	311,36	311,36
1,5	0,0750	1,91	13,8	383,64	383,64
2	0,1000	2,55	14,1	391,98	391,98
2,5	0,1250	3,18	17	472,6	472,6
3	0,1500	3,82	18,5	514,3	514,3
3,5	0,1750	4,45	19,5	542,1	542,1
4	0,2000	5,09	20,5	569,9	569,9
4,5	0,2250	5,73	21,4	594,92	594,92
5	0,2500	6,36	22	611,6	611,6
5,5	0,2750	7	22,6	628,28	628,28
6	0,3000	7,64	23,1	642,18	642,18
6,5	0,3250	8,27	23,8	661,64	661,64
7	0,3500	8,91	24,1	669,98	669,98
7,5	0,3750	9,54	24,5	681,1	681,1
8	0,4000	10,18	24,9	692,22	692,22
8,5	0,4250	10,82	25,1	697,78	697,78
9	0,4500	11,45	25,5	708,9	708,9
9,5	0,4750	12,09	25,8	717,24	717,24
10	0,5000	12,73	26	722,8	722,8



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	13,0660	%
CBR 0,2	12,6644	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

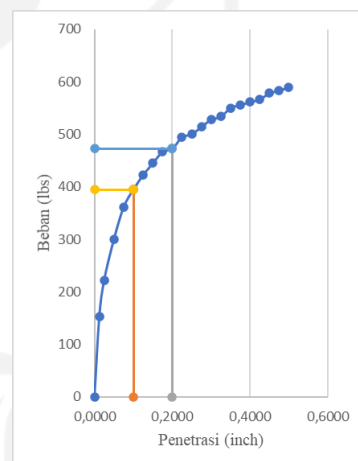
Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 22% *Fly ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari Sampel 2

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )			kadar air	
Berat tanah + cetakan (gr)		7487		
Berat Cetakan (gr)		3541		
Berat tanah basah (gr)		3946		
Diameter (cm)		15,1		
Tinggi (cm)		17,44		
Volume (cm <sup>3</sup> )		3123,131		
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )		1,263475		
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )		1,008277		
			1	2
			6,93	6,76
			64,97	68,12
			53,31	55,66
			11,66	12,46
			46,38	48,9
			25,14015	25,48057
			25,31035961	
			27,8	

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial	beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	5,5	152,9	152,9
0,5	0,0250	0,64	8	222,4	222,4
1	0,0500	1,27	10,8	300,24	300,24
1,5	0,0750	1,91	13	361,4	361,4
2	0,1000	2,55	14,2	394,76	394,76
2,5	0,1250	3,18	15,2	422,56	422,56
3	0,1500	3,82	16	444,8	444,8
3,5	0,1750	4,45	16,8	467,04	467,04
4	0,2000	5,09	17	472,6	472,6
4,5	0,2250	5,73	17,8	494,84	494,84
5	0,2500	6,36	18	500,4	500,4
5,5	0,2750	7	18,5	514,3	514,3
6	0,3000	7,64	19	528,2	528,2
6,5	0,3250	8,27	19,2	533,76	533,76
7	0,3500	8,91	19,8	550,44	550,44
7,5	0,3750	9,54	20	556	556
8	0,4000	10,18	20,2	561,56	561,56
8,5	0,4250	10,82	20,4	567,12	567,12
9	0,4500	11,45	20,8	578,24	578,24
9,5	0,4750	12,09	21	583,8	583,8
10	0,5000	12,73	21,2	589,36	589,36



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	13,15867 %
CBR 0,2	10,50222 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

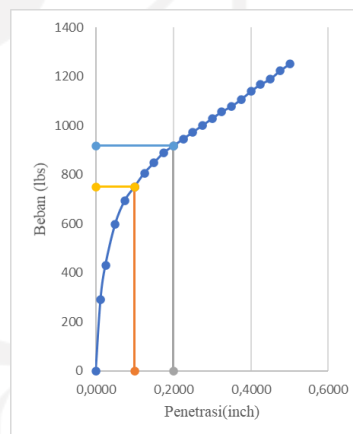
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 15% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari  
Sampel 1

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	8318
Berat Cetakan (gr)	4590
Berat tanah basah (gr)	3728
Diameter (cm)	15,2
Tinggi (cm)	18,11
Volume (cm <sup>3</sup> )	3286,211
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	1,134437
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,910249

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,96	13,43
Berat cawan + tanah basah	gr	67,25	74,58
berat cawan + tanah kering	gr	56,42	62,61
berat air	gr	10,83	11,97
berat tanah kering	gr	43,46	49,18
kadar air	%	24,91947	24,33916
kadar air rata - rata	%	24,62931422	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	10,5	291,9	291,9
0,5	0,0250	0,64	15,5	430,9	430,9
1	0,0500	1,27	21,5	597,7	597,7
1,5	0,0750	1,91	25	695	695
2	0,1000	2,55	27	750,6	750,6
2,5	0,1250	3,18	29	806,2	806,2
3	0,1500	3,82	30,5	847,9	847,9
3,5	0,1750	4,45	32	889,6	889,6
4	0,2000	5,09	33	917,4	917,4
4,5	0,2250	5,73	34	945,2	945,2
5	0,2500	6,36	35	973	973
5,5	0,2750	7	36	1000,8	1000,8
6	0,3000	7,64	37	1028,6	1028,6
6,5	0,3250	8,27	38	1056,4	1056,4
7	0,3500	8,91	38,8	1078,64	1078,64
7,5	0,3750	9,54	39,8	1106,44	1106,44
8	0,4000	10,18	41	1139,8	1139,8
8,5	0,4250	10,82	42	1167,6	1167,6
9	0,4500	11,45	42,8	1189,84	1189,84
9,5	0,4750	12,09	44	1223,2	1223,2
10	0,5000	12,73	45	1251	1251



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	25,0200 %
CBR 0,2	20,3867 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

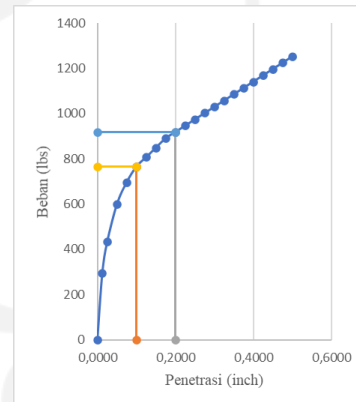
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 15% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari  
Sampel 2

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7408
Berat Cetakan (gr)	3517
Berat tanah basah (gr)	3891
Diameter (cm)	15,3
Tinggi (cm)	17,7
Volume (cm <sup>3</sup> )	3254,213
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	1,195681
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,995733

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	8,92	5,82
Berat cawan + tanah basah	gr	46,54	50,11
berat cawan + tanah kering	gr	39,37	43,8
berat air	gr	7,17	6,31
berat tanah kering	gr	30,45	37,98
kadar air	%	23,5468	16,61401
kadar air rata - rata	%	20,0804027	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	10,5	291,9	291,9
0,5	0,0250	0,64	15,5	430,9	430,9
1	0,0500	1,27	21,5	597,7	597,7
1,5	0,0750	1,91	25	695	695
2	0,1000	2,55	27,5	764,5	764,5
2,5	0,1250	3,18	29	806,2	806,2
3	0,1500	3,82	30,5	847,9	847,9
3,5	0,1750	4,45	32	889,6	889,6
4	0,2000	5,09	33	917,4	917,4
4,5	0,2250	5,73	34	945,2	945,2
5	0,2500	6,36	35	973	973
5,5	0,2750	7	36	1000,8	1000,8
6	0,3000	7,64	37	1028,6	1028,6
6,5	0,3250	8,27	38	1056,4	1056,4
7	0,3500	8,91	39	1084,2	1084,2
7,5	0,3750	9,54	40	1112	1112
8	0,4000	10,18	41	1139,8	1139,8
8,5	0,4250	10,82	42	1167,6	1167,6
9	0,4500	11,45	43	1195,4	1195,4
9,5	0,4750	12,09	44	1223,2	1223,2
10	0,5000	12,73	45	1251	1251



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	25,4833	%
CBR 0,2	20,3867	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

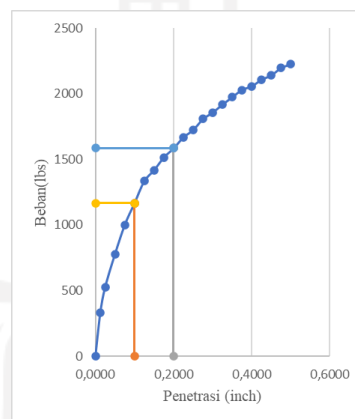
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 18% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari  
Sampel 1

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7611
Berat Cetakan (gr)	3788
Berat tanah basah (gr)	3823
Diameter (cm)	15,44
Tinggi (cm)	17,9
Volume (cm <sup>3</sup> )	3351,487
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	1,140688
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,920351

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,8	6,93
Berat cawan + tanah basah	gr	64,2	51,88
berat cawan + tanah kering	gr	54,28	43,19
berat air	gr	9,92	8,69
berat tanah kering	gr	41,48	36,26
kadar air	%	23,91514	23,9658
kadar air rata - rata	%	23,94047118	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	12	333,6	333,6
0,5	0,0250	0,64	19	528,2	528,2
1	0,0500	1,27	28	778,4	778,4
1,5	0,0750	1,91	36	1000,8	1000,8
2	0,1000	2,55	42	1167,6	1167,6
2,5	0,1250	3,18	48	1334,4	1334,4
3	0,1500	3,82	51	1417,8	1417,8
3,5	0,1750	4,45	54,5	1515,1	1515,1
4	0,2000	5,09	57	1584,6	1584,6
4,5	0,2250	5,73	60	1668	1668
5	0,2500	6,36	62	1723,6	1723,6
5,5	0,2750	7	65	1807	1807
6	0,3000	7,64	66,8	1857,04	1857,04
6,5	0,3250	8,27	69	1918,2	1918,2
7	0,3500	8,91	71	1973,8	1973,8
7,5	0,3750	9,54	73	2029,4	2029,4
8	0,4000	10,18	74	2057,2	2057,2
8,5	0,4250	10,82	75,8	2107,24	2107,24
9	0,4500	11,45	77	2140,6	2140,6
9,5	0,4750	12,09	79	2196,2	2196,2
10	0,5000	12,73	80	2224	2224



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	38,9200	%
CBR 0,2	35,2133	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

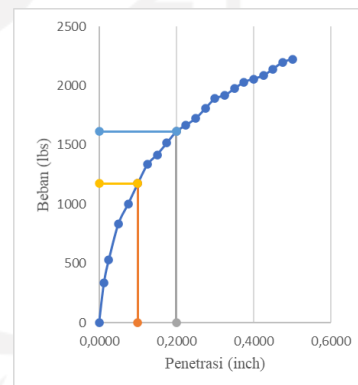
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 18% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari Sampel 2

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7855
Berat Cetakan (gr)	4100
Berat tanah basah (gr)	3755
Diameter (cm)	15,24
Tinggi (cm)	17,68
Volume (cm <sup>3</sup> )	3225,092
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	1,164308
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,938113

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,33	12,73
Berat cawan + tanah basah	gr	78,13	77,8
berat cawan + tanah kering	gr	65,48	65,22
berat air	gr	12,65	12,58
berat tanah kering	gr	52,15	52,49
kadar air	%	24,25695	23,96647
kadar air rata - rata	%	24,11171045	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial	beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	12	333,6	333,6
0,5	0,0250	0,64	19	528,2	528,2
1	0,0500	1,27	30	834	834
1,5	0,0750	1,91	36	1000,8	1000,8
2	0,1000	2,55	42,2	1173,16	1173,16
2,5	0,1250	3,18	48	1334,4	1334,4
3	0,1500	3,82	51	1417,8	1417,8
3,5	0,1750	4,45	54,5	1515,1	1515,1
4	0,2000	5,09	58	1612,4	1612,4
4,5	0,2250	5,73	60	1668	1668
5	0,2500	6,36	62	1723,6	1723,6
5,5	0,2750	7	65	1807	1807
6	0,3000	7,64	68	1890,4	1890,4
6,5	0,3250	8,27	69	1918,2	1918,2
7	0,3500	8,91	71	1973,8	1973,8
7,5	0,3750	9,54	73	2029,4	2029,4
8	0,4000	10,18	74	2057,2	2057,2
8,5	0,4250	10,82	75	2085	2085
9	0,4500	11,45	77	2140,6	2140,6
9,5	0,4750	12,09	79	2196,2	2196,2
10	0,5000	12,73	80	2224	2224



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	39,1053	%
CBR 0,2	35,8311	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

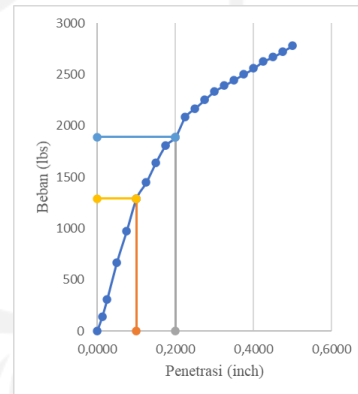
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 22% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari  
Sampel 1

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7860
Berat Cetakan (gr)	4002
Berat tanah basah (gr)	3858
Diameter (cm)	15,24
Tinggi (cm)	17,85
Volume (cm <sup>3</sup> )	3256,102
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	1,184852
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,946893

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,14	13,08
Berat cawan + tanah basah	gr	75,92	60
berat cawan + tanah kering	gr	64,28	49,88
berat air	gr	11,64	10,12
berat tanah kering	gr	51,14	36,8
kadar air	%	22,76105	27,5
kadar air rata - rata	%	25,13052405	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	5	139	139
0,5	0,0250	0,64	11	305,8	305,8
1	0,0500	1,27	24	667,2	667,2
1,5	0,0750	1,91	35	973	973
2	0,1000	2,55	46,4	1289,92	1289,92
2,5	0,1250	3,18	52	1445,6	1445,6
3	0,1500	3,82	59	1640,2	1640,2
3,5	0,1750	4,45	65	1807	1807
4	0,2000	5,09	68	1890,4	1890,4
4,5	0,2250	5,73	75	2085	2085
5	0,2500	6,36	78	2168,4	2168,4
5,5	0,2750	7	81	2251,8	2251,8
6	0,3000	7,64	84	2335,2	2335,2
6,5	0,3250	8,27	86	2390,8	2390,8
7	0,3500	8,91	88	2446,4	2446,4
7,5	0,3750	9,54	90	2502	2502
8	0,4000	10,18	92	2557,6	2557,6
8,5	0,4250	10,82	94,5	2627,1	2627,1
9	0,4500	11,45	96	2668,8	2668,8
9,5	0,4750	12,09	98	2724,4	2724,4
10	0,5000	12,73	100	2780	2780



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	42,9973	%
CBR 0,2	42,0089	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

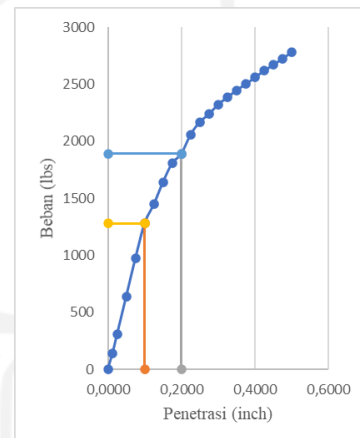
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 22% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 1 Hari  
Sampel 2

Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	8575
Berat Cetakan (gr)	4604
Berat tanah basah (gr)	3971
Diameter (cm)	15,25
Tinggi (cm)	17,9
Volume (cm <sup>3</sup> )	3269,509
Berat volume tanah g (gr/cm <sup>3</sup> )	1,214555
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,970026

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	8,83	6,73
Berat cawan + tanah basah	gr	76,49	75,57
berat cawan + tanah kering	gr	62,78	61,8
berat air	gr	13,71	13,77
berat tanah kering	gr	53,95	55,07
kadar air	%	25,41242	25,00454
kadar air rata - rata	%	25,20847929	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	5	139	139
0,5	0,0250	0,64	11	305,8	305,8
1	0,0500	1,27	23	639,4	639,4
1,5	0,0750	1,91	35	973	973
2	0,1000	2,55	46	1278,8	1278,8
2,5	0,1250	3,18	52	1445,6	1445,6
3	0,1500	3,82	59	1640,2	1640,2
3,5	0,1750	4,45	65	1807	1807
4	0,2000	5,09	68	1890,4	1890,4
4,5	0,2250	5,73	74	2057,2	2057,2
5	0,2500	6,36	78	2168,4	2168,4
5,5	0,2750	7	80,5	2237,9	2237,9
6	0,3000	7,64	83,5	2321,3	2321,3
6,5	0,3250	8,27	85,8	2385,24	2385,24
7	0,3500	8,91	88	2446,4	2446,4
7,5	0,3750	9,54	90	2502	2502
8	0,4000	10,18	92	2557,6	2557,6
8,5	0,4250	10,82	94,2	2618,76	2618,76
9	0,4500	11,45	96	2668,8	2668,8
9,5	0,4750	12,09	98	2724,4	2724,4
10	0,5000	12,73	100	2780	2780



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	42,6267 %
CBR 0,2	42,0089 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

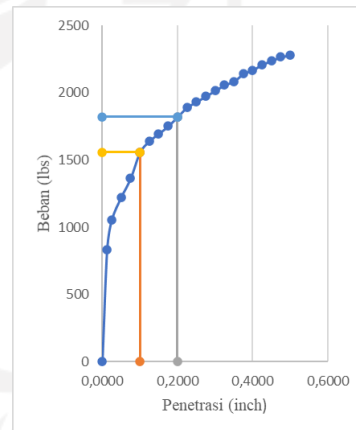
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7482
Berat Cetakan (gr)	3789
Berat tanah basah (gr)	3693
Diameter (cm)	15,22
Tinggi (cm)	17,67
Volume (cm <sup>3</sup> )	3214,813
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,148745
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,9175

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,15	12,88
Berat cawan + tanah basah	gr	66,89	68,34
berat cawan + tanah kering	gr	56,01	57,24
berat air	gr	10,88	11,1
berat tanah kering	gr	42,86	44,36
kadar air	%	25,38497	25,02254
kadar air rata - rata	%	25,20375858	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	30	834	834
0,5	0,0250	0,64	38	1056,4	1056,4
1	0,0500	1,27	44	1223,2	1223,2
1,5	0,0750	1,91	49	1362,2	1362,2
2	0,1000	2,55	56	1556,8	1556,8
2,5	0,1250	3,18	59	1640,2	1640,2
3	0,1500	3,82	61	1695,8	1695,8
3,5	0,1750	4,45	63	1751,4	1751,4
4	0,2000	5,09	65,5	1820,9	1820,9
4,5	0,2250	5,73	68	1890,4	1890,4
5	0,2500	6,36	69,5	1932,1	1932,1
5,5	0,2750	7	71	1973,8	1973,8
6	0,3000	7,64	72,5	2015,5	2015,5
6,5	0,3250	8,27	74	2057,2	2057,2
7	0,3500	8,91	75	2085	2085
7,5	0,3750	9,54	77	2140,6	2140,6
8	0,4000	10,18	78	2168,4	2168,4
8,5	0,4250	10,82	79,5	2210,1	2210,1
9	0,4500	11,45	80,5	2237,9	2237,9
9,5	0,4750	12,09	81,5	2265,7	2265,7
10	0,5000	12,73	82	2279,6	2279,6



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	51,8933 %
CBR 0,2	40,4644 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

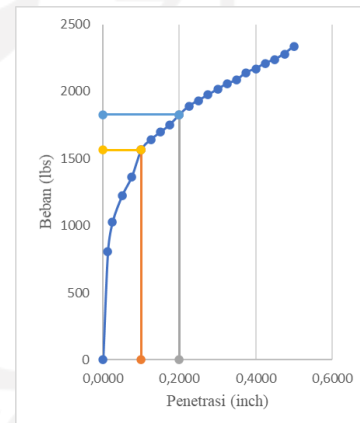
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Pereng, Prambanan, Klaten, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Dewi Kurnia Sukmawati  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7662
Berat Cetakan (gr)	4030
Berat tanah basah (gr)	3632
Diameter (cm)	15,26
Tinggi (cm)	17,7
Volume (cm <sup>3</sup> )	3237,22
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,12195
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,895895

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,08	6,91
Berat cawan + tanah basah	gr	77,19	61,86
berat cawan + tanah kering	gr	64,4	50,68
berat air	gr	12,79	11,18
berat tanah kering	gr	51,32	43,77
kadar air	%	24,92206	25,54261
kadar air rata - rata	%	25,23233339	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	29	806,2	806,2
0,5	0,0250	0,64	37	1028,6	1028,6
1	0,0500	1,27	44	1223,2	1223,2
1,5	0,0750	1,91	49	1362,2	1362,2
2	0,1000	2,55	56,2	1562,36	1562,36
2,5	0,1250	3,18	59	1640,2	1640,2
3	0,1500	3,82	61	1695,8	1695,8
3,5	0,1750	4,45	63	1751,4	1751,4
4	0,2000	5,09	65,7	1826,46	1826,46
4,5	0,2250	5,73	68	1890,4	1890,4
5	0,2500	6,36	69,5	1932,1	1932,1
5,5	0,2750	7	71	1973,8	1973,8
6	0,3000	7,64	72,5	2015,5	2015,5
6,5	0,3250	8,27	74	2057,2	2057,2
7	0,3500	8,91	75	2085	2085
7,5	0,3750	9,54	77	2140,6	2140,6
8	0,4000	10,18	78	2168,4	2168,4
8,5	0,4250	10,82	79,5	2210,1	2210,1
9	0,4500	11,45	80,5	2237,9	2237,9
9,5	0,4750	12,09	82	2279,6	2279,6
10	0,5000	12,73	84	2335,2	2335,2



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	52,0787	%
CBR 0,2	40,5880	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

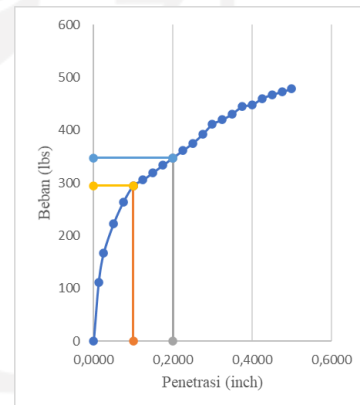
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 15% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7890
Berat Cetakan (gr)	4136
Berat tanah basah (gr)	3754
Diameter (cm)	15,15
Tinggi (cm)	17,77
Volume (cm <sup>3</sup> )	3203,337
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,171903
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,925339

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,08	13,33
Berat cawan + tanah basah	gr	59,98	56,33
berat cawan + tanah kering	gr	49,9	47,48
berat air	gr	10,08	8,85
berat tanah kering	gr	36,82	34,15
kadar air	%	27,37643	25,91508
kadar air rata - rata	%	26,64575319	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4	111,2	111,2
0,5	0,0250	0,64	6	166,8	166,8
1	0,0500	1,27	8	222,4	222,4
1,5	0,0750	1,91	9,5	264,1	264,1
2	0,1000	2,55	10,6	294,68	294,68
2,5	0,1250	3,18	11	305,8	305,8
3	0,1500	3,82	11,5	319,7	319,7
3,5	0,1750	4,45	12	333,6	333,6
4	0,2000	5,09	12,5	347,5	347,5
4,5	0,2250	5,73	13	361,4	361,4
5	0,2500	6,36	13,9	386,42	375
5,5	0,2750	7	14,1	391,98	391,98
6	0,3000	7,64	14,8	411,44	411,44
6,5	0,3250	8,27	15,1	419,78	419,78
7	0,3500	8,91	15,5	430,9	430,9
7,5	0,3750	9,54	16	444,8	444,8
8	0,4000	10,18	16	444,8	448
8,5	0,4250	10,82	16,2	450,36	460
9	0,4500	11,45	16,8	467,04	467,04
9,5	0,4750	12,09	17	472,6	472,6
10	0,5000	12,73	17,2	478,16	478,16



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	9,8227	%
CBR 0,2	7,7222	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

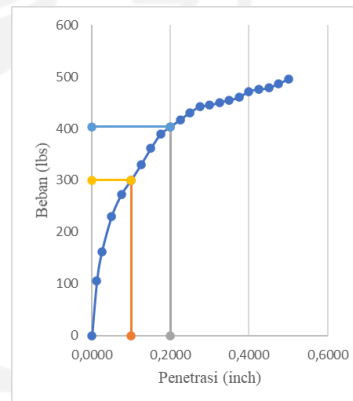
Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 15% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )		kadar air	
Berat tanah + cetakan (gr)	7507	Berat cawan	gr 7,37 6,78
Berat Cetakan (gr)	3940	Berat cawan + tanah basah	gr 59,43 65,05
Berat tanah basah (gr)	3567	berat cawan + tanah kering	gr 48,54 53,44
Diameter (cm)	15,11	berat air	gr 10,89 11,61
Tinggi (cm)	17,86	berat tanah kering	gr 41,17 46,66
Volume (cm <sup>3</sup> )	3202,582	kadar air	% 26,4513 24,88213
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,113789	kadar air rata - rata	% 25,66671275
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,886304	kalibrasi alat	27,8

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial	beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	3,8	105,64	105,64
0,5	0,0250	0,64	5,8	161,24	161,24
1	0,0500	1,27	8,9	247,42	230
1,5	0,0750	1,91	9,8	272,44	272,44
2	0,1000	2,55	10,8	300,24	300,24
2,5	0,1250	3,18	12,2	339,16	330
3	0,1500	3,82	13	361,4	361,4
3,5	0,1750	4,45	14	389,2	389,2
4	0,2000	5,09	14,5	403,1	403,1
4,5	0,2250	5,73	15	417	417
5	0,2500	6,36	15,5	430,9	430,9
5,5	0,2750	7	15,9	442,02	442,02
6	0,3000	7,64	16	444,8	444,8
6,5	0,3250	8,27	16,2	450,36	450,36
7	0,3500	8,91	16,8	467,04	455
7,5	0,3750	9,54	16,9	469,82	460
8	0,4000	10,18	17	472,6	472
8,5	0,4250	10,82	17,1	475,38	475,38
9	0,4500	11,45	17,2	478,16	478,16
9,5	0,4750	12,09	17,5	486,5	486,5
10	0,5000	12,73	17,8	494,84	494,84



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	10,0080	%
CBR 0,2	8,9578	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

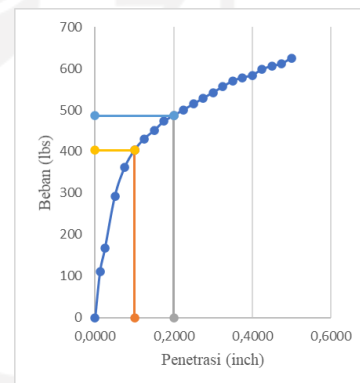
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Pereng, Prambanan, Klaten, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Dewi Kurnia Sukmawati  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 18% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7382
Berat Cetakan (gr)	3990
Berat tanah basah (gr)	3392
Diameter (cm)	15,2
Tinggi (cm)	17,65
Volume (cm <sup>3</sup> )	3202,741
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,059093
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,833043

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	9,11	8,96
Berat cawan + tanah basah	gr	63,52	52,53
berat cawan + tanah kering	gr	51,92	43,22
berat air	gr	11,6	9,31
berat tanah kering	gr	42,81	34,26
kadar air	%	27,09647	27,17455
kadar air rata - rata	%	27,13551018	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4	111,2	111,2
0,5	0,0250	0,64	6	166,8	166,8
1	0,0500	1,27	10,5	291,9	291,9
1,5	0,0750	1,91	13	361,4	361,4
2	0,1000	2,55	14,5	403,1	403,1
2,5	0,1250	3,18	15,5	430,9	430,9
3	0,1500	3,82	16,2	450,36	450,36
3,5	0,1750	4,45	17	472,6	472,6
4	0,2000	5,09	17,5	486,5	486,5
4,5	0,2250	5,73	18	500,4	500,4
5	0,2500	6,36	18,5	514,3	514,3
5,5	0,2750	7	19	528,2	528,2
6	0,3000	7,64	19,5	542,1	542,1
6,5	0,3250	8,27	20	556	556
7	0,3500	8,91	20,5	569,9	569,9
7,5	0,3750	9,54	20,8	578,24	578,24
8	0,4000	10,18	21	583,8	583,8
8,5	0,4250	10,82	21,5	597,7	597,7
9	0,4500	11,45	21,8	606,04	606,04
9,5	0,4750	12,09	22	611,6	611,6
10	0,5000	12,73	22,5	625,5	625,5



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	13,4367	%
CBR 0,2	10,8111	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

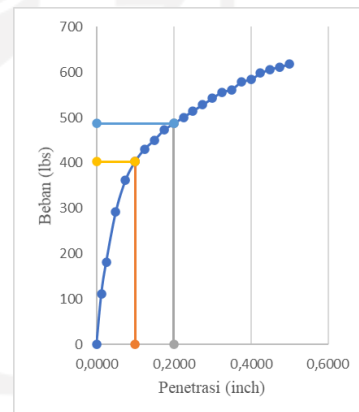
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 18 Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	8134
Berat Cetakan (gr)	4187
Berat tanah basah (gr)	3947
Diameter (cm)	15,3
Tinggi (cm)	17,8
Volume (cm <sup>3</sup> )	3272,599
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,206075
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,951413

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	5,79	13,1
Berat cawan + tanah basah	gr	48,72	66,47
berat cawan + tanah kering	gr	39,6	55,27
berat air	gr	9,12	11,2
berat tanah kering	gr	33,81	42,17
kadar air	%	26,97427	26,55917
kadar air rata - rata	%	26,76671663	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4	111,2	111,2
0,5	0,0250	0,64	6,5	180,7	180,7
1	0,0500	1,27	10,5	291,9	291,9
1,5	0,0750	1,91	13	361,4	361,4
2	0,1000	2,55	14,5	403,1	403,1
2,5	0,1250	3,18	15,5	430,9	430,9
3	0,1500	3,82	16,2	450,36	450,36
3,5	0,1750	4,45	17	472,6	472,6
4	0,2000	5,09	17,5	486,5	486,5
4,5	0,2250	5,73	18	500,4	500,4
5	0,2500	6,36	18,5	514,3	514,3
5,5	0,2750	7	19	528,2	528,2
6	0,3000	7,64	19,5	542,1	542,1
6,5	0,3250	8,27	20	556	556
7	0,3500	8,91	20,2	561,56	561,56
7,5	0,3750	9,54	20,8	578,24	578,24
8	0,4000	10,18	21	583,8	583,8
8,5	0,4250	10,82	21,5	597,7	597,7
9	0,4500	11,45	21,8	606,04	606,04
9,5	0,4750	12,09	22	611,6	611,6
10	0,5000	12,73	22,2	617,16	617,16



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	13,4367	%
CBR 0,2	10,8111	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

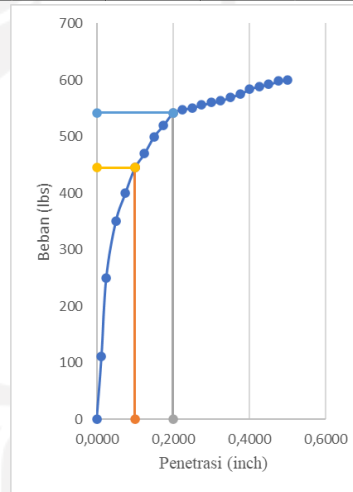
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 22% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	8115
Berat Cetakan (gr)	4249
Berat tanah basah (gr)	3866
Diameter (cm)	15,24
Tinggi (cm)	17,28
Volume (cm <sup>3</sup> )	3152,126
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,226474
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,960414

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,78	12,81
Berat cawan + tanah basah	gr	49,88	40,44
berat cawan + tanah kering	gr	41,76	34,5
berat air	gr	8,12	5,94
berat tanah kering	gr	28,98	21,69
kadar air	%	28,01932	27,38589
kadar air rata - rata	%	27,70260789	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4	111,2	111,2
0,5	0,0250	0,64	9	250,2	250,2
1	0,0500	1,27	13	361,4	350
1,5	0,0750	1,91	15	417	400
2	0,1000	2,55	16	444,8	444,8
2,5	0,1250	3,18	18	500,4	470
3	0,1500	3,82	18,5	514,3	500
3,5	0,1750	4,45	19	528,2	520
4	0,2000	5,09	19,5	542,1	542,1
4,5	0,2250	5,73	19,5	542,1	548
5	0,2500	6,36	19,5	542,1	551
5,5	0,2750	7	20	556	556
6	0,3000	7,64	20	556	560
6,5	0,3250	8,27	20	556	563
7	0,3500	8,91	20,5	569,9	569,9
7,5	0,3750	9,54	20,5	569,9	575
8	0,4000	10,18	21	583,8	583,8
8,5	0,4250	10,82	21	583,8	589
9	0,4500	11,45	21	583,8	592
9,5	0,4750	12,09	21	583,8	598
10	0,5000	12,73	21	583,8	600



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	14,8267	%
CBR 0,2	12,0467	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

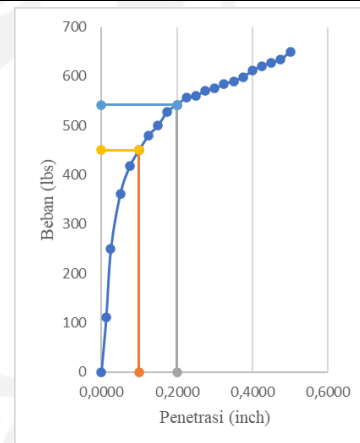
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 22% *Fly ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7841
Berat Cetakan (gr)	4172
Berat tanah basah (gr)	3669
Diameter (cm)	15,21
Tinggi (cm)	17,9
Volume (cm <sup>3</sup> )	3252,38
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,128097
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,885976

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,01	13,1
Berat cawan + tanah basah	gr	38,69	43,05
berat cawan + tanah kering	gr	33,18	36,62
berat air	gr	5,51	6,43
berat tanah kering	gr	20,17	23,52
kadar air	%	27,3178	27,33844
kadar air rata - rata	%	27,32811704	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4	111,2	111,2
0,5	0,0250	0,64	9	250,2	250,2
1	0,0500	1,27	13	361,4	361,4
1,5	0,0750	1,91	15	417	417
2	0,1000	2,55	16,2	450,36	450,36
2,5	0,1250	3,18	18	500,4	480
3	0,1500	3,82	18,5	514,3	500
3,5	0,1750	4,45	19	528,2	528,2
4	0,2000	5,09	19,5	542,1	542,1
4,5	0,2250	5,73	20	556	556
5	0,2500	6,36	20	556	560
5,5	0,2750	7	20,5	569,9	569,9
6	0,3000	7,64	20,5	569,9	575
6,5	0,3250	8,27	21	583,8	583,8
7	0,3500	8,91	21	583,8	590
7,5	0,3750	9,54	21,5	597,7	597,7
8	0,4000	10,18	22	611,6	611,6
8,5	0,4250	10,82	22	611,6	620
9	0,4500	11,45	22	611,6	628
9,5	0,4750	12,09	22,8	633,84	633,84
10	0,5000	12,73	23,5	653,3	650



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	15,0120	%
CBR 0,2	12,0467	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

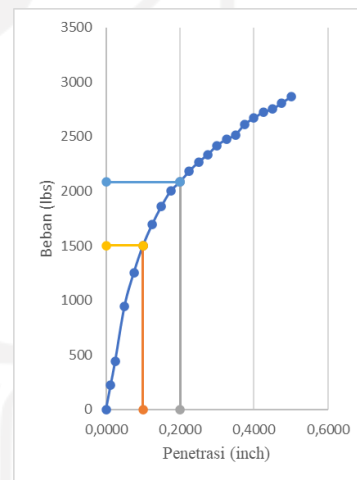
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 15% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari  
Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7412
Berat Cetakan (gr)	3713
Berat tanah basah (gr)	3699
Diameter (cm)	15,31
Tinggi (cm)	17,9
Volume (cm <sup>3</sup> )	3295,287
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,122512
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,907643

kadar air	1	2
Berat cawan	gr 12,82	12,69
Berat cawan + tanah basah	gr 36,53	24,16
berat cawan + tanah kering	gr 31,98	21,97
berat air	gr 4,55	2,19
berat tanah kering	gr 19,16	9,28
kadar air	% 23,74739	23,59914
kadar air rata - rata	% 23,67326416	
kalibrasi alat		27,8

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	8	222,4	222,4
0,5	0,0250	0,64	16	444,8	444,8
1	0,0500	1,27	34	945,2	945,2
1,5	0,0750	1,91	45	1251	1251
2	0,1000	2,55	54	1501,2	1501,2
2,5	0,1250	3,18	61	1695,8	1695,8
3	0,1500	3,82	67	1862,6	1862,6
3,5	0,1750	4,45	72	2001,6	2001,6
4	0,2000	5,09	75	2085	2085
4,5	0,2250	5,73	78,5	2182,3	2182,3
5	0,2500	6,36	81,5	2265,7	2265,7
5,5	0,2750	7	84	2335,2	2335,2
6	0,3000	7,64	87	2418,6	2418,6
6,5	0,3250	8,27	89	2474,2	2474,2
7	0,3500	8,91	90,5	2515,9	2515,9
7,5	0,3750	9,54	94	2613,2	2613,2
8	0,4000	10,18	96	2668,8	2668,8
8,5	0,4250	10,82	98	2724,4	2724,4
9	0,4500	11,45	99	2752,2	2752,2
9,5	0,4750	12,09	101	2807,8	2807,8
10	0,5000	12,73	103	2863,4	2863,4



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	50,0400 %
CBR 0,2	46,3333 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

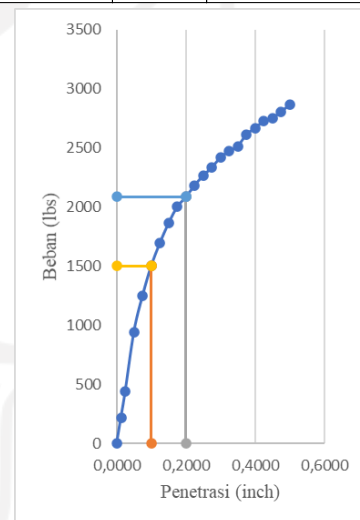
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 15% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari  
Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7013
Berat Cetakan (gr)	3419
Berat tanah basah (gr)	3594
Diameter (cm)	15,05
Tinggi (cm)	17,77
Volume (cm <sup>3</sup> )	3161,188
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,136914
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,920789

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,9	13,15
Berat cawan + tanah basah	gr	28,9	27,71
berat cawan + tanah kering	gr	25,95	24,86
berat air	gr	2,95	2,85
berat tanah kering	gr	13,05	11,71
kadar air	%	22,60536	24,33817
kadar air rata - rata	%	23,47176824	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	8	222,4	222,4
0,5	0,0250	0,64	16	444,8	444,8
1	0,0500	1,27	34	945,2	945,2
1,5	0,0750	1,91	45	1251	1251
2	0,1000	2,55	54	1501,2	1501,2
2,5	0,1250	3,18	61	1695,8	1695,8
3	0,1500	3,82	67	1862,6	1862,6
3,5	0,1750	4,45	72	2001,6	2001,6
4	0,2000	5,09	75	2085	2085
4,5	0,2250	5,73	78,5	2182,3	2182,3
5	0,2500	6,36	81,5	2265,7	2265,7
5,5	0,2750	7	84	2335,2	2335,2
6	0,3000	7,64	87	2418,6	2418,6
6,5	0,3250	8,27	89	2474,2	2474,2
7	0,3500	8,91	90,5	2515,9	2515,9
7,5	0,3750	9,54	94	2613,2	2613,2
8	0,4000	10,18	96	2668,8	2668,8
8,5	0,4250	10,82	98	2724,4	2724,4
9	0,4500	11,45	99	2752,2	2752,2
9,5	0,4750	12,09	101	2807,8	2807,8
10	0,5000	12,73	103	2863,4	2863,4



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	50,0400	%
CBR 0,2	46,3333	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

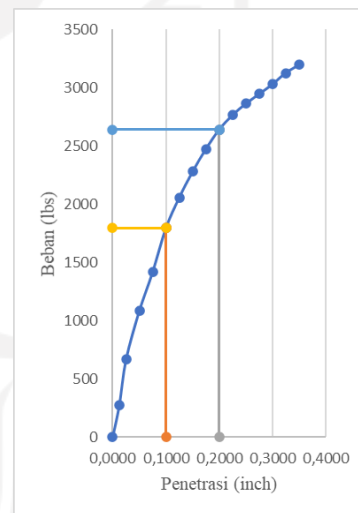
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 18% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari  
Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7231
Berat Cetakan (gr)	3461
Berat tanah basah (gr)	3770
Diameter (cm)	15,36
Tinggi (cm)	17,73
Volume (cm <sup>3</sup> )	3285,345
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,14752
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,925457

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,76	13,49
Berat cawan + tanah basah	gr	32,81	27,18
berat cawan + tanah kering	gr	29,02	24,47
berat air	gr	3,79	2,71
berat tanah kering	gr	16,26	10,98
kadar air	%	23,30873	24,68124
kadar air rata - rata	%	23,99498585	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	10	278	278
0,5	0,0250	0,64	24	667,2	667,2
1	0,0500	1,27	39	1084,2	1084,2
1,5	0,0750	1,91	51	1417,8	1417,8
2	0,1000	2,55	64,6	1795,88	1795,88
2,5	0,1250	3,18	74	2057,2	2057,2
3	0,1500	3,82	82	2279,6	2279,6
3,5	0,1750	4,45	89	2474,2	2474,2
4	0,2000	5,09	95	2641	2641
4,5	0,2250	5,73	99,5	2766,1	2766,1
5	0,2500	6,36	103	2863,4	2863,4
5,5	0,2750	7	106	2946,8	2946,8
6	0,3000	7,64	109	3030,2	3030,2
6,5	0,3250	8,27	112,5	3127,5	3127,5
7	0,3500	8,91	115	3197	3197
7,5	0,3750	9,54	118	3280,4	3280,4
8	0,4000	10,18	120,5	3349,9	3349,9
8,5	0,4250	10,82	124	3447,2	3447,2
9	0,4500	11,45	125	3475	3475
9,5	0,4750	12,09	127	3530,6	3530,6
10	0,5000	12,73	130	3614	3614



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	59,8627 %
CBR 0,2	58,6889 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

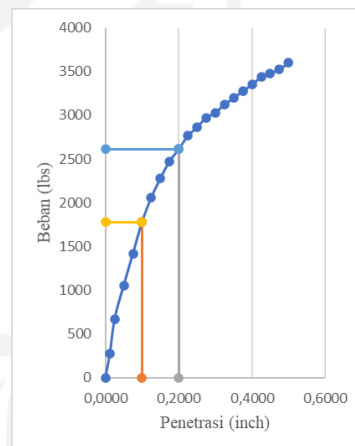
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 18% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari  
Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7811
Berat Cetakan (gr)	4002
Berat tanah basah (gr)	3809
Diameter (cm)	15,24
Tinggi (cm)	17,85
Volume (cm <sup>3</sup> )	3256,102
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,169804
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,933771

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,13	13,01
Berat cawan + tanah basah	gr	32,55	32,84
berat cawan + tanah kering	gr	28,66	28,81
berat air	gr	3,89	4,03
berat tanah kering	gr	15,53	15,8
kadar air	%	25,04829	25,50633
kadar air rata - rata	%	25,27731137	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi (inch)	mm	pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	10	278	278
0,5	0,0250	0,64	24	667,2	667,2
1	0,0500	1,27	38	1056,4	1056,4
1,5	0,0750	1,91	51	1417,8	1417,8
2	0,1000	2,55	64	1779,2	1779,2
2,5	0,1250	3,18	74	2057,2	2057,2
3	0,1500	3,82	82	2279,6	2279,6
3,5	0,1750	4,45	89	2474,2	2474,2
4	0,2000	5,09	94	2613,2	2613,2
4,5	0,2250	5,73	99,5	2766,1	2766,1
5	0,2500	6,36	103	2863,4	2863,4
5,5	0,2750	7	107	2974,6	2974,6
6	0,3000	7,64	109	3030,2	3030,2
6,5	0,3250	8,27	112,5	3127,5	3127,5
7	0,3500	8,91	115	3197	3197
7,5	0,3750	9,54	118	3280,4	3280,4
8	0,4000	10,18	120,5	3349,9	3349,9
8,5	0,4250	10,82	123,8	3441,64	3441,64
9	0,4500	11,45	125	3475	3475
9,5	0,4750	12,09	127	3530,6	3530,6
10	0,5000	12,73	129,5	3600,1	3600,1



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	59,3067 %
CBR 0,2	58,0711 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

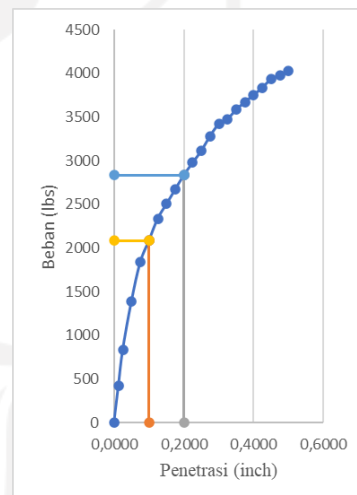
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 22% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari  
Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7357
Berat Cetakan (gr)	3515
Berat tanah basah (gr)	3842
Diameter (cm)	15,16
Tinggi (cm)	17,76
Volume (cm <sup>3</sup> )	3205,762
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,198467
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,979052

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,12	12,72
Berat cawan + tanah basah	gr	30,55	36,44
berat cawan + tanah kering	gr	27,6	31,78
berat air	gr	2,95	4,66
berat tanah kering	gr	14,48	19,06
kadar air	%	20,37293	24,44911
kadar air rata - rata	%	22,41101813	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	15	417	417
0,5	0,0250	0,64	30	834	834
1	0,0500	1,27	50	1390	1390
1,5	0,0750	1,91	66	1834,8	1834,8
2	0,1000	2,55	75	2085	2085
2,5	0,1250	3,18	84	2335,2	2335,2
3	0,1500	3,82	90	2502	2502
3,5	0,1750	4,45	96	2668,8	2668,8
4	0,2000	5,09	102	2835,6	2835,6
4,5	0,2250	5,73	107	2974,6	2974,6
5	0,2500	6,36	112	3113,6	3113,6
5,5	0,2750	7	118	3280,4	3280,4
6	0,3000	7,64	123	3419,4	3419,4
6,5	0,3250	8,27	125	3475	3475
7	0,3500	8,91	129	3586,2	3586,2
7,5	0,3750	9,54	132	3669,6	3669,6
8	0,4000	10,18	135	3753	3753
8,5	0,4250	10,82	138	3836,4	3836,4
9	0,4500	11,45	141,5	3933,7	3933,7
9,5	0,4750	12,09	143	3975,4	3975,4
10	0,5000	12,73	145	4031	4031



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	69,5000	%
CBR 0,2	63,0133	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

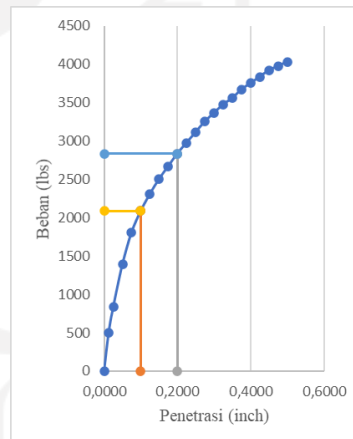
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 22% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 7 Hari  
Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7200
Berat Cetakan (gr)	3419
Berat tanah basah (gr)	3781
Diameter (cm)	15
Tinggi (cm)	17,71
Volume (cm <sup>3</sup> )	3129,615
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,208136
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,95461

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,9	12,93
Berat cawan + tanah basah	gr	37,9	33,68
berat cawan + tanah kering	gr	29,62	32,96
berat air	gr	8,28	0,72
berat tanah kering	gr	16,72	20,03
kadar air	%	49,52153	3,594608
kadar air rata - rata	%	26,55806959	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	18	500,4	500,4
0,5	0,0250	0,64	30	834	834
1	0,0500	1,27	50	1390	1390
1,5	0,0750	1,91	65	1807	1807
2	0,1000	2,55	75	2085	2085
2,5	0,1250	3,18	83	2307,4	2307,4
3	0,1500	3,82	90	2502	2502
3,5	0,1750	4,45	96	2668,8	2668,8
4	0,2000	5,09	102	2835,6	2835,6
4,5	0,2250	5,73	107	2974,6	2974,6
5	0,2500	6,36	112	3113,6	3113,6
5,5	0,2750	7	117	3252,6	3252,6
6	0,3000	7,64	121	3363,8	3363,8
6,5	0,3250	8,27	125	3475	3475
7	0,3500	8,91	128	3558,4	3558,4
7,5	0,3750	9,54	132	3669,6	3669,6
8	0,4000	10,18	135	3753	3753
8,5	0,4250	10,82	138	3836,4	3836,4
9	0,4500	11,45	141	3919,8	3919,8
9,5	0,4750	12,09	143	3975,4	3975,4
10	0,5000	12,73	145	4031	4031



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	69,5000	%
CBR 0,2	63,0133	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

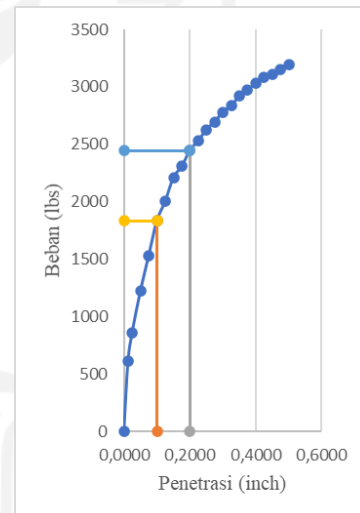
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7600
Berat Cetakan (gr)	4000
Berat tanah basah (gr)	3600
Diameter (cm)	14,33
Tinggi (cm)	17,94
Volume (cm <sup>3</sup> )	2893,375
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,244222
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,99619

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,06	12,72
Berat cawan + tanah basah	gr	32,43	43,02
berat cawan + tanah kering	gr	28,62	36,9
berat air	gr	3,81	6,12
berat tanah kering	gr	15,56	24,18
kadar air	%	24,48586	25,31017
kadar air rata - rata	%	24,89801744	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	22	611,6	611,6
0,5	0,0250	0,64	31	861,8	861,8
1	0,0500	1,27	44	1223,2	1223,2
1,5	0,0750	1,91	55	1529	1529
2	0,1000	2,55	66	1834,8	1834,8
2,5	0,1250	3,18	72	2001,6	2001,6
3	0,1500	3,82	79,5	2210,1	2210,1
3,5	0,1750	4,45	83	2307,4	2307,4
4	0,2000	5,09	88	2446,4	2446,4
4,5	0,2250	5,73	91	2529,8	2529,8
5	0,2500	6,36	94,5	2627,1	2627,1
5,5	0,2750	7	97	2696,6	2696,6
6	0,3000	7,64	100	2780	2780
6,5	0,3250	8,27	102	2835,6	2835,6
7	0,3500	8,91	105	2919	2919
7,5	0,3750	9,54	107	2974,6	2974,6
8	0,4000	10,18	109	3030,2	3030,2
8,5	0,4250	10,82	110,8	3080,24	3080,24
9	0,4500	11,45	112	3113,6	3113,6
9,5	0,4750	12,09	113,5	3155,3	3155,3
10	0,5000	12,73	115	3197	3197



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	61,1600	%
CBR 0,2	54,3644	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

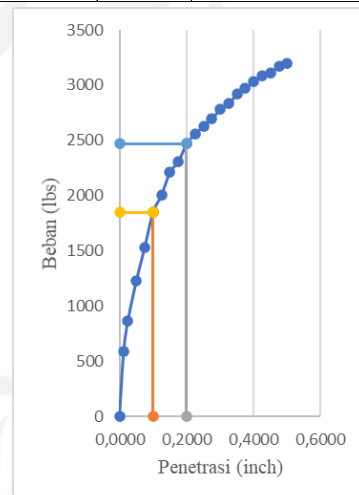
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Pereng, Prambanan, Klaten, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Dewi Kurnia Sukmawati  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	8428
Berat Cetakan (gr)	4690
Berat tanah basah (gr)	3738
Diameter (cm)	15,31
Tinggi (cm)	18,04
Volume (cm <sup>3</sup> )	3321,061
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,125544
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,889642

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,84	13
Berat cawan + tanah basah	gr	30,24	31,34
berat cawan + tanah kering	gr	26,58	27,51
berat air	gr	3,66	3,83
berat tanah kering	gr	13,74	14,51
kadar air	%	26,63755	26,39559
kadar air rata - rata	%	26,51657192	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	21	583,8	583,8
0,5	0,0250	0,64	31	861,8	861,8
1	0,0500	1,27	44	1223,2	1223,2
1,5	0,0750	1,91	55	1529	1529
2	0,1000	2,55	66,5	1848,7	1848,7
2,5	0,1250	3,18	72	2001,6	2001,6
3	0,1500	3,82	79,5	2210,1	2210,1
3,5	0,1750	4,45	83	2307,4	2307,4
4	0,2000	5,09	88,8	2468,64	2468,64
4,5	0,2250	5,73	92	2557,6	2557,6
5	0,2500	6,36	94,5	2627,1	2627,1
5,5	0,2750	7	97	2696,6	2696,6
6	0,3000	7,64	100	2780	2780
6,5	0,3250	8,27	102	2835,6	2835,6
7	0,3500	8,91	105	2919	2919
7,5	0,3750	9,54	107	2974,6	2974,6
8	0,4000	10,18	109	3030,2	3030,2
8,5	0,4250	10,82	111	3085,8	3085,8
9	0,4500	11,45	112	3113,6	3113,6
9,5	0,4750	12,09	114	3169,2	3169,2
10	0,5000	12,73	115	3197	3197



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	61,6233	%
CBR 0,2	54,8587	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

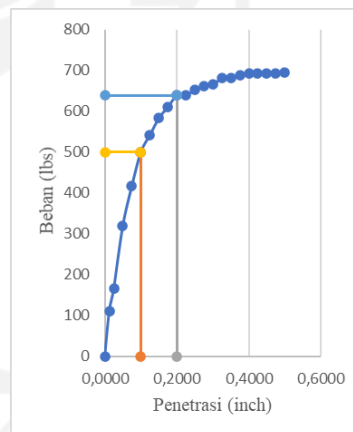
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 15% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	8560
Berat Cetakan (gr)	4590
Berat tanah basah (gr)	3970
Diameter (cm)	15,2
Tinggi (cm)	18,11
Volume (cm <sup>3</sup> )	3286,211
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,208078
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,956319

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,17	12,78
Berat cawan + tanah basah	gr	36,19	35,44
berat cawan + tanah kering	gr	31,29	30,82
berat air	gr	4,9	4,62
berat tanah kering	gr	18,12	18,04
kadar air	%	27,04194	25,60976
kadar air rata - rata	%	26,32584935	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4	111,2	111,2
0,5	0,0250	0,64	6	166,8	166,8
1	0,0500	1,27	11,5	319,7	319,7
1,5	0,0750	1,91	15	417	417
2	0,1000	2,55	18	500,4	500,4
2,5	0,1250	3,18	19,5	542,1	542,1
3	0,1500	3,82	21	583,8	583,8
3,5	0,1750	4,45	22	611,6	611,6
4	0,2000	5,09	23	639,4	639,4
4,5	0,2250	5,73	23	639,4	639,4
5	0,2500	6,36	23,5	653,3	653,3
5,5	0,2750	7	23,8	661,64	661,64
6	0,3000	7,64	24	667,2	667,2
6,5	0,3250	8,27	24,5	681,1	681,1
7	0,3500	8,91	24,5	681,1	681,1
7,5	0,3750	9,54	24,8	689,44	689,44
8	0,4000	10,18	24,9	692,22	692,22
8,5	0,4250	10,82	24,9	692,22	692,22
9	0,4500	11,45	24,9	692,22	692,22
9,5	0,4750	12,09	24,9	692,22	692,22
10	0,5000	12,73	25	695	695



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	16,6800	%
CBR 0,2	14,2089	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

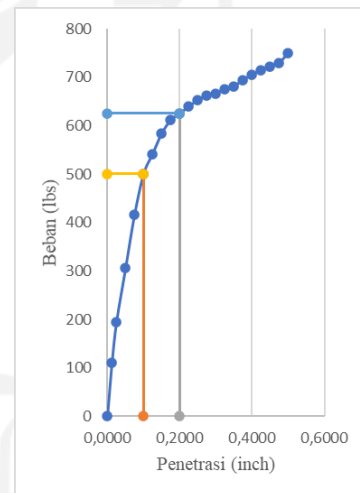
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 15% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7995
Berat Cetakan (gr)	4268
Berat tanah basah (gr)	3727
Diameter (cm)	15,17
Tinggi (cm)	17,83
Volume (cm <sup>3</sup> )	3222,644
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,156504
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,904756

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,11	12,99
Berat cawan + tanah basah	gr	45,65	44,84
berat cawan + tanah kering	gr	38,75	37,73
berat air	gr	6,9	7,11
berat tanah kering	gr	25,64	24,74
kadar air	%	26,91108	28,73888
kadar air rata - rata	%	27,82498042	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4	111,2	111,2
0,5	0,0250	0,64	7	194,6	194,6
1	0,0500	1,27	11	305,8	305,8
1,5	0,0750	1,91	15	417	417
2	0,1000	2,55	18	500,4	500,4
2,5	0,1250	3,18	19,5	542,1	542,1
3	0,1500	3,82	21	583,8	583,8
3,5	0,1750	4,45	22	611,6	611,6
4	0,2000	5,09	22,5	625,5	625,5
4,5	0,2250	5,73	23	639,4	639,4
5	0,2500	6,36	23,5	653,3	653,3
5,5	0,2750	7	23,8	661,64	661,64
6	0,3000	7,64	24	667,2	667,2
6,5	0,3250	8,27	24,5	681,1	675
7	0,3500	8,91	24,5	681,1	681,1
7,5	0,3750	9,54	25	695	695
8	0,4000	10,18	25	695	705
8,5	0,4250	10,82	25	695	715
9	0,4500	11,45	26	722,8	722,8
9,5	0,4750	12,09	27	750,6	730
10	0,5000	12,73	27	750,6	750,6



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	16,6800 %
CBR 0,2	13,9000 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

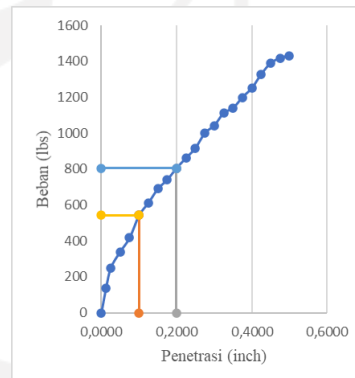
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Pereng, Prambanan, Klaten, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Dewi Kurnia Sukmawati  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 18% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7847
Berat Cetakan (gr)	4188
Berat tanah basah (gr)	3659
Diameter (cm)	15
Tinggi (cm)	17,33
Volume (cm <sup>3</sup> )	3062,464
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,19479
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,938453

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,78	12,89
Berat cawan + tanah basah	gr	38,62	43,15
berat cawan + tanah kering	gr	33,1	36,63
berat air	gr	5,52	6,52
berat tanah kering	gr	20,32	23,74
kadar air	%	27,16535	27,4642
kadar air rata - rata	%	27,31477489	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi (inch)	mm	pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	5	139	139
0,5	0,0250	0,64	9	250,2	250,2
1	0,0500	1,27	13	361,4	340
1,5	0,0750	1,91	15	417	417
2	0,1000	2,55	19,5	542,1	542,1
2,5	0,1250	3,18	22	611,6	611,6
3	0,1500	3,82	25	695	690
3,5	0,1750	4,45	26	722,8	740
4	0,2000	5,09	29	806,2	806,2
4,5	0,2250	5,73	31	861,8	861,8
5	0,2500	6,36	33	917,4	917,4
5,5	0,2750	7	36	1000,8	1000,8
6	0,3000	7,64	37,5	1042,5	1042,5
6,5	0,3250	8,27	40	1112	1112
7	0,3500	8,91	41	1139,8	1139,8
7,5	0,3750	9,54	42	1167,6	1200
8	0,4000	10,18	45	1251	1251
8,5	0,4250	10,82	47,8	1328,84	1328,84
9	0,4500	11,45	50	1390	1390
9,5	0,4750	12,09	51	1417,8	1417,8
10	0,5000	12,73	51,5	1431,7	1431,7



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	18,0700 %
CBR 0,2	17,9156 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

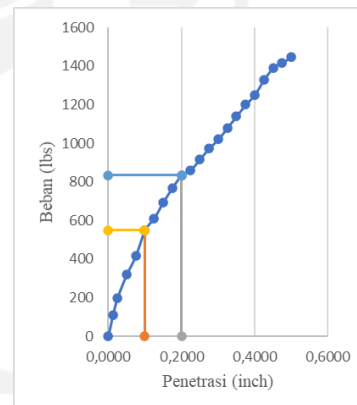
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 18 Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	8087
Berat Cetakan (gr)	4205
Berat tanah basah (gr)	3882
Diameter (cm)	15,23
Tinggi (cm)	17,91
Volume (cm <sup>3</sup> )	3262,761
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,18979
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,930661

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,24	13
Berat cawan + tanah basah	gr	38,64	44,3
berat cawan + tanah kering	gr	33,03	37,58
berat air	gr	5,61	6,72
berat tanah kering	gr	19,79	24,58
kadar air	%	28,34765	27,3393
kadar air rata - rata	%	27,84347529	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi (inch)	pembacaan dial mm	div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	4	111,2	111,2
0,5	0,0250	0,64	9	250,2	200
1	0,0500	1,27	12	333,6	320
1,5	0,0750	1,91	15	417	417
2	0,1000	2,55	19,8	550,44	550,44
2,5	0,1250	3,18	22	611,6	611,6
3	0,1500	3,82	25	695	695
3,5	0,1750	4,45	26,5	736,7	770
4	0,2000	5,09	30	834	834
4,5	0,2250	5,73	31	861,8	861,8
5	0,2500	6,36	33	917,4	917,4
5,5	0,2750	7	35	973	973
6	0,3000	7,64	37,5	1042,5	1020
6,5	0,3250	8,27	40	1112	1080
7	0,3500	8,91	41	1139,8	1139,8
7,5	0,3750	9,54	42	1167,6	1200
8	0,4000	10,18	45	1251	1251
8,5	0,4250	10,82	47,8	1328,84	1328,84
9	0,4500	11,45	50	1390	1390
9,5	0,4750	12,09	51	1417,8	1417,8
10	0,5000	12,73	52	1445,6	1445,6



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	18,3480 %
CBR 0,2	18,2862 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

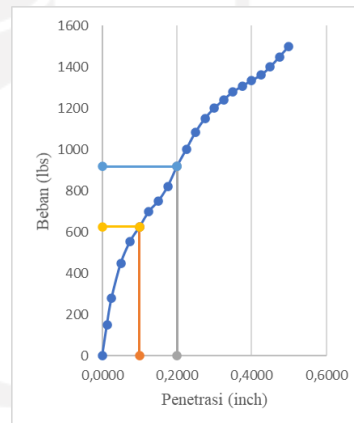
Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM**  
**ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
 Dikerjakan : Budi Setiyono  
 Tanggal :  
 Sampel : Tanah Asli + 22% *Fly Ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )		kadar air	
Berat tanah + cetakan (gr)	7575		
Berat Cetakan (gr)	3990	1	2
Berat tanah basah (gr)	3585	Berat cawan	gr
Diameter (cm)	15,2	Berat cawan + tanah basah	gr
Tinggi (cm)	17,65	berat cawan + tanah kering	gr
Volume (cm <sup>3</sup> )	3202,741	berat air	gr
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,119354	berat tanah kering	gr
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,871705	kadar air	%
		kadar air rata - rata	%
		kalibrasi alat	27,8

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	8,5	236,3	150
0,5	0,0250	0,64	14	389,2	280
1	0,0500	1,27	18	500,4	450
1,5	0,0750	1,91	20	556	556
2	0,1000	2,55	22,5	625,5	625,5
2,5	0,1250	3,18	24	667,2	700
3	0,1500	3,82	29	806,2	750
3,5	0,1750	4,45	29,5	820,1	820,1
4	0,2000	5,09	33	917,4	917,4
4,5	0,2250	5,73	36	1000,8	1000,8
5	0,2500	6,36	39	1084,2	1084,2
5,5	0,2750	7	40	1112	1150
6	0,3000	7,64	43	1195,4	1200
6,5	0,3250	8,27	44	1223,2	1240
7	0,3500	8,91	46	1278,8	1278,8
7,5	0,3750	9,54	47	1306,6	1306,6
8	0,4000	10,18	48	1334,4	1334,4
8,5	0,4250	10,82	51	1417,8	1360
9	0,4500	11,45	53	1473,4	1400
9,5	0,4750	12,09	55	1529	1450
10	0,5000	12,73	57	1584,6	1500



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	20,8500	%
CBR 0,2	20,3867	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

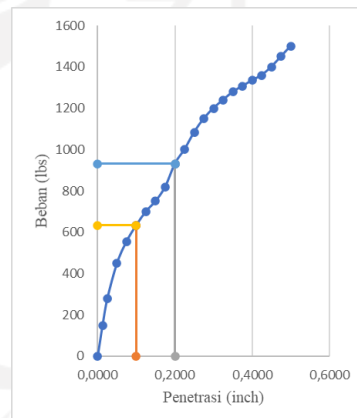
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 22% *Fly ash* Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	6935
Berat Cetakan (gr)	3517
Berat tanah basah (gr)	3418
Diameter (cm)	15,3
Tinggi (cm)	17,7
Volume (cm <sup>3</sup> )	3254,213
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,050331
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,822183

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,01	13,1
Berat cawan + tanah basah	gr	49,39	46,8
berat cawan + tanah kering	gr	41,52	39,45
berat air	gr	7,87	7,35
berat tanah kering	gr	28,51	26,35
kadar air	%	27,60435	27,89374
kadar air rata - rata	%	27,74904375	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial	beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	8,5	236,3	150
0,5	0,0250	0,64	14	389,2	280
1	0,0500	1,27	18	500,4	450
1,5	0,0750	1,91	20	556	556
2	0,1000	2,55	22,8	633,84	633,84
2,5	0,1250	3,18	24	667,2	700
3	0,1500	3,82	29	806,2	750
3,5	0,1750	4,45	29,5	820,1	820,1
4	0,2000	5,09	33,5	931,3	931,3
4,5	0,2250	5,73	36	1000,8	1000,8
5	0,2500	6,36	39	1084,2	1084,2
5,5	0,2750	7	40	1112	1150
6	0,3000	7,64	43	1195,4	1200
6,5	0,3250	8,27	44	1223,2	1240
7	0,3500	8,91	46	1278,8	1278,8
7,5	0,3750	9,54	47	1306,6	1306,6
8	0,4000	10,18	48	1334,4	1334,4
8,5	0,4250	10,82	51	1417,8	1360
9	0,4500	11,45	53	1473,4	1400
9,5	0,4750	12,09	55	1529	1450
10	0,5000	12,73	57	1584,6	1500



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	21,1280	%
CBR 0,2	20,6956	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

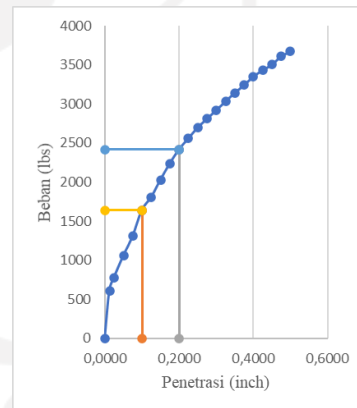
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 15% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7951
Berat Cetakan (gr)	4320
Berat tanah basah (gr)	3631
Diameter (cm)	15,2
Tinggi (cm)	17,83
Volume (cm <sup>3</sup> )	3235,403
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,122271
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,903158

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,82	12,69
Berat cawan + tanah basah	gr	51,91	57,68
berat cawan + tanah kering	gr	44,24	48,94
berat air	gr	7,67	8,74
berat tanah kering	gr	31,42	36,25
kadar air	%	24,4112	24,11034
kadar air rata - rata	%	24,26077394	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	22	611,6	611,6
0,5	0,0250	0,64	28	778,4	778,4
1	0,0500	1,27	38	1056,4	1056,4
1,5	0,0750	1,91	47	1306,6	1306,6
2	0,1000	2,55	59	1640,2	1640,2
2,5	0,1250	3,18	65	1807	1807
3	0,1500	3,82	73	2029,4	2029,4
3,5	0,1750	4,45	80,5	2237,9	2237,9
4	0,2000	5,09	87	2418,6	2418,6
4,5	0,2250	5,73	92	2557,6	2557,6
5	0,2500	6,36	97	2696,6	2696,6
5,5	0,2750	7	101	2807,8	2807,8
6	0,3000	7,64	105	2919	2919
6,5	0,3250	8,27	109	3030,2	3030,2
7	0,3500	8,91	113	3141,4	3141,4
7,5	0,3750	9,54	116,5	3238,7	3238,7
8	0,4000	10,18	120,5	3349,9	3349,9
8,5	0,4250	10,82	123,4	3430,52	3430,52
9	0,4500	11,45	126	3502,8	3502,8
9,5	0,4750	12,09	129,8	3608,44	3608,44
10	0,5000	12,73	132	3669,6	3669,6



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	54,6733	%
CBR 0,2	53,7467	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

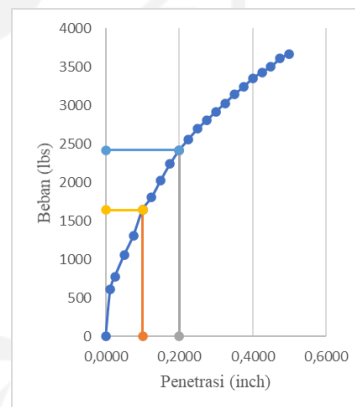
Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 15% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )		kadar air	
Berat tanah + cetakan (gr)	7819		
Berat Cetakan (gr)	4187		
Berat tanah basah (gr)	3632		
Diameter (cm)	15,3		
Tinggi (cm)	17,8		
Volume (cm <sup>3</sup> )	3272,599		
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,109821		
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,890527		
		1	2
		gr	gr
Berat cawan + tanah basah	62,94	12,9	13,15
Berat cawan + tanah kering	53,16	62,94	50,7
berat air	9,78	53,16	43,2
berat tanah kering	40,26	9,78	7,5
kadar air		40,26	30,05
kadar air rata - rata		%	24,2921 24,9584
kalibrasi alat		%	24,625252
			27,8

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	22	611,6	611,6
0,5	0,0250	0,64	28	778,4	778,4
1	0,0500	1,27	38	1056,4	1056,4
1,5	0,0750	1,91	47	1306,6	1306,6
2	0,1000	2,55	59	1640,2	1640,2
2,5	0,1250	3,18	65	1807	1807
3	0,1500	3,82	73	2029,4	2029,4
3,5	0,1750	4,45	80,5	2237,9	2237,9
4	0,2000	5,09	87	2418,6	2418,6
4,5	0,2250	5,73	92	2557,6	2557,6
5	0,2500	6,36	97	2696,6	2696,6
5,5	0,2750	7	101	2807,8	2807,8
6	0,3000	7,64	105	2919	2919
6,5	0,3250	8,27	109	3030,2	3030,2
7	0,3500	8,91	113	3141,4	3141,4
7,5	0,3750	9,54	116,5	3238,7	3238,7
8	0,4000	10,18	120,5	3349,9	3349,9
8,5	0,4250	10,82	123,4	3430,52	3430,52
9	0,4500	11,45	126	3502,8	3502,8
9,5	0,4750	12,09	129,8	3608,44	3608,44
10	0,5000	12,73	132	3669,6	3669,6



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	54,6733	%
CBR 0,2	53,7467	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

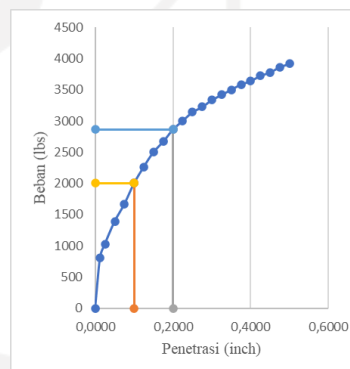
Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 18% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )		kadar air	
Berat tanah + cetakan (gr)	8385		
Berat Cetakan (gr)	4604		
Berat tanah basah (gr)	3781		
Diameter (cm)	15,25		
Tinggi (cm)	17,9		
Volume ( $\text{cm}^3$ )	3269,509		
Berat volume tanah $\gamma$ ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1,156443		
Berat volume tanah kering ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	0,922316		
		1	2
		Berat cawan	gr
			12,76
		Berat cawan + tanah basah	gr
			48,51
		berat cawan + tanah kering	gr
			41,62
		berat air	gr
			6,89
		berat tanah kering	gr
			28,86
		kadar air	%
			23,87387
		kadar air rata - rata	%
			25,38459037
		kalibrasi alat	
			27,8

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial	beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	29	806,2	806,2
0,5	0,0250	0,64	37	1028,6	1028,6
1	0,0500	1,27	50	1390	1390
1,5	0,0750	1,91	60	1668	1668
2	0,1000	2,55	72	2001,6	2001,6
2,5	0,1250	3,18	81,5	2265,7	2265,7
3	0,1500	3,82	90	2502	2502
3,5	0,1750	4,45	96	2668,8	2668,8
4	0,2000	5,09	103	2863,4	2863,4
4,5	0,2250	5,73	108	3002,4	3002,4
5	0,2500	6,36	113	3141,4	3141,4
5,5	0,2750	7	116	3224,8	3224,8
6	0,3000	7,64	120	3336	3336
6,5	0,3250	8,27	123	3419,4	3419,4
7	0,3500	8,91	126	3502,8	3502,8
7,5	0,3750	9,54	129	3586,2	3586,2
8	0,4000	10,18	131	3641,8	3641,8
8,5	0,4250	10,82	134	3725,2	3725,2
9	0,4500	11,45	136	3780,8	3780,8
9,5	0,4750	12,09	139	3864,2	3864,2
10	0,5000	12,73	141	3919,8	3919,8



	Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	66,7200	%
CBR 0,2	63,6311	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

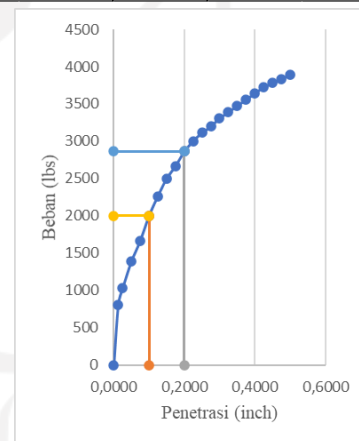
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 18% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7835
Berat Cetakan (gr)	4100
Berat tanah basah (gr)	3735
Diameter (cm)	15,24
Tinggi (cm)	17,68
Volume (cm <sup>3</sup> )	3225,092
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,158107
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,932897

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,13	13,01
Berat cawan + tanah basah	gr	44,73	49,54
berat cawan + tanah kering	gr	38,66	42,35
berat air	gr	6,07	7,19
berat tanah kering	gr	25,53	29,34
kadar air	%	23,77595	24,50579
kadar air rata - rata	%	24,140872	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	29	806,2	806,2
0,5	0,0250	0,64	37	1028,6	1028,6
1	0,0500	1,27	50	1390	1390
1,5	0,0750	1,91	60	1668	1668
2	0,1000	2,55	72	2001,6	2001,6
2,5	0,1250	3,18	81,5	2265,7	2265,7
3	0,1500	3,82	90	2502	2502
3,5	0,1750	4,45	96	2668,8	2668,8
4	0,2000	5,09	103	2863,4	2863,4
4,5	0,2250	5,73	108	3002,4	3002,4
5	0,2500	6,36	112	3113,6	3113,6
5,5	0,2750	7	115	3197	3197
6	0,3000	7,64	119	3308,2	3308,2
6,5	0,3250	8,27	122	3391,6	3391,6
7	0,3500	8,91	125	3475	3475
7,5	0,3750	9,54	128	3558,4	3558,4
8	0,4000	10,18	131	3641,8	3641,8
8,5	0,4250	10,82	134	3725,2	3725,2
9	0,4500	11,45	136	3780,8	3780,8
9,5	0,4750	12,09	138	3836,4	3836,4
10	0,5000	12,73	140	3892	3892



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	66,7200	%
CBR 0,2	63,6311	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

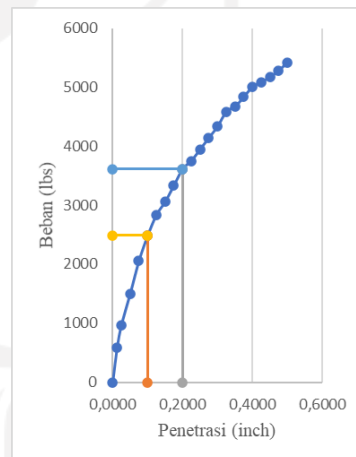
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 22% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7189
Berat Cetakan (gr)	3565
Berat tanah basah (gr)	3624
Diameter (cm)	15,22
Tinggi (cm)	17,68
Volume (cm <sup>3</sup> )	3216,633
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,126644
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,897649

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,12	12,72
Berat cawan + tanah basah	gr	42,02	38,12
berat cawan + tanah kering	gr	33,3	36,28
berat air	gr	8,72	1,84
berat tanah kering	gr	20,18	23,56
kadar air	%	43,2111	7,809847
kadar air rata - rata	%	25,51047365	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	21	583,8	583,8
0,5	0,0250	0,64	35	973	973
1	0,0500	1,27	54	1501,2	1501,2
1,5	0,0750	1,91	74	2057,2	2057,2
2	0,1000	2,55	89,4	2485,32	2485,32
2,5	0,1250	3,18	102	2835,6	2835,6
3	0,1500	3,82	110	3058	3058
3,5	0,1750	4,45	120	3336	3336
4	0,2000	5,09	130	3614	3614
4,5	0,2250	5,73	135	3753	3753
5	0,2500	6,36	142	3947,6	3947,6
5,5	0,2750	7	149	4142,2	4142,2
6	0,3000	7,64	156	4336,8	4336,8
6,5	0,3250	8,27	165	4587	4587
7	0,3500	8,91	168	4670,4	4670,4
7,5	0,3750	9,54	174	4837,2	4837,2
8	0,4000	10,18	180	5004	5004
8,5	0,4250	10,82	183	5087,4	5087,4
9	0,4500	11,45	186	5170,8	5170,8
9,5	0,4750	12,09	190	5282	5282
10	0,5000	12,73	195	5421	5421



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	82,844	%
CBR 0,2	80,31111	%

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

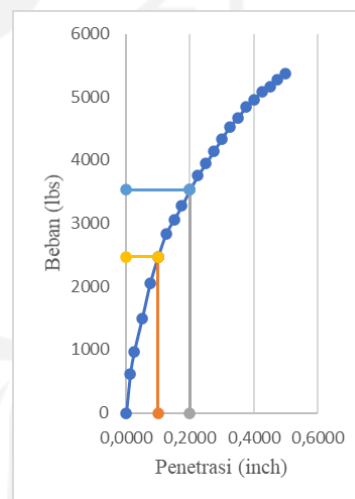
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 22% Fly Ash Tanpa Rendaman Pemeraman 14 Hari Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	8512
Berat Cetakan (gr)	4629
Berat tanah basah (gr)	3883
Diameter (cm)	15,2
Tinggi (cm)	18
Volume (cm <sup>3</sup> )	3266,251
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,188825
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,938748

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,9	12,93
Berat cawan + tanah basah	gr	35,14	40,06
berat cawan + tanah kering	gr	30,7	34,07
berat air	gr	4,44	5,99
berat tanah kering	gr	17,8	21,14
kadar air	%	24,94382	28,33491
kadar air rata - rata	%	26,63936517	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	22	611,6	611,6
0,5	0,0250	0,64	35	973	973
1	0,0500	1,27	54	1501,2	1501,2
1,5	0,0750	1,91	74	2057,2	2057,2
2	0,1000	2,55	89	2474,2	2474,2
2,5	0,1250	3,18	102	2835,6	2835,6
3	0,1500	3,82	110	3058	3058
3,5	0,1750	4,45	118	3280,4	3280,4
4	0,2000	5,09	127	3530,6	3530,6
4,5	0,2250	5,73	135	3753	3753
5	0,2500	6,36	142	3947,6	3947,6
5,5	0,2750	7	149	4142,2	4142,2
6	0,3000	7,64	156	4336,8	4336,8
6,5	0,3250	8,27	163	4531,4	4531,4
7	0,3500	8,91	168	4670,4	4670,4
7,5	0,3750	9,54	174	4837,2	4837,2
8	0,4000	10,18	178	4948,4	4948,4
8,5	0,4250	10,82	183	5087,4	5087,4
9	0,4500	11,45	186	5170,8	5170,8
9,5	0,4750	12,09	190	5282	5282
10	0,5000	12,73	193	5365,4	5365,4



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	82,47333 %
CBR 0,2	78,45778 %

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

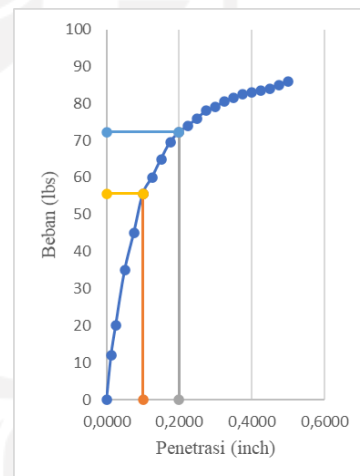
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli Rendaman Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	8315
Berat Cetakan (gr)	4136
Berat tanah basah (gr)	4179
Diameter (cm)	15,01
Tinggi (cm)	17,48
Volume (cm <sup>3</sup> )	3093,091
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,351076
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	1,032197

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,7	13,12
Berat cawan + tanah basah	gr	51,51	59,89
berat cawan + tanah kering	gr	42,46	48,72
berat air	gr	9,05	11,17
berat tanah kering	gr	29,76	35,6
kadar air	%	30,40995	31,3764
kadar air rata - rata	%	30,89317537	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	0,5	13,9	12
0,5	0,0250	0,64	1	27,8	20
1	0,0500	1,27	1,5	41,7	35
1,5	0,0750	1,91	1,8	50,04	45
2	0,1000	2,55	2	55,6	55,6
2,5	0,1250	3,18	2	55,6	60
3	0,1500	3,82	2,5	69,5	65
3,5	0,1750	4,45	2,5	69,5	69,5
4	0,2000	5,09	2,6	72,28	72,28
4,5	0,2250	5,73	2,8	77,84	74
5	0,2500	6,36	2,8	77,84	76
5,5	0,2750	7	2,8	77,84	78
6	0,3000	7,64	2,8	77,84	79
6,5	0,3250	8,27	2,9	80,62	80,62
7	0,3500	8,91	2,9	80,62	81,5
7,5	0,3750	9,54	2,9	80,62	82,5
8	0,4000	10,18	2,9	80,62	83
8,5	0,4250	10,82	3	83,4	83,4
9	0,4500	11,45	3	83,4	84
9,5	0,4750	12,09	3	83,4	85
10	0,5000	12,73	3	83,4	86



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	1,8533 %
CBR 0,2	1,6062 %

Pengujian Swelling	
Tanggal	28 Februari 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	111 778,1
Pengembangan (%)	5,345

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

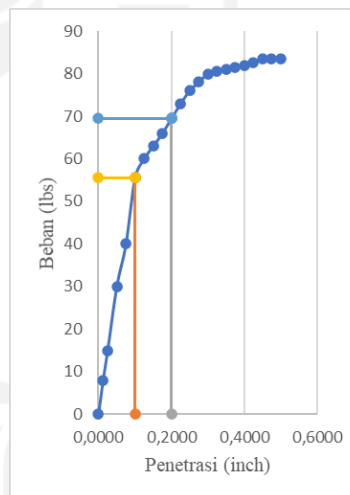
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli Rendaman Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )		
Berat tanah + cetakan (gr)		8034
Berat Cetakan (gr)		4111
Berat tanah basah (gr)		3923
Diameter (cm)		15,25
Tinggi (cm)		17,8
Volume (cm <sup>3</sup> )		3251,244
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )		1,206615
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )		0,914026

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,24	13,09
Berat cawan + tanah basah	gr	66,4	54,48
berat cawan + tanah kering	gr	54,26	45
berat air	gr	12,14	9,48
berat tanah kering	gr	41,02	31,91
kadar air	%	29,59532	29,70856
kadar air rata - rata	%	29,65193733	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	0,2	5,56	8
0,5	0,0250	0,64	0,5	13,9	15
1	0,0500	1,27	0,9	25,02	30
1,5	0,0750	1,91	1,1	30,58	40
2	0,1000	2,55	2	55,6	55,6
2,5	0,1250	3,18	2,2	61,16	60
3	0,1500	3,82	2,5	69,5	63
3,5	0,1750	4,45	2,5	69,5	66
4	0,2000	5,09	2,5	69,5	69,5
4,5	0,2250	5,73	2,8	77,84	73
5	0,2500	6,36	2,8	77,84	76
5,5	0,2750	7	2,8	77,84	78
6	0,3000	7,64	2,8	77,84	80
6,5	0,3250	8,27	2,9	80,62	80,62
7	0,3500	8,91	2,9	80,62	81
7,5	0,3750	9,54	2,9	80,62	81,5
8	0,4000	10,18	2,9	80,62	82
8,5	0,4250	10,82	3	83,4	82,5
9	0,4500	11,45	3	83,4	83,4
9,5	0,4750	12,09	3	83,4	83,4
10	0,5000	12,73	3	83,4	83,4



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	1,8533 %
CBR 0,2	1,5444 %

Pengujian Swelling	
Tanggal	28 Februari 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	193      887
Pengembangan (%)	5,422

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

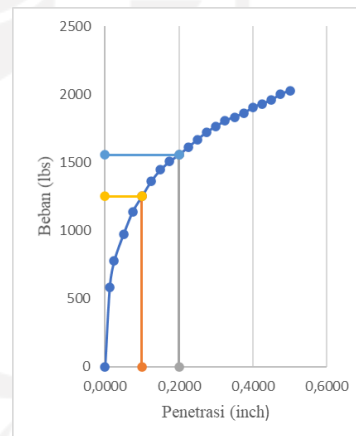
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor Rendaman Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7711
Berat Cetakan (gr)	4136
Berat tanah basah (gr)	3575
Diameter (cm)	15,15
Tinggi (cm)	17,77
Volume (cm <sup>3</sup> )	3203,337
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,116024
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,878283

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,06	16,72
Berat cawan + tanah basah	gr	65,49	74,09
berat cawan + tanah kering	gr	54,73	61,43
berat air	gr	10,76	12,66
berat tanah kering	gr	41,67	44,71
kadar air	%	25,82193	28,31581
kadar air rata - rata	%	27,06887363	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	21	583,8	583,8
0,5	0,0250	0,64	28	778,4	778,4
1	0,0500	1,27	35	973	973
1,5	0,0750	1,91	41	1139,8	1139,8
2	0,1000	2,55	45	1251	1251
2,5	0,1250	3,18	49	1362,2	1362,2
3	0,1500	3,82	52	1445,6	1445,6
3,5	0,1750	4,45	54,2	1506,76	1506,76
4	0,2000	5,09	56	1556,8	1556,8
4,5	0,2250	5,73	58	1612,4	1612,4
5	0,2500	6,36	60	1668	1668
5,5	0,2750	7	62	1723,6	1723,6
6	0,3000	7,64	63,5	1765,3	1765,3
6,5	0,3250	8,27	65	1807	1807
7	0,3500	8,91	66	1834,8	1834,8
7,5	0,3750	9,54	67	1862,6	1862,6
8	0,4000	10,18	68,5	1904,3	1904,3
8,5	0,4250	10,82	69,5	1932,1	1932,1
9	0,4500	11,45	70,5	1959,9	1959,9
9,5	0,4750	12,09	72	2001,6	2001,6
10	0,5000	12,73	73	2029,4	2029,4



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	41,7000	%
CBR 0,2	34,5956	%

Pengujian Swelling	
Tanggal	28 Februari 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	478      478
Pengembangan (%)	0,000

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

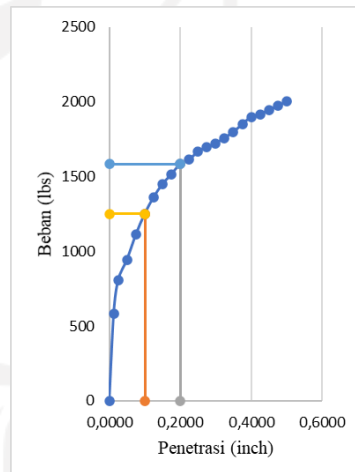
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor Rendaman Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7157
Berat Cetakan (gr)	3419
Berat tanah basah (gr)	3738
Diameter (cm)	15,05
Tinggi (cm)	17,77
Volume (cm <sup>3</sup> )	3161,188
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,182467
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,940251

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,84	13
Berat cawan + tanah basah	gr	55,89	52,29
berat cawan + tanah kering	gr	47,03	44,28
berat air	gr	8,86	8,01
berat tanah kering	gr	34,19	31,28
kadar air	%	25,91401	25,60742
kadar air rata - rata	%	25,76071341	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	21	583,8	583,8
0,5	0,0250	0,64	29	806,2	806,2
1	0,0500	1,27	34	945,2	945,2
1,5	0,0750	1,91	40	1112	1112
2	0,1000	2,55	45	1251	1251
2,5	0,1250	3,18	49	1362,2	1362,2
3	0,1500	3,82	53	1473,4	1450
3,5	0,1750	4,45	54,5	1515,1	1515,1
4	0,2000	5,09	57	1584,6	1584,6
4,5	0,2250	5,73	58	1612,4	1612,4
5	0,2500	6,36	60	1668	1668
5,5	0,2750	7	61	1695,8	1695,8
6	0,3000	7,64	62	1723,6	1723,6
6,5	0,3250	8,27	64	1779,2	1759
7	0,3500	8,91	67	1862,6	1800
7,5	0,3750	9,54	67	1862,6	1850
8	0,4000	10,18	69	1918,2	1900
8,5	0,4250	10,82	69	1918,2	1918,2
9	0,4500	11,45	70	1946	1946
9,5	0,4750	12,09	71	1973,8	1973,8
10	0,5000	12,73	72	2001,6	2001,6



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	41,7000	%
CBR 0,2	35,2133	%

Pengujian Swelling	
Tanggal	28 Februari 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	478 478
Pengembangan (%)	0,000

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Riffat Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

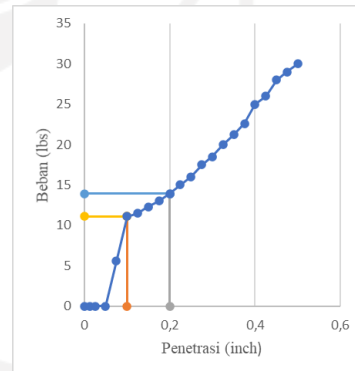
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 15% Fly Ash Rendaman Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7090
Berat Cetakan (gr)	3419
Berat tanah basah (gr)	3671
Diameter (cm)	15
Tinggi (cm)	17,71
Volume (cm <sup>3</sup> )	3129,615
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,172988
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,89044

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,17	12,78
Berat cawan + tanah basah	gr	74,71	76,4
berat cawan + tanah kering	gr	59,94	61,02
berat air	gr	14,77	15,38
berat tanah kering	gr	46,77	48,24
kadar air	%	31,58007	31,88226
kadar air rata - rata	%	31,73116404	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	0	0	0
0,5	0,0250	0,64	0	0	0
1	0,0500	1,27	0	0	0
1,5	0,0750	1,91	0,2	5,56	5,56
2	0,1000	2,55	0,4	11,12	11,12
2,5	0,1250	3,18	0,4	11,12	11,5
3	0,1500	3,82	0,4	11,12	12,3
3,5	0,1750	4,45	0,5	13,9	13
4	0,2000	5,09	0,5	13,9	13,9
4,5	0,2250	5,73	0,9	25,02	15
5	0,2500	6,36	1	27,8	16
5,5	0,2750	7	1	27,8	17,5
6	0,3000	7,64	1	27,8	18,5
6,5	0,3250	8,27	1	27,8	20
7	0,3500	8,91	1	27,8	21,2
7,5	0,3750	9,54	1,1	30,58	22,6
8	0,4000	10,18	1,1	30,58	25
8,5	0,4250	10,82	1,1	30,58	26
9	0,4500	11,45	1,1	30,58	28
9,5	0,4750	12,09	1,1	30,58	29
10	0,5000	12,73	1,1	30,58	30



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	0,3707	%
CBR 0,2	0,3089	%

Pengujian Swelling	
Tanggal	28 Februari 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	609,5   972
Pengembangan (%)	2,852

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

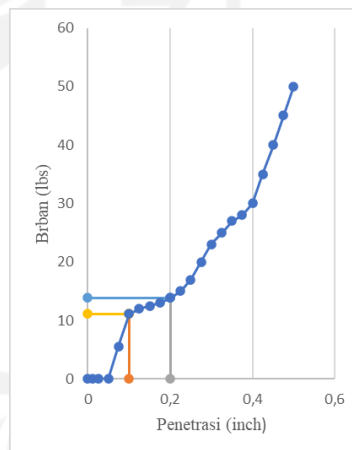
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 15% Fly Ash Rendaman Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7150
Berat Cetakan (gr)	3461
Berat tanah basah (gr)	3689
Diameter (cm)	15,36
Tinggi (cm)	17,73
Volume (cm <sup>3</sup> )	3285,345
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,122865
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,865359

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,71	12,99
Berat cawan + tanah basah	gr	68,05	63,74
berat cawan + tanah kering	gr	54,86	52,57
berat air	gr	13,19	11,17
berat tanah kering	gr	42,15	39,58
kadar air	%	31,293	28,22132
kadar air rata - rata	%	29,75716254	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	0	0	0
0,5	0,0250	0,64	0	0	0
1	0,0500	1,27	0	0	0
1,5	0,0750	1,91	0,2	5,56	5,56
2	0,1000	2,55	0,4	11,12	11,12
2,5	0,1250	3,18	0,4	11,12	12
3	0,1500	3,82	0,4	11,12	12,5
3,5	0,1750	4,45	0,5	13,9	13
4	0,2000	5,09	0,5	13,9	13,9
4,5	0,2250	5,73	0,9	25,02	15
5	0,2500	6,36	1	27,8	17
5,5	0,2750	7	1,2	33,36	20
6	0,3000	7,64	1,5	41,7	23
6,5	0,3250	8,27	1,8	50,04	25
7	0,3500	8,91	1,9	52,82	27
7,5	0,3750	9,54	2	55,6	28
8	0,4000	10,18	2	55,6	30
8,5	0,4250	10,82	2	55,6	35
9	0,4500	11,45	2,2	61,16	40
9,5	0,4750	12,09	2,2	61,16	45
10	0,5000	12,73	2,2	61,16	50



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	0,3707%
CBR 0,2	0,3089%

Pengujian Swelling	
Tanggal	28 Februari 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	305,2      682
Pengembangan (%)	2,960

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

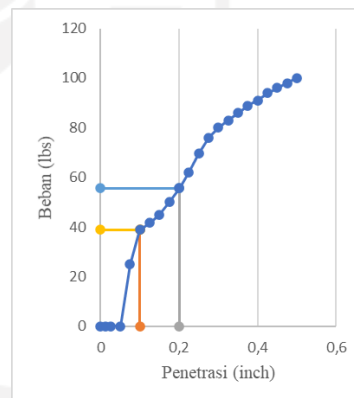
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 18% Fly Ash Rendaman Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7355
Berat Cetakan (gr)	4027
Berat tanah basah (gr)	3328
Diameter (cm)	15,1
Tinggi (cm)	17,7
Volume (cm <sup>3</sup> )	3169,692
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,049944
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,820834

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,66	12,89
Berat cawan + tanah basah	gr	84,01	77,49
berat cawan + tanah kering	gr	68,16	63,86
berat air	gr	15,85	13,63
berat tanah kering	gr	54,5	50,97
kadar air	%	29,08257	26,74122
kadar air rata - rata	%	27,91189457	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	0	0	0
0,5	0,0250	0,64	0	0	0
1	0,0500	1,27	0	0	0
1,5	0,0750	1,91	1	27,8	25
2	0,1000	2,55	1,4	38,92	38,92
2,5	0,1250	3,18	1,5	41,7	41,7
3	0,1500	3,82	2	55,6	45
3,5	0,1750	4,45	2	55,6	50
4	0,2000	5,09	2	55,6	55,6
4,5	0,2250	5,73	2,5	69,5	62
5	0,2500	6,36	2,5	69,5	69,5
5,5	0,2750	7	3	83,4	76
6	0,3000	7,64	3	83,4	80
6,5	0,3250	8,27	3	83,4	83
7	0,3500	8,91	3	83,4	86
7,5	0,3750	9,54	3	83,4	89
8	0,4000	10,18	3	83,4	91
8,5	0,4250	10,82	3,1	86,18	94
9	0,4500	11,45	3,1	86,18	96
9,5	0,4750	12,09	3,1	86,18	98
10	0,5000	12,73	3,1	86,18	100



Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	1,2973 %
CBR 0,2	1,2356 %

Pengujian Swelling	
Tanggal	28 Februari 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	593,8    872
Pengembangan (%)	2,191

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

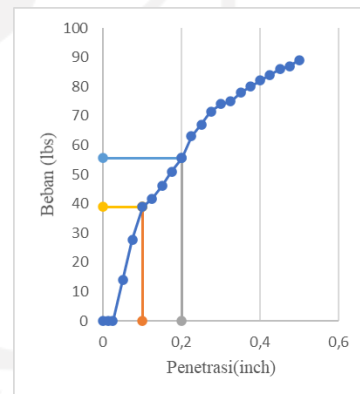
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 18% Fly Ash Rendaman Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7000
Berat Cetakan (gr)	3515
Berat tanah basah (gr)	3485
Diameter (cm)	15,16
Tinggi (cm)	17,76
Volume (cm <sup>3</sup> )	3205,762
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,087105
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,866808

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,24	13
Berat cawan + tanah basah	gr	68,79	73,29
berat cawan + tanah kering	gr	57,74	60,85
berat air	gr	11,05	12,44
berat tanah kering	gr	44,5	47,85
kadar air	%	24,83146	25,99791
kadar air rata - rata	%	25,4146854	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	0	0	0
0,5	0,0250	0,64	0	0	0
1	0,0500	1,27	0,5	13,9	13,9
1,5	0,0750	1,91	1	27,8	27,8
2	0,1000	2,55	1,4	38,92	38,92
2,5	0,1250	3,18	1,5	41,7	41,7
3	0,1500	3,82	1,5	41,7	46
3,5	0,1750	4,45	2	55,6	51
4	0,2000	5,09	2	55,6	55,6
4,5	0,2250	5,73	2,2	61,16	63
5	0,2500	6,36	2,5	69,5	67
5,5	0,2750	7	2,8	77,84	71,5
6	0,3000	7,64	2,8	77,84	74
6,5	0,3250	8,27	2,8	77,84	75
7	0,3500	8,91	2,8	77,84	77,84
7,5	0,3750	9,54	3	83,4	80
8	0,4000	10,18	3	83,4	82
8,5	0,4250	10,82	3	83,4	84
9	0,4500	11,45	3	83,4	86
9,5	0,4750	12,09	3	83,4	87
10	0,5000	12,73	3	83,4	89

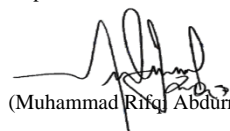


Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	1,2973	%
CBR 0,2	1,2356	%

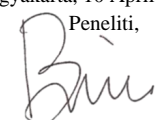
Pengujian Swelling	
Tanggal	28 Februari 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	88      354
Pengembangan (%)	2,085

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

  
(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,  
  
(Budi Setiyono)





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

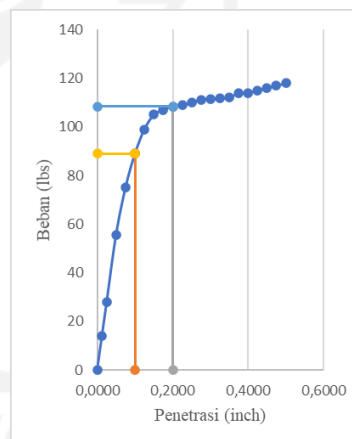
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 22% Fly Ash Rendaman Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7135
Berat Cetakan (gr)	3365
Berat tanah basah (gr)	3770
Diameter (cm)	15,25
Tinggi (cm)	17,68
Volume (cm <sup>3</sup> )	3229,326
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,167426
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,924129

kadar air	1	2
Berat cawan	12,89	12,81
Berat cawan + tanah basah	57,85	64,13
berat cawan + tanah kering	48,59	53,31
berat air	9,26	10,82
berat tanah kering	35,7	40,5
kadar air	25,93838	26,71605
kadar air rata - rata	26,32721237	
kalibrasi alat	27,8	

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial		beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs	
0	0,0000	0	0	0	0	
0,25	0,0125	0,32	0,5	13,9	13,9	
0,5	0,0250	0,64	1	27,8	27,8	
1	0,0500	1,27	2	55,6	55,6	
1,5	0,0750	1,91	3	83,4	75	
2	0,1000	2,55	3,2	88,96	88,96	
2,5	0,1250	3,18	3,8	105,64	99	
3	0,1500	3,82	3,9	108,42	105	
3,5	0,1750	4,45	3,9	108,42	107	
4	0,2000	5,09	3,9	108,42	108,42	
4,5	0,2250	5,73	3,9	108,42	109	
5	0,2500	6,36	3,9	108,42	110	
5,5	0,2750	7	4	111,2	111,2	
6	0,3000	7,64	4	111,2	111,6	
6,5	0,3250	8,27	4	111,2	111,8	
7	0,3500	8,91	4	111,2	112	
7,5	0,3750	9,54	4,1	113,98	113,98	
8	0,4000	10,18	4,1	113,98	114	
8,5	0,4250	10,82	4,2	116,76	115	
9	0,4500	11,45	4,2	116,76	116	
9,5	0,4750	12,09	4,2	116,76	117	
10	0,5000	12,73	4,3	119,54	118	



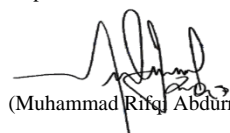
Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	2,9653 %
CBR 0,2	2,4093 %

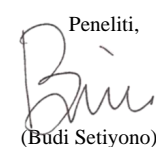
Pengujian Swelling	
Tanggal	9 Maret 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	439 654
Pengembangan (%)	1,696

Mengetahui,

Yogyakarta, 10 April 2022

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

  
(Muhammad Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng.)

Peneliti,  
  
(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

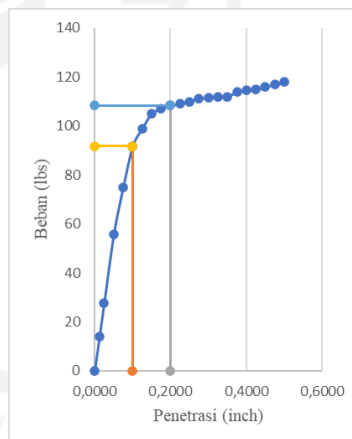
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 22% Fly Ash Rendaman Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7888
Berat Cetakan (gr)	4320
Berat tanah basah (gr)	3568
Diameter (cm)	15,2
Tinggi (cm)	17,82
Volume (cm <sup>3</sup> )	3233,589
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,103418
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,882466

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,01	13,1
Berat cawan + tanah basah	gr	75,82	66,87
berat cawan + tanah kering	gr	63,34	56,02
berat air	gr	12,48	10,85
berat tanah kering	gr	50,33	42,92
kadar air	%	24,79634	25,27959
kadar air rata - rata	%	25,03796703	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial		beban		beban terkoreksi	
	(inch)	mm	div		lbs	lbs		
0	0,0000	0	0		0		0	
0,25	0,0125	0,32	0,5		13,9		13,9	
0,5	0,0250	0,64	1		27,8		27,8	
1	0,0500	1,27	2		55,6		55,6	
1,5	0,0750	1,91	3		83,4		75	
2	0,1000	2,55	3,3		91,74		91,74	
2,5	0,1250	3,18	3,8		105,64		99	
3	0,1500	3,82	3,9		108,42		105	
3,5	0,1750	4,45	3,9		108,42		107	
4	0,2000	5,09	3,9		108,42		108,42	
4,5	0,2250	5,73	3,9		108,42		109	
5	0,2500	6,36	3,9		108,42		110	
5,5	0,2750	7	4		111,2		111,2	
6	0,3000	7,64	4		111,2		111,6	
6,5	0,3250	8,27	4		111,2		111,8	
7	0,3500	8,91	4		111,2		112	
7,5	0,3750	9,54	4,1		113,98		113,98	
8	0,4000	10,18	4,1		113,98		114,5	
8,5	0,4250	10,82	4,2		116,76		115	
9	0,4500	11,45	4,2		116,76		116	
9,5	0,4750	12,09	4,2		116,76		117	
10	0,5000	12,73	4,4		122,32		118	



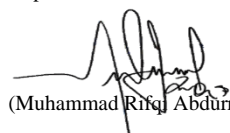
Nilai CBR	Satuan
CBR 0,1	3,0580 %
CBR 0,2	2,4093 %

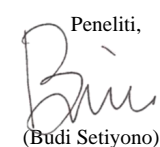
Pengujian Swelling	
Tanggal	9 Maret 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	581,5 779
Pengembangan (%)	1,541

Mengetahui,

Yogyakarta, 10 April 2022

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

  
(Muhammad Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng.)

Peneliti,  
  
(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

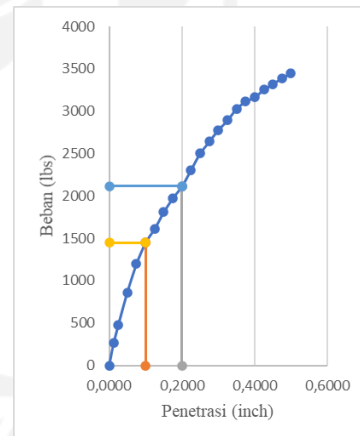
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 15% Fly Ash Rendaman Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7828
Berat Cetakan (gr)	4187
Berat tanah basah (gr)	3641
Diameter (cm)	15,3
Tinggi (cm)	17,8
Volume (cm <sup>3</sup> )	3272,599
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,112572
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,898763

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,82	12,69
Berat cawan + tanah basah	gr	65,55	64,09
berat cawan + tanah kering	gr	55,46	54,17
berat air	gr	10,09	9,92
berat tanah kering	gr	42,64	41,48
kadar air	%	23,66323	23,91514
kadar air rata - rata	%	23,78918342	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial	beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	9,5	264,1	264,1
0,5	0,0250	0,64	17	472,6	472,6
1	0,0500	1,27	31	861,8	861,8
1,5	0,0750	1,91	43	1195,4	1195,4
2	0,1000	2,55	52	1445,6	1445,6
2,5	0,1250	3,18	58	1612,4	1612,4
3	0,1500	3,82	65	1807	1807
3,5	0,1750	4,45	71	1973,8	1973,8
4	0,2000	5,09	76	2112,8	2112,8
4,5	0,2250	5,73	83	2307,4	2307,4
5	0,2500	6,36	90	2502	2502
5,5	0,2750	7	95	2641	2641
6	0,3000	7,64	100	2780	2780
6,5	0,3250	8,27	104	2891,2	2891,2
7	0,3500	8,91	109	3030,2	3030,2
7,5	0,3750	9,54	112	3113,6	3113,6
8	0,4000	10,18	114	3169,2	3169,2
8,5	0,4250	10,82	117	3252,6	3252,6
9	0,4500	11,45	119,5	3322,1	3322,1
9,5	0,4750	12,09	122	3391,6	3391,6
10	0,5000	12,73	124	3447,2	3447,2

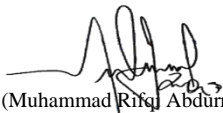


Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	48,1867	%
CBR 0,2	46,9511	%

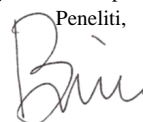
Penguji Swelling	
Tanggal	9 Maret 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	313 313
Pengembangan (%)	0,000

Mengetahui,

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

  
(Muhammad Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 10 April 2022

Peneliti,  
  
(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

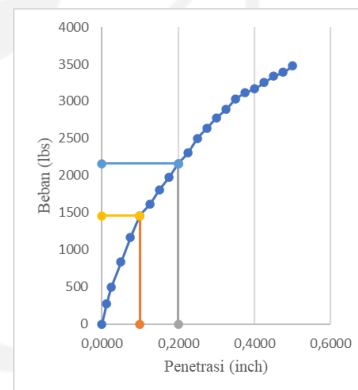
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 15% Fly Ash Rendaman Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7167
Berat Cetakan (gr)	3517
Berat tanah basah (gr)	3650
Diameter (cm)	15,3
Tinggi (cm)	17,7
Volume (cm <sup>3</sup> )	3254,213
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,121623
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,90435

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,9	13,15
Berat cawan + tanah basah	gr	107,91	92,07
berat cawan + tanah kering	gr	89,52	76,77
berat air	gr	18,39	15,3
berat tanah kering	gr	76,62	63,62
kadar air	%	24,00157	24,04904
kadar air rata - rata	%	24,02530368	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial	beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	10	278	278
0,5	0,0250	0,64	18	500,4	500,4
1	0,0500	1,27	30	834	834
1,5	0,0750	1,91	42	1167,6	1167,6
2	0,1000	2,55	52,5	1459,5	1459,5
2,5	0,1250	3,18	58	1612,4	1612,4
3	0,1500	3,82	65	1807	1807
3,5	0,1750	4,45	71	1973,8	1973,8
4	0,2000	5,09	77,8	2162,84	2162,84
4,5	0,2250	5,73	83	2307,4	2307,4
5	0,2500	6,36	90	2502	2502
5,5	0,2750	7	95	2641	2641
6	0,3000	7,64	100	2780	2780
6,5	0,3250	8,27	104	2891,2	2891,2
7	0,3500	8,91	109	3030,2	3030,2
7,5	0,3750	9,54	112	3113,6	3113,6
8	0,4000	10,18	114	3169,2	3169,2
8,5	0,4250	10,82	117	3252,6	3252,6
9	0,4500	11,45	120	3336	3336
9,5	0,4750	12,09	122	3391,6	3391,6
10	0,5000	12,73	125	3475	3475



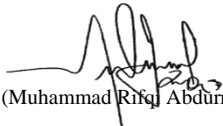
Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	48,6500	%
CBR 0,2	48,0631	%

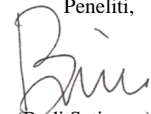
Pengujian Swelling	
Tanggal	9 Maret 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	225,5    225,5
Pengembangan (%)	0,000

Mengetahui,

Yogyakarta, 10 April 2022

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

  
(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Peneliti,  
  
(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

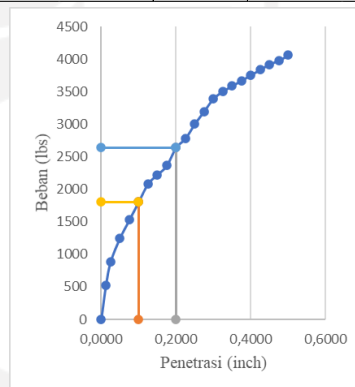
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 18% Fly Ash Rendaman Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7755
Berat Cetakan (gr)	4000
Berat tanah basah (gr)	3755
Diameter (cm)	14,33
Tinggi (cm)	17,94
Volume (cm <sup>3</sup> )	2893,375
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,297792
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	1,040718

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,76	13,49
Berat cawan + tanah basah	gr	53,31	63,31
berat cawan + tanah kering	gr	45,23	53,5
berat air	gr	8,08	9,81
berat tanah kering	gr	32,47	40,01
kadar air	%	24,88451	24,51887
kadar air rata - rata	%	24,70168953	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial	beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	19	528,2	528,2
0,5	0,0250	0,64	32	889,6	889,6
1	0,0500	1,27	45	1251	1251
1,5	0,0750	1,91	55	1529	1529
2	0,1000	2,55	65	1807	1807
2,5	0,1250	3,18	75	2085	2085
3	0,1500	3,82	80	2224	2224
3,5	0,1750	4,45	85	2363	2363
4	0,2000	5,09	95	2641	2641
4,5	0,2250	5,73	100	2780	2780
5	0,2500	6,36	108	3002,4	3002,4
5,5	0,2750	7	115	3197	3197
6	0,3000	7,64	122	3391,6	3391,6
6,5	0,3250	8,27	126	3502,8	3502,8
7	0,3500	8,91	129	3586,2	3586,2
7,5	0,3750	9,54	132	3669,6	3669,6
8	0,4000	10,18	135	3753	3753
8,5	0,4250	10,82	138	3836,4	3836,4
9	0,4500	11,45	141	3919,8	3919,8
9,5	0,4750	12,09	143	3975,4	3975,4
10	0,5000	12,73	146	4058,8	4058,8



Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	60,2333	%
CBR 0,2	58,6889	%

Pengujian Swelling	
Tanggal	9 Maret 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	33 33
Pengembangan (%)	0,000

Mengetahui,

Yogyakarta, 10 April 2022

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Peneliti,

(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

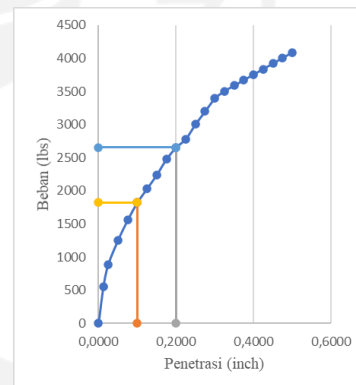
Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 18% Fly Ash Rendaman Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )		kadar air	
Berat tanah + cetakan (gr)	8514	Berat cawan	gr
Berat Cetakan (gr)	4690	Berat cawan + tanah basah	gr
Berat tanah basah (gr)	3824	berat cawan + tanah kering	gr
Diameter (cm)	15,31	berat air	gr
Tinggi (cm)	18,04	berat tanah kering	gr
Volume (cm <sup>3</sup> )	3321,061	kadar air	%
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,151439	kadar air rata - rata	%
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,954298	kalibrasi alat	27,8

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial	beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	20	556	556
0,5	0,0250	0,64	32	889,6	889,6
1	0,0500	1,27	45	1251	1251
1,5	0,0750	1,91	56	1556,8	1556,8
2	0,1000	2,55	65,5	1820,9	1820,9
2,5	0,1250	3,18	73	2029,4	2029,4
3	0,1500	3,82	80,5	2237,9	2237,9
3,5	0,1750	4,45	89	2474,2	2474,2
4	0,2000	5,09	95,4	2652,12	2652,12
4,5	0,2250	5,73	100	2780	2780
5	0,2500	6,36	108	3002,4	3002,4
5,5	0,2750	7	115	3197	3197
6	0,3000	7,64	122	3391,6	3391,6
6,5	0,3250	8,27	126	3502,8	3502,8
7	0,3500	8,91	129	3586,2	3586,2
7,5	0,3750	9,54	132	3669,6	3669,6
8	0,4000	10,18	135	3753	3753
8,5	0,4250	10,82	138	3836,4	3836,4
9	0,4500	11,45	141	3919,8	3919,8
9,5	0,4750	12,09	144	4003,2	4003,2
10	0,5000	12,73	147	4086,6	4086,6



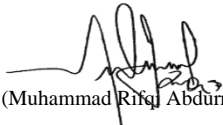
Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	60,6967	%
CBR 0,2	58,9360	%

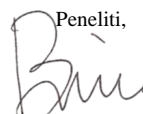
Pengujian Swelling	
Tanggal	9 Maret 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	206,5    206,5
Pengembangan (%)	0,000

Mengetahui,

Yogyakarta, 10 April 2022

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

  
(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Peneliti,  
  
(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

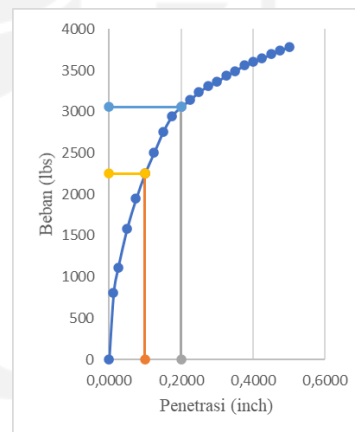
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor +22% Fly Ash Rendaman Sampel 1

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	8381
Berat Cetakan (gr)	4590
Berat tanah basah (gr)	3791
Diameter (cm)	15,2
Tinggi (cm)	18,11
Volume (cm <sup>3</sup> )	3286,211
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,153608
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	1,00283

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	13,12	12,72
Berat cawan + tanah basah	gr	61,16	60,27
berat cawan + tanah kering	gr	51,98	51
berat air	gr	9,18	9,27
berat tanah kering	gr	38,86	38,28
kadar air	%	23,62326	24,2163
kadar air rata - rata	%	23,91978197	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu mm	Penetrasi		pembacaan dial div	beban lbs	beban terkoreksi lbs
	(inch)	mm			
0	0,0000	0	0	0	0
0,25	0,0125	0,32	29	806,2	806,2
0,5	0,0250	0,64	40	1112	1112
1	0,0500	1,27	57	1584,6	1584,6
1,5	0,0750	1,91	70	1946	1946
2	0,1000	2,55	81	2251,8	2251,8
2,5	0,1250	3,18	90	2502	2502
3	0,1500	3,82	99	2752,2	2752,2
3,5	0,1750	4,45	106	2946,8	2946,8
4	0,2000	5,09	110	3058	3058
4,5	0,2250	5,73	113	3141,4	3141,4
5	0,2500	6,36	116,5	3238,7	3238,7
5,5	0,2750	7	119	3308,2	3308,2
6	0,3000	7,64	121	3363,8	3363,8
6,5	0,3250	8,27	123,5	3433,3	3433,3
7	0,3500	8,91	125,5	3488,9	3488,9
7,5	0,3750	9,54	128	3558,4	3558,4
8	0,4000	10,18	129,5	3600,1	3600,1
8,5	0,4250	10,82	131	3641,8	3641,8
9	0,4500	11,45	133	3697,4	3697,4
9,5	0,4750	12,09	134,5	3739,1	3739,1
10	0,5000	12,73	136	3780,8	3780,8



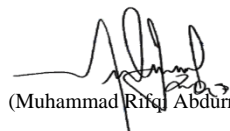
Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	75,06	%
CBR 0,2	67,95556	%

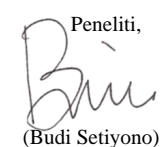
Penguji Swelling	
Tanggal	9 Maret 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	205   205
Pengembangan (%)	0,000

Mengetahui,

Yogyakarta, 10 April 2022

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

  
(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Peneliti,  
  
(Budi Setiyono)



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang km 14.4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

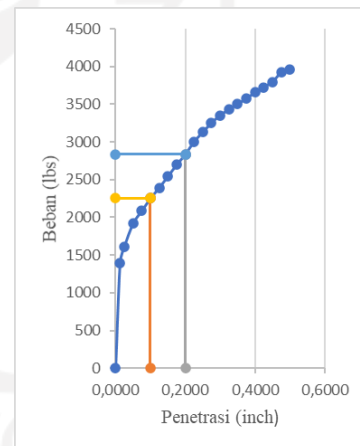
**PENGUJIAN CBR LABORATORIUM  
ASTM D – 1883 - 99**

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Guli, Nogosari, Boyolali, Jawa Tengah  
Dikerjakan : Budi Setiyono  
Tanggal :  
Sampel : Tanah Asli + 10% Kapur Tohor + 22% Fly Ash Rendaman Sampel 2

Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	
Berat tanah + cetakan (gr)	7756
Berat Cetakan (gr)	3990
Berat tanah basah (gr)	3766
Diameter (cm)	15,2
Tinggi (cm)	17,65
Volume (cm <sup>3</sup> )	3202,741
Berat volume tanah $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,175868
Berat volume tanah kering (gr/cm <sup>3</sup> )	0,940531

kadar air		1	2
Berat cawan	gr	12,91	12,88
Berat cawan + tanah basah	gr	65,66	75,65
berat cawan + tanah kering	gr	55	63,21
berat air	gr	10,66	12,44
berat tanah kering	gr	42,09	50,33
kadar air	%	25,32668	24,71687
kadar air rata - rata	%	25,02177479	
kalibrasi alat		27,8	

Waktu	Penetrasi		pembacaan dial		beban	beban terkoreksi
mm	(inch)	mm	div	lbs	lbs	
0	0,0000	0	0	0	0	
0,25	0,0125	0,32	50	1390	1390	
0,5	0,0250	0,64	58	1612,4	1612,4	
1	0,0500	1,27	69	1918,2	1918,2	
1,5	0,0750	1,91	75	2085	2085	
2	0,1000	2,55	81	2251,8	2251,8	
2,5	0,1250	3,18	86	2390,8	2390,8	
3	0,1500	3,82	91,5	2543,7	2543,7	
3,5	0,1750	4,45	97	2696,6	2696,6	
4	0,2000	5,09	102	2835,6	2835,6	
4,5	0,2250	5,73	108	3002,4	3002,4	
5	0,2500	6,36	112,5	3127,5	3127,5	
5,5	0,2750	7	117	3252,6	3252,6	
6	0,3000	7,64	120,5	3349,9	3349,9	
6,5	0,3250	8,27	123,5	3433,3	3433,3	
7	0,3500	8,91	126	3502,8	3502,8	
7,5	0,3750	9,54	128,5	3572,3	3572,3	
8	0,4000	10,18	131,5	3655,7	3655,7	
8,5	0,4250	10,82	134	3725,2	3725,2	
9	0,4500	11,45	136,5	3794,7	3794,7	
9,5	0,4750	12,09	141	3919,8	3919,8	
10	0,5000	12,73	142,5	3961,5	3961,5	



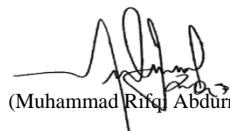
Nilai CBR		Satuan
CBR 0,1	75,06	%
CBR 0,2	63,01333	%

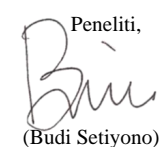
Pengujian Swelling	
Tanggal	9 Maret 2022
Jam	
Pembacaan dial (mm)	401 401
Pengembangan (%)	0,000

Mengetahui,

Yogyakarta, 10 April 2022

Kepala Lab. Mekanika Tanah, UII

  
(Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.)

Peneliti,  
  
(Budi Setiyono)



## Lampiran Time Schedule

NO	Bulan Ke-		1				2				3				4				
	Minggu Ke-		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
	Kegiatan	Jam	Bobot(%)																
1	Persiapan																		
	a. Alat dan Bahan	12	7.8	3.922	3.922														
2	Pengujian																		
	a. Pengujian Tanah Asli	21	13.7		6.863	6.863													
	b. Pembuatan dan Pengujian sampe uji CBR dan swelling dengan bahan tambah	70	45.8				11.44	11.44	11.44	11.44									
3	Analisa Data	20	13.1								4.357	4.357	4.357						
4	Pembahasan	5	3.3											3.3					
5	Penyusunan Laporan	25	16.3												4.085	4.085	4.085	4.085	
	Total	153	100.0																
	Mingguan			3.922	3.922	6.863	6.863	11.44	11.44	11.44	11.44	4.357	4.357	4.357	3.3	4.085	4.085	4.085	4.085
	Kumulatif			4	8	15	22	33	44	56	67	72	76	80	84	88	92	96	100