

TUGAS AKHIR

**PENGARUH STABILISASI BATU ZEOLIT
TERHADAP NILAI CBR PADA TANAH BERBUTIR
HALUS**

***(THE INFLUENCE STABILIZATION OF ZEOLIT
STONE TO CBR VALUE ON FINE GRAINED SOIL)***

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



Indra Teguh Putranto

15511102

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

2020

TUGAS AKHIR

**PENGARUH STABILISASI BATU ZEOLIT
TERHADAP NILAI CBR PADA TANAH BERBUTIR
HALUS**

***(THE INFLUENCE STABILIZATION OF ZEOLIT
STONE TO CBR VALUE ON FINE GRAINED SOIL)***

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



Indra Teguh Putranto

15511102

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

2020

TUGAS AKHIR

PENGARUH STABILISASI BATU ZEOLIT TERHADAP NILAI CBR PADA TANAH BERBUTIR HALUS (*THE INFLUENCE STABILIZATION OF ZEOLIT STONE TO CBR VALUE ON FINE GRAINED SOIL*)

Disusun Oleh

Indra Teguh Putranto

15511102

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

Disetujui pada tanggal 11 Juni 2020

Oleh Dewan Penguji

Dosen Pembimbing

Akhmad Marzuko, Ir., M.T.
NIK : 885110107

Penguji 1

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

Penguji 2

Edy Purwanto, Dr., Ir., CES., DEA
NIK : 885110101

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah.

Yogyakarta, 30 Maret 2020

Yang membuat pernyataan,



Indra Teguh Putranto

(15511102)

KATA PENGANTAR

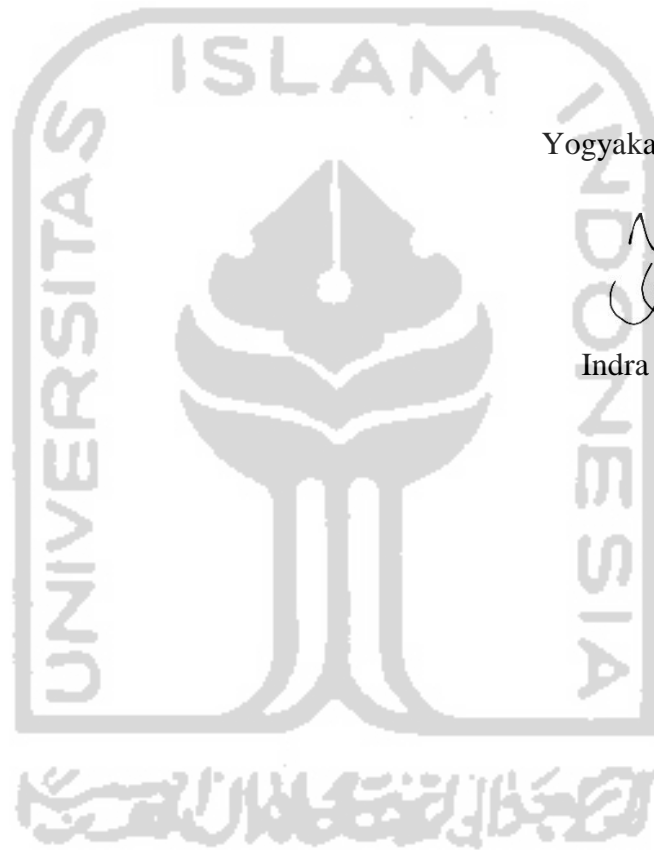
Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Shalawat serta salam selalu terlimpah curahkan kepada junjungan Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta pengikut beliau hingga yaumul akhir. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat stara satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Atas kelancaran selama menyusun laporan tugas akhir ini, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberi dukungan serta motivasi untuk terselesainya Tugas Akhir ini:

1. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, MT, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Terimakasih atas bimbingan dan nasehat serta dukungan yang diberikan kepada penulis selama menyusun Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Ir. Sri Amini YA, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Teguh Sutri W dan Wiwik Agus S. W. sebagai kedua orang tua penulis, yang selalu memberi dukungan, motivasi dan nasehat disetiap doa yang tiada henti untuk penulis.
4. Alfina Eka M.S. sebagai pasangan yang selalu menyemangati juga mendoakan untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Dan teman – teman teknik sipil 2015 maupun semua pihak yang membarikan dukungan hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi penyusun dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Yogyakarta, Maret 2020

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Indra Teguh Putranto', written over the printed name.

Indra Teguh Putranto

15511102

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Umum	3
2.2 Stabilisasi Tanah	3
2.2.1 Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Limbah Padat Tekstil (<i>Sludge</i>) dan Batu Zeolit Terhadap Penurunan	3
2.2.2 Studi Analisis Daya Dukung Tanah Lempung Berplastis Tinggi yang Dicampur Zeolit	4
2.2.3 Analisis Nilai CBR Unsoaked Terhadap Tanah Lempung Desa Cot Seunong Yang Distabilisasi Dengan Zeolit Pada Kepadatan Sisi Kering	4
2.2.4 Analisis Kepadatan Tanah Lempung Desa Cot Seunong Yang Distabilisasi Dengan Zeolit	5
2.3 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu	6

BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Batu Zeolit	10
3.2 Tanah	10
3.2.1 Umum	10
3.2.2 Klasifikasi Tanah	12
3.2.3 Batas-batas Atterberg	15
3.3 Stabilisasi Tanah	17
3.4 Pengujian yang Dilakukan	18
3.4.1 Pemasadatan (<i>Standart Proctor</i>)	18
3.4.2 Uji <i>California Bearing Ratio</i> (CBR)	19
BAB IV METODE PENELITIAN	22
4.1 Tahapan Penelitian	22
4.2 Bahan	22
4.2.1 Tanah Berbutir Halus	22
4.2.2 Zeolit	23
4.2.3 Jumlah Sample dan Jenis Pengujian	23
4.3 Alat	24
4.4 Penelitian Pengujian	25
4.4.1. Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli	25
4.5 Bagan Alir Penelitian	27
BAB V ANALISIS DATA	29
5.1 Pengujian Sifat Fisik, Mekanun dan Klasifikasi Tanah Asli	29
5.1.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli	29
5.1.2 Pengujin Sifat Mekanik Tanah Asli	40
5.1.3 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR	70
5.2 Pagaruh Penambahan Zeolit Terhadap Nilai CBR	70
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	79
6.1 Kesimpulan	79
6.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah USCS	13
Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi AASHTO	14
Tabel 3.3 Nilai Indeks Plastis dan Macam Tanah	17
Tabel 4.1 Variasi Campuran dan Jenis Pengujian	23
Tabel 5.1 Pengujian Kadar Air, Berat Volume dan Berat Jenis	29
Tabel 5.2 Pengujian Batas Cair Sampel 1	30
Tabel 5.3 Pengujian Batas Cair Sampel 2	31
Tabel 5.4 Rekapitulasi Pengujian Batas Konsistensi	33
Tabel 5.5 Gabungan Analisis Granuler	34
Tabel 5.6 Gabungan Analisis Hidrometer	34
Tabel 5.7 Persentase Ukuran Butiran Tanah Asli	35
Tabel 5.8 Rekapitulasi CBR Tanah Asli	46
Tabel 5.9 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Klasifikasi Butiran Tanah menurut Unified Soil Classification System, ASTM, dan International Nomenclature	11
Gambar 3.2 Batas-batas <i>Atterberg</i>	15
Gambar 3.3 Kurva pada Penentuan Batas Cair Tanah Lempung	16
Gambar 3.4 Kurva Uji Proktor Standar	19
Gambar 3.5 Grafik Standar Pengujian CBR di Laboratorium	21
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian	28
Gambar 5.1 Grafik Batas Cair Sampel 1	31
Gambar 5.2 Grafik Batas Cair Sampel 2	32
Gambar 5.3 Grafik <i>Grain Size Analysis</i> Gabungan	35
Gambar 5.4 Sistem Klasifikasi USCS	37
Gambar 5.5 Sistem Klasifikasi USCS	37
Gambar 5.6 Sistem Klasifikasi AASHTO	39
Gambar 5.7 Sistem Klasifikasi AASHTO	39
Gambar 5.8 Grafik Proktor Standar Sampel 1	40
Gambar 5.9 Grafik Proktor Standar Sampel 2	41
Gambar 5.10 Grafik CBR Langsung Tanah Asli Sampel 1	42
Gambar 5. 11 Grafik CBR Langsung Tanah Asli Sampel 2	43
Gambar 5. 12 Grafik CBR Langsung Tanah Asli Rendaman Sampel 1	44
Gambar 5. 13 Grafik CBR Langsung Tanah Asli Rendaman Sampel 2	45
Gambar 5. 14 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 1	46
Gambar 5. 15 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 2	47
Gambar 5. 16 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 1	48

Gambar 5. 17 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 2	49
Gambar 5. 18 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 1	50
Gambar 5. 19 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 2	51
Gambar 5. 20 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 1	52
Gambar 5. 21 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 2	53
Gambar 5. 22 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 1	54
Gambar 5. 23 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 2	55
Gambar 5. 24 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 1	56
Gambar 5. 25 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 2	57
Gambar 5. 26 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 1	58
Gambar 5. 27 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 2	59
Gambar 5. 28 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 1	60
Gambar 5. 29 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 2	61
Gambar 5. 30 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 1	62
Gambar 5. 31 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 2	63

Gambar 5. 32 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari + 4 Hari Pemeraman Sampel 1	64
Gambar 5. 33 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari + 4 Hari Pemeraman Sampel 2	65
Gambar 5. 34 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari + 4 Hari Pemeraman Sampel 1	66
Gambar 5. 35 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari + 4 Hari Pemeraman Sampel 2	67
Gambar 5. 36 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari + 4 Hari Pemeraman Sampel 1	68
Gambar 5. 37 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari + 4 Hari Pemeraman Sampel 2	69
Gambar 5. 38 Perbandingan Grafik <i>CBR</i> 1 Hari Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman Sampel 1	71
Gambar 5. 39 Perbandingan Grafik <i>CBR</i> 1 Hari Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman Sampel 2	71
Gambar 5. 40 Perbandingan Grafik <i>CBR</i> 3 Hari Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman Sampel 1	72
Gambar 5. 41 Perbandingan Grafik <i>CBR</i> 3 Hari Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman Sampel 2	72
Gambar 5. 42 Perbandingan Grafik <i>CBR</i> 7 Hari Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman Sampel 1	73
Gambar 5. 43 Perbandingan Grafik <i>CBR</i> 7 Hari Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman Sampel 2	73
Gambar 5. 44 Perbandingan Grafik <i>CBR</i> 7 Hari + 4 Hari Rendaman Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Sampel 1	74
Gambar 5. 45 Perbandingan Grafik <i>CBR</i> 7 Hari + 4 Hari Rendaman Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Sampel 2	74
Gambar 5.46 Grafik Perbandingan Nilai CBR Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman	75

Gambar 5.47 Grafik Detail Perbandingan Nilai CBR Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman	75
Gambar 5.48 Grafik Perbandingan Nilai CBR Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Dengan Rendaman	76
Gambar 5.49 Grafik Perbandingan Nilai CBR Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa dan Dengan Rendaman	76
Gambar 5.50 Grafik Perbandingan Nilai CBR Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman Terhadap Masa Pemeraman	77



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ASTM	= American Society for Testing and Material
AASHTO	= America Association of State Highway and Transportation Officials Classification
CBR	= California Bearing Ratio
CBR 0,1''	= Nilai CBR pada penetrasi 0,1 inc
CBR 0,2''	= Nilai CBR pada penetrasi 0,2 inc
CBR Soacked	= Pengujian CBR Rendaman
CBR Unsoacked	= Pengujian CBR Tanpa Rendaman
D	= Diameter ring
Gs	= Specific gravity (berat jenis)
L	= Kedalaman efektif
LL	= Batas Cair
MIT	= Massachusetts Institute of Technology
PL	= Batas Plastis
PI	= Indeks Plastisitas
Ra	= Pembacaan hidrometer
Rc	= Pembacaan hidrometer terkoreksi
R	= Hidrometer terkoreksi
SL	= Batas Susut
SR	= Angka susut
T	= Tinggi ring
USCS	= United Soil Classification System
v	= Volume ring
Vs	= Volume butiran padat (m ³)
Vw	= Volume air (m ³)
Va	= Volume udara (m ³)
Vv	= Volume rongga (m ³)
Vo	= Volume tanah kering
w	= Kadar Air (%)

W_o	= Berat tanah kering
W_s	= Berat butiran padat (kN/m ³)
W_w	= Berat air (gr)
γ_b	= Berat volume tanah basah (gr/cm ³)
γ_d	= Berat volume kering tanah (kN/m ³)
γ_w	= Berat volume air (kN/m ³)





LAMPIRAN

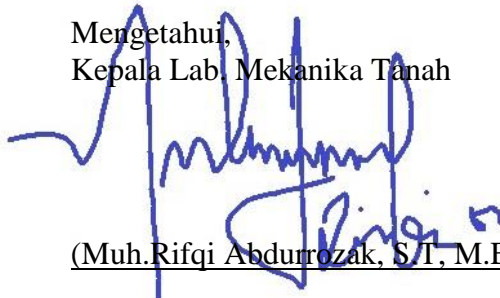
Lampiran 1. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli

**PENGUJIAN KADAR AIR
ASTM D 2216-71**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 16 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli

No	Keterangan	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat container (W_1)	gram	9,08	9,19
2	Berat container + tanah basah (W_2)	gram	27,81	26,10
3	Berat container + tanah kering (W_3)	gram	26,34	24,87
4	Berat air ($W_w = W_2 - W_1$)	gram	1,47	1,23
5	Berat tanah kering ($W_s = W_3 - W_1$)	gram	17,26	15,68
6	Kadar air ($W_w : W_s \times 100\%$)	%	8,52	7,84
7	Kadar air rata-rata (w)	%	8,18	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



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

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

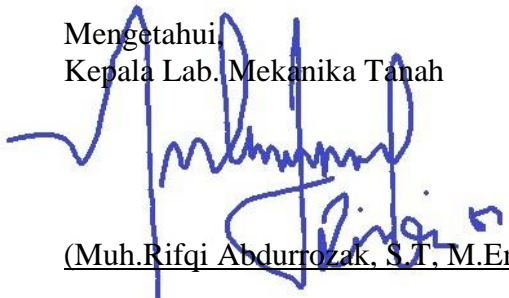
Lampiran 2. Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli

**PENGUJIAN BERAT VOLUME
ASTM D 2216**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli

No	Keterangan	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Diameter ring	d	cm	5,98	6,00
2	Tinggi ring	t	cm	1,96	1,96
3	Volume ring	V	cm ³	55,11	55,49
4	Berat ring	W1	gram	49,28	48,28
5	Berat ring + tanah basah	W2	gram	139,94	135,26
6	Berat tanah basah	W3	gram	90,66	86,98
7	Berat volume tanah	γ	gram/cm ³	1,645	1,567
8	Berat volume rata-rata	$\gamma_{rata-rata}$	gram/cm ³	1,606	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



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

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

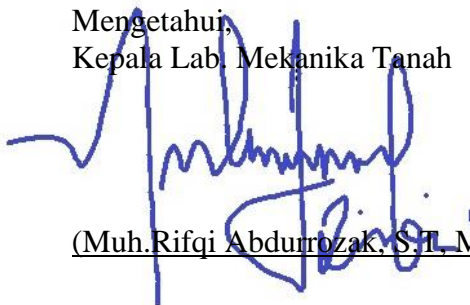
Lampiran 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

**PENGUJIAN BERAT JENIS
ASTM D 854-72**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli

Keterangan	Simbol	Satuan	Hasil	
			Sampel 1	Sampel 2
Berat piknometer	W_1	gram	31,67	29,89
Berat piknometer + tanah kering	W_2	gram	48,72	45,66
Berat piknometer + tanah + air penuh	W_3	gram	91,86	88,75
Berat piknometer + air penuh	W_4	gram	81,10	79,03
Suhu air	t	°C	26,00	26,00
γ_w (t°C)		gram/cm ³	0,997	0,997
γ_w (27,5°C)		gram/cm ³	0,996	0,996
Berat tanah kering	$W_s = W_2 - W_1$	gram	17,05	15,77
A	$W_s + W_4$	gram	98,15	94,80
I	$A - W_3$	gram	6,29	6,05
Berat jenis tanah (t°C)	$G_s = W_s / I$	gram/cm ³	2,71	2,61
Berat jenis tanah (27,5°C)	G_s	gram/cm ³	2,70	2,60
Berat jenis rata-rata (27,5°C)	G_s rata-rata	gram/cm ³	2,65	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

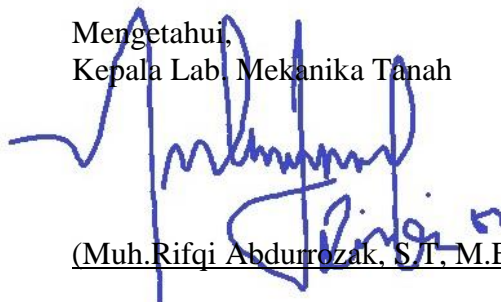
Lampiran 4. Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 1

**PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
ASTM D 422-72**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 22 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Nomer Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	%Tertahan	%Lolos
1	25,4	0	1000	0	100
½	13,2	0	1000	0	100
3/8	9,5	0	1000	0	100
¼	6,7	0	1000	0	100
4	4,75	2,18	997,82	0,73	99,782
10	2	15,38	982,44	5,13	98,244
20	0,85	30,95	951,49	10,32	95,149
40	0,425	75,9	875,59	25,30	87,559
60	0,25	77,75	797,84	25,92	79,784
140	0,106	185,13	612,71	61,71	61,271
200	0,075	51,74	560,97	17,25	56,097
Pan		88,5	472,47	29,50	47,247

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

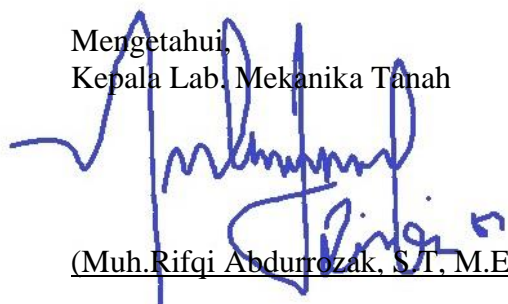
Lampiran 5. Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 2

**PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
ASTM D 422-72**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 22 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2


Nomer Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	%Tertahan	%Lolos
1	25,4	0	1000	0	100
½	13,2	0	1000	0	100
3/8	9,5	0	1000	0	100
¼	6,7	0	1000	0	100
4	4,75	1,91	998,09	0,636	99,809
10	2	16,73	981,36	5,577	98,136
20	0,85	31,16	950,20	10,387	95,020
40	0,425	74,8	875,40	24,933	87,540
60	0,25	77,51	797,89	25,836	79,789
140	0,106	187,2	610,69	62,4	61,069
200	0,075	53,83	556,86	17,943	55,686
Pan		81,60	475,26	27,20	47,526

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

Lampiran 6. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Asli Sampel 1

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 23 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

			Faktor Koreksi, $a = 1,0$
Berat Jenis Tanah, Gs	= 2,65		Zero Corection = -2
Berat Tanah Kering, Ws	= 60 gr		Meniscus Corection, $m = 1$

waktu	Temperatur, t	Pembacaan Hidrometer, Ra	Pembacaan Hidrometer Terkoreksi, Rc	% Lolos	Hyd. Terkoreksi meniscus, R	Kedalaman Efektif, L	L/t	k	Diameter, D
menit	°C					cm			mm
0	27	40	42	40,61	43	9,7	0	0,01272	0
2	27	32	34	32,88	35	11,1	5,55	0,01272	0,0299
5	27	20	22	21,27	23	13	2,60	0,01272	0,0205
30	27	12	14	13,54	15	14,3	0,48	0,01272	0,00878
60	27	8	10	9,67	11	15	0,25	0,01272	0,00636
250	27	4	6	5,80	7	15,6	0,06	0,01272	0,00318
1440	27	2	4	3,87	5	16	0,01	0,01272	0,00134

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

(Indra Teguh Putranto)

Lampiran 7. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Asli Sampel 2

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

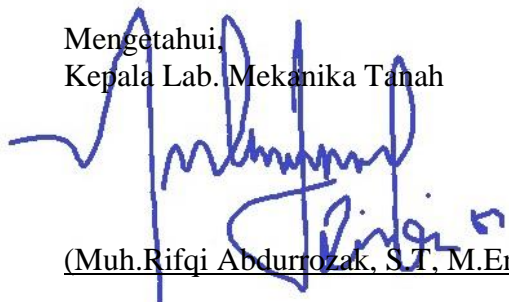
Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 25 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Berat Jenis Tanah, G_s = 2,65
Berat Tanah Kering, W_s = 60 gr

Faktor Koreksi, $a = 1,0$
Zero Corection = -2
Meniscus Corection, $m = 1$

waktu	Temperatur, t	Pembacaan Hidrometer, Ra	Pembacaan Hidrometer Terkoreksi, Rc	% Lolos	Hyd. Terkoreksi meniscus, R	Kedalaman Efektif, L	L/t	k	Diameter, D
menit	°C					cm			mm
0	27	42	44	42,54	45	9,4	0	0,01272	0
2	27	35	37	35,78	38	10,6	5,3	0,01272	0,0293
5	27	25	27	26,11	28	12,2	2,44	0,01272	0,0198
30	27	11	13	12,57	14	14,5	0,48	0,01272	0,0084
60	27	7	9	8,70	10	15,2	0,25	0,01272	0,00640
250	27	3	5	4,83	6	15,8	0,06	0,01272	0,00320
1440	27	1	3	2,90	4	16,1	0,01	0,01272	0,00134

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

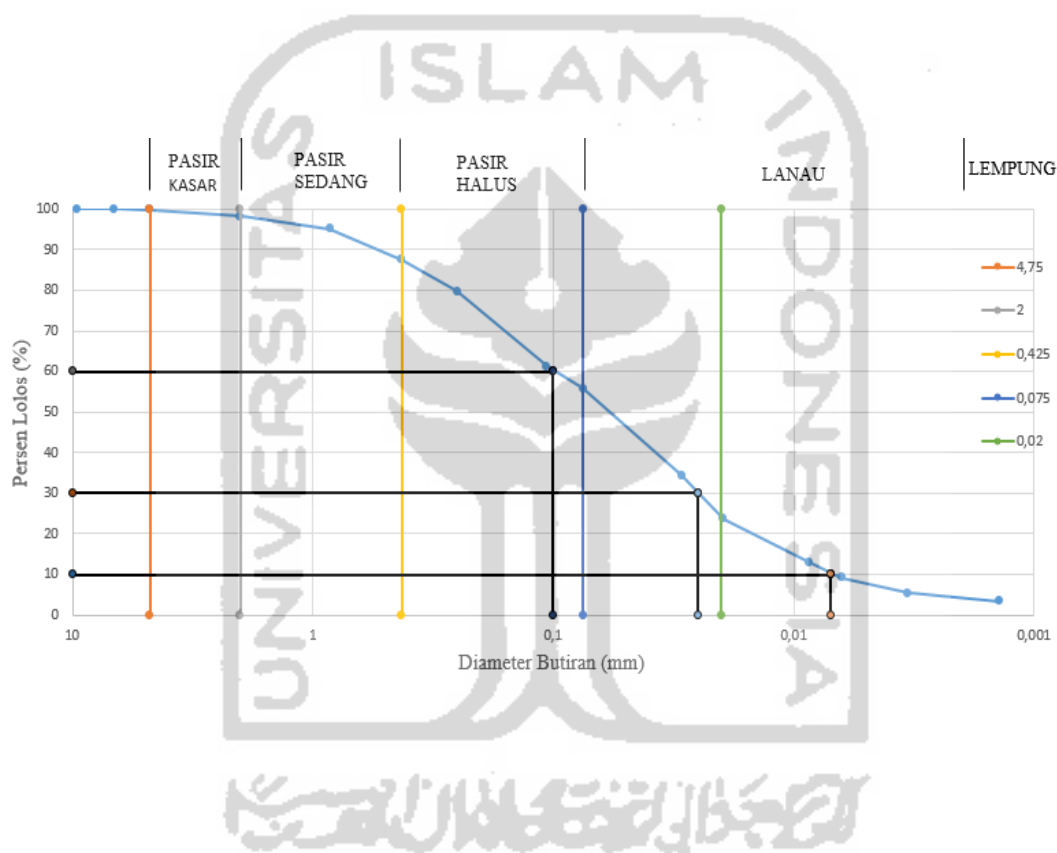


(Indra Teguh Putranto)

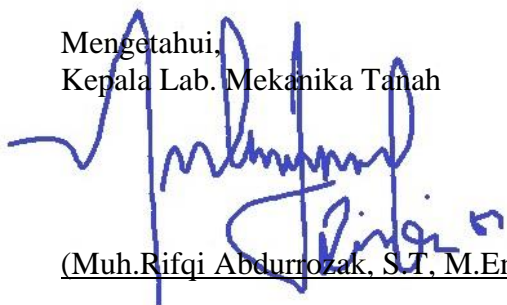
Lampiran 8. Grafik Hasil Pengujian Analisa Butiran Tanah Asli Rata-Rata

PENGUJIAN ANALISA SARINGAN ASTM D 421-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 25 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Rata-rata



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

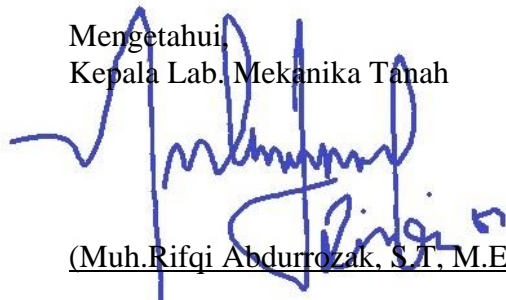
Lampiran 9. Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan Tanah

**PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
ASTM D 423-66**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 25 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli

Keterangan	Hasil	Satuan
Tanah lolos ayakan No.200	87,195	%
Pasir Kasar	0,53	%
Pasir Sedang	2,21	%
Pasir Halus	10,06	%
Lanau	32,975	%
Lempung	54,22	%
D10	-	mm
D30	0,00765	mm
D60	0,0235	mm
$Cu = D60/D10$	-	
$Cc = D30^2/(D10 \times D60)$	-	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 17 Februari 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

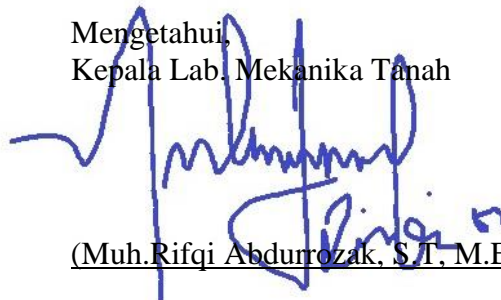
**Lampiran 10. Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Asli
Sampel 1**

**PENGUJIAN BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS
ASTM D 423-66 DAN ASTM D 424-74**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

No Pengujian	Sat	I		II		III		IV		Batas Plastis	
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
No. Cawan											
Berat cawan	gr	13,2	13,5	12,8	13,01	12,9	13,2	12,9	15,6	12,9	12,7
Berat cawan + tanah basah	gr	33,6	30,9	32,9	33,9	42,6	43,6	32,1	28,6	14,5	14,1
Berat cawan + tanah kering	gr	28,4	26,6	28,1	28,9	35,7	36,8	28,1	25,4	14,2	13,8
Berat air (3) – (4)	gr	5,14	4,4	4,81	4,98	6,9	6,8	3,98	3,24	0,33	0,29
Berat tanah kering (4) – (2)	gr	15,24	13,06	15,28	15,87	22,8	23,6	15,2	12,9	1,28	1,11
Kadar air = (5)/(6) x 100%	%	33,73	33,69	31,48	31,38	30,21	29,19	26,3	25,2	25,8	26,1
Kadar air rata-rata	%	33,71		31,43		29,69		25,742		15,95	
Jumlah pukulan, n		15		25		30		35			

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

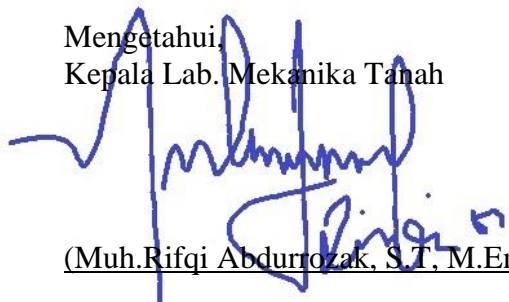
**Lampiran 11. Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Asli
Sampel 2**

**PENGUJIAN BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS
ASTM D 423-66 DAN ASTM D 424-74**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

No Pengujian	Sat	I		II		III		IV		Batas Plastis	
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
Berat cawan	gr	13,2	13,9	12,7	13,1	12,9	13,3	12,9	12,9	12,9	12,9
Berat cawan + tanah basah	gr	32,7	30,6	34,9	33,8	41,8	42,8	33,4	30,3	32,4	32,4
Berat cawan + tanah kering	gr	27,7	26,3	29,5	28,8	35,1	12,9	29,3	26,7	28,4	28,4
Berat air (3) – (4)	gr	5,0	4,27	5,44	4,97	6,71	4,90	4,11	3,5	4,05	4,06
Berat tanah kering (4) – (2)	gr	14,4	12,4	16,7	15,7	22,2	22,6	16,3	13,8	15,4	15,5
Kadar air = (5)/(6) x 100%	%	34,6	34,4	32,6	31,7	30,2	30,6	25,2	25,5	26,3	26,2
Kadar air rata-rata	%	34,5		32,13		30,4		25,36		26,2	
Jumlah pukulan, n		16		23		30		37			

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



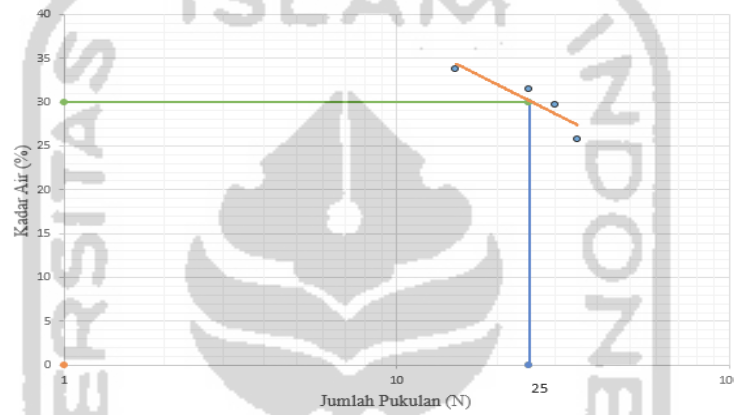
(Indra Teguh Putranto)

Lampiran 12. Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1 dan Sampel 2

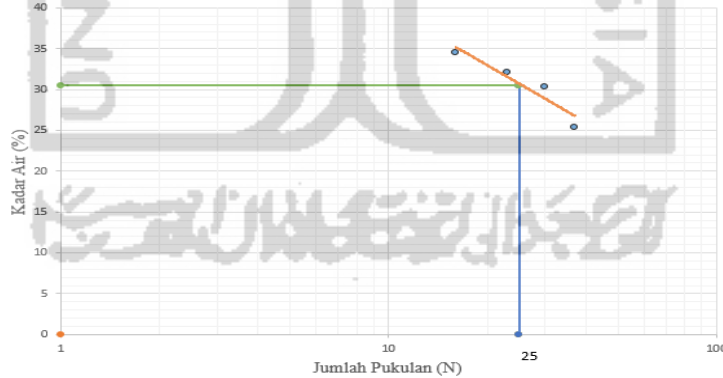
**PENGUJIAN BATAS CAIR
ASTM D 423-66**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Dikerjakan : Indra Teguh Putrnto
Tanggal : 17 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1 dan Sampel 2

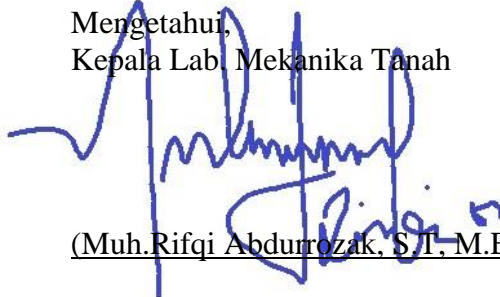
Sampel 1



Sampel 2



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

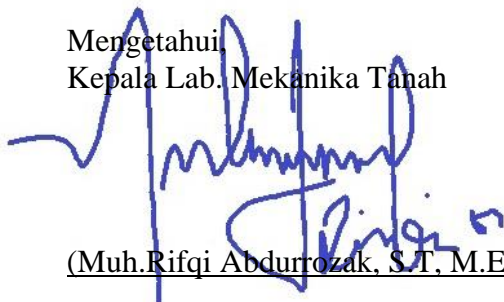
Lampiran 13. Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 1

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

No	Keterangan	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Berat cawan susut	W_1	gram	41,93	41,02
2	Berat cawan susut + tanah basah	W_2	gram	70,77	72,19
3	Berat cawan susut + tanah kering	W_3	gram	63,63	63,79
4	Berat tanah kering		gram	21,7	21,7
5	Kadar air, w		%	32,9032	34,1014
6	Diameter ring	d	cm	4,20	4,20
7	Tinggi ring	t	cm	1,35	1,32
8	Volume ring	V	cm ³	18,704	18,289
9	Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur	W_4	gram	263,89	257,33
10	Berat gelas ukur	W_5	gram	60,47	60,62
11	Berat air raksa	W_6	gram	203,42	196,71
12	Berat tanah kering	W_o	gram	21,7	21,7
13	Volume tanah kering	V_o	cm ³	14,96	14,464
14	Batas susut tanah		%	15,64	16,479
15	Batas susut tanah rata-rata		%	16,039	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

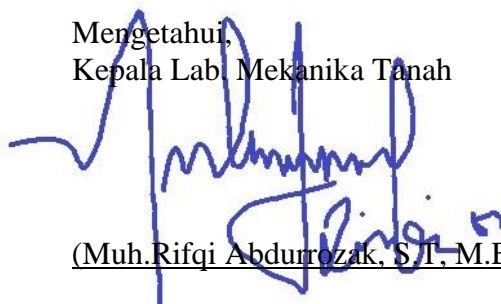
Lampiran 14. Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 2

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 9 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

No	Keterangan	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Berat cawan susut	W_1	gram	41,76	41,98
2	Berat cawan susut + tanah basah	W_2	gram	69,57	70,19
3	Berat cawan susut + tanah kering	W_3	gram	62,76	62,94
4	Berat tanah kering		gram	21	20,96
5	Kadar air, w		%	32,4286	34,5897
6	Diameter ring	d	cm	4,2	4,19
7	Tinggi ring	t	cm	1,3	1,3
8	Volume ring	V	cm ³	18,09	17,93
9	Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur	W_4	gram	261,49	256,43
10	Berat gelas ukur	W_5	gram	60,47	60,62
11	Berat air raksa	W_6	gram	201,02	195,81
12	Berat tanah kering	W_o	gram	21	20,96
13	Volume tanah kering	V_o	cm ³	14,78	14,39
14	Batas susut tanah		%	16,639	17,761
15	Batas susut tanah rata-rata		%	17,20	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

Lampiran 15. Hasil Pengujian Proctor Standart Tanah Asli Sampel 1

**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (Proctor Standart)
ASTM D 698-70**

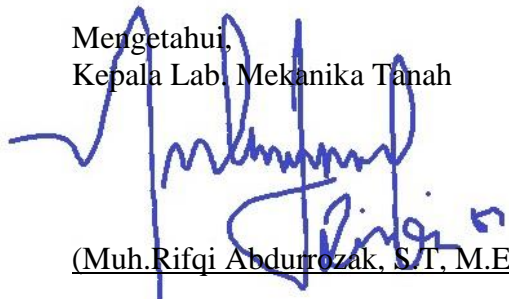
Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 20 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

MOLD		HAMMER	
Diameter (Ø) cm	10,16	Berat, gram	2520
Tinggi (H) cm	11,5	Lapis	3
Volume (V) cm ²	932,342	Jumlah pukulan (n)	25
Berat, gram	1715	Tinggi jatuh (cm)	30,48

Penambahan Air					
Berat sampel tanah, gr	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar air mula-mula, %	7,736	7,736	7,736	7,736	7,736
Penambahan air, %	5	10	15	20	25
Penambahan air, ml	100	200	300	400	500

Berat volume tanah, γ					
No. sampel	1	2	3	4	5
Berat cetakan + tanah basah, gram	2998	3183	3323	3432	3378
Berat tanah basah, gram	1283	1468	1608	1717	1663
Berat volume tanah basah, gram/cm ²	1,376	1,575	1,724	1,842	1,784

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

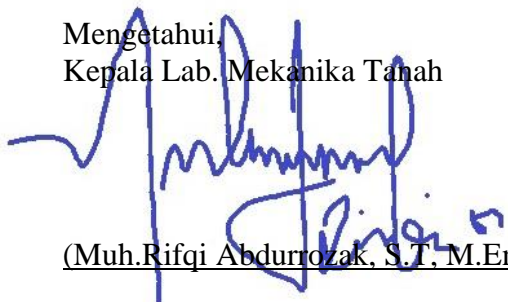
**Lanjutan Lampiran 15. Hasil Pengujian Proctor Standart Tanah Asli Sampel
1**

**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (Proctor Standart)
ASTM D 698-70**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 20 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Nomer pengujian	1		2		3		4		5	
	a	b	a	b	a	b	A	b	a	b
Berat cawan (gram)	12,76	12,8	12,9	13	12,69	12,75	12,74	12,84	13,23	13,1
Berat cawan+tanah basah (gram)	46,77	45,89	37,8	36,7	37,84	38,23	72,56	70,56	56,34	57,03
Berat cawan+tanah kering (gram)	43,88	42,78	34,7	3,03	33,7	34,87	60,42	62,05	47,55	46,98
Berat air (gram)	2,89	3,11	3,11	3,03	4,14	3,36	12,14	8,51	8,79	10,05
Berat tanah kering (gram)	31,12	29,98	21,8	20,6	21,01	22,12	47,68	49,21	34,32	33,88
Kadar air (%)	9,289	10,37	14,2	14,7	19,71	15,19	25,46	17,29	25,62	29,66
Kadar air rata-rata (%)	19,83		14,44		17,45		21,38		27,64	
Berat volume tanah kering, γ_d	1,253		1,376		1,468		1,517		1,39	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

Lampiran 16. Hasil Pengujian *Proctor Standart* Tanah Asli Sampel 2

**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (*Proctor Standart*)
ASTM D 698-70**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 20 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

MOLD		HAMMER	
Diameter (\emptyset) cm	10,16	Berat, gram	2520
Tinggi (H) cm	11,5	Lapis	3
Volume (V) cm ²	932,3418	Jumlah pukulan (n)	25
Berat, gram	1715	Tinggi jatuh (cm)	30,48

Penambahan Air					
Berat sampel tanah, gr	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar air mula-mula, %	7,736	7,736	7,736	7,736	7,736
Penambahan air, %	5	10	15	20	25
Penambahan air, ml	100	200	300	400	500

Berat volume tanah, γ					
No. sampel	1	2	3	4	5
Berat cetakan + tanah basah, gram	3013	3214	3341	3478	3391
Berat tanah basah, gram	1298	1499	1626	1763	1676
Berat volume tanah basah, gram/cm ²	1,392	1,608	1,744	1,891	1,798

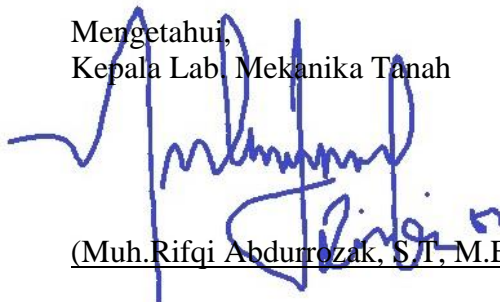
**Lanjutan Lampiran 16. Hasil Pengujian Proctor Standart Tanah Asli Sampel
2**

**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (Proctor Standart)
ASTM D 698-70**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Dikerjakan : Indra Teguh Putranto
Tanggal : 20 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Nomer pengujian	1		2		3		4		5	
	a	b	A	b	A	b	a	b	a	b
Berat cawan (gram)	12,97	12,75	17,73	13,41	12,53	12,94	12,74	12,43	13,61	13,37
Berat cawan+tanah basah (gram)	46,93	45,97	37,67	36,91	37,54	38,37	72,56	70,36	56,19	57,31
Berat cawan+tanah kering (gram)	43,88	42,78	34,73	33,67	33,7	34,87	60,42	62,05	47,55	46,98
Berat air (gram)	3,05	3,19	2,94	3,24	3,84	3,5	12,14	8,31	8,64	10,33
Berat tanah kering (gram)	30,91	30,03	22	20,26	21,17	21,93	47,68	49,62	33,94	33,61
Kadar air (%)	9,867	10,62	13,36	15,99	18,14	15,96	25,46	16,75	25,46	30,73
Kadar air rata-rata (%)	10,245		14,68		17,05		21,104		28,096	
Berat volume tanah kering, γ_d	1,263		1,402		1,499		1,561		1,403	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



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

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

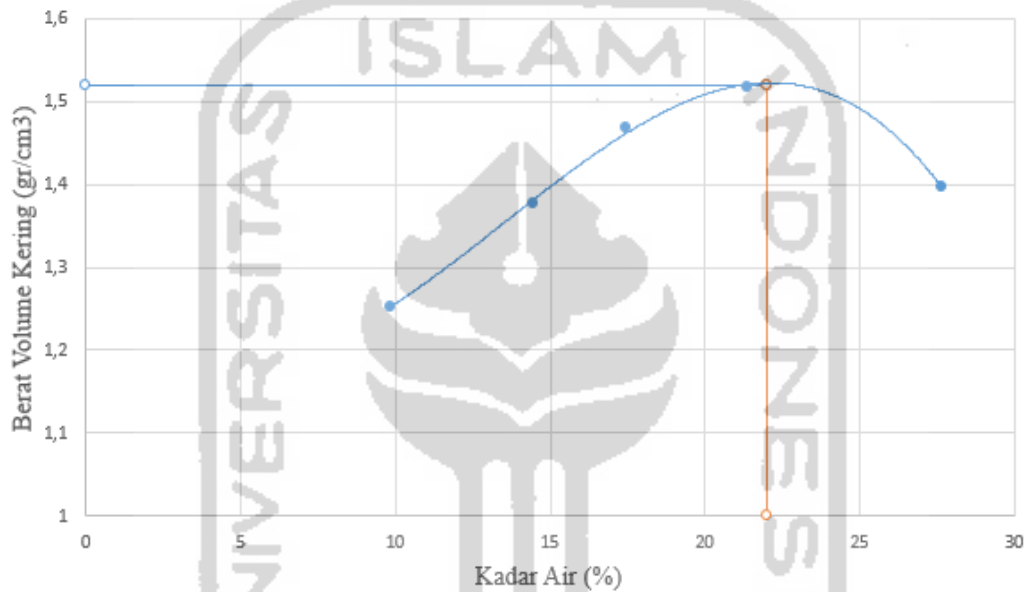


(Indra Teguh Putranto)

Lampiran 17. Grafik Hasil Pengujian Proctor Standart Tanah Asli Sampel 1

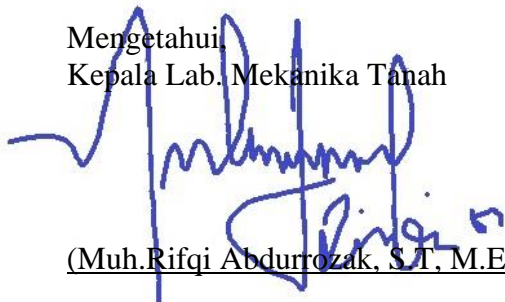
**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (*Proctor Standart*)
ASTM D 698-70**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 20 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1



Keterangan	Simbol	Satuan	Nilai
Kadar Air Optimum	W_{opt}	%	22
Berat Volume Kering Maksimum	$\gamma_d \text{ max}$	gram/cm ³	1,52

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

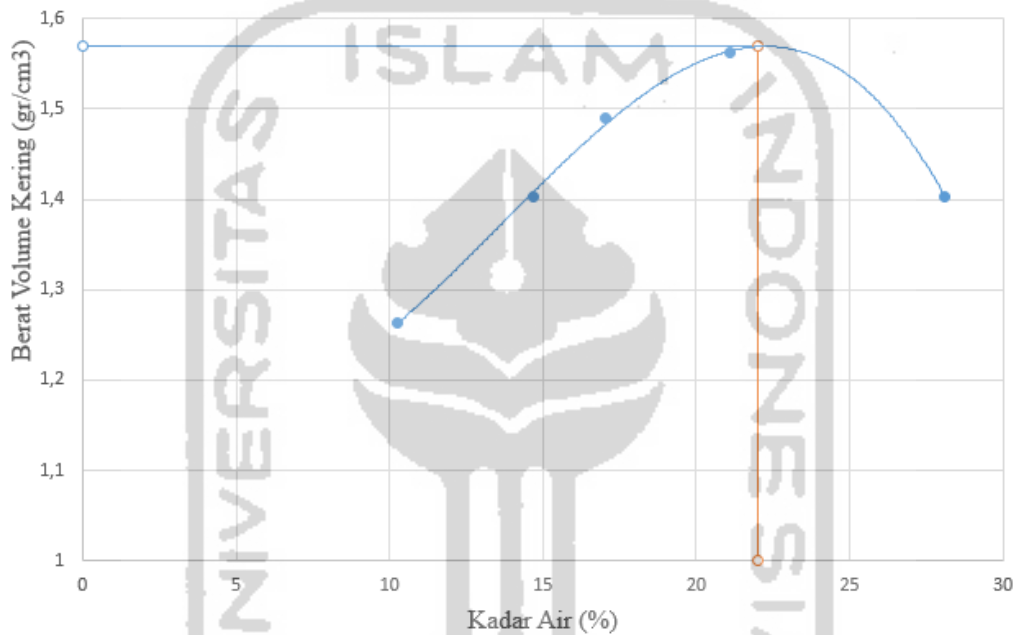


(Indra Teguh Putranto)

Lampiran 18. Grafik Hasil Pengujian *Proctor Standart* Tanah Asli Sampel 2

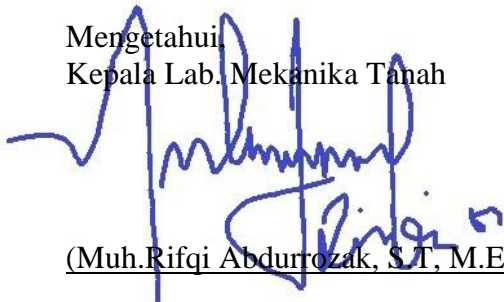
**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (*Proctor Standart*)
ASTM D 698-70**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 20 Oktober 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2



Keterangan	Simbol	Satuan	Nilai
Kadar Air Optimum	W_{opt}	%	22
Berat Volume Kering Maksimum	$\gamma_d \text{ max}$	gram/cm ³	1,57

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



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

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

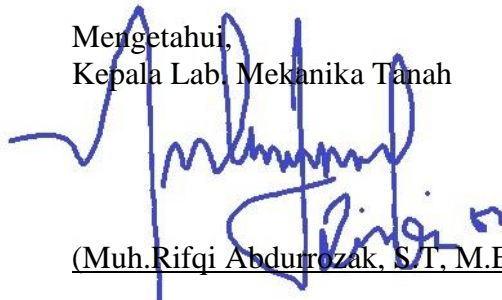
**Lampiran 19. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli
Sampel 1**

PENGUJIAN CBR Laboratorium Tanah Asli Sampel 1

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	1		32	
0,5	0,0250	0,64	2		64	
1	0,0500	1,27	6,5		206	
1,5	0,0750	1,91	10		317	
2	0,1000	2,55	14		445	
2,5	0,1250	3,18	16		507	
3	0,1500	2,82	18		570	
3,5	0,1750	4,45	20		634	
4	0,2000	5,09	21		665	
4,5	0,2250	5,73	22		700	
5	0,2500	6,36	23		730	
5,5	0,2750	7	24		760	
6	0,3000	7,64	25		790	
6,5	0,3250	8,27	26		825	
7	0,3500	8,91	27		855	
7,5	0,3750	9,54	28		887	
8	0,4000	10,18	29		920	
8,5	0,4250	10,82	30		950	
9	0,4500	11,45	30,5		966	
9,5	0,4750	12,09	31		982	
10	0,5000	12,73	31,5		1000	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



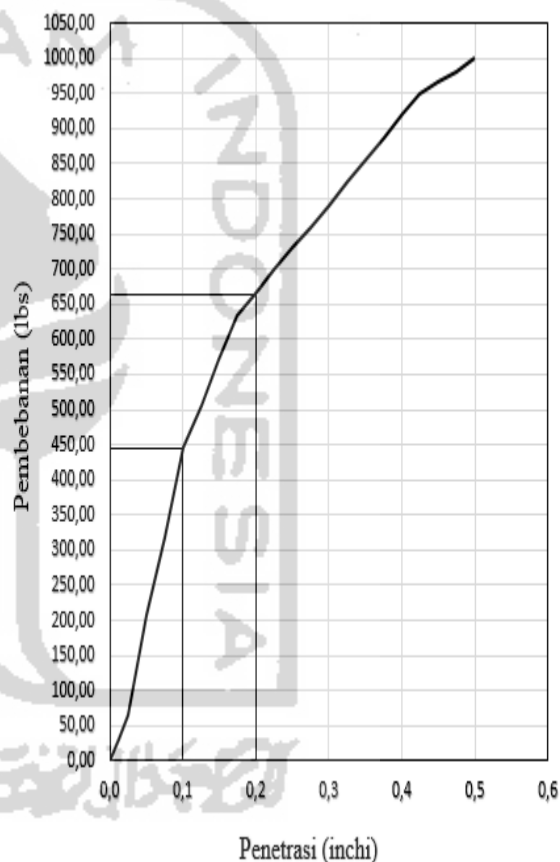
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 19. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli Sampel 1**

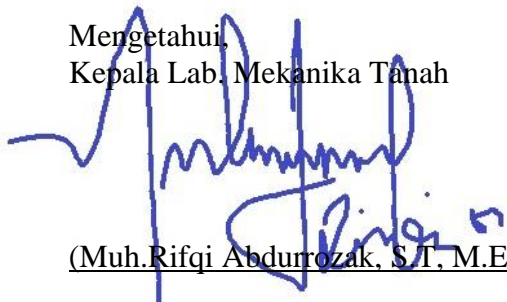
PENGUJIAN CBR Laboratorium Tanah Asli Sampel 1

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	Sebelum	Sesudah
tanah + cetakan (gr)	7480	7480
cetakan (gr)	4115	4115
tanah basah (gr)	3365	3365
diameter (cm)	15,18	15,18
tinggi (cm)	17,22	17,22
volume (cm ³)	3116,50	3116,50
berat volume tanah	1,080	1,1080
berat volume tanah kering	0,970	0,970
kadar air	Setelah	Sesudah
no cawan	I	II
cawan	12,75	6,27
cawan + tanah	43,3	39,51
cawan + tanah kering	40,2	36,1
berat air	3,1	3,41
tanah kering	27,45	29,83
kadar air	11,29 %	11,43 %
kadar air rata2	8,86 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	14,83 %	
0,2 (inchi)	14,78 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

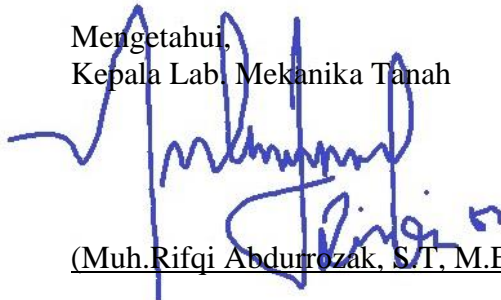
**Lampiran 20. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli
Sampel 2**

PENGUJIAN CBR Laboratorium Tanah Asli Sampel 2

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	1		32	
0,5	0,0250	0,64	3		95	
1	0,0500	1,27	6,5		206	
1,5	0,0750	1,91	10,2		320	
2	0,1000	2,55	14,2		450	
2,5	0,1250	3,18	16,2		510	
3	0,1500	2,82	18,2		575	
3,5	0,1750	4,45	20,2		639	
4	0,2000	5,09	21,2		670	
4,5	0,2250	5,73	22,2		705	
5	0,2500	6,36	23,2		735	
5,5	0,2750	7	24,2		765	
6	0,3000	7,64	25,2		795	
6,5	0,3250	8,27	26,2		830	
7	0,3500	8,91	27,2		860	
7,5	0,3750	9,54	28,2		892	
8	0,4000	10,18	29,2		925	
8,5	0,4250	10,82	30,2		955	
9	0,4500	11,45	30,7		971	
9,5	0,4750	12,09	31,2		987	
10	0,5000	12,73	31,7		1005	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



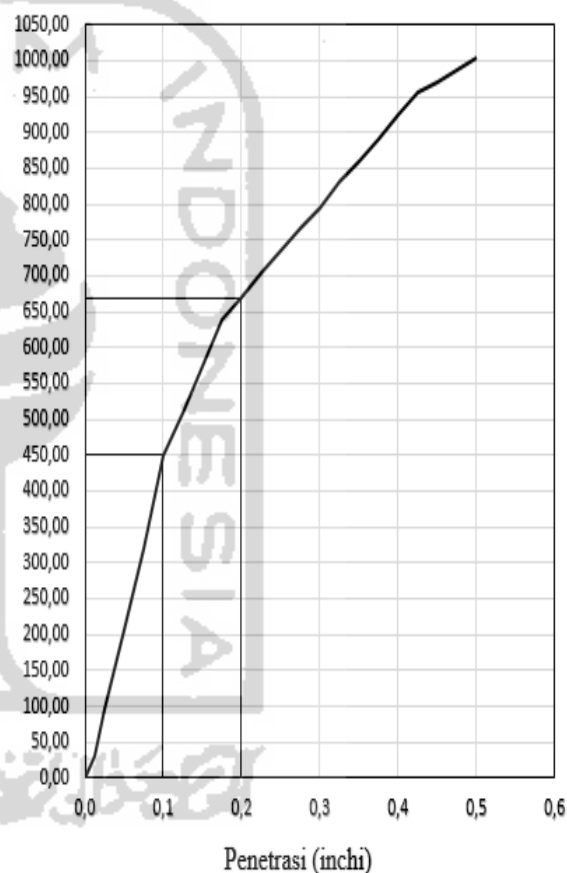
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 20. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli Sampel 2**

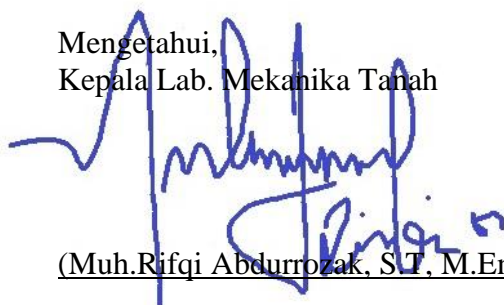
PENGUJIAN CBR Laboratorium Tanah Asli Sampel 2

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7255	7255
cetakan (gr)	3810	3810
tanah basah (gr)	3445	3445
diameter (cm)	15,16	15,16
tinggi (cm)	17,72	17,72
volume (cm ³)	3198,54	3198,54
berat volume tanah	1,077	1,077
berat volume tanah kering	0,958	0,958
kadar air	setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	10,63	8,35
cawan + tanah	40,37	35,71
cawan + tanah kering	37,08	32,71
berat air	3,29	3
tanah kering	26,45	24,36
kadar air	12,44 %	12,32 %
kadar air rata2	12,38 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	15,00 %	
0,2 (inchi)	14,89 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

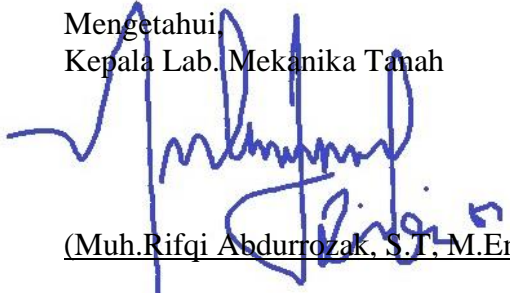
**Lampiran 21. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli
Sampel 1**

PENGUJIAN CBR Laboratorium Tanah Asli Rendaman Sampel 1

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Rendaman Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	0,5		16	
0,5	0,0250	0,64	1,5		48	
1	0,0500	1,27	2,5		79	
1,5	0,0750	1,91	3,5		111	
2	0,1000	2,55	4		135	
2,5	0,1250	3,18	5		159	
3	0,1500	2,82	5,5		174	
3,5	0,1750	4,45	6		190	
4	0,2000	5,09	6,5		206	
4,5	0,2250	5,73	7		222	
5	0,2500	6,36	7,3		237	
5,5	0,2750	7	7,9		250	
6	0,3000	7,64	8,3		263	
6,5	0,3250	8,27	8,7		276	
7	0,3500	8,91	9		285	
7,5	0,3750	9,54	9,3		295	
8	0,4000	10,18	9,5		301	
8,5	0,4250	10,82	9,7		308	
9	0,4500	11,45	9,8		311	
9,5	0,4750	12,09	9,9		315	
10	0,5000	12,73	10		317	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



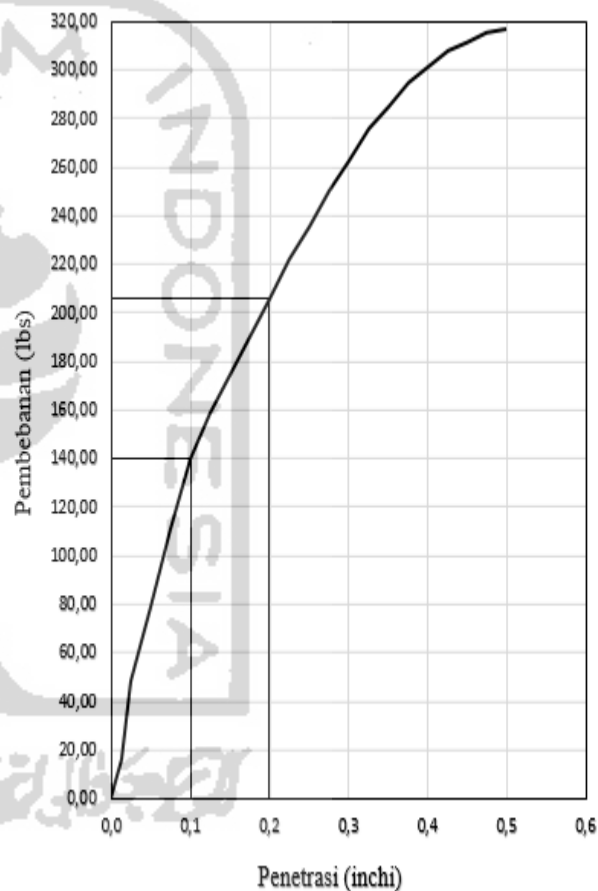
(Indra Teguh Putranto)

Lanjutan Lampiran 21. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli Sampel 1

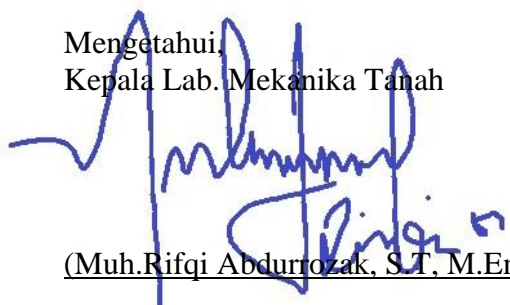
PENGUJIAN CBR Laboratorium Tanah Asli Rendaman Sampel 1

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Rendaman Sampel 1

berat volume	Sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	6637	6637
cetakan (gr)	3083	3083
tanah basah (gr)	3554	3554
diameter (cm)	15,17	15,17
tinggi (cm)	17,8	17,8
volume (cm ³)	3217,22	3217,22
berat volume tanah	1,105	1,105
berat volume tanah kering	0,856	0,856
kadar air	Setelah	Sesudah
no cawan	I	II
Cawan	10,44	9,16
cawan + tanah	40,87	38,38
cawan + tanah kering	34,27	32,03
berat air	6,6	6,35
tanah kering	23,83	22,87
kadar air	27,70%	27,77 %
kadar air rata2	27,73 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	2,63 %	
0,2 (inchi)	3,87 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

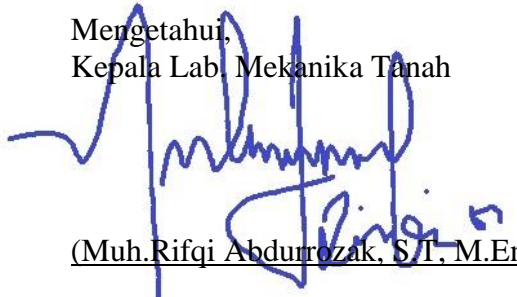
**Lampiran 22. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli
Sampel 2**

PENGUJIAN CBR Laboratorium Tanah Asli Rendaman Sampel 2

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Rendaman Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	0,5		16	
0,5	0,0250	0,64	1,7		54	
1	0,0500	1,27	2,7		86	
1,5	0,0750	1,91	3,7		117	
2	0,1000	2,55	4,2		140	
2,5	0,1250	3,18	5,2		165	
3	0,1500	2,82	5,7		181	
3,5	0,1750	4,45	6,2		197	
4	0,2000	5,09	6,8		216	
4,5	0,2250	5,73	7,3		231	
5	0,2500	6,36	7,8		247	
5,5	0,2750	7	8,2		260	
6	0,3000	7,64	8,6		273	
6,5	0,3250	8,27	9		285	
7	0,3500	8,91	9,3		295	
7,5	0,3750	9,54	9,5		301	
8	0,4000	10,18	9,7		308	
8,5	0,4250	10,82	9,9		314	
9	0,4500	11,45	10		317	
9,5	0,4750	12,09	10,1		320	
10	0,5000	12,73	10,2		322	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



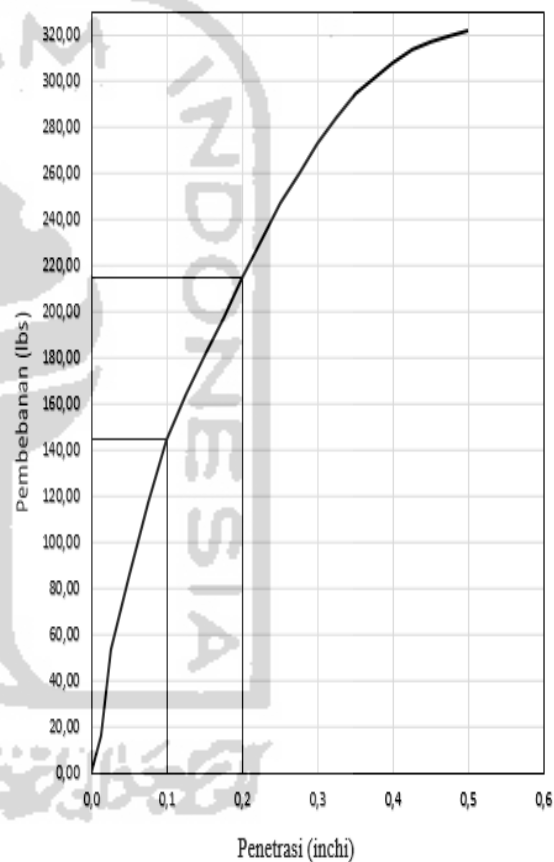
(Indra Teguh Putranto)

Lanjutan Lampiran 22. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli Sampel 2

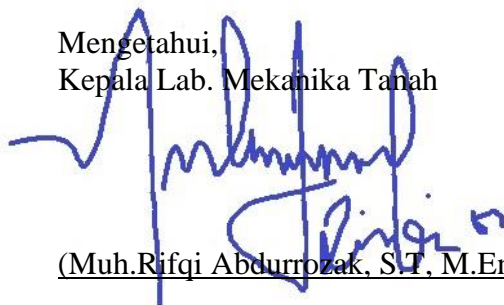
PENGUJIAN CBR Laboratorium Tanah Asli Rendaman Sampel 2

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Rendaman Sampel 2

berat volume	sebelum	Sesudah
tanah + cetakan (gr)	6693	6693
cetakan (gr)	3349	3349
tanah basah (gr)	3544	3544
diameter (cm)	15,19	15,19
tinggi (cm)	17,76	17,76
volume (cm ³)	3218,46	3218,46
berat volume tanah	1,101	1,101
berat volume tanah kering	0,864	0,864
kadar air	setelah	Sesudah
no cawan	I	II
cawan	10,89	10,33
cawan + tanah	40,53	37,62
cawan + tanah kering	34,15	31,73
berat air	6,38	5,89
tanah kering	23,26	21,4
kadar air	27,43%	27,52 %
kadar air rata2	27,48 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	2,87 %	
0,2 (inchi)	4,02 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

**Lampiran 23. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli +
1% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + Zeolit 1%
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	4		125	
0,5	0,0250	0,64	6		190	
1	0,0500	1,27	9		285	
1,5	0,0750	1,91	12		380	
2	0,1000	2,55	14,5		460	
2,5	0,1250	3,18	15		485	
3	0,1500	2,82	16		510	
3,5	0,1750	4,45	17		530	
4	0,2000	5,09	17,5		550	
4,5	0,2250	5,73	18		570	
5	0,2500	6,36	18,5		595	
5,5	0,2750	7	19		620	
6	0,3000	7,64	20		640	
6,5	0,3250	8,27	21		665	
7	0,3500	8,91	22		690	
7,5	0,3750	9,54	22,5		710	
8	0,4000	10,18	23		725	
8,5	0,4250	10,82	23,5		740	
9	0,4500	11,45	24		760	
9,5	0,4750	12,09	24,5		775	
10	0,5000	12,73	25		790	

Mengetahui
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Muh.Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

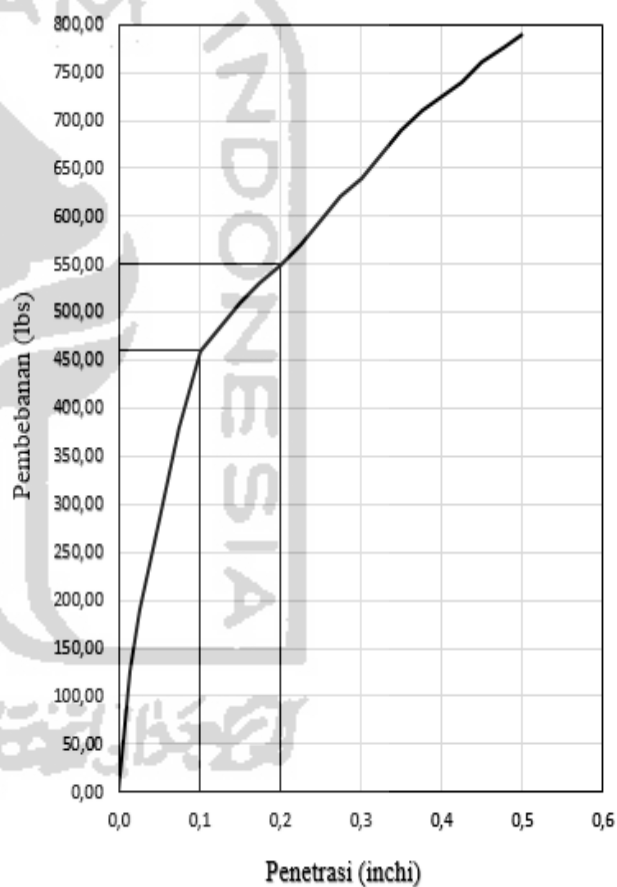
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 23. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

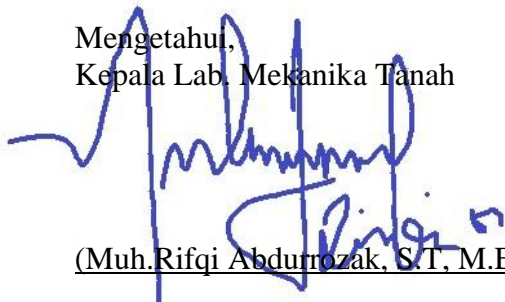
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7095	7095
cetakan (gr)	3440	3440
tanah basah (gr)	3655	3655
diameter (cm)	15,2	15,2
tinggi (cm)	17,7	17,7
volume (cm ³)	3211,81	3211,81
berat volume tanah	1,138	1,138
berat volume tanah kering	1,045	1,045
kadar air	Setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	6,67	6,79
cawan + tanah	24,4	28,24
cawan + tanah kering	22,96	26,49
berat air	1,44	1,75
tanah kering	16,29	19,7
kadar air	8,84 %	8,88 %
kadar air rata2	8,86 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	15,33 %	
0,2 (inchi)	12,22 %	

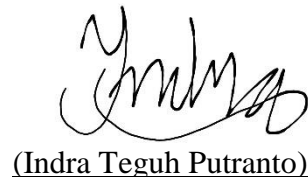


Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



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

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)



**Lampiran 24. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli +
1% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	4		126	
0,5	0,0250	0,64	6		190	
1	0,0500	1,27	9		285	
1,5	0,0750	1,91	12		380	
2	0,1000	2,55	14		445	
2,5	0,1250	3,18	15		475	
3	0,1500	2,82	16		510	
3,5	0,1750	4,45	16,7		530	
4	0,2000	5,09	17,5		550	
4,5	0,2250	5,73	18		570	
5	0,2500	6,36	18,5		590	
5,5	0,2750	7	19,5		620	
6	0,3000	7,64	20		640	
6,5	0,3250	8,27	21		665	
7	0,3500	8,91	21,5		690	
7,5	0,3750	9,54	22,5		710	
8	0,4000	10,18	23		725	
8,5	0,4250	10,82	23,5		740	
9	0,4500	11,45	24		760	
9,5	0,4750	12,09	25,5		775	
10	0,5000	12,73	25		790	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Muh.Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

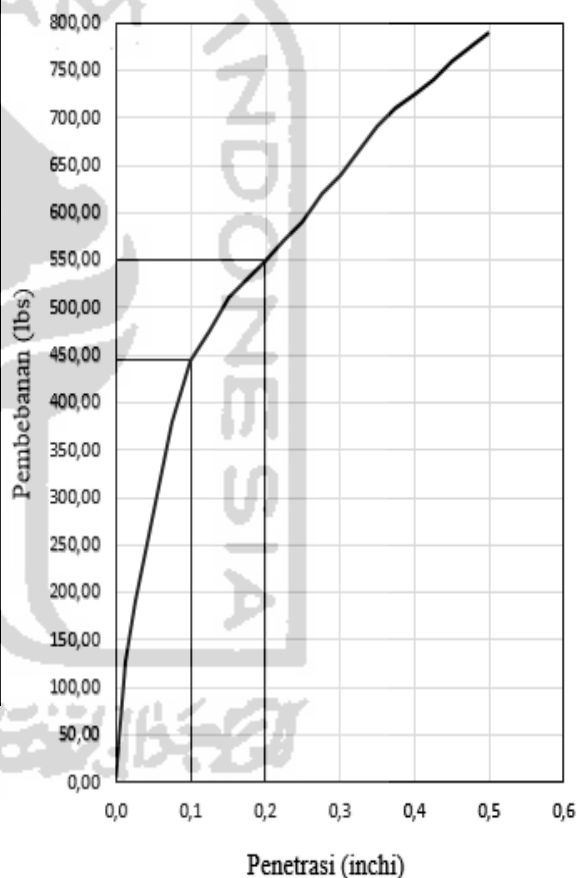
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 24. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

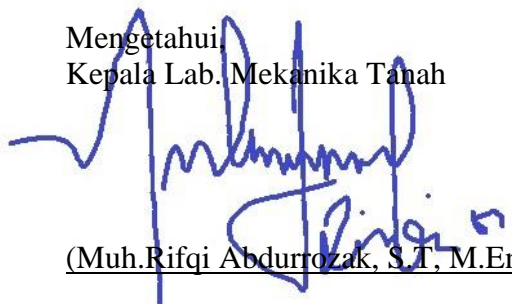
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7030	7030
cetakan (gr)	3405	3405
tanah basah (gr)	3625	3625
diameter (cm)	15,28	15,28
tinggi (cm)	17,5	17,5
volume (cm ³)	3209,04	3209,04
berat volume tanah	1,130	1,130
berat volume tanah kering	1,038	1,038
kadar air	setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	6,5	6,81
cawan + tanah	24,27	28,43
cawan + tanah kering	22,83	26,67
berat air	1,44	1,76
tanah kering	16,33 %	19,86 %
kadar air	8,82 %	8,86 %
kadar air rata2	8,84 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	14,83 %	
0,2 (inchi)	12,22 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)



**Lampiran 25. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli +
3% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	5		150	
0,5	0,0250	0,64	7		220	
1	0,0500	1,27	10		320	
1,5	0,0750	1,91	13		420	
2	0,1000	2,55	15		475	
2,5	0,1250	3,18	16		510	
3	0,1500	2,82	17		540	
3,5	0,1750	4,45	18		570	
4	0,2000	5,09	19		600	
4,5	0,2250	5,73	20		635	
5	0,2500	6,36	21		665	
5,5	0,2750	7	22		690	
6	0,3000	7,64	22,5		715	
6,5	0,3250	8,27	23,5		740	
7	0,3500	8,91	24		760	
7,5	0,3750	9,54	24,5		780	
8	0,4000	10,18	25		790	
8,5	0,4250	10,82	25,5		810	
9	0,4500	11,45	26		820	
9,5	0,4750	12,09	26,5		840	
10	0,5000	12,73	27		850	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Muh.Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

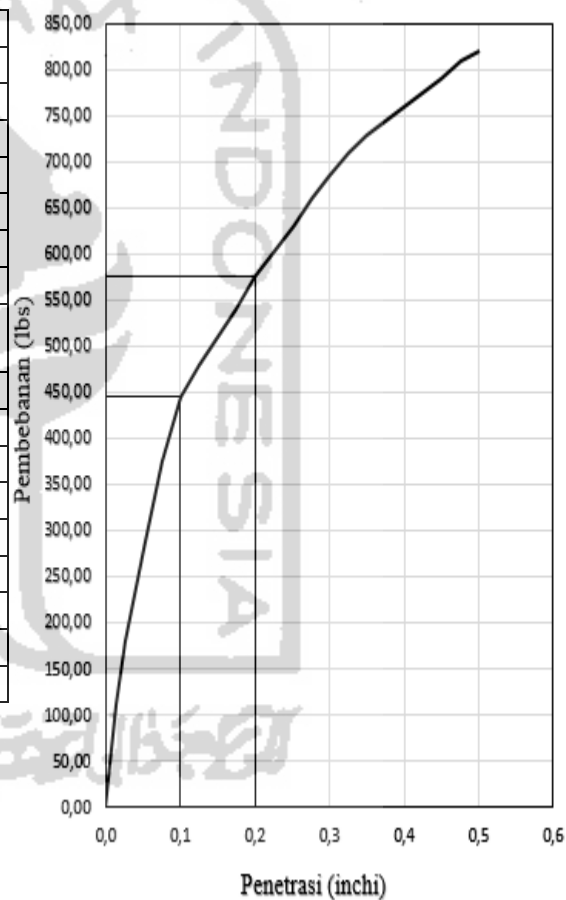
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 25. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

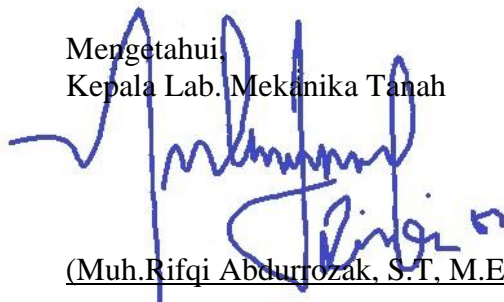
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7260	7260
cetakan (gr)	3385	3385
tanah basah (gr)	3875	3875
diameter (cm)	15,9	15,9
tinggi (cm)	17,7	17,7
volume (cm ³)	3514,45	3514,45
berat volume tanah	1,103	1,103
berat volume tanah kering	1,010	1,010
kadar air	setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	12,98	12,77
cawan + tanah	33,01	32,36
cawan + tanah kering	31,32	30,71
berat air	1,69	1,65
tanah kering	18,34	17,94
kadar air	9,21 %	9,20 %
kadar air rata2	9,21 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	15,83 %	
0,2 (inchi)	13,33 %	




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



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

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

Lampiran 26. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 2

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial		Beban	
	inc	mm	(div)		(lbs)	
			atas	bawah	atas	bawah
0	0,0000	0	0		0	
0,25	0,0125	0,32	4		110	
0,5	0,0250	0,64	6		180	
1	0,0500	1,27	9		280	
1,5	0,0750	1,91	12		375	
2	0,1000	2,55	14		445	
2,5	0,1250	3,18	15		480	
3	0,1500	2,82	16		510	
3,5	0,1750	4,45	17		540	
4	0,2000	5,09	18		575	
4,5	0,2250	5,73	19		600	
5	0,2500	6,36	20		630	
5,5	0,2750	7	21		660	
6	0,3000	7,64	22		685	
6,5	0,3250	8,27	22,5		710	
7	0,3500	8,91	23		730	
7,5	0,3750	9,54	23,5		745	
8	0,4000	10,18	24		760	
8,5	0,4250	10,82	24,5		775	
9	0,4500	11,45	25		790	
9,5	0,4750	12,09	25,5		810	
10	0,5000	12,73	26		820	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Muh.Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

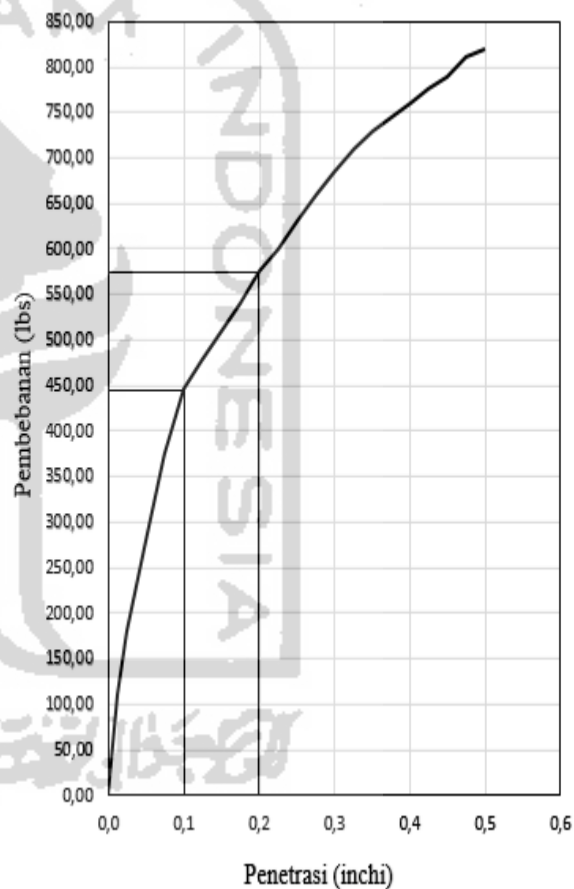
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 26. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

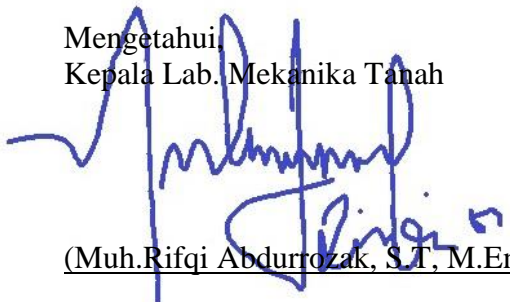
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7260	7260
cetakan (gr)	3385	3385
tanah basah (gr)	3875	3875
diameter (cm)	15,9	15,9
tinggi (cm)	17,7	17,7
volume (cm ³)	3514,45	3514,45
berat volume tanah	1,103	1,103
berat volume tanah kering	1,009	1,009
kadar air	setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	12,75	12,37
cawan + tanah	32,51	31,93
cawan + tanah kering	30,82	30,29
berat air	1,69	1,64
tanah kering	18,07	17,92
kadar air	9,35 %	9,15 %
kadar air rata2	9,25 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	14,83 %	
0,2 (inchi)	12,78 %	




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

Lampiran 27. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 1

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	4		110	
0,5	0,0250	0,64	7		200	
1	0,0500	1,27	13,2		405	
1,5	0,0750	1,91	16,3		510	
2	0,1000	2,55	18,1		570	
2,5	0,1250	3,18	19,5		620	
3	0,1500	2,82	20,5		650	
3,5	0,1750	4,45	21,5		680	
4	0,2000	5,09	22,5		710	
4,5	0,2250	5,73	23		740	
5	0,2500	6,36	24		770	
5,5	0,2750	7	25		795	
6	0,3000	7,64	26		825	
6,5	0,3250	8,27	27		850	
7	0,3500	8,91	28		875	
7,5	0,3750	9,54	28,5		900	
8	0,4000	10,18	29		920	
8,5	0,4250	10,82	29,5		935	
9	0,4500	11,45	30		950	
9,5	0,4750	12,09	30,5		965	
10	0,5000	12,73	31		980	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

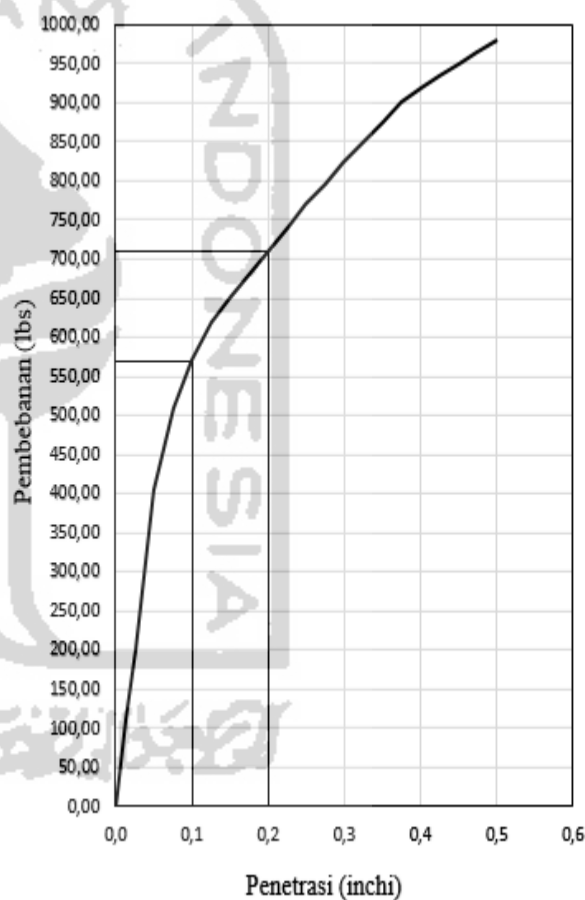
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 27. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

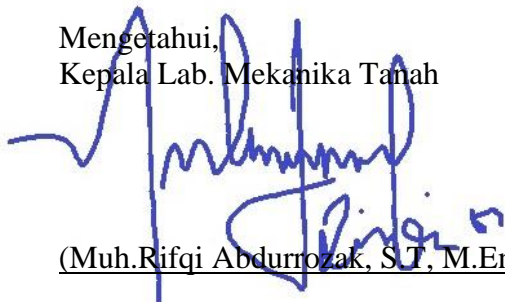
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7625	7625
cetakan (gr)	3455	3455
tanah basah (gr)	4170	4170
diameter (cm)	15,2	15,2
tinggi (cm)	17,7	17,7
volume (cm ³)	3211,81	3211,81
berat volume tanah	1,298	1,298
berat volume tanah kering	1,187	1,187
kadar air	setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	7,5	6,64
cawan + tanah	37,96	31,59
cawan + tanah kering	35,33	29,47
berat air	2,63	2,12
tanah kering	27,83	22,83
kadar air	9,45 %	9,29 %
kadar air rata2	9,37 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	19,00 %	
0,2 (inchi)	15,78 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozzak, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

Lampiran 28. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 2

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	5		150	
0,5	0,0250	0,64	8		250	
1	0,0500	1,27	14		450	
1,5	0,0750	1,91	17		540	
2	0,1000	2,55	19		580	
2,5	0,1250	3,18	20		645	
3	0,1500	2,82	22		685	
3,5	0,1750	4,45	23		730	
4	0,2000	5,09	24		720	
4,5	0,2250	5,73	25		790	
5	0,2500	6,36	26		820	
5,5	0,2750	7	27		850	
6	0,3000	7,64	28		875	
6,5	0,3250	8,27	28,5		900	
7	0,3500	8,91	29		920	
7,5	0,3750	9,54	29,5		940	
8	0,4000	10,18	30		955	
8,5	0,4250	10,82	30,5		970	
9	0,4500	11,45	31		985	
9,5	0,4750	12,09	31,5		1000	
10	0,5000	12,73	32		1005	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Muh.Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

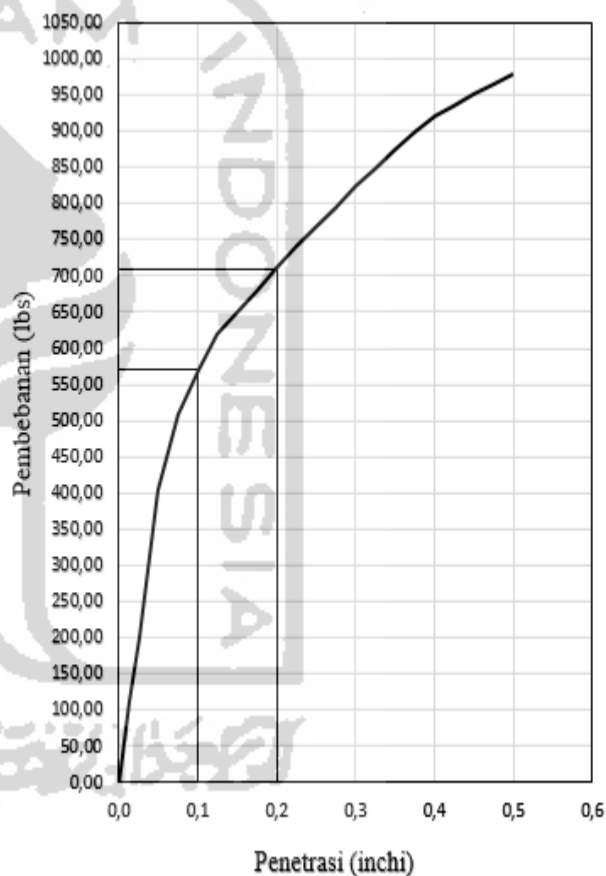
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 28. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

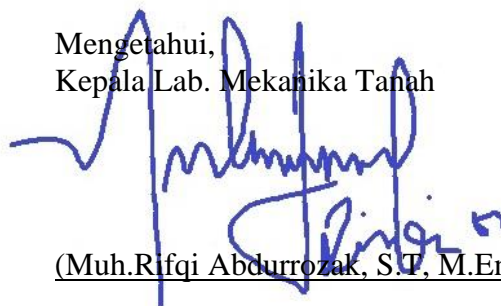
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 13 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7625	7625
cetakan (gr)	3455	3455
tanah basah (gr)	4170	4170
diameter (cm)	15,2	15,2
tinggi (cm)	17,7	17,7
volume (cm ³)	3211,81	3211,81
berat volume tanah	1,298	1,298
berat volume tanah kering	1,188	1,188
kadar air	setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	7,45	6,54
cawan + tanah	37,87	31,48
cawan + tanah kering	35,27	29,38
berat air	2,6	2,1
tanah kering	27,82	22,84
kadar air	9,35 %	9,19 %
kadar air rata2	9,27 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	19,33 %	
0,2 (inchi)	16,00 %	




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

**Lampiran 29. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli +
1% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 1**

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 3 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 20 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	4		100	
0,5	0,0250	0,64	6		190	
1	0,0500	1,27	10		310	
1,5	0,0750	1,91	13		400	
2	0,1000	2,55	15		470	
2,5	0,1250	3,18	18		540	
3	0,1500	2,82	20		600	
3,5	0,1750	4,45	21		650	
4	0,2000	5,09	22		700	
4,5	0,2250	5,73	24		750	
5	0,2500	6,36	25		790	
5,5	0,2750	7	26		830	
6	0,3000	7,64	27		860	
6,5	0,3250	8,27	28		895	
7	0,3500	8,91	29		925	
7,5	0,3750	9,54	31		955	
8	0,4000	10,18	31		980	
8,5	0,4250	10,82	32		1005	
9	0,4500	11,45	32,5		1030	
9,5	0,4750	12,09	33		1045	
10	0,5000	12,73	33,5		1060	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

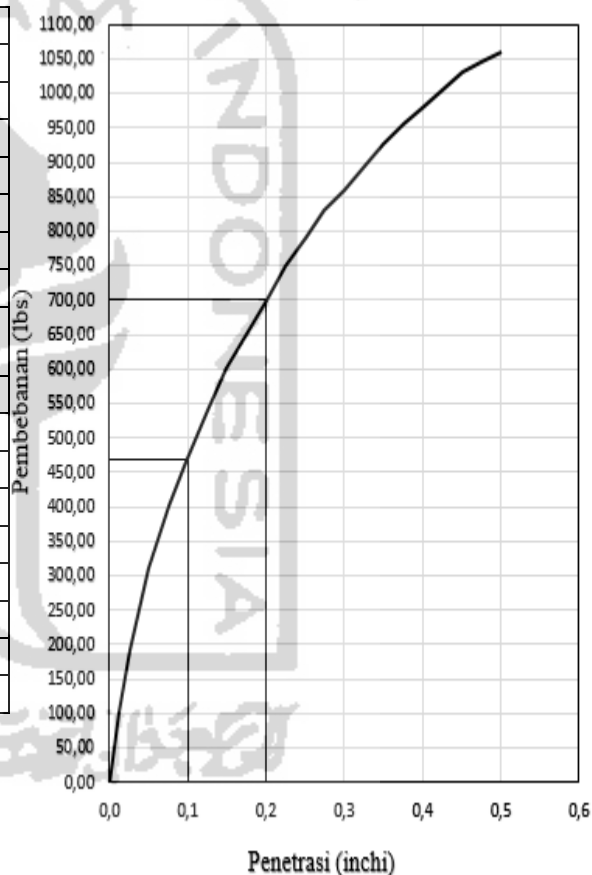
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 29. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 1**

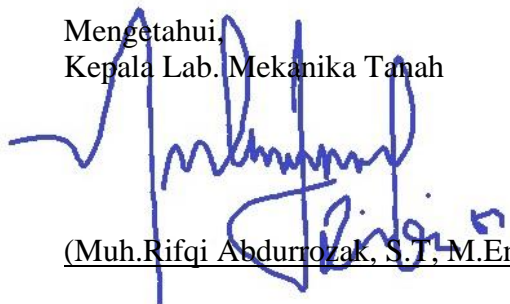
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 3 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 09 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	8022	8022
cetakan (gr)	4325	4325
tanah basah (gr)	3697	3697
diameter (cm)	15,2	15,2
tinggi (cm)	17,78	17,78
volume (cm ³)	3226,33	3226,33
berat volume tanah	1,146	1,146
berat volume tanah kering	1,039	1,039
kadar air	setelah	Sesudah
no cawan	I	II
cawan	12,77	12,98
cawan + tanah	46,8	50,49
cawan + tanah kering	43,63	46,99
berat air	3,17	3,5
tanah kering	30,86	34,01
kadar air	10,27 %	10,29 %
kadar air rata2	10,28	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	15,67 %	
0,2 (inchi)	15,56%	




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

**Lampiran 30. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli +
1% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 2**

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 3 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 09 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	Inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	4		100	
0,5	0,0250	0,64	6		190	
1	0,0500	1,27	10		320	
1,5	0,0750	1,91	14		430	
2	0,1000	2,55	16		510	
2,5	0,1250	3,18	18		570	
3	0,1500	2,82	20		620	
3,5	0,1750	4,45	21		670	
4	0,2000	5,09	22		715	
4,5	0,2250	5,73	24		755	
5	0,2500	6,36	25		790	
5,5	0,2750	7	26		830	
6	0,3000	7,64	27		865	
6,5	0,3250	8,27	28		895	
7	0,3500	8,91	29		925	
7,5	0,3750	9,54	30		955	
8	0,4000	10,18	31		985	
8,5	0,4250	10,82	32		1005	
9	0,4500	11,45	32,5		1030	
9,5	0,4750	12,09	33		1045	
10	0,5000	12,73	33,5		1060	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Muh.Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

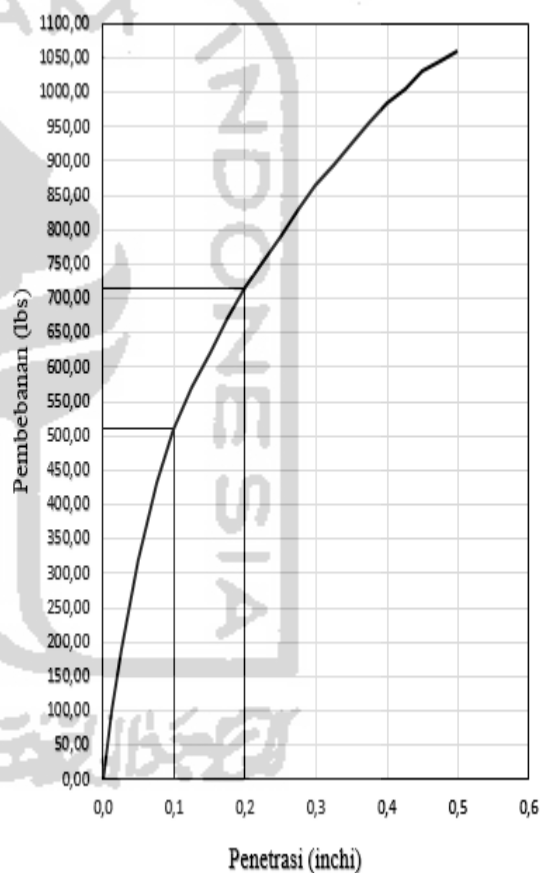
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 30. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 2**

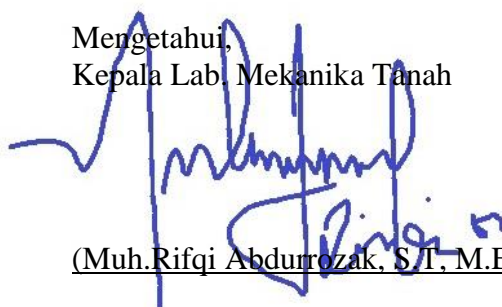
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 3 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 09 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7890	7890
cetakan (gr)	4257	4257
tanah basah (gr)	3633	3633
diameter (cm)	15,2	15,2
tinggi (cm)	17,77	17,77
volume (cm ³)	3224,52	3224,52
berat volume tanah	1,127	1,127
berat volume tanah kering	1,021	1,021
kadar air	setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	12,55	12,79
cawan + tanah	46,6	50,29
cawan + tanah kering	43,42	46,79
berat air	3,18	3,5
tanah kering	30,87	34
kadar air	10,30 %	10,29 %
kadar air rata2	10,30 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	16,91%	
0,2 (inchi)	15,50 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)



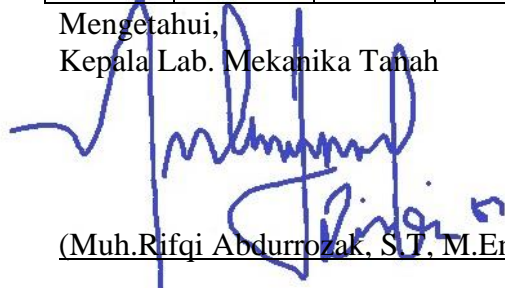
**Lampiran 31. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli +
3% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 1**

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 3 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 09 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	2		60	
0,5	0,0250	0,64	5		170	
1	0,0500	1,27	13		400	
1,5	0,0750	1,91	18		560	
2	0,1000	2,55	22		700	
2,5	0,1250	3,18	25		780	
3	0,1500	2,82	27		840	
3,5	0,1750	4,45	28,5		890	
4	0,2000	5,09	29,5		930	
4,5	0,2250	5,73	31		970	
5	0,2500	6,36	32		1010	
5,5	0,2750	7	33		1050	
6	0,3000	7,64	34		1080	
6,5	0,3250	8,27	35		1110	
7	0,3500	8,91	36		1140	
7,5	0,3750	9,54	37		1170	
8	0,4000	10,18	38		1200	
8,5	0,4250	10,82	38,5		1220	
9	0,4500	11,45	39		1235	
9,5	0,4750	12,09	39,5		1250	
10	0,5000	12,73	40		1260	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah


(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

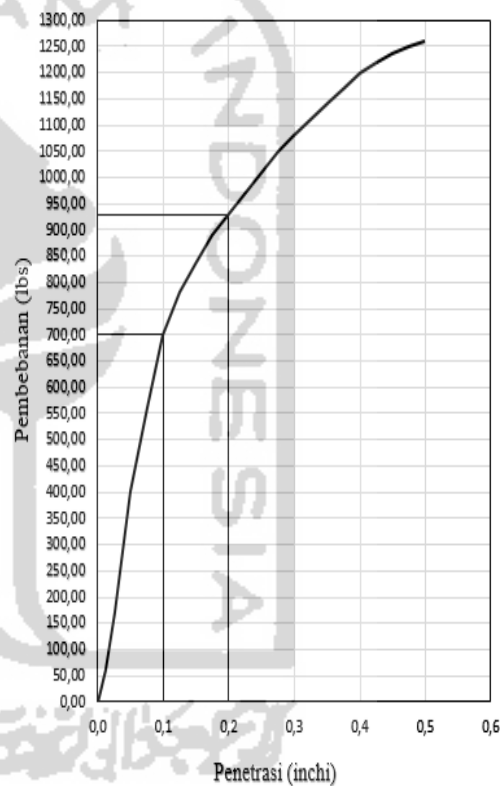

(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 31. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 1**

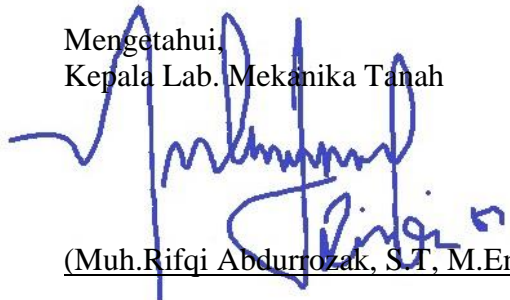
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 3 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 09 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7955	7955
cetakan (gr)	4057	4057
tanah basah (gr)	3938	3938
diameter (cm)	15,2	15,2
tinggi (cm)	17,8	17,8
volume (cm ³)	3229,96	3229,96
berat volume tanah	1,219	1,210
berat volume tanah kering	1,099	1,099
kadar air	setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	7,5	6,64
cawan + tanah	49,6	43,17
cawan + tanah kering	45,46	39,58
berat air	4,14	3,59
tanah kering	37,96	32,94
kadar air	10,91%	10,90 %
kadar air rata2	10,90 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	23,25%	
0,2 (inchi)	20,67%	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

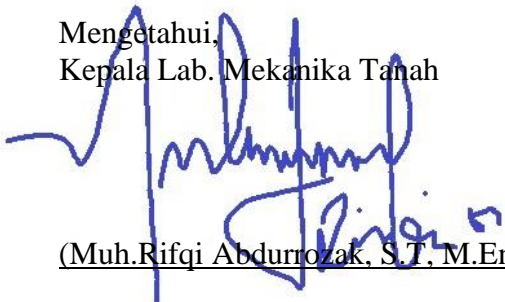
Lampiran 32. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 2

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 3 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 09 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	3		90	
0,5	0,0250	0,64	7		220	
1	0,0500	1,27	13		400	
1,5	0,0750	1,91	18		560	
2	0,1000	2,55	22		720	
2,5	0,1250	3,18	25		790	
3	0,1500	2,82	27		855	
3,5	0,1750	4,45	29		910	
4	0,2000	5,09	31		960	
4,5	0,2250	5,73	32		1000	
5	0,2500	6,36	33		1040	
5,5	0,2750	7	34		1075	
6	0,3000	7,64	35		1115	
6,5	0,3250	8,27	36		1150	
7	0,3500	8,91	37		1180	
7,5	0,3750	9,54	38		1210	
8	0,4000	10,18	39		1230	
8,5	0,4250	10,82	39,5		1250	
9	0,4500	11,45	40		1265	
9,5	0,4750	12,09	40,5		1280	
10	0,5000	12,73	41		1290	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



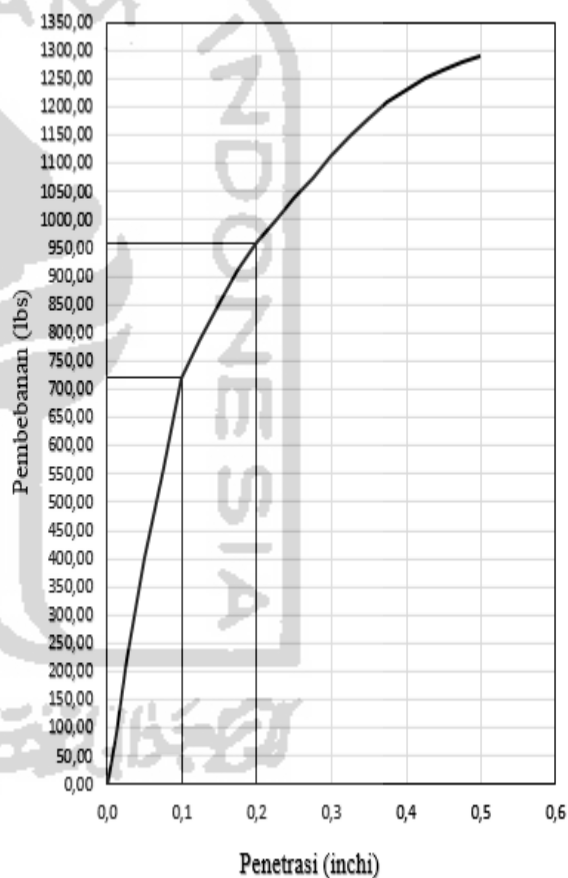
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 32. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 2**

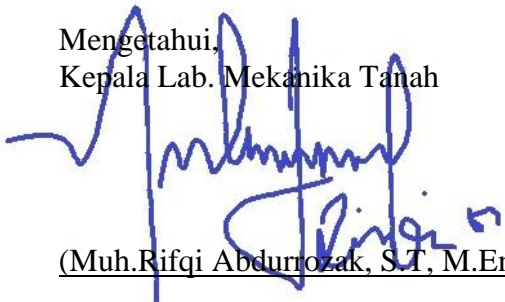
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 3 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 09 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7945	7945
cetakan (gr)	4025	4025
tanah basah (gr)	3920	3920
diameter (cm)	15,22	15,22
tinggi (cm)	17,89	17,89
volume (cm ³)	3254,84	3254,84
berat volume tanah	1,204	1,024
berat volume tanah kering	1,088	1,088
kadar air	setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	7,35	6,56
cawan + tanah	49,45	42,95
cawan + tanah kering	45,43	39,38
berat air	4,02	3,57
tanah kering	38,08	32,82
kadar air	10,56%	10,88%
kadar air rata2	10,72 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	24,00%	
0,2 (inchi)	21,33 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

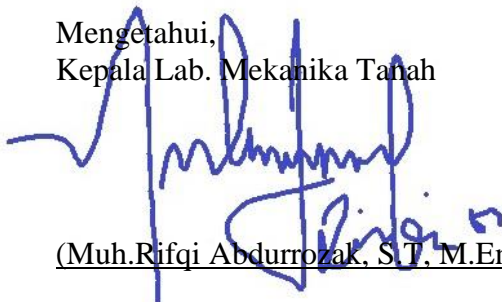
Lampiran 33. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 1

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 3 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 09 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	3		100	
0,5	0,0250	0,64	6		200	
1	0,0500	1,27	13		400	
1,5	0,0750	1,91	19		600	
2	0,1000	2,55	23		730	
2,5	0,1250	3,18	26		820	
3	0,1500	2,82	29		890	
3,5	0,1750	4,45	31		965	
4	0,2000	5,09	33		1030	
4,5	0,2250	5,73	35		1080	
5	0,2500	6,36	36		1130	
5,5	0,2750	7	37		1170	
6	0,3000	7,64	38		1210	
6,5	0,3250	8,27	39		1250	
7	0,3500	8,91	40		1280	
7,5	0,3750	9,54	41		1310	
8	0,4000	10,18	42		1330	
8,5	0,4250	10,82	42,5		1350	
9	0,4500	11,45	43		1360	
9,5	0,4750	12,09	43,5		1370	
10	0,5000	12,73	44		1370	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozzak, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



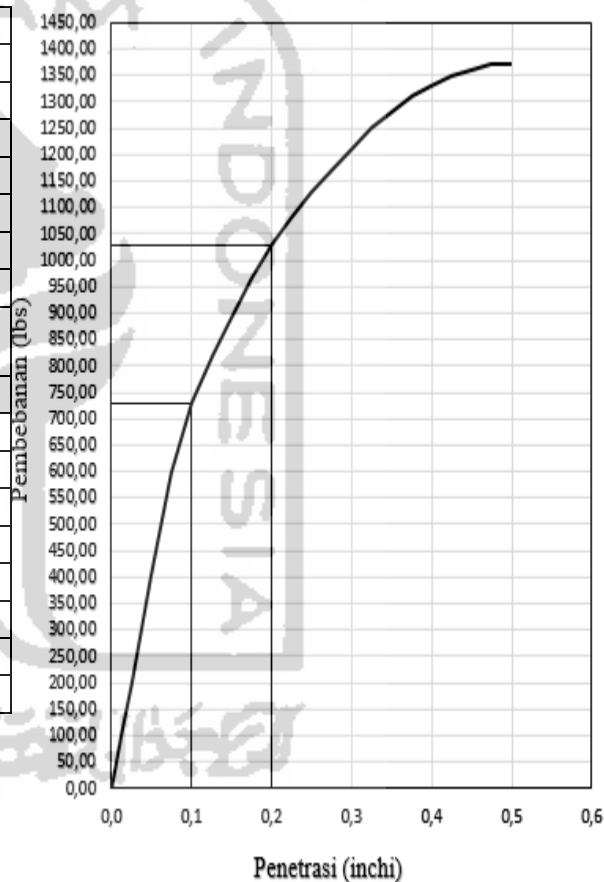
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 33. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 1**

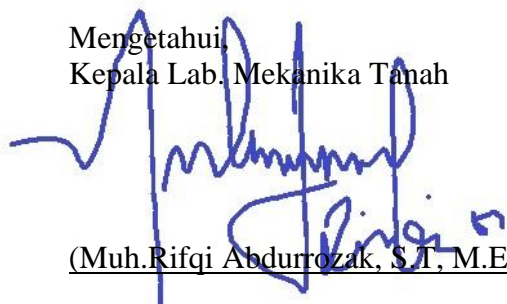
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 3 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 09 Desember 2020
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	8150	8150
cetakan (gr)	4005	4005
tanah basah (gr)	4145	4145
diameter (cm)	15,43	15,43
tinggi (cm)	17,8	17,8
volume (cm ³)	3328,45	3328,45
berat volume tanah	1,245	1,245
berat volume tanah kering	1,127	1,127
kadar air	setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	12,66	12,83
cawan + tanah	43,49	54,76
cawan + tanah kering	40,55	50,77
berat air	2,94	3,99
tanah kering	27,89	37,94
kadar air	10,54%	10,52%
kadar air rata2	10,53%	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	24,33 %	
0,2 (inchi)	22,89 %	




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

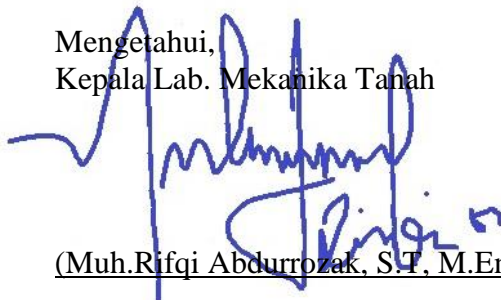
Lampiran 34. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 2

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 3 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 09 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	4		130	
0,5	0,0250	0,64	8		250	
1	0,0500	1,27	14		450	
1,5	0,0750	1,91	20		620	
2	0,1000	2,55	23		740	
2,5	0,1250	3,18	26		830	
3	0,1500	2,82	29		900	
3,5	0,1750	4,45	31		975	
4	0,2000	5,09	33		1040	
4,5	0,2250	5,73	35		1100	
5	0,2500	6,36	37		1150	
5,5	0,2750	7	38		1190	
6	0,3000	7,64	39		1240	
6,5	0,3250	8,27	40		1280	
7	0,3500	8,91	41		1315	
7,5	0,3750	9,54	42		1340	
8	0,4000	10,18	43		1365	
8,5	0,4250	10,82	43,5		1385	
9	0,4500	11,45	44		1400	
9,5	0,4750	12,09	44,5		1410	
10	0,5000	12,73	45		1410	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



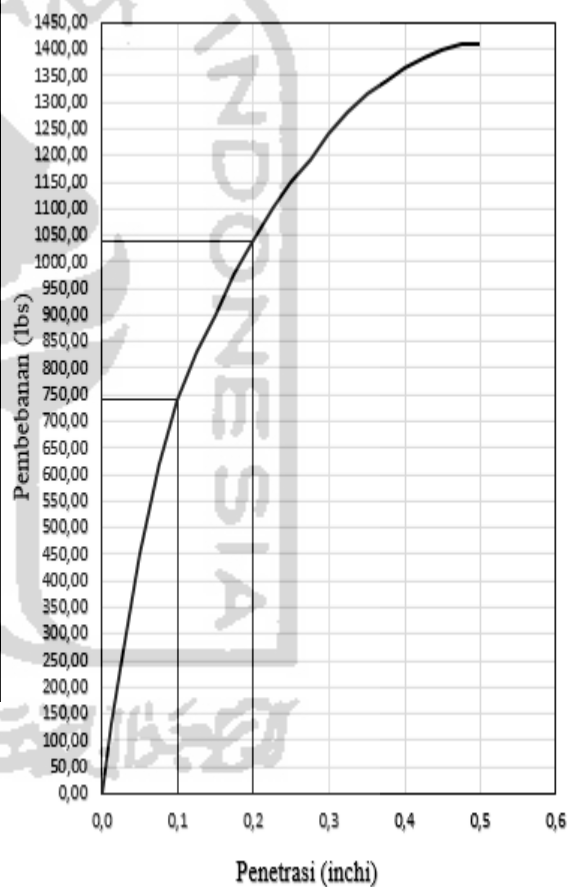
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 34. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 2**

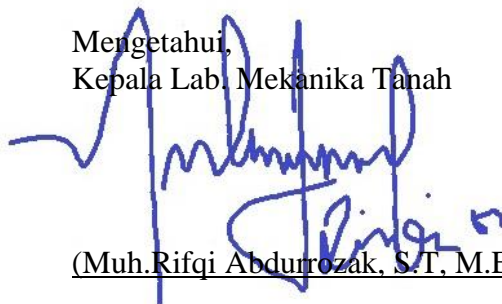
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 3 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 09 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7760	7760
cetakan (gr)	3380	3380
tanah basah (gr)	4380	4380
diameter (cm)	15,9	15,9
tinggi (cm)	17,84	17,84
volume (cm ³)	3542,25	3542,25
berat volume tanah	1,237	1,237
berat volume tanah kering	1,118	1,118
kadar air	setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	12,55	12,65
cawan + tanah	43,27	54,53
cawan + tanah kering	40,33	50,53
berat air	2,94	4
tanah kering	27,78	37,88
kadar air	10,58%	10,56%
kadar air rata2	10,57%	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	24,67%	
0,2 (inchi)	23,11%	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)



**Lampiran 35. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli +
1% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 11 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
0	0,0000	0	0		0	
0,25	0,0125	0,32	3		100	
0,5	0,0250	0,64	6		190	
1	0,0500	1,27	10		310	
1,5	0,0750	1,91	14		435	
2	0,1000	2,55	17		530	
2,5	0,1250	3,18	19		600	
3	0,1500	2,82	21		665	
3,5	0,1750	4,45	23		730	
4	0,2000	5,09	25		790	
4,5	0,2250	5,73	27		850	
5	0,2500	6,36	29		920	
5,5	0,2750	7	31		980	
6	0,3000	7,64	33		1040	
6,5	0,3250	8,27	35		1090	
7	0,3500	8,91	37		1140	
7,5	0,3750	9,54	38		1180	
8	0,4000	10,18	39		1220	
8,5	0,4250	10,82	39,5		1250	
9	0,4500	11,45	40		1270	
9,5	0,4750	12,09	40,5		1290	
10	0,5000	12,73	41		1300	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Muh.Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

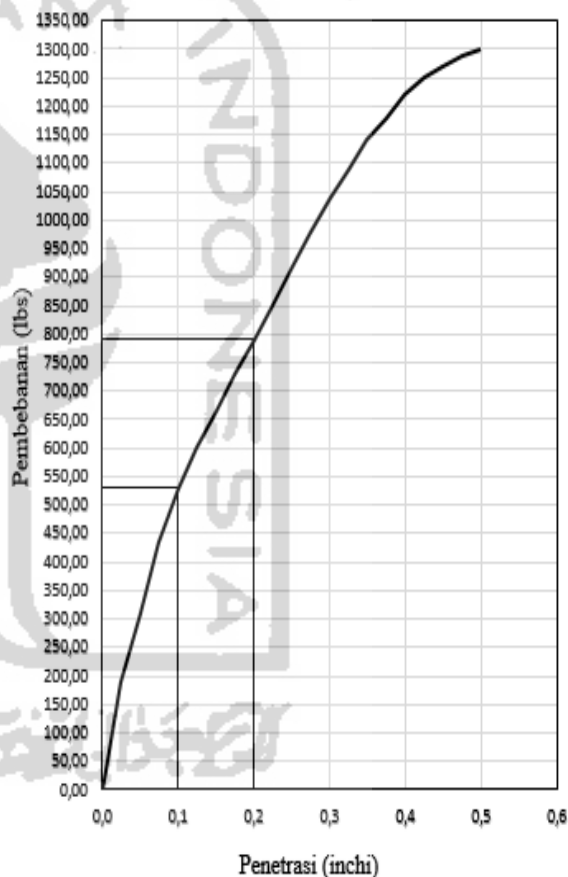
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 35. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

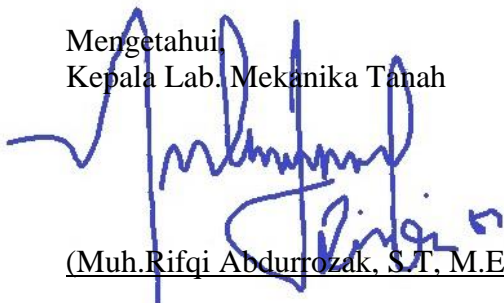
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 11 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7215	7215
cetakan (gr)	3493	3493
tanah basah (gr)	3722	3722
diameter (cm)	15,18	15,18
tinggi (cm)	17,72	17,72
volume (cm ³)	3206,99	3206,99
berat volume tanah	1,161	1,161
berat volume tanah kering	1,054	1,054
kadar air	Setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	6,87	7,3
cawan + tanah	24,9	29,73
cawan + tanah kering	23,23	27,68
berat air	1,67	2,05
tanah kering	16,36	20,38
kadar air	10,21 %	10,06 %
kadar air rata2	10,13 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	17,67%	
0,2 (inchi)	17,56%	




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



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

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)



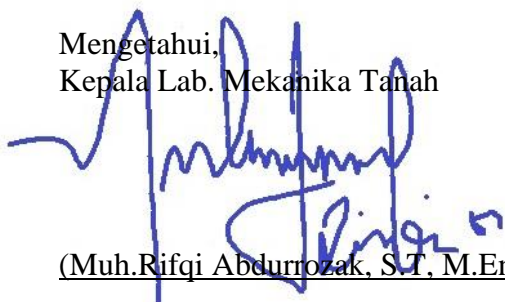
**Lampiran 36. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli +
1% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 11 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	3		100	
0,5	0,0250	0,64	6		190	
1	0,0500	1,27	10		320	
1,5	0,0750	1,91	14,2		450	
2	0,1000	2,55	17,5		550	
2,5	0,1250	3,18	19,5		620	
3	0,1500	2,82	21,5		680	
3,5	0,1750	4,45	23,5		745	
4	0,2000	5,09	25,5		805	
4,5	0,2250	5,73	27,7		880	
5	0,2500	6,36	29,5		935	
5,5	0,2750	7	31,5		1000	
6	0,3000	7,64	33		1050	
6,5	0,3250	8,27	35		1110	
7	0,3500	8,91	37		1140	
7,5	0,3750	9,54	38		1180	
8	0,4000	10,18	39		1220	
8,5	0,4250	10,82	40		1250	
9	0,4500	11,45	40,5		1270	
9,5	0,4750	12,09	41		1290	
10	0,5000	12,73	41,5		1300	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah


(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

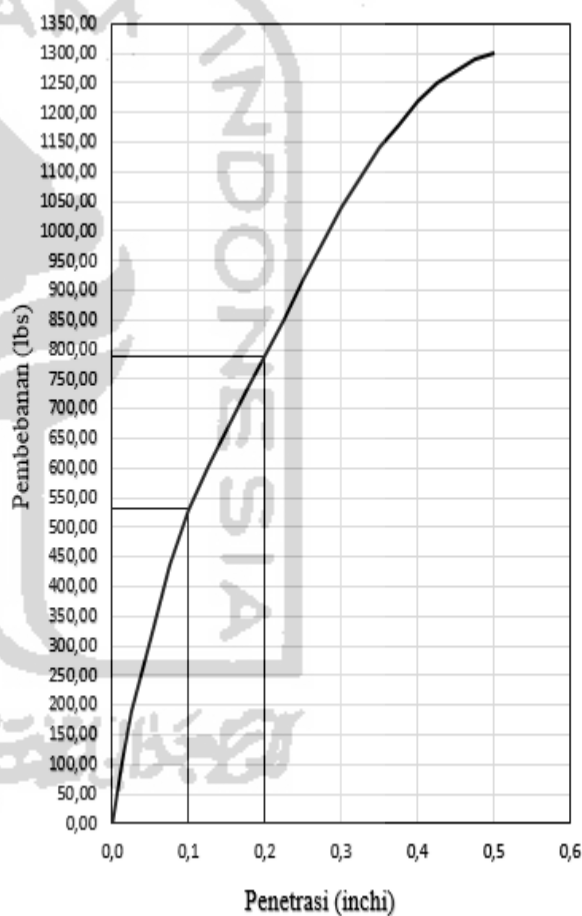

(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 36. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

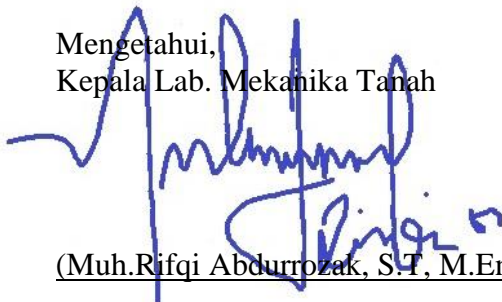
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 11 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7215	7215
cetakan (gr)	3493	3493
tanah basah (gr)	3722	3722
diameter (cm)	15,18	15,18
tinggi (cm)	17,72	17,72
volume (cm ³)	3206,99	3206,99
berat volume tanah	1,161	1,161
berat volume tanah kering	1,052	1,052
kadar air	Setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	6,87	7,3
cawan + tanah	24,9	29,73
cawan + tanah kering	23,22	27,64
berat air	1,68	2,09
tanah kering	16,35	20,34
kadar air	10,28 %	10,28 %
kadar air rata2	10,28 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	18,33 %	
0,2 (inchi)	17,89 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozzak, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

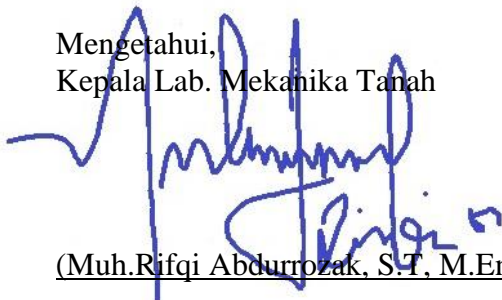
Lampiran 37. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 1

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 11 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	5		175	
0,5	0,0250	0,64	10		300	
1	0,0500	1,27	15		475	
1,5	0,0750	1,91	20		634	
2	0,1000	2,55	23,5		765	
2,5	0,1250	3,18	27		855	
3	0,1500	2,82	29		910	
3,5	0,1750	4,45	30,5		966	
4	0,2000	5,09	31,5		1010	
4,5	0,2250	5,73	33		1045	
5	0,2500	6,36	34		1077	
5,5	0,2750	7	35		1120	
6	0,3000	7,64	36		1155	
6,5	0,3250	8,27	37		1190	
7	0,3500	8,91	38		1230	
7,5	0,3750	9,54	40		1260	
8	0,4000	10,18	41		1290	
8,5	0,4250	10,82	42		1320	
9	0,4500	11,45	42,5		1340	
9,5	0,4750	12,09	43		1360	
10	0,5000	12,73	43,5		1380	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



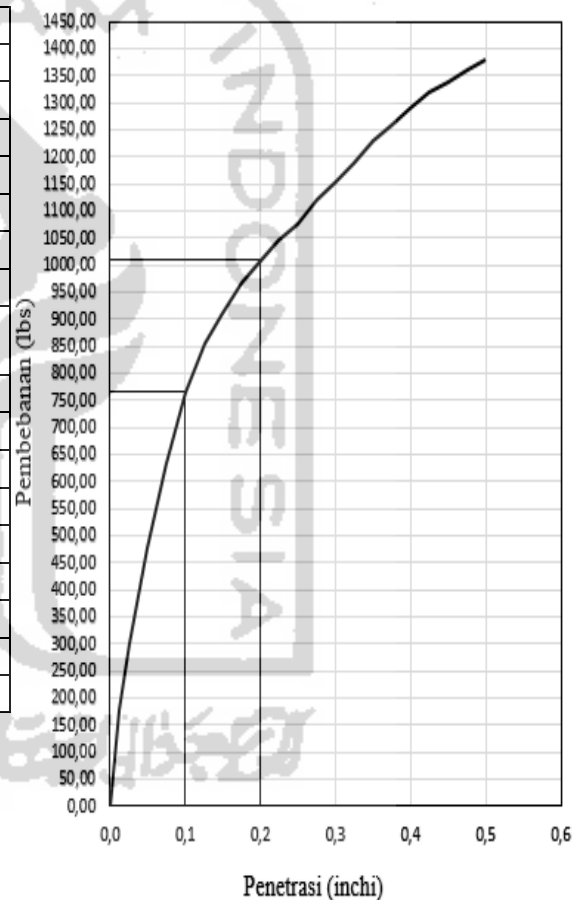
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 37. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

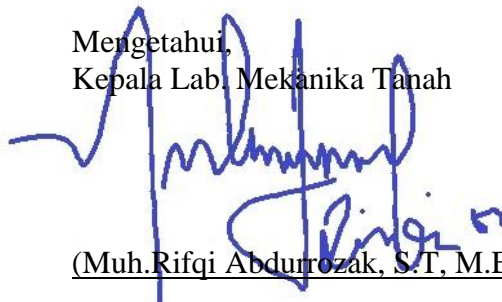
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 11 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7445	7445
cetakan (gr)	3593	3593
tanah basah (gr)	3852	3852
diameter (cm)	15,16	15,16
tinggi (cm)	17,75	17,75
volume (cm ³)	3203,96	3203,96
berat volume tanah	1,202	1,202
berat volume tanah kering	1,090	1,090
kadar air	Setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	7,71	6,36
cawan + tanah	38,59	40,53
cawan + tanah kering	35,72	37,35
berat air	2,87	3,18
tanah kering	28,01	30,99
kadar air	10,25 %	10,26 %
kadar air rata2	10,25 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	25,50 %	
0,2 (inchi)	22,44 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)



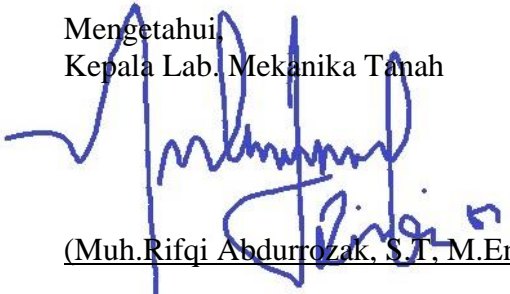
**Lampiran 39. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli +
3% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 11 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	5		190	
0,5	0,0250	0,64	11		350	
1	0,0500	1,27	16		510	
1,5	0,0750	1,91	21		665	
2	0,1000	2,55	25		795	
2,5	0,1250	3,18	27		865	
3	0,1500	2,82	29		920	
3,5	0,1750	4,45	31		985	
4	0,2000	5,09	32,5		1030	
4,5	0,2250	5,73	34		1077	
5	0,2500	6,36	35		1120	
5,5	0,2750	7	37		1165	
6	0,3000	7,64	38		1205	
6,5	0,3250	8,27	39		1235	
7	0,3500	8,91	40		1270	
7,5	0,3750	9,54	41		1300	
8	0,4000	10,18	42		1330	
8,5	0,4250	10,82	42,5		1350	
9	0,4500	11,45	43		1365	
9,5	0,4750	12,09	43,5		1380	
10	0,5000	12,73	44		1400	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah


(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

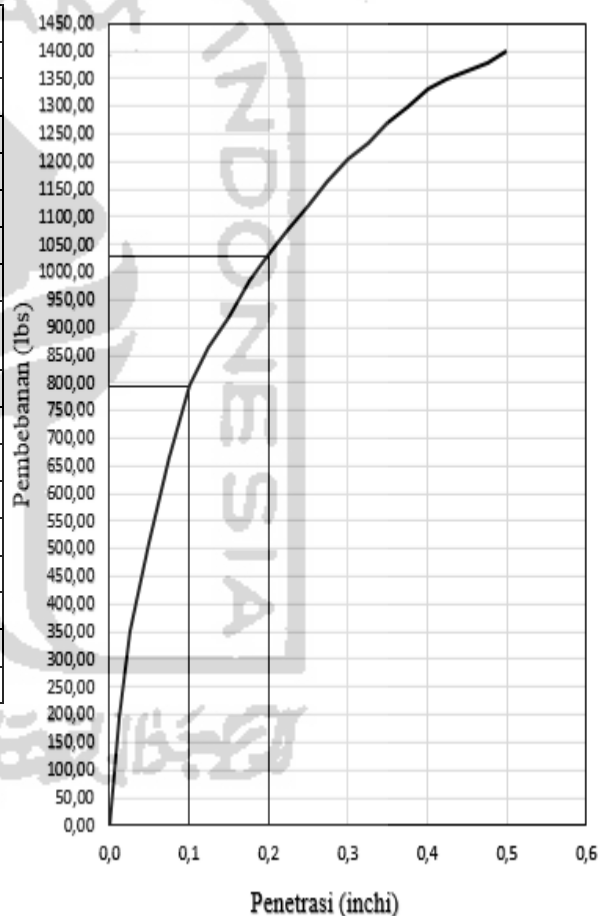

(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 39. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

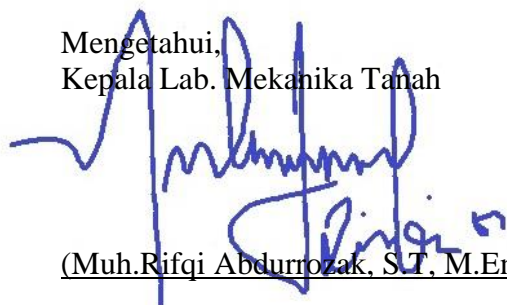
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 11 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7557	7557
cetakan (gr)	3675	3675
tanah basah (gr)	3882	3882
diameter (cm)	15,2	15,2
tinggi (cm)	17,71	17,71
volume (cm ³)	3213,63	3213,63
berat volume tanah	1,208	1,208
berat volume tanah kering	1,096	1,096
kadar air	Setelah	Sesudah
no cawan	I	II
cawan	7,71	6,36
cawan + tanah	38,59	40,53
cawan + tanah kering	35,72	37,35
berat air	2,87	3,118
tanah kering	28,01	30,99
kadar air	10,25 %	10,26 %
kadar air rata2	10,25 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	26,50 %	
0,2 (inchi)	22,89 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



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

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)



**Lampiran 40. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli +
5% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 11 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	6		190	
0,5	0,0250	0,64	11		350	
1	0,0500	1,27	17		540	
1,5	0,0750	1,91	22		700	
2	0,1000	2,55	26		825	
2,5	0,1250	3,18	28		910	
3	0,1500	2,82	30		990	
3,5	0,1750	4,45	33		1050	
4	0,2000	5,09	35		1110	
4,5	0,2250	5,73	37		1165	
5	0,2500	6,36	39		1210	
5,5	0,2750	7	40		1260	
6	0,3000	7,64	41		1300	
6,5	0,3250	8,27	42		1340	
7	0,3500	8,91	43		1370	
7,5	0,3750	9,54	44		1400	
8	0,4000	10,18	45		1425	
8,5	0,4250	10,82	45,5		1445	
9	0,4500	11,45	46		1460	
9,5	0,4750	12,09	46,5		1470	
10	0,5000	12,73	47		1480	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Muh.Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

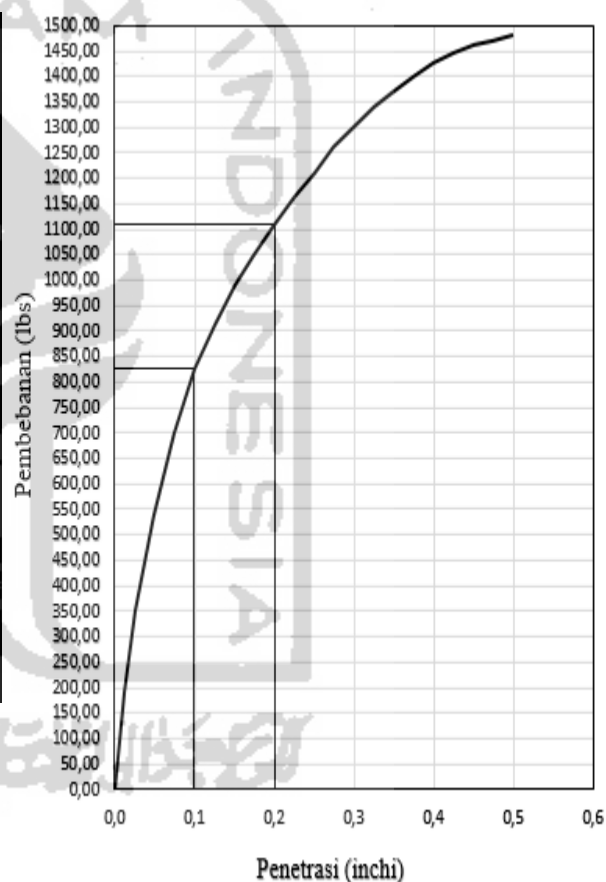
(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 40. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

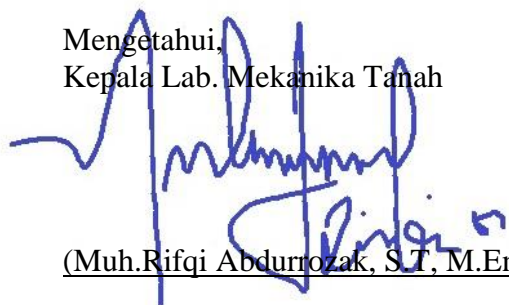
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 11 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7175	7175
cetakan (gr)	3383	3383
tanah basah (gr)	3792	3792
diameter (cm)	15,17	15,17
tinggi (cm)	17,18	17,18
volume (cm ³)	3105,16	3105,16
berat volume tanah	1,221	1,221
berat volume tanah kering	1,107	1,197
kadar air	Setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	10,59	10,47
cawan + tanah	42,94	45,61
cawan + tanah kering	39,91	42,33
berat air	3,03	3,28
tanah kering	29,32	31,86
kadar air	10,33 %	10,30 %
kadar air rata2	10,31 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	27,50 %	
0,2 (inchi)	24,67 %	




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)



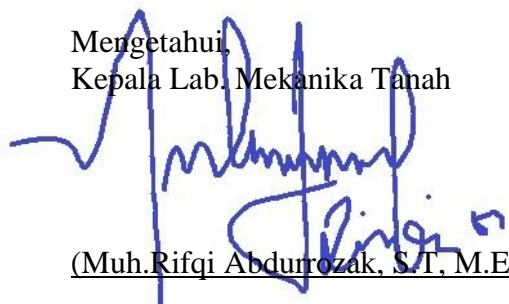
**Lampiran 41. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli +
5% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 11 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	6,5		200	
0,5	0,0250	0,64	12		380	
1	0,0500	1,27	18		570	
1,5	0,0750	1,91	22,5		715	
2	0,1000	2,55	26,3		835	
2,5	0,1250	3,18	28,5		900	
3	0,1500	2,82	30,7		975	
3,5	0,1750	4,45	33,5		1060	
4	0,2000	5,09	35,5		1125	
4,5	0,2250	5,73	37,5		1190	
5	0,2500	6,36	39,5		1255	
5,5	0,2750	7	40,5		1285	
6	0,3000	7,64	41,5		1315	
6,5	0,3250	8,27	42,5		1345	
7	0,3500	8,91	43,5		1380	
7,5	0,3750	9,54	45		1425	
8	0,4000	10,18	45,5		1445	
8,5	0,4250	10,82	46		1460	
9	0,4500	11,45	46,5		1475	
9,5	0,4750	12,09	47		1490	
10	0,5000	12,73	47,5		1500	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah


(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

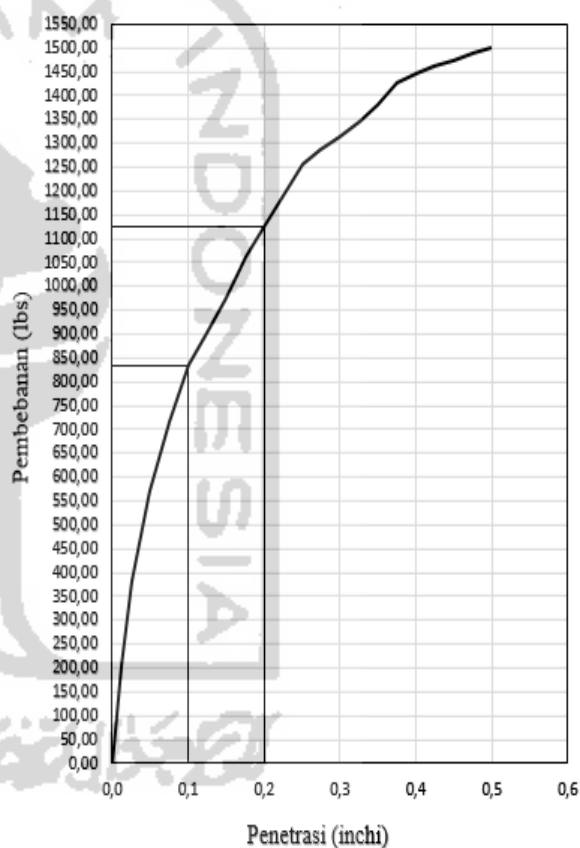

(Indra Teguh Putranto)

**Lanjutan Lampiran 41. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Laboratorium
Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

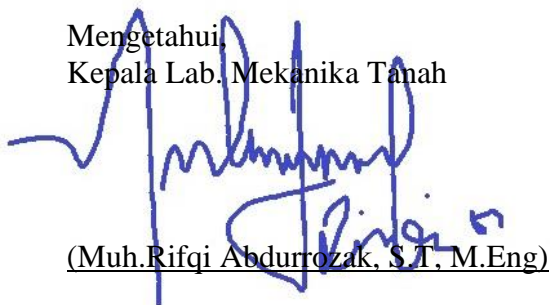
**PENGUJIAN CBR *Unsoaked* Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 11 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7380	7380
cetakan (gr)	3455	3455
tanah basah (gr)	3925	3925
diameter (cm)	15,17	15,17
tinggi (cm)	17,18	17,18
volume (cm ³)	3105,16	3105,16
berat volume tanah	1,264	1,264
berat volume tanah kering	1,147	1,147
kadar air	Setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	9,85	10,37
cawan + tanah	43,05	45,51
cawan + tanah kering	39,97	42,25
berat air	3,08	3,26
tanah kering	30,12	31,88
kadar air	10,23 %	10,23 %
kadar air rata2	10,23 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	27,83 %	
0,2 (inchi)	25,00 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)



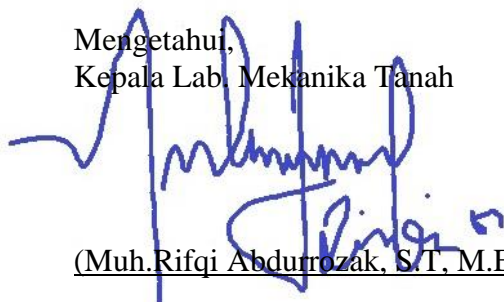
Lampiran 42. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 1

**PENGUJIAN CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Reandaman Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	0		0	
0,5	0,0250	0,64	0		0	
1	0,0500	1,27	0,5		15	
1,5	0,0750	1,91	1,5		47	
2	0,1000	2,55	3		95	
2,5	0,1250	3,18	5		145	
3	0,1500	2,82	6		180	
3,5	0,1750	4,45	7		210	
4	0,2000	5,09	8		235	
4,5	0,2250	5,73	8,5		260	
5	0,2500	6,36	9		285	
5,5	0,2750	7	9,5		305	
6	0,3000	7,64	10		325	
6,5	0,3250	8,27	10,5		342	
7	0,3500	8,91	11		357	
7,5	0,3750	9,54	11,5		372	
8	0,4000	10,18	12		383	
8,5	0,4250	10,82	12,5		394	
9	0,4500	11,45	12,7		403	
9,5	0,4750	12,09	13		410	
10	0,5000	12,73	13,3		415	

Mengetahui,
Kepala Lab Mekanika Tanah


(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

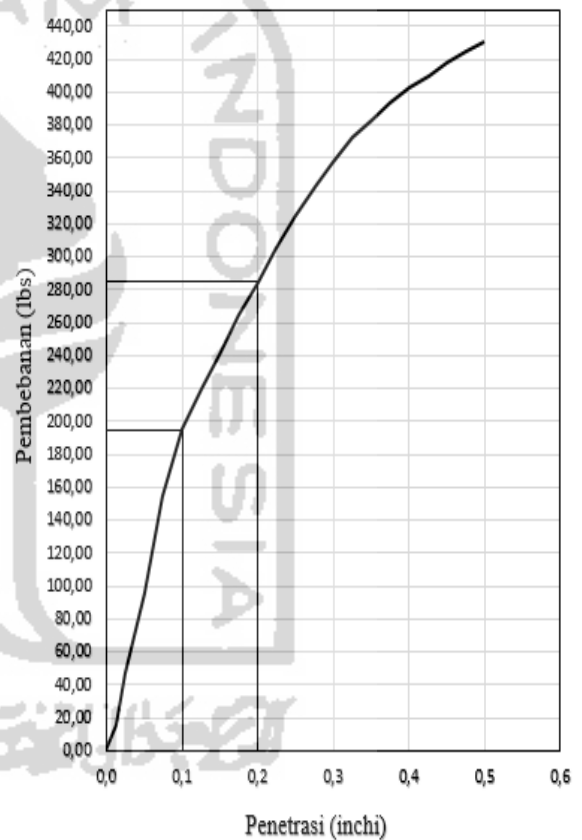

(Indra Teguh Putranto)

Lanjutan Lampiran 42. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 1

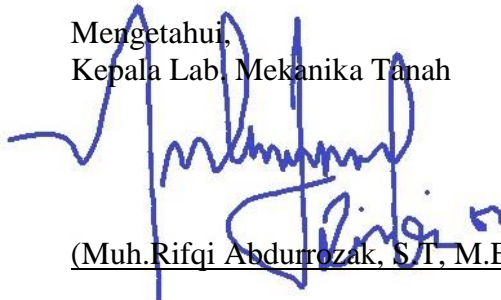
**PENGUJIAN CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7067	7067
cetakan (gr)	3630	3630
tanah basah (gr)	3437	3437
diameter (cm)	15,2	15,2
tinggi (cm)	17,72	17,72
volume (cm ³)	3215,44	3215,44
berat volume tanah	1,069	1,069
berat volume tanah kering	0,845	0,845
kadar air	Setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	12,77	12,98
cawan + tanah	46,38	51,98
cawan + tanah kering	39,36	43,77
berat air	7,02	8,21
tanah kering	26,59	30,79
kadar air	26,40 %	26,66 %
kadar air rata2	26,53 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	3,17 %	
0,2 (inchi)	5,22 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



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

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)



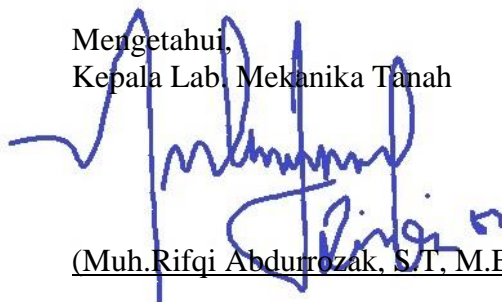
Lampiran 43. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7, 4 Hari Rendaman Hari Sampel 2

**PENGUJIAN CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	0,5		15	
0,5	0,0250	0,64	1,5		47	
1	0,0500	1,27	3,2		100	
1,5	0,0750	1,91	5,2		160	
2	0,1000	2,55	6,2		200	
2,5	0,1250	3,18	7,2		225	
3	0,1500	2,82	8,2		250	
3,5	0,1750	4,45	8,5		270	
4	0,2000	5,09	9,2		290	
4,5	0,2250	5,73	9,7		310	
5	0,2500	6,36	10,2		330	
5,5	0,2750	7	10,7		347	
6	0,3000	7,64	11,2		362	
6,5	0,3250	8,27	11,7		377	
7	0,3500	8,91	12,2		388	
7,5	0,3750	9,54	12,7		499	
8	0,4000	10,18	12,9		408	
8,5	0,4250	10,82	13,2		415	
9	0,4500	11,45	13,5		420	
9,5	0,4750	12,09	13,7		425	
10	0,5000	12,73	13,8		430	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah


(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

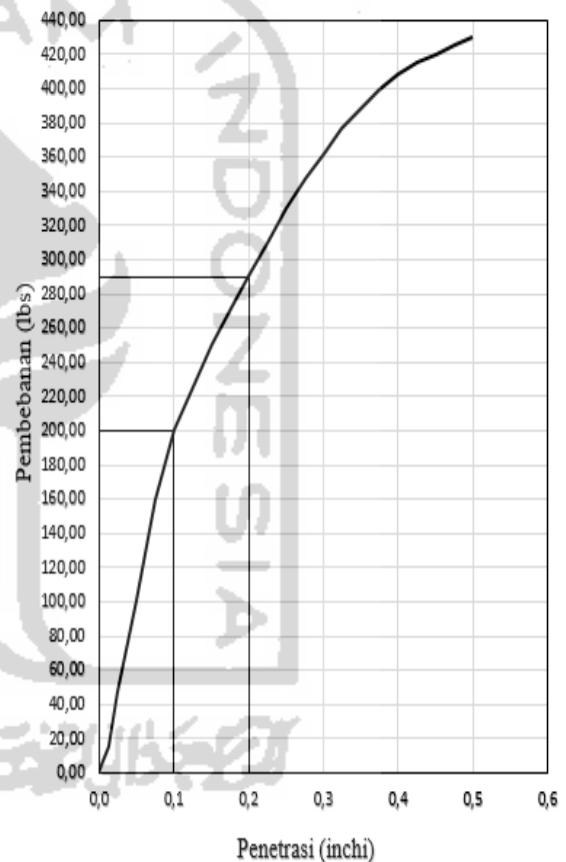

(Indra Teguh Putranto)

Lanjutan Lampiran 43. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 2

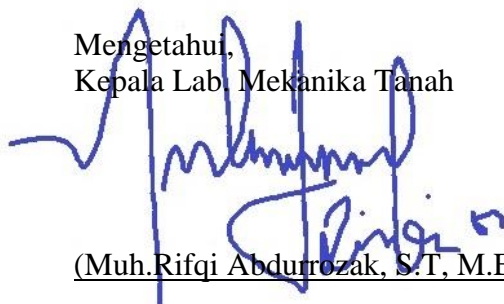
**PENGUJIAN CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 1% Zeolit
Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7085	7085
cetakan (gr)	3690	3690
tanah basah (gr)	3395	3395
diameter (cm)	15,22	15,22
tinggi (cm)	17,8	17,8
volume (cm ³)	3238,46	3238,46
berat volume tanah	1,048	1,048
berat volume tanah kering	0,829	0,829
kadar air	Setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	12,77	12,98
cawan + tanah	46,38	51,98
cawan + tanah kering	39,36	43,77
berat air	7,02	8,21
tanah kering	26,59	30,79
kadar air	26,40 %	26,66 %
kadar air rata2	26,53 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	3,33 %	
0,2 (inchi)	5,33 %	



Mengetahui,
Kepala Lab Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)



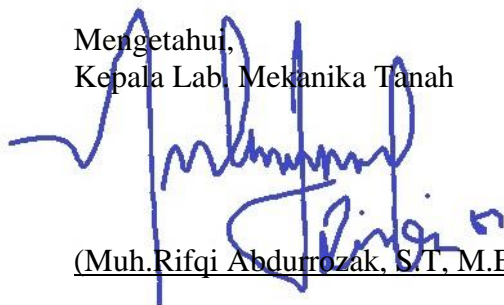
Lampiran 44. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 1

**PENGUJIAN CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	0,8		25	
0,5	0,0250	0,64	1,5		48	
1	0,0500	1,27	3,5		111	
1,5	0,0750	1,91	5,5		174	
2	0,1000	2,55	6,5		206	
2,5	0,1250	3,18	7,5		238	
3	0,1500	2,82	8,5		270	
3,5	0,1750	4,45	9		285	
4	0,2000	5,09	9,5		301	
4,5	0,2250	5,73	10		317	
5	0,2500	6,36	10,2		330	
5,5	0,2750	7	11		350	
6	0,3000	7,64	11,5		372	
6,5	0,3250	8,27	12		392	
7	0,3500	8,91	13		410	
7,5	0,3750	9,54	13,5		430	
8	0,4000	10,18	14		447	
8,5	0,4250	10,82	14,5		460	
9	0,4500	11,45	15		475	
9,5	0,4750	12,09	15,5		490	
10	0,5000	12,73	16		500	

Mengetahui,
Kepala Lab Mekanika Tanah


(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

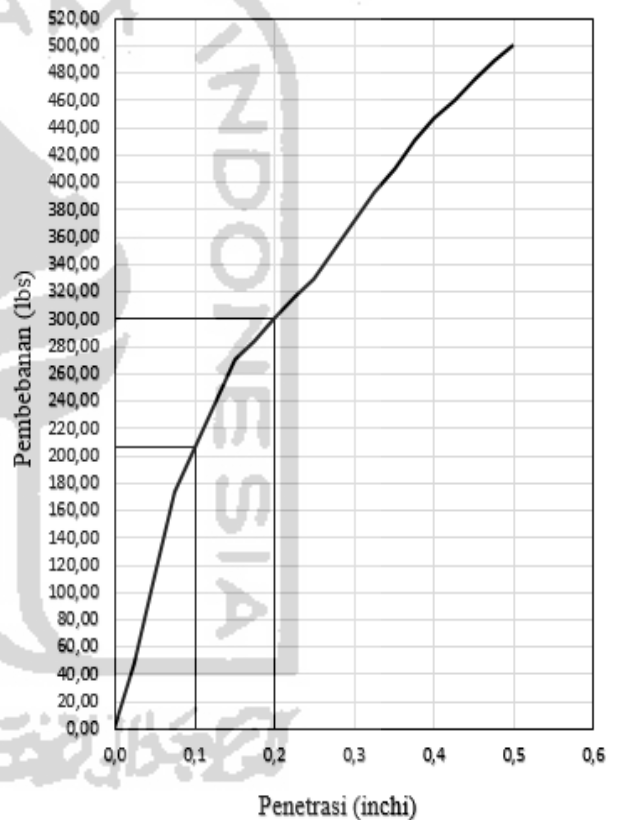

(Indra Teguh Putranto)

Lanjutan Lampiran 44. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 1

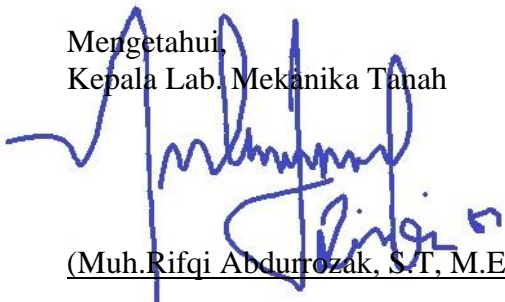
**PENGUJIAN CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 117Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7042	7042
cetakan (gr)	3493	3493
tanah basah (gr)	3549	3549
diameter (cm)	15,2	15,2
tinggi (cm)	17,72	17,72
volume (cm ³)	3125,44	3215,44
berat volume tanah	1,104	1,104
berat volume tanah kering	0,864	0,864
kadar air	Setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	6,64	7,5
cawan + tanah	47,96	52,86
cawan + tanah kering	39,03	42,98
berat air	8,93	9,88
tanah kering	32,39	35,48
kadar air	27,57%	27,85 %
kadar air rata2	27,71%	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	5,00 %	
0,2 (inchi)	6,22 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)


Lampiran 45. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 2

**PENGUJIAN CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	0,9		29	
0,5	0,0250	0,64	1,6		51	
1	0,0500	1,27	3,6		144	
1,5	0,0750	1,91	5,6		174	
2	0,1000	2,55	6,6		209	
2,5	0,1250	3,18	7,6		241	
3	0,1500	2,82	8,6		270	
3,5	0,1750	4,45	9,1		288	
4	0,2000	5,09	9,6		304	
4,5	0,2250	5,73	10,1		320	
5	0,2500	6,36	10,3		335	
5,5	0,2750	7	11,1		352	
6	0,3000	7,64	11,6		368	
6,5	0,3250	8,27	12,1		385	
7	0,3500	8,91	13,1		410	
7,5	0,3750	9,54	13,6		431	
8	0,4000	10,18	14,1		447	
8,5	0,4250	10,82	14,6		463	
9	0,4500	11,45	15,1		479	
9,5	0,4750	12,09	15,6		495	
10	0,5000	12,73	16,1		510	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozzak, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



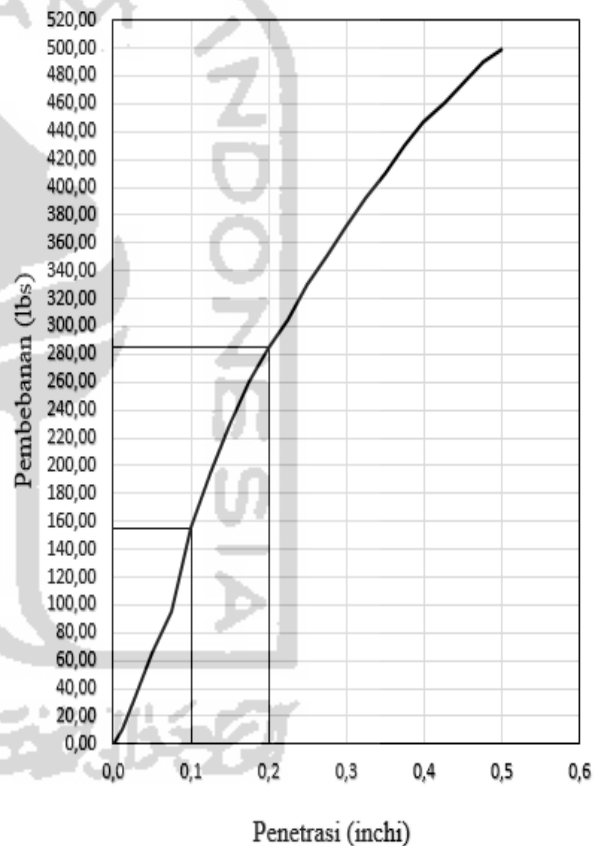
(Indra Teguh Putranto)

Lanjutan Lampiran 45. Hasil Pengujian CBR *Soaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Sampel 2

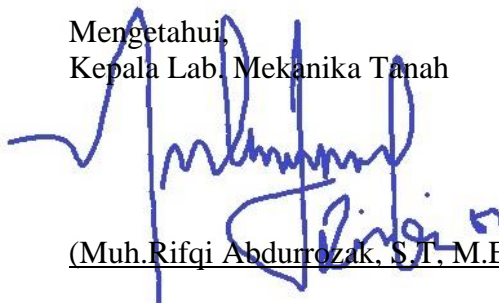
**PENGUJIAN CBR *Soaked* Laboratorium Tanah Asli + 3% Zeolit
Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7075	7075
cetakan (gr)	3490	3490
tanah basah (gr)	3585	3585
diameter (cm)	15,22	15,22
tinggi (cm)	17,8	17,8
volume (cm ³)	3238,46	3238,46
berat volume tanah	1,107	1,107
berat volume tanah kering	0,867	0,867
kadar air	Setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	6,64	7,5
cawan + tanah	47,96	52,86
cawan + tanah kering	39,03	42,98
berat air	8,93	9,88
tanah kering	32,39	35,48
kadar air	27,57%	27,85%
kadar air rata2	27,71 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	5,17 %	
0,2 (inchi)	6,33 %	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozzak, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

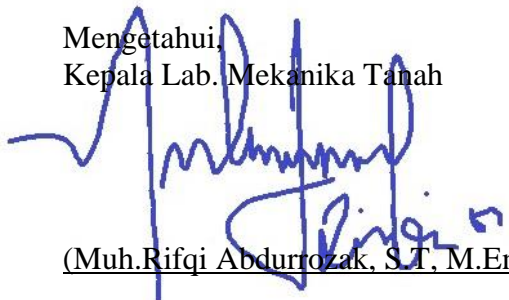
Lampiran 46. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 1

**PENGUJIAN CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	Mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	1		32	
0,5	0,0250	0,64	2		64	
1	0,0500	1,27	4		127	
1,5	0,0750	1,91	6		190	
2	0,1000	2,55	8		254	
2,5	0,1250	3,18	9		285	
3	0,1500	2,82	10		317	
3,5	0,1750	4,45	10,5		340	
4	0,2000	5,09	11,5		365	
4,5	0,2250	5,73	12,5		396	
5	0,2500	6,36	13,5		420	
5,5	0,2750	7	14		444	
6	0,3000	7,64	14,5		465	
6,5	0,3250	8,27	15		483	
7	0,3500	8,91	15,5		503	
7,5	0,3750	9,54	16		520	
8	0,4000	10,18	16,5		535	
8,5	0,4250	10,82	17		550	
9	0,4500	11,45	17,5		557	
9,5	0,4750	12,09	18		565	
10	0,5000	12,73	18,5		568	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



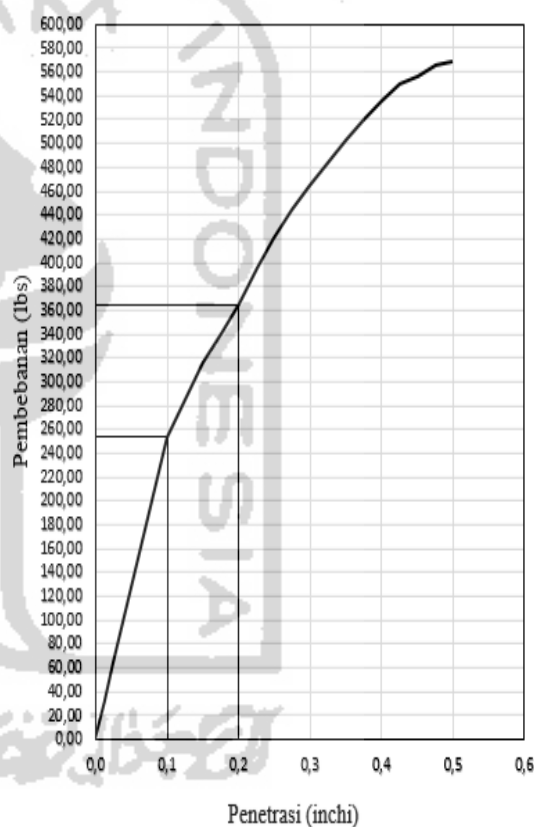
(Indra Teguh Putranto)

Lanjutan Lampiran 46. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 1

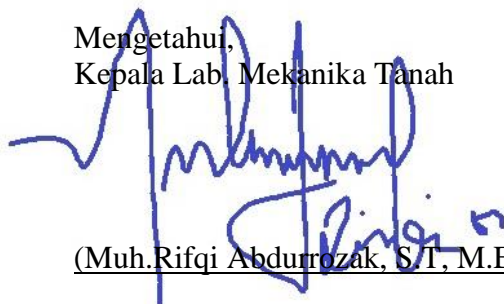
**PENGUJIAN CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 1**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 117Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7403	7403
cetakan (gr)	4037	4037
tanah basah (gr)	3366	3366
diameter (cm)	15,23	15,23
tinggi (cm)	17,85	17,85
volume (cm ³)	3251,83	3251,83
berat volume tanah	1,035	1,035
berat volume tanah kering	0,814	0,814
kadar air	Setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	12,66	12,83
cawan + tanah	63,69	66,66
cawan + tanah kering	52,77	55,18
berat air	10,92	11,48
tanah kering	40,11	42,35
kadar air	27,23 %	27,11 %
kadar air rata2	27,17 %	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	5,50 %	
0,2 (inchi)	7,67%	




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)



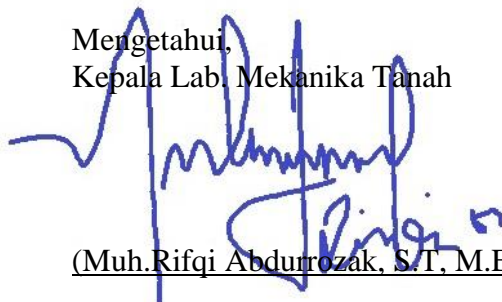
Lampiran 47. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 2

**PENGUJIAN CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial (div)		Beban (lbs)	
	inc	mm	atas	bawah	atas	bawah
	0	0,0000	0	0		0
0,25	0,0125	0,32	1,2		16	
0,5	0,0250	0,64	2,2		50	
1	0,0500	1,27	4,2		80	
1,5	0,0750	1,91	6,2		120	
2	0,1000	2,55	8,2		165	
2,5	0,1250	3,18	9,2		230	
3	0,1500	2,82	10,2		277	
3,5	0,1750	4,45	10,7		315	
4	0,2000	5,09	11,7		350	
4,5	0,2250	5,73	12,7		380	
5	0,2500	6,36	13,7		408	
5,5	0,2750	7	14,2		437	
6	0,3000	7,64	14,7		460	
6,5	0,3250	8,27	15,2		483	
7	0,3500	8,91	15,7		503	
7,5	0,3750	9,54	16,2		520	
8	0,4000	10,18	16,7		535	
8,5	0,4250	10,82	17,2		550	
9	0,4500	11,45	17,7		557	
9,5	0,4750	12,09	18,2		565	
10	0,5000	12,73	18,7		568	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah


(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti

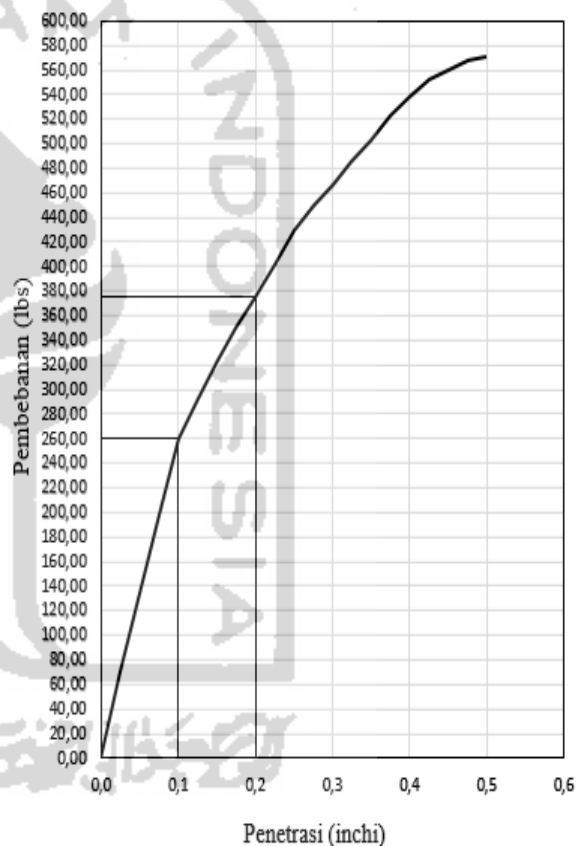

(Indra Teguh Putranto)

Lanjutan Lampiran 47. Hasil Pengujian CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Sampel 2


**PENGUJIAN CBR Soaked Laboratorium Tanah Asli + 5% Zeolit
Pemeraman 7 Hari, 4 Hari Rendaman Sampel 2**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pare, Godean, Sleman, DIY
Tanggal : 17 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

berat volume	sebelum	sesudah
tanah + cetakan (gr)	7200	7200
cetakan (gr)	4030	4030
tanah basah (gr)	3170	3170
diameter (cm)	15,18	15,18
tinggi (cm)	17,22	17,22
volume (cm ³)	3116,50	3116,50
berat volume tanah	1,017	1,017
berat volume tanah kering	0,800	0,800
kadar air	Setelah	sesudah
no cawan	I	II
cawan	12,66	12,83
cawan + tanah	63,69	66,66
cawan + tanah kering	52,77	55,18
berat air	10,92	11,48
tanah kering	40,11	42,35
kadar air	27,23%	27,11%
kadar air rata2	27,17%	
Nilai CBR		
0,1 (inchi)	5,50 %	
0,2 (inchi)	7,78 %	




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



(Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 30 Maret 2020
Peneliti



(Indra Teguh Putranto)

ABSTRAK

Tanah asli dari Desa Pare, Kecamatan Godean, Sleman, Yogyakarta termasuk jenis tanah yang memiliki daya dukung rendah yaitu jenis tanah berbutir halus. Tanah berbutir mempunyai nilai kembang susut yang tinggi sehingga menimbulkan kerugian pada pekerjaan konstruksi seperti jalan, gedung dan lain sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Zeolit sebagai bahan stabilisasi tanah berbutir halus yang mampu menaikkan daya dukung tanah.

Tahapan penelitian ada 2 tahap, tahap pertama pengujian sifat fisik tanah asli yaitu pengujian kadar air, berat jenis, berat volume, analisa granuler, batas-batas konsistensi, dan pemadatan tanah. Kemudian tahap kedua melakukan stabilisasi tanah. Pada penelitian ini, stabilisasi dilakukan dengan menambahkan campuran Zeolit bervariasi sebesar 1%, 3%, dan 5% dengan perlakuan pemeraman 1 hari, 3 hari, 7 hari. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu CBR rendaman (soaked) dan tanpa perendaman (unsoaked).

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tanah termasuk dalam kelompok A-4 yaitu tanah yang berjenis lanau dengan sifat sedang sampai buruk, data tersebut berdasarkan klasifikasi AASHTO, sedangkan klasifikasi menurut USCS tanah termasuk dalam kelompok ML yaitu tanah lanau inorganik dan pasir sangat halus atau pasir halus berlanau atau berlempung. Berdasarkan pengujian CBR Laboratorium didapatkan nilai CBR tanah asli tanpa rendaman (unsoaked) sebesar 14,915%. Setelah dilakukan stabilisasi, nilai CBR tanpa rendaman meningkat menjadi 19,165% pada 5% Zeolit dengan pemeraman 1 hari. CBR rendaman (Soaked) tanah asli meningkat dari 3,945% menjadi 7,725% pada 5% Zeolit dengan pemeraman 7 hari + 4 hari rendaman.

Kata kunci: CBR, Zeolit, Berbutir Halus, Pemeraman, Stabilisasi

ABSTRACT

The soil from Pare village, Godean sub-district, Sleman district of Yogyakarta is one type of soil that has a low bearing capacity, namely the type of fine grained soil. Fine grained soil has a high shrinkage value, a high increase in capillary water, so it can cause losses in construction work such as roads, buildings and so on. This research aims to determine the effect of Zeolite as stabilization material for clay which can increase the carrying capacity of the soil.

There are 2 stages of research, the first stage is testing the physical properties of the original soil are consisted of moisture content, specific gravity, volume weight, granular analysis, Atterberg boundaries, and soil compaction. Then the second stage, doing the soaked and unsoaked of CBR test on each soil mix, with variation of Zeolit powder 1%, 3%, and 5%. And with ripening treatment for 1 day, 3 days, 7 days and 4 days for soaking treatment.

The results showed that the soil included in group A-4 was silt-type soil with moderate to bad properties, the data was based on AASHTO classification, while the classification according to USCS soil was included in the ML group is inorganic silt and very smooth sand or smooth sand or clay. Based on laboratory CBR test, the CBR value of unsoaked original soil is 14,915%. After stabilization, the CBR unsoaked value increases to 19,165% on 5% zeolit with 1 day curing. CBR soaked original soil increase from 3,945% to 7,725% on 5% zeolite in 7 day curing + 4 day soaked.

Keywords: CBR, Zeolite, fine-grained, Soaked, Stabilization.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan dasar dari suatu struktur atau konstruksi, baik itu konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan, yang sering menimbulkan masalah bila memiliki sifat-sifat yang buruk. Sifat-sifat tanah yang buruk dan kurang menguntungkan bila digunakan sebagai dasar suatu bangunan atau konstruksi, antara lain plastisitas yang tinggi, kekuatan geser yang rendah, kemampatan atau perubahan volume yang besar dan potensi kembang susut yang besar. Berbagai cara digunakan untuk memperbaiki kekuatan dari tanah berbutir halus ekspansif diantaranya dengan penambahan bahan kimia (stabilisasi secara kimiawi). Sudjianto (2007)

Tanah juga merupakan material konstruksi yang memegang peran penting sebagai dasar fondasi, Apabila tanah mengalami pembebanan akibat beban yang bekerja pada pondasi, maka akan mengakibatkan tegangan geser. Apabila tegangan geser mencapai harga batas maka massa tanah akan mengalami deformasi dan cenderung akan runtuh. Tegangan geser atau kuat geser tanah merupakan suatu faktor yang sangat penting dalam meninjau kestabilan suatu tanah. Kuat geser ini terutama dipengaruhi dua parameter kuat geser tanah, yaitu kohesi dan sudut gesek tanah. Kuat geser tanah ini penting sekali dalam menganalisa kestabilan suatu lereng serta analisis daya dukung tanah dasar pondasi. Ramadhani (2011).

Tanah berbutir halus merupakan tanah yang memiliki beberapa sifat buruk yang dapat mengganggu kekuatan dari suatu bangunan konstruksi sehingga konstruksi tersebut dapat mengalami kerusakan fisik yang tidak dapat diprediksi. Sifat-sifat buruk yang dimiliki oleh tanah berbutir halus yakni kembang susut yang relatif besar, plastisitas yang tinggi dan nilai kuat geser yang rendah. Maka dari itu diperlukan upaya-upaya perbaikan tanah agar tanah berbutir halus dapat dimanfaatkan sebagai tanah dasar dan sebagai bahan material yang layak dalam pembangunan konstruksi.

Dari uraian-uraian diatas penulis mengambil judul proposal Tugas Akhir ini “Pengaruh Stabilisasi Tanah Berbutir Halus Dengan Penambahan Zeolit Terhadap Nilai CBR”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut ini.

1. Bagaimana klasifikasi tanah dari desa Pare, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman , Daerah Istimewa Yogyakarta ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan Zeolit sebagai stabilisasi tanah berbutir halus terhadap nilai CBR tanah asli ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui klasifikasi tanah di Desa Pare, Kecamatan Godean, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Mengetahui pengaruh penambahan Zeolit sebagai stabilisasi tanah berbutir halus terhadap nilai CBR tanah asli.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Dapat memperbaiki tanah Desa Pare, Kabupaten Sleman yang distabilisasi menggunakan campuran zeolit.
2. Memberikan masukan dan alternatif bahan tambah bagi para pelaksana tentang pemanfaatan zeolit sebagai bahan tambah untuk stabilisasi tanah dengan uji pemadatan dan CBR.
3. Dapat melengkapi penelitian yang sudah ada sebelumnya.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Sampel adalah tanah berbutir halus dengan kondisi terganggu (disturbed) diambil dari Desa Pare, Kabupaten Sleman dengan kedalaman tanah lebih kurang 0,5-1 m.
2. Penelitian dilakukan di dalam laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

3. Penambahan zeolit sebagai bahan stabilisasi sebesar 1%, 3%, dan 5% (*Soaked*) dan (*Unsoaked*) terhadap berat kering tanah.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tanah berbutir halus merupakan tanah yang sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral berbutir halus, dan mineral-mineral yang sangat halus lainnya. Berbutir halus didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm.

Tanah berbutir halus sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang, sedangkan pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das, 1998). Termasuk tanah ekspansif yaitu tanah yang memiliki derajat pengembangan volume yang tinggi sampai sangat tinggi. Potensi pengembangannya sangat erat hubungannya dengan indeks plastisitasnya, biasanya tanah dengan indeks elastisitas ($PI > 17$) dapat diperkirakan akan mempunyai perubahan volume yang besar, sehingga perlu distabilisasi untuk mengurangi perubahan volume pada tanah jenis ini (Bowles, 1991). Stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar dapat memenuhi syarat teknis tertentu.

2.2 Stabilisasi Tanah

2.2.1 Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Limbah Padat Tekstil (*Sludge*) dan Batu Zeolit Terhadap Penurunan.

Penelitian ini dilakukan oleh Purnama (2004) mengkaji penggunaan limbah padat tekstil (*sludge*). Adapun variasi sampel adalah tanah asli, tanah asli +Sludge (TS) dan tanah ash +Sludge +zeolit (TSZ) dengan variasi penambahan aditif 0%, 3%, 5%, 7%, dan 9%. Hasil penelitian ini pada pengujian tekan bebas diperoleh nilai kuat tekan bebas (q_u) untuk tanah asli sebesar 3,656 kg/cm². Nilai kuat tekan bebas maksimum untuk sampel TS didapatkan pada pemeraman hari ke-12 dengan rasio campuran Sludge 5 % sebesar 4,489 kg/cm², lebih besar 22,79 % dari tanah

asli sedangkan untuk sampel TSZ nilai kuat tekan bebas maksimum didapatkan pada pemeraman hari ke-6 dengan campuran Sludge + Zeolit 7 % sebesar 4,058 kg/cm², lebih besar 15,21 % dari tanah asli. Dari hasil analisis penurunan konsolidasi pada sampel TS 5% didapatkan pengurangan besar penurunan sebesar 2,02% dari penurunan tanah asli, sedangkan pada sampel TSZ 7% didapatkan pengurangan besar penurunan sebesar 62,10% dari penurunan tanah asli.

2.2.2 Studi Analisis Daya Dukung Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi yang Dicampur Zeolit.

Alfian,dkk (2015) melakukan penelitian menggunakan Zeolit sebagai bahan tambah tanah lempung berplastis tinggi. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai CBR pada lempung berplastisitas tinggi dicampur dengan zeolit. Penelitian ini menggunakan tanah lempung yang dicampur zeolit dengan variasi 6%, 8%, 10%, 12% dan 14% dengan masa pemeraman 14 hari lalu direndam selama 4 hari kemudian dilakukan pengujian CBR. Hasil dari penelitian ini nilai CBR tertinggi didapat dari campuran zeolit 14% dengan masa pemeraman 14 hari dan perendaman 4 hari yaitu sebesar 2,78%.

2.2.3 Anasis Nilai CBR Unsoaked Terhadap Tanah Lempung Desa Cot Seunong Yang Distabilisasi Dengan Zeolit Pada Kepadatan Sisi Kering.

Penelitian ini dilakukan oleh Mahazir (2015) dengan menggunakan bahan lempung dari desa Cot Seunong distabilkan dengan Zeolit. Pengujian yang dilakukan yaitu sifat-sifat fisis tanah seperti pengujian berat jenis, batas cair, batas plastis, pembagian butir, uji proctor standard dan pengujian CBR. Nilai CBR Unsoaked pada kepadatan sisi kering didapat pengurangan -2% kadar air optimum pada pengujian proctor standard, pencampuran zeolit dengan variasi 3%, 6%, 9% pada pengujian CBR Unsoaked. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan campuran zeolit pada tanah lempung berpengaruh pada peningkatan nilai CBR Unsoaked dan juga pada kepadatan optimum dari setiap variasi campuran.

2.2.4 Analisis Kepadatan Tanah Lempung Desa Cot Seunong Yang Distabilisasi Dengan Zeolit.

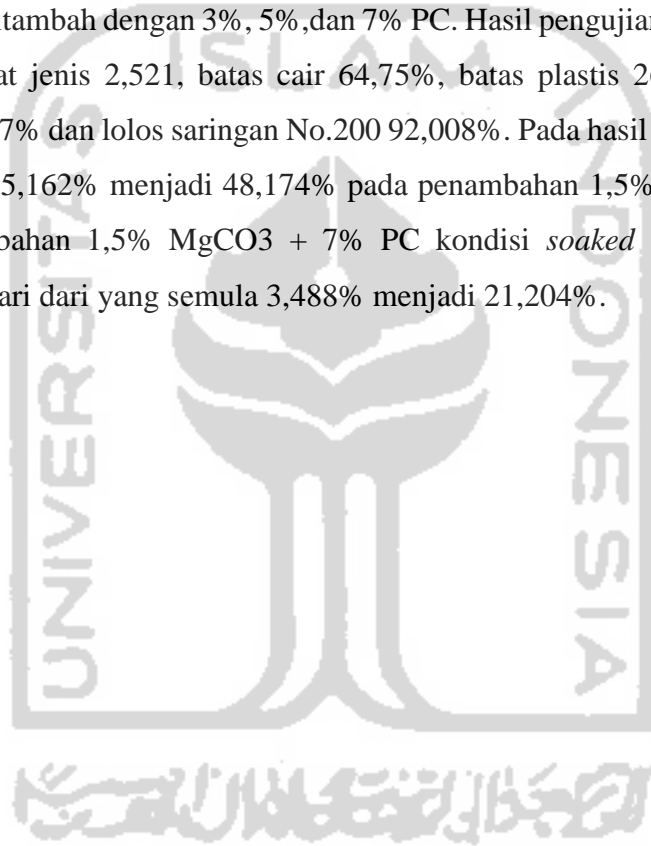
Penelitian dilakukan oleh Hayat (2014). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan zeolit yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung Desa Cot Seunong, terhadap nilai kepadatan. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sifat-sifat fisis dan uji proctor standar. Variasi campuran zeolit adalah 0%, 3%, 6%, dan 9%. Hasil pengujian sifat-sifat fisis tanah Cot Seunong yaitu berat jenis 2,67, batas cair 76,37%, batas plastis 24,56%, indeks plastis 51,81% dan lolos saringan No.200 78,97%. persentase kenaikan pada nilai berat volume kering hingga variasi campuran 9% adalah 6,10 % dan persentase penurunan pada nilai kadar air optimum (KAO) hingga variasi campuran 9% adalah 15,08 %. Dengan demikian zeolit berpengaruh untuk meningkatkan nilai berat volume kering dan menurunkan nilai kadar air pada stabilisasi tanah lempung.

2.2.5 Pengaruh Penambahan Rotec Dan Bubuk Arang Kayu Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR.

Penelitian ini dilakukan oleh Akbar (2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penambahan rotec dan bubuk arang kayu yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung Desa Kedungsari, Kec. Pengasih, Kab. Kulon Progo, D.I.Yogyakarta terhadap nilai CBR. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sifat-sifat fisis tanah dan uji proctor standar. Variasi campuran rotec 5% ditambah dengan 0%, 1%, 3% bubuk arang kayu. Hasil pengujian sifat-sifat fisis tanah yaitu berat jenis 2,537, batas cair 72,9%, batas plastis 49,33%, indeks plastisitas 23,57% dan lolos saringan No.200 93,16%. Pada hasil pengujian CBR tanah asli yaitu 9,9% menjadi 17,08% pada penambahan 5% rotec dan 1% bubuk arang kayu dan penambahan 5% rotec + 1% bubuk atrang kayu kondisi *soaked* dengan waktu perendaman 4 hari dari yang semula 1,42% menjadi 3,42%.

2.2.6 Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Magnesium Carbonate Dan Semen Terhadap Nilai CBR dan Potensi Pengembangan.

Penelitian ini dilakukan oleh Firdaus (2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penambahan magnesium carbonate dan semen yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung Desa Ngipak, Kec. Karangmojo, Kab. Gunung Kidul, D.I.Yogyakarta terhadap nilai CBR. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sifat-sifat fisis tanah dan uji proctor standar. Variasi campuran $MgCO_3$ 1,5% ditambah dengan 3%, 5%, dan 7% PC. Hasil pengujian sifat-sifat fisis tanah yaitu berat jenis 2,521, batas cair 64,75%, batas plastis 26,003%, indeks plastisitas 38,977% dan lolos saringan No.200 92,008%. Pada hasil pengujian CBR tanah asli yaitu 5,162% menjadi 48,174% pada penambahan 1,5% $MgCO_3$ + 7% PC dan penambahan 1,5% $MgCO_3$ + 7% PC kondisi *soaked* dengan waktu perendaman 4 hari dari yang semula 3,488% menjadi 21,204%.



2.3 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Perbedaan dengan penelitian yang telah ada dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Metode	Hasil	Perbedaan Penelitian Sekarang
Purnama, 2004	Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Limbah Padat Tekstil (Sludge) dan Batu Zeolit terhadap Penurunan	Pengujian yang dilakukan yaitu uji batas-batas konsistensitas Atterberg berat Jenis, analisis saringan, uji standar proktor, uji tekan bebas dan ujikonsolidasi. Metode pencampuran zat aditif menggunakan metode kering (drymix).	Hasil penelitian ini menunjukkan nilai (qu) pada tekan bebas tanah asli sebesar 3,656 kg/cm ² . Pada sampel TS pemeraman 12 hari dengan campuran sludge 5% pada tekan bebas maksimum didapatkan sebesar 4,489 kg/cm ² . sampel TSZ nilai kuat tekan bebas maksimum didapatkan pada pemeraman hari ke-6 dengan campuran Sludge + Zeolit 7 % sebesar 4,058 kg/cm ² , lebih besar 15,21 % dari tanah asli.	Tanah asli diambil dari Desa Pare, Godean, Sleman , D.I. Yogyakarta. Pengujian sifat fisis tanah / klasifikasi tanah dan CBR tanpa pemeraman dan pemeraman. Tanah berbutir halus.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

<p>Alfian, Afriani, Iswan, 2015</p>	<p>Studi Analisis Daya Dukung Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi yang Dicampur Zeolit.</p>	<p>Pengujian CBR dengan pemeraman 14 hari dengan variasi zeolit 6%, 8%, 10%, 12% dan 14% lalu direndam selama 4 hari. Kemudian di uji CBR.</p>	<p>Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan Zeolit pada tanah lempung dengan Nilai CBR tertinggi pada variasi campuran zeolit 14% dan diperam selama 14 hari kemudian direndam selama 4 hari mendapatkan hasil 2,78% pada tanah asli. Ini berarti Zeolit berpengaruh baik untuk stabilisasi tanah.</p>	<p>Penelitian yang dilakukan yaitu dengan pengujian CBR dengan dan tanpa pemeraman. Dengan kadar zeolit 1%, 3% dan 5% . Tanah berbutir halus.</p>
-------------------------------------	---	--	--	---

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Mahazir , 2015	Anasis Nilai CBR Unsoaked Terhadap Tanah Lepung Desa Cot Seunong Yang Distabilisasi Dengan Zeolit Pada Kepadatan Sisi Kering	Pengujian yang dilakukan yaitu sifat-sifat fisis tanah seperti pengujian berat jenis, batas cair, batas plastis, pembagian butir, uji proctor standard dan pengujian CBR Unsoaked	Hasil pengujian dari nilai CBR Unsoaked dengan variasi Penambahan zeolit sebesar 3%, 6%, 9% dapat memperbaiki nilai CBR tanah asli pada setiap variasi campuran.	Penelitian yang dilakukan yaitu CBR tanpa pemeraman dan pemeraman 1, 3 dan 7 hari. Tanah berbutir halus.
-------------------	---	--	---	---

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Hayat, 2014	Analisis Kepadatan Tanah Lempung Desa Cot Seunong Yang Distabilisasi Dengan Zeolit	Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sifat-sifat fisis dan uji proctor standar. Variasi campuran zeolit adalah 0%, 3%, 6%, dan 9%	Hasil pengujian sifat-sifat fisis tanah Cot Seunong yaitu berat jenis 2,67, batas cair 76,37%, batas plastis 24,56%, indeks plastis 51,81%. persentase kenaikan pada nilai berat volume kering variasi campuran 9% adalah 6,10 % dan (KAO) campuran 9% adalah 15,08 %.	Penelitian yang dilakukan menambahkan kadar zeolit sebesar 1%, 3% dan 5%. Pengujian CBR tanpa pemeraman. Tanah berbutir halus.
----------------	--	--	---	---

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Akbar (2019)	<p>Pengaruh Penambahan Rotec Dan Bubuk Arang Kayu Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR.</p>	<p>Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sifat-sifat fisis tanah dan uji proctor standar. Variasi campuran rotec 5% ditambah dengan 0%, 1%, 3% bubuk arang kayu</p>	<p>Hasil pengujian sifat-sifat fisis tanah yaitu berat jenis 2,537, batas cair 72,9%, batas plastis 49,33%, indeks plastisitas 23,57% dan lolos saringan No.200 93,16%. Pada hasil pengujian CBR tanah asli yaitu 9,9% menjadi 17,08% pada penambahan 5% rotec dan 1% bubuk arang kayu dan penambahan 5% rotec + 1% bubuk atrang kayu kondisi <i>soaked</i> dengan waktu perendaman 4 hari dari yang semula 1,42% menjadi 3,42%.</p>	<p>Penelitian ini menggunakan bahan kimia rotec dan bubuk arang kayu dengan variasi 5% rotec ditambah dengan 0%, 1%, 3% bubuk arang kayu. Tanah berbutir halus.</p>
--------------	--	--	--	---

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Firdaus (2018)	<p>Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Magnesium Carbonate Dan Semen Terhadap Nilai CBR dan Potensi Pengembangan.</p>	<p>Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sifat-sifat fisis tanah dan uji proctor standar. Variasi campuran MgCO₃ 1,5% ditambah dengan 3%, 5%, dan 7% PC</p>	<p>Hasil pengujian sifat-sifat fisis tanah yaitu berat jenis 2,521, batas cair 64,75%, batas plastis 26,003%, indeks plastisitas 38,977% dan lolos saringan No.200 92,008%. Pada hasil pengujian CBR tanah asli yaitu 5,162% menjadi 48,174% pada penambahan 1,5% MgCO₃ + 7% PC dan penambahan 1,5% MgCO₃ + 7% PC kondisi <i>soaked</i> dengan waktu perendaman 4 hari dari yang semula 3,488% menjadi 21,204%.</p>	<p>Penelitian ini menggunakan bahan kimia Magnesium Carbonate dan Semen dengan variasi 1,5% MgCO₃ ditambah dengan 3%, 5%, 7% PC. Tidak menghitung pengembangan. Tanah berbutir halus.</p>
----------------	--	---	---	--

Sumber: Purnama (2004), Alfian, Afriani, Iswan (2015), Muhazir (2015), Hayat (2014), Akbar (2019), Firdaus (2018)



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Batu Zeolit

Zeolite merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumino-silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya. Struktur dari zeolite terdiri dari tetrahedral $TO_4/2$ ($T = Si, Al, Zn, P, Ga, Ge, B, Be,$ dan lain-lain) unit bagian utama, dimana setiap atom oksigen berkaitan dengan dua atom tetrahedral. Takaya dalam Parapaga (2018)

Zeolite memiliki sifat-sifat yaitu dehidrasi, absorpsi, penukar kation, katalis dan penyaring atau pemisah. Molekul-molekul air yang terdapat dalam zeolite merupakan molekul yang mudah lepas. Komponen utama pembangun struktur zeolite adalah struktur bangun primer $(SiO_4)_4^-$ yang mampu membentuk struktur tiga dimensi. Muatan listrik yang dimiliki oleh kerangka zeolite baik yang terdapat dipermukaan maupun di dalam pori menyebabkan zeolite dapat berperan sebagai penukar kation, penyerap dan katalis. Legrands, L dkk (2018)

3.2 Tanah

3.2.1 Umum

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah kumpulan dari bagian – bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain. Rongga – rongga diantara material tersebut berisi udara dan air (Verhoef, 1994). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida – oksida yang mengendap diantara partikel – partikel. Ruang diantara partikel – partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya (Hardiyatmo, 2012). Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel mungkin berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk diantaranya. Umumnya, pelapukan akibat proses

kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali) dan proses-proses kimia lainnya.

Istilah pasir, lempung lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan, dan istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus. Sebagai contoh, berbutir halus adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedang pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis. Klasifikasi Butiran Tanah menurut *Unified Soil Classification System*, ASTM, dan *International Nomenclature*, dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.

Unified Class System	1,7mm	0,38	0,075								
	sedang	halus	Butiran Halus (Lanau dan Lempung)								
	Pasir										
ASTM	2,0mm	0,420	0,075	0,005	0,001						
	Pasir sedang	Pasir halus	Lanau	Lempung	Lempung koloidal						
MIT Nomen- clature	2,0mm	0,6	0,2	0,06	0,006	0,002	0,0006	0,0002 mm			
	Kasar	Sedang	Halus	Kasar	Sedang	Halus	Kasar	Sedang	Halus		
	Pasir			Lanau			Lempung				
Inter- national nomen- clature	2,0mm	1,0	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,006	0,002	0,0006	0,0002 mm
	Sangat kasar	Kasar	Sedang	Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Sangat halus
	Pasir			Mo			Lanau			Lempung	

Gambar 3.1 Klasifikasi Butiran Tanah menurut *Unified Soil Classification System*, ASTM, dan *International Nomenclature*

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran atau lebih dari satu macam ukuran partikel. Tanah lempung belum tentu terdiri dari lempung saja, akan tetapi dapat bercampur dengan butir-butiran ukuran lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi dari lebih besar 100 mm sampai dengan lebih kecil dari 0,001 mm.

3.2.2 Klasifikasi Tanah

Pada umumnya tanah diklasifikasikan sebagai tanah kohesif dan non kohesif atau tanah yang berbutir kasar dan halus. Klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisa saringan (dan uji sedimentasi) dan plastisitas (Hardiyatmo, 2012). Terdapat dua system klasifikasi yang sering digunakan, yaitu *Unified Soil Classification System (USCS)* dan *AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)*. Sistem ini menggunakan sifat- sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastisnya.

1. *Unified Soil Classification System (USCS)*

Pada sistem USCS, tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan nomor 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan nomor 200. Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan subkelompok yang dapat dilihat pada Tabel 3.1. Simbol-simbol yang digunakan tersebut adalah:

G	= kerikil (<i>gravel</i>)
S	= pasir (<i>sand</i>)
C	= lempung (<i>clay</i>)
M	= lanau (<i>silt</i>)
O	= lanau atau lempung organik (<i>organic silt or clay</i>)
Pt	= tanah gambut dan tanah organik tinggi (<i>peat and highly organic soil</i>)
W	= gradasi baik (<i>well-graded</i>)
P	= gradasi buruk (<i>poorly-graded</i>)
H	= plastisitas tinggi (<i>high-plasticity</i>)
L	= plastisitas rendah (<i>low-plasticity</i>)

Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah USCS

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis		Nama jenis		
tanah berbutir kasar Lebih dari 50% butiran tertahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil Gradasi baik dan campuran pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Gradasi kerikil saringan no. 200 : GW, GP, GM, GC, SM, SC, 5%-12% lolos saringan no. 200, batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4, C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3		
		GP	Kerikil Gradasi buruk dan campuran pasir kerikil, atau tidak mengandung butiran halus			Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung		Batas-batas Atterberg dibawah garis A atau $P_L < 4$	bila batas Atterberg berada didaerah aris dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung		Batas-batas Atterberg diatas garis A atau $P_L > 4$		
	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir Gradasi baik, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6, C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
		SP	Pasir Gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus				Batas-batas Atterberg dibawah garis A atau $P_L < 4$
		SM	pasir berlanau, campuran pasir lanau				Batas-batas Atterberg diatas garis A atau $P_L > 4$
	Pasir dengan butiran halus	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	SC		pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
	tanah berbutir halus > 50% lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML		lanau tak organik dari pasir sangat halus, serbuk baluan atau pasir halus berlanau atau berlempung		
CL			Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berlanau, lempung kurus (lean clays)				
OL			lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah				
Lanau dan lempung batas cair > 50%		MH	lanau tak organik atau pasir halus diatomes, lanau diatomes				
		CH	lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays)				
		OH	lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi				
Tanah dengan kadar organik tinggi	Pt	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488				

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

2. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*America Association of State Highway and Transportation Officials Classification*) berguna untuk menentukan kualitas tanah untuk perencanaan timbunan jalan, subbase dan subgrade. Sistem ini terutama ditujukan untuk maksud-maksud dalam lingkup tersebut. System klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 7 kelompok, A-1 sampai A-7 termasuk sub-sub kelompok. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang digunakan adalah analisis saringan dan batas-batas Atterberg. Sistem klasifikasi AASHTO, dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

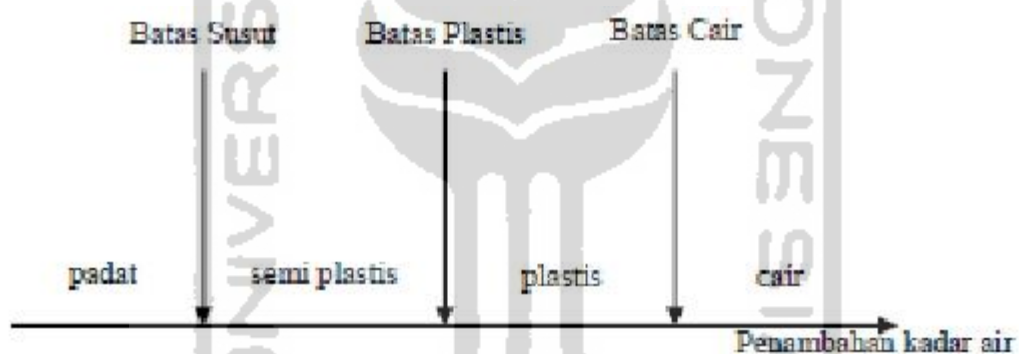
Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi Umum	Material granuler (<35% lolos saringan no. 200)						Tanah-tanah 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 saringan (% lolos)											
2,00 mm (no.10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no.40)	30 maks	50 maks	51 min	-	-	-	-	†	-	-	-
0,075 mm (no.200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no.40											
Batas cair (LL)	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks plastis (PI)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 min	11min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks Kelompok (G)	0	0	0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau	Tanah berlempung		
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik						Sedang sampai buruk				

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

3.2.3 Batas-Batas Atterberg

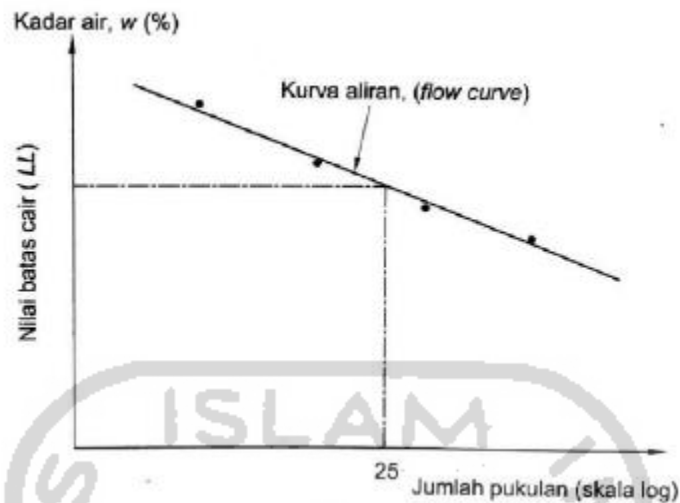
Hal yang harus diperhatikan pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Sifat plastis disebabkan karena adanya partikel mineral berbutir halus dalam tanah. Plastisitas merupakan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak. Tanah dapat berwujud cair, plastis, semi plastis, dan padat tergantung pada besarnya nilai kadar air tanah tersebut. Atterberg (1991) dalam Hardiyatmo (2012), memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar airnya. Batas-batas tersebut adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), batas susut (*shrinkage limit*), dan indeks plastisitas (*plasticity indeks*). Batas konsistensi untuk tanah kohesif dapat dilihat dalam Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Batas-batas Atterberg

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Batas cair biasanya ditentukan dari uji Casagrande. Kemudian, hubungan kadar air dan jumlah pukulan yang dipadatkan dari hasil pengujian menggunakan alat Casagrande digambarkan dalam grafik semi logaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 kali pukulan. Gambar 3.3 berikut menunjukkan nilai batas cair tanah berbutir halus.



Gambar 3.3 Kurva pada Penentuan Batas Cair Tanah Lempung

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu persentase kadar air dimana tanah yang berbentuk silinder dengan diameter 3,2 mm dalam keadaan mulai retak ketika digulung.

3. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut (SL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi plastis dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Batas susut dinyatakan dalam Persamaan 3.1 berikut ini.

$$SL = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_2} - \frac{(v_1 - v_2)\gamma_w}{m_2} \right) \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan : m_1 = berat tanah basah dalam cawan percobaan (g)

m_2 = berat tanah kering oven (g)

v_1 = volume tanah basah dalam cawan (cm³)

v_2 = volume tanah kering oven (cm³)

γ_w = berat volume air (g/cm³)

4. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (PI) merupakan selisih antara nilai batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan nilai keplastisitasan tanahnya. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran halus. Jika PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering. Indeks plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis seperti Persamaan 3.2 berikut ini.

$$PI = LL - PL \quad (3.2)$$

Keterangan: LL = Batas Cair

PL = Batas Plastis

Batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah, dan kohesi diberikan oleh *Atterberg* terdapat dalam Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Nilai Indeks Plastisitas 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, 2012)

3.3 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah secara umum merupakan pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat-sifat tanah agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Menurut Bowles (1991) beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah meningkatkan kerapatan tanah, menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan atau tahanan gesek yang timbul, menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan atau fisis pada tanah, menurunkan muka air tanah (drainase tanah), dan mengganti tanah yang buruk. Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu kombinasi pekerjaan berikut:

1. Stabilisasi Mekanik

Stabilisasi mekanis dilakukan dengan cara mencampur atau mengaduk dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda untuk memperoleh material yang memenuhi syarat tertentu. Material yang telah dicampur ini, kemudian dihamparkan dan dipadatkan di lokasi proyek. Stabilisasi mekanis juga dapat dilakukan dengan cara menggali tanah buruk di tempat dan menggantinya dengan material granuler dari tempat lain.

2. Stabilisasi Kimiawi

Stabilisasi menggunakan bahan tambah bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik tanah dengan cara mencampur tanah dengan menggunakan bahan tambah dengan perbandingan tertentu. Perbandingan campuran bergantung pada kualitas campuran yang diinginkan. Jika pencampuran hanya dimaksudkan untuk merubah gradasi, plastisitas tanah dan workability, maka hanya memerlukan bahan tambah yang sedikit. Namun bila stabilisasi dimaksudkan untuk merubah tanah agar mempunyai kekuatan yang tinggi, maka diperlukan bahan tambah yang lebih banyak. Material yang telah dicampur dengan bahan tambah ini harus dihamparkan dan dipadatkan dengan baik.

Pada penelitian ini, stabilisasi tanah yang digunakan adalah stabilisasi kimia dengan penambahan zat aditif. Zat aditif yang digunakan yaitu Zeolit kadar 1% 3% dan 5%. Zat aditif tersebut diharapkan akan mampu memperbaiki karakteristik tanah berbutir halus di Desa Pare, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

3.4 Pengujian yang Dilakukan

3.4.1 Pemasatan (*Standard Proctor*)

Pengujian pepadatan standar (*Standard Proctor*) merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Menurut Hardiyatmo (2012) tujuan diadakan pepadatan tanah yaitu untuk:

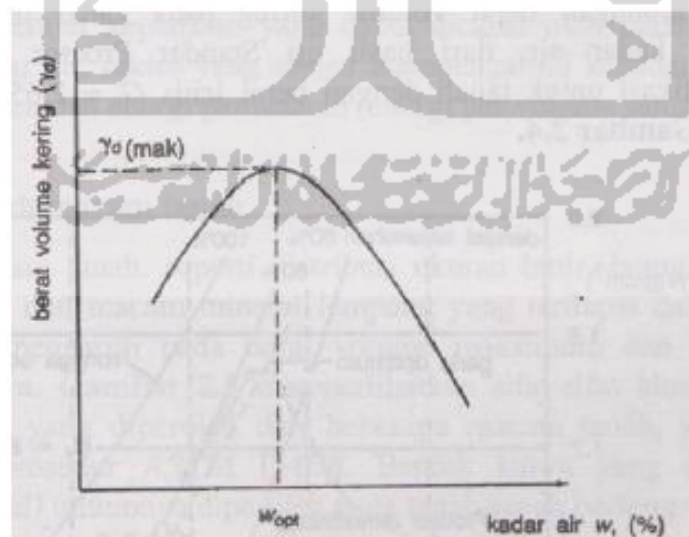
1. mempertinggi kuat geser tanah,
2. mengurangi sifat mudah mampat (compressibility),
3. mengurangi permeabilitas, dan

4. mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air dan lain-lainnya.

Proctor (1933) telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering tanah padat. Sehingga terdapat suatu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume tanah kering maksimumnya. Hubungan berat volume kering (γ) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w), dinyatakan dalam Persamaan 3.3 berikut ini.

$$\gamma d = \frac{\gamma}{1+w} \quad (3.3)$$

Berat volume kering setelah pemadatan bergantung pada jenis tanah, kadar air, dan usaha yang diberikan oleh alat penembuknya. Karakteristik kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian standar laboratorium yang disebut uji Proctor. Prinsip pengujiannya yaitu alat pemadatan berupa silinder mould yang mempunyai volume. Tanah didalam mould dipadatkan dengan penembuk yang beratnya 4,5 kg dengan tinggi jatuh 45 cm. Tanah dipadatkan dalam tiga lapisan dengan tiap lapisan ditumbuk 25 kali pukulan. Dari percobaan kadar air tersebut menghasilkan grafik hubungan kadar air dan berat volume keringnya. Kurva hubungan kadar air dan berat volume kering, dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Kurva Uji Proktor Standar

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

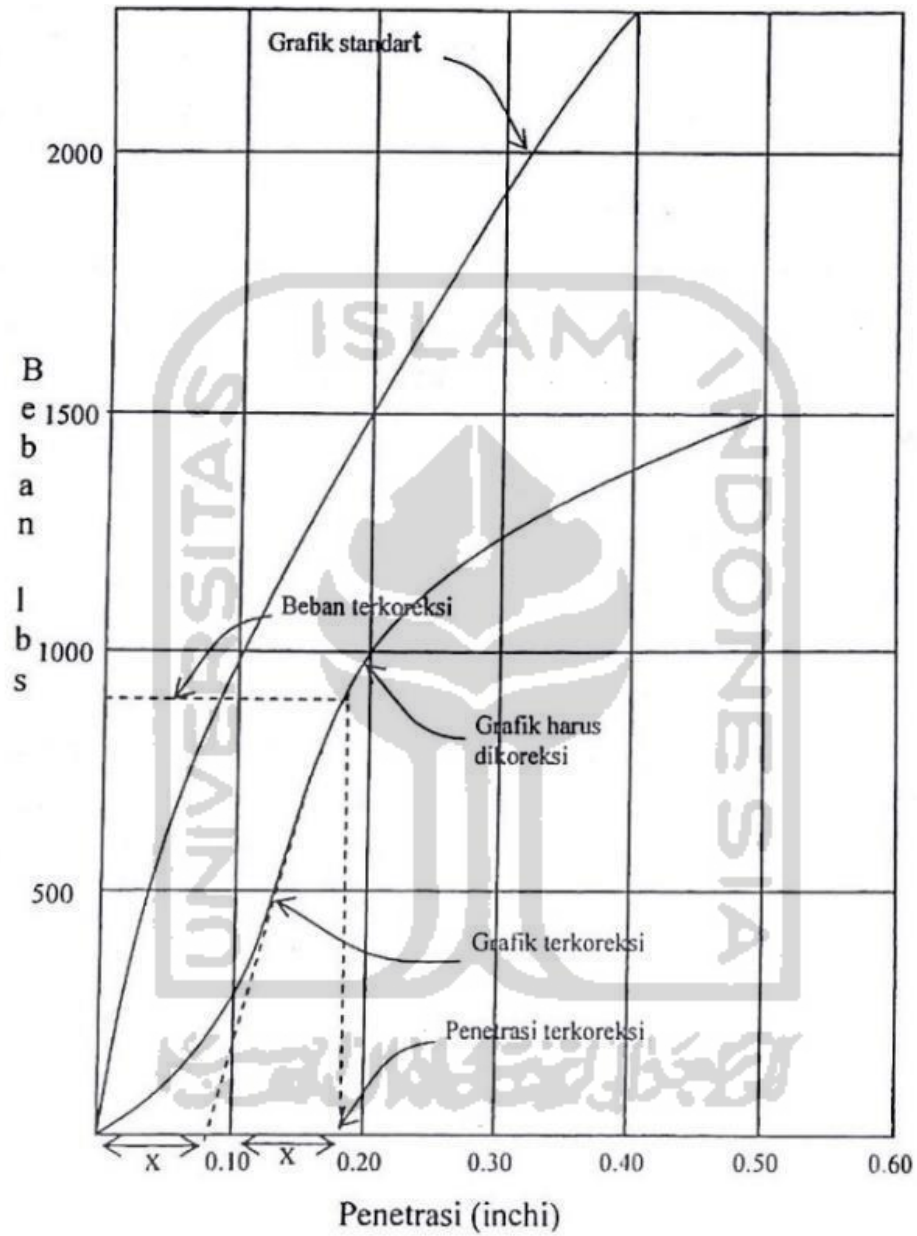
3.4.2. Uji *California Bearing Ratio* (CBR)

California Bearing Ratio (CBR) adalah suatu perbandingan antara beban percobaan (test load) dan dinyatakan dalam persen. CBR merupakan nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu- batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 10% dalam memikul beban lalu lintas. CBR Laboratorium dibedakan menjadi dua macam yaitu CBR laboratorium rendaman (soaked laboratory CBR) dan CBR laboratorium tanpa rendaman (unsoaked laboratory CBR). Penentuan nilai CBR dilaksanakan terhadap contoh tanah yang sudah dipadatkan dengan pemadatan standar. Untuk CBR laboratorium rendaman dilakukan perendaman selama 4 hari (96 jam), kemudian baru dilakukan pengujian CBR. CBR rendaman dimaksudkan untuk mengasumsikan kondisi terjelek pada saat keadaan hujan di lapangan yang memberikan pengaruh penambahan air pada tanah, sehingga akan mengakibatkan terjadinya swelling dan penurunan kuat dukung. Perhitungan penetrasi 0,1 inch dan 0,2 inch dirumuskan pada Persamaan 3.4 dan 3.5 berikut:

$$CBR_{0,1''} = \frac{\text{Gaya pada penetrasi } 0,1'' \text{ (lbs)}}{3000 \text{ (lbs)}} \times 100\% \quad (3.4)$$

$$CBR_{0,2''} = \frac{\text{Gaya pada penetrasi } 0,1'' \text{ (lbs)}}{4500 \text{ (lbs)}} \times 100\% \quad (3.5)$$

Contoh hasil uji CBR dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5 Grafik Standar Pengujian CBR di Laboratorium

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan penelitian sebagai berikut ini.

- a. Tahap perumusan masalah, meliputi perumusan topik penelitian, termasuk perumusan tujuan serta manfaat penelitian.
- b. Tahap perumusan teori, merupakan kajian teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.
- c. Tahap persiapan, meliputi pengujian pendahuluan untuk mengetahui properties sampel tanah yang digunakan.
- d. Tahap pengujian, yaitu pengujian sifat fisik dan mekanik tanah.
- e. Tahap pengumpulan data, meliputi tahap pengambilan data dari hasil pengujian yang dilakukan pada sampel tanah.
- f. Tahap analisis dan pengolahan data, pada tahap ini data yang telah diambil dari pengujian dianalisis, kemudian diolah dengan logika, teori dan standar peraturan yang berlaku.
- g. Tahap penulisan, pembahasan dan penarikan kesimpulan, tahap ini meliputi penulisan laporan penelitian berdasarkan aturan yang berlaku dan hasil pengolahan data. Kesimpulan diambil berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab masalah yang timbul.

4.2 Bahan

4.2.1 Tanah Berbutir Halus

Tanah berbutir halus yang digunakan berasal dari desa Pare, Kecamatan Godean, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, tanpa ada perlakuan khusus atau kondisi terganggu (*disturbed*). Pengambilan tanah berbutir halus tersebut dilakukan dengan menggali tanah terlebih dahulu kemudian tanah dimasukkan ke dalam karung.

4.2.2 Zeolit

Dalam penelitian ini, sampel zeolit diperoleh dari pull zeolit.

4.2.3 Jumlah Sampel dan Jenis Pengujian

Pengujian yang akan dilakukan yaitu pengujian sifat fisik tanah asli, uji proktor standar, dan uji CBR. Variasi pencampuran tanah dengan bahan stabilisasi dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1 Variasi Campuran dan Jenis Pengujian

No	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel	Satuan
1	Mengukur Sifat Fisik Tanah Asli		
	a. Kadar Air	2	Buah
	b. Berat Jenis	2	Buah
	c. Berat Volume Tanah	2	Buah
	d. Analisis Saringan	2	Buah
	e. Analisis Hidrometer	2	Buah
	f. Batas Cair	2	Buah
	g. Batas Plastis	2	Buah
	h. Batas Susut	2	Buah
	i. Indeks Plastis	2	Buah
2	Uji Proktor Standar	2	Buah
3	Uji CBR (<i>unsoaked</i>)		
	a. Tanah Asli	2	Buah
	b. Pemeraman 1 hari		
	1) Tanah + zeolit 1%	2	Buah

Lnajutan Tabel 4.1 Variasi Campuran dan Jenis Pengujian

	2) Tanah + zeolit 3%	2	Buah
	3) Tanah + zeolit 5%	2	Buah
	c. Pemeraman 3 hari		
	1) Tanah + zeolit 1%	2	Buah
	2) Tanah + zeolit 3%	2	Buah
	3) Tanah + zeolit 5%	2	Buah
	d. Pemeraman 7 hari		
	1) Tanah + zeolit 1%	2	Buah
	2) Tanah + zeolit 3%	2	Buah
	3) Tanah + zeolit 5%	2	Buah
4	Uji CBR (<i>soaked</i>)		
	a. Tanah Asli	2	Buah
	b. Pemeraman 7 hari + Perendaman 4 hari		
	1) Tanah + zeolit 1%	2	Buah
	2) Tanah + zeolit 3%	2	Buah
	3) Tanah + zeolit 5%	2	Buah
	Total	48	Buah

4.3 Alat

Alat-alat yang digunakan selama penelitian yaitu seperangkat peralatan untuk pengujian jenis dan sifat fisik tanah serta seperangkat alat uji pemadatan di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.4 Penelitian Pengujian

4.4.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

Pengujian sifat fisik tanah asli yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian-pengujian sebagai berikut.

a. Pengujian Kadar Air

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air dari sampel tanah, kadar air tanah adalah nilai perbandingan antara berat air dengan berat kering tanah tersebut.

b. Pengujian Berat Volume

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume suatu tanah, berat volume tanah merupakan nilai perbandingan antara berat tanah termasuk air dengan volume tanah.

c. Pengujian Berat Jenis

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis suatu tanah, berat jenis tanah merupakan nilai perbandingan berat butiran dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu, biasanya diambil pada suhu 27,5°C.

d. Analisa Granuler

Pengujian analisa granuler ini terbagi atas pengujian analisa saringan dan analisa hidrometer. Analisa saringan bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butir tanah yang lebih besar atau tertahan saringan no. 200 (0,074 mm), sedangkan analisa hidrometer bertujuan untuk menentukan distribusi dari butiran tanah yang memiliki diameter lebih kecil atau lolos saringan no. 200 (0,074 mm) dengan cara pengendapan.

e. Pengujian Batas Cair

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan batas cair dari sampel tanah, batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis.

f. Pengujian Batas Plastis

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas plastis, batas plastis merupakan kadar air minimum di mana tanah masih dalam keadaan plastis (kadar air peralihan dari konsolidasi semi solid ke kondisi plastis).

g. Pengujian Batas Susut

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan batas susut dari sampel tanah, batas susut adalah kadar air tanah dalam keadaan batas antara semi padat dan padat.

h. Pengujian Pemadatan Tanah

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan dengan cara memadatkan tanah di dalam silinder berukuran tertentu menggunakan alat penumbuk.

i. California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai CBR tanah atau campuran agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu.

4.4.2 Pelaksanaan Pengujian

Pada pelaksanaan pengujian, peneliti didampingi oleh tenaga ahli laboratorium. Berikut ini adalah proses dari tahapan pelaksanaan pengujian, yaitu sebagai berikut ini.

1. Sifat Fisik Tanah Asli

Pada setiap pengujian peneliti menggunakan 2 sampel benda uji, yaitu pada pengujian kadar air, berat volume, berat jenis, analisa granuler, serta batas-batas atterberg.

2. Pengujian Pemadatan Tanah

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar air optimum (Optimum Moisture Content/OMC) tanah asli, dan nilai kepadatan maksimum (Maximum Dry Density/MDD) yang digunakan untuk pengujian CBR.

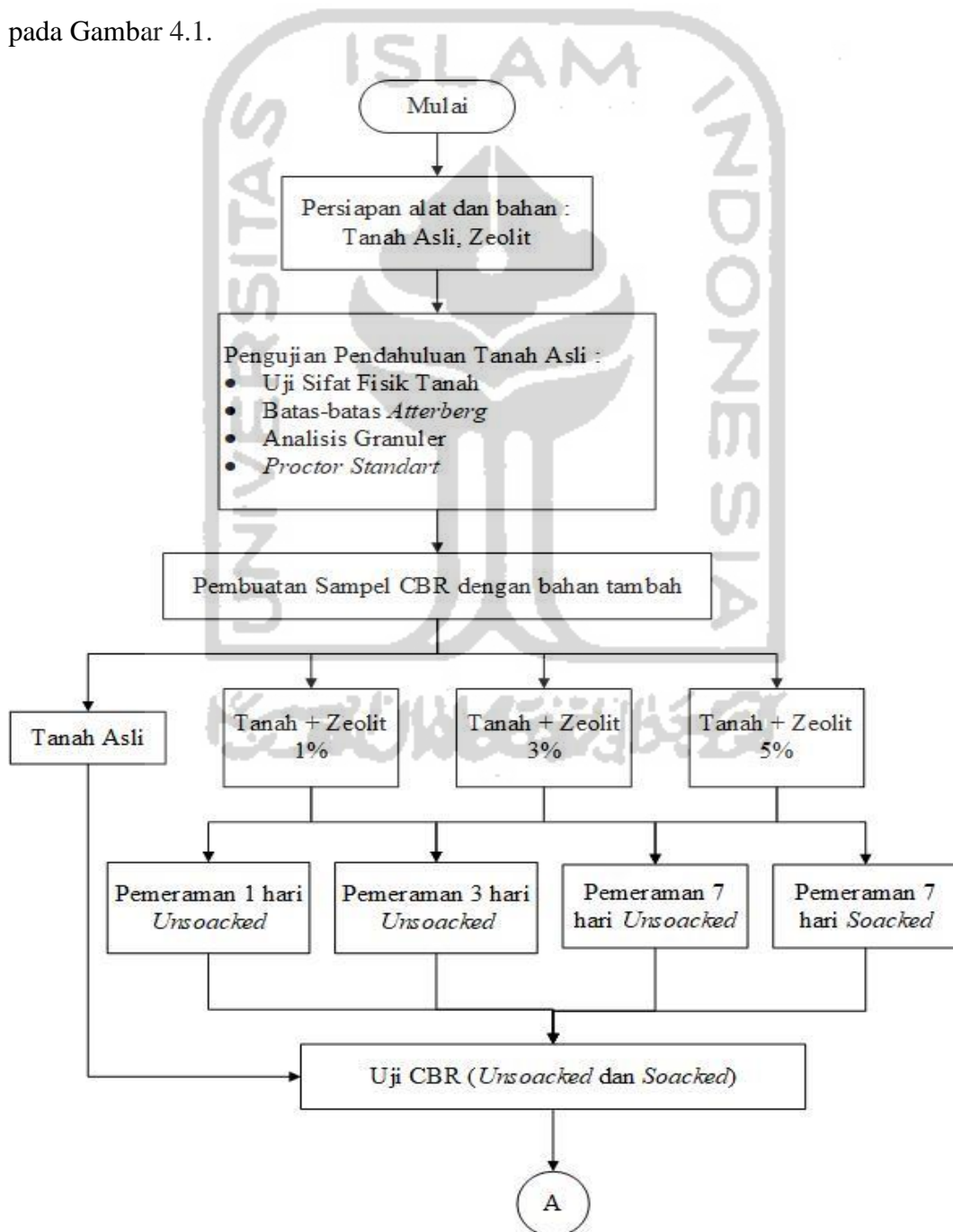
3. Pengujian CBR

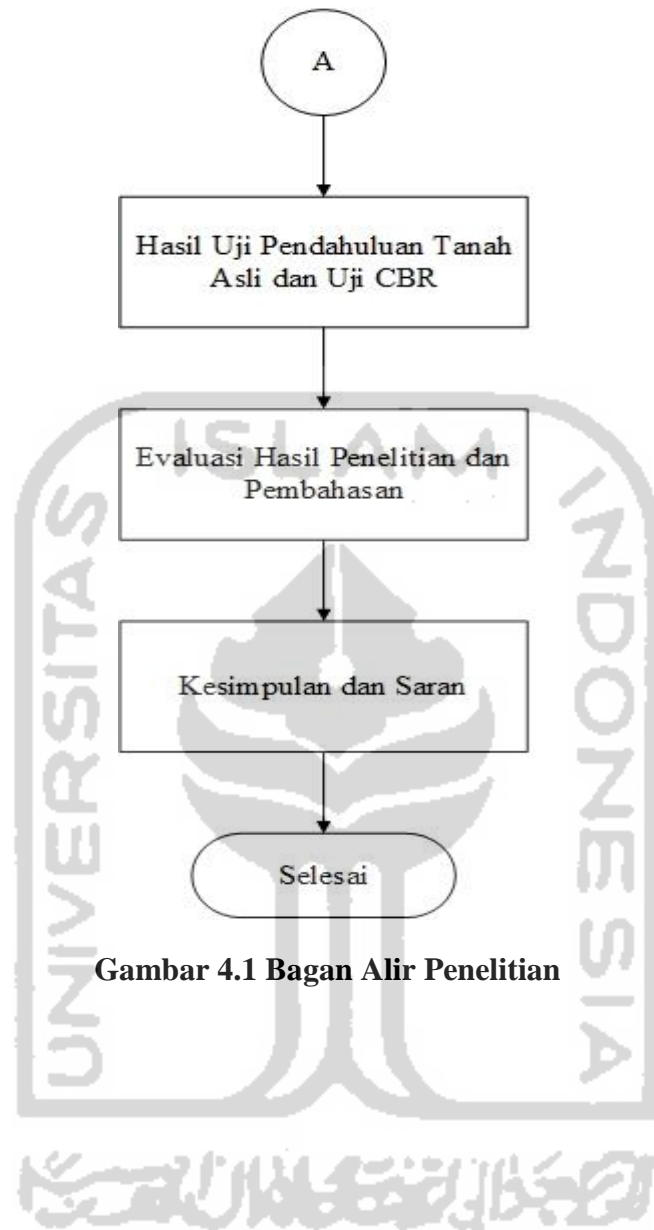
Pengujian ini dilakukan dengan dua kondisi yaitu CBR unsoaked dan CBR soaked. CBR Unsoaked dilakukan dengan cara sampel tanah dipadatkan dengan penambahan air sesuai kadar air optimum yang didapatkan dari pengujian pemadatan tanah yang selanjutnya melalui pemeraman selama 1 hari, 3 hari dan

7 hari. Sedangkan CBR soaked dilakukan terhadap sampel yang diperam terlebih dahulu selama 7 hari dan kemudian dilakukan perendaman selama 4 hari lalu di uji.

4.5 Bagan Alir Penelitian

Dari uraian diatas dapat dibuat bagan alir (flowchart), berikut adalah flowchart pelaksanaan penelitian stabilisasi tanah dengan bahan tambah zeolit dapat dilihat pada Gambar 4.1.





Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan penelitian sebagai berikut ini.

- a. Tahap perumusan masalah, meliputi perumusan topik penelitian, termasuk perumusan tujuan serta manfaat penelitian.
- b. Tahap perumusan teori, merupakan kajian teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.
- c. Tahap persiapan, meliputi pengujian pendahuluan untuk mengetahui properties sampel tanah yang digunakan.
- d. Tahap pengujian, yaitu pengujian sifat fisik dan mekanik tanah.
- e. Tahap pengumpulan data, meliputi tahap pengambilan data dari hasil pengujian yang dilakukan pada sampel tanah.
- f. Tahap analisis dan pengolahan data, pada tahap ini data yang telah diambil dari pengujian dianalisis, kemudian diolah dengan logika, teori dan standar peraturan yang berlaku.
- g. Tahap penulisan, pembahasan dan penarikan kesimpulan, tahap ini meliputi penulisan laporan penelitian berdasarkan aturan yang berlaku dan hasil pengolahan data. Kesimpulan diambil berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab masalah yang timbul.

4.2 Bahan

4.2.1 Tanah Berbutir Halus

Tanah berbutir halus yang digunakan berasal dari desa Pare, Kecamatan Godean, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, tanpa ada perlakuan khusus atau kondisi terganggu (*disturbed*). Pengambilan tanah berbutir halus tersebut dilakukan dengan menggali tanah terlebih dahulu kemudian tanah dimasukkan ke dalam karung.

4.2.2 Zeolit

Dalam penelitian ini, sampel zeolit diperoleh dari pull zeolit.

4.2.3 Jumlah Sampel dan Jenis Pengujian

Pengujian yang akan dilakukan yaitu pengujian sifat fisik tanah asli, uji proktor standar, dan uji CBR. Variasi pencampuran tanah dengan bahan stabilisasi dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1 Variasi Campuran dan Jenis Pengujian

No	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel	Satuan
1	Mengukur Sifat Fisik Tanah Asli		
	a. Kadar Air	2	Buah
	b. Berat Jenis	2	Buah
	c. Berat Volume Tanah	2	Buah
	d. Analisis Saringan	2	Buah
	e. Analisis Hidrometer	2	Buah
	f. Batas Cair	2	Buah
	g. Batas Plastis	2	Buah
	h. Batas Susut	2	Buah
	i. Indeks Plastis	2	Buah
2	Uji Proktor Standar	2	Buah
3	Uji CBR (<i>unsoaked</i>)		
	a. Tanah Asli	2	Buah
	b. Pemeraman 1 hari		
	1) Tanah + zeolit 1%	2	Buah

Lnajutan Tabel 4.1 Variasi Campuran dan Jenis Pengujian

	2) Tanah + zeolit 3%	2	Buah
	3) Tanah + zeolit 5%	2	Buah
	c. Pemeraman 3 hari		
	1) Tanah + zeolit 1%	2	Buah
	2) Tanah + zeolit 3%	2	Buah
	3) Tanah + zeolit 5%	2	Buah
	d. Pemeraman 7 hari		
	1) Tanah + zeolit 1%	2	Buah
	2) Tanah + zeolit 3%	2	Buah
	3) Tanah + zeolit 5%	2	Buah
4	Uji CBR (<i>soaked</i>)		
	a. Tanah Asli	2	Buah
	b. Pemeraman 7 hari + Perendaman 4 hari		
	1) Tanah + zeolit 1%	2	Buah
	2) Tanah + zeolit 3%	2	Buah
	3) Tanah + zeolit 5%	2	Buah
	Total	48	Buah

4.3 Alat

Alat-alat yang digunakan selama penelitian yaitu seperangkat peralatan untuk pengujian jenis dan sifat fisik tanah serta seperangkat alat uji pemadatan di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.4 Penelitian Pengujian

4.4.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

Pengujian sifat fisik tanah asli yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian-pengujian sebagai berikut.

a. Pengujian Kadar Air

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air dari sampel tanah, kadar air tanah adalah nilai perbandingan antara berat air dengan berat kering tanah tersebut.

b. Pengujian Berat Volume

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume suatu tanah, berat volume tanah merupakan nilai perbandingan antara berat tanah termasuk air dengan volume tanah.

c. Pengujian Berat Jenis

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis suatu tanah, berat jenis tanah merupakan nilai perbandingan berat butiran dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu, biasanya diambil pada suhu 27,5°C.

d. Analisa Granuler

Pengujian analisa granuler ini terbagi atas pengujian analisa saringan dan analisa hidrometer. Analisa saringan bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butir tanah yang lebih besar atau tertahan saringan no. 200 (0,074 mm), sedangkan analisa hidrometer bertujuan untuk menentukan distribusi dari butiran tanah yang memiliki diameter lebih kecil atau lolos saringan no. 200 (0,074 mm) dengan cara pengendapan.

e. Pengujian Batas Cair

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan batas cair dari sampel tanah, batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis.

f. Pengujian Batas Plastis

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas plastis, batas plastis merupakan kadar air minimum di mana tanah masih dalam keadaan plastis (kadar air peralihan dari konsolidasi semi solid ke kondisi plastis).

g. Pengujian Batas Susut

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan batas susut dari sampel tanah, batas susut adalah kadar air tanah dalam keadaan batas antara semi padat dan padat.

h. Pengujian Pemadatan Tanah

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan dengan cara memadatkan tanah di dalam silinder berukuran tertentu menggunakan alat penumbuk.

i. California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai CBR tanah atau campuran agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu.

4.4.2 Pelaksanaan Pengujian

Pada pelaksanaan pengujian, peneliti didampingi oleh tenaga ahli laboratorium. Berikut ini adalah proses dari tahapan pelaksanaan pengujian, yaitu sebagai berikut ini.

1. Sifat Fisik Tanah Asli

Pada setiap pengujian peneliti menggunakan 2 sampel benda uji, yaitu pada pengujian kadar air, berat volume, berat jenis, analisa granuler, serta batas-batas atterberg.

2. Pengujian Pemadatan Tanah

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar air optimum (Optimum Moisture Content/OMC) tanah asli, dan nilai kepadatan maksimum (Maximum Dry Density/MDD) yang digunakan untuk pengujian CBR.

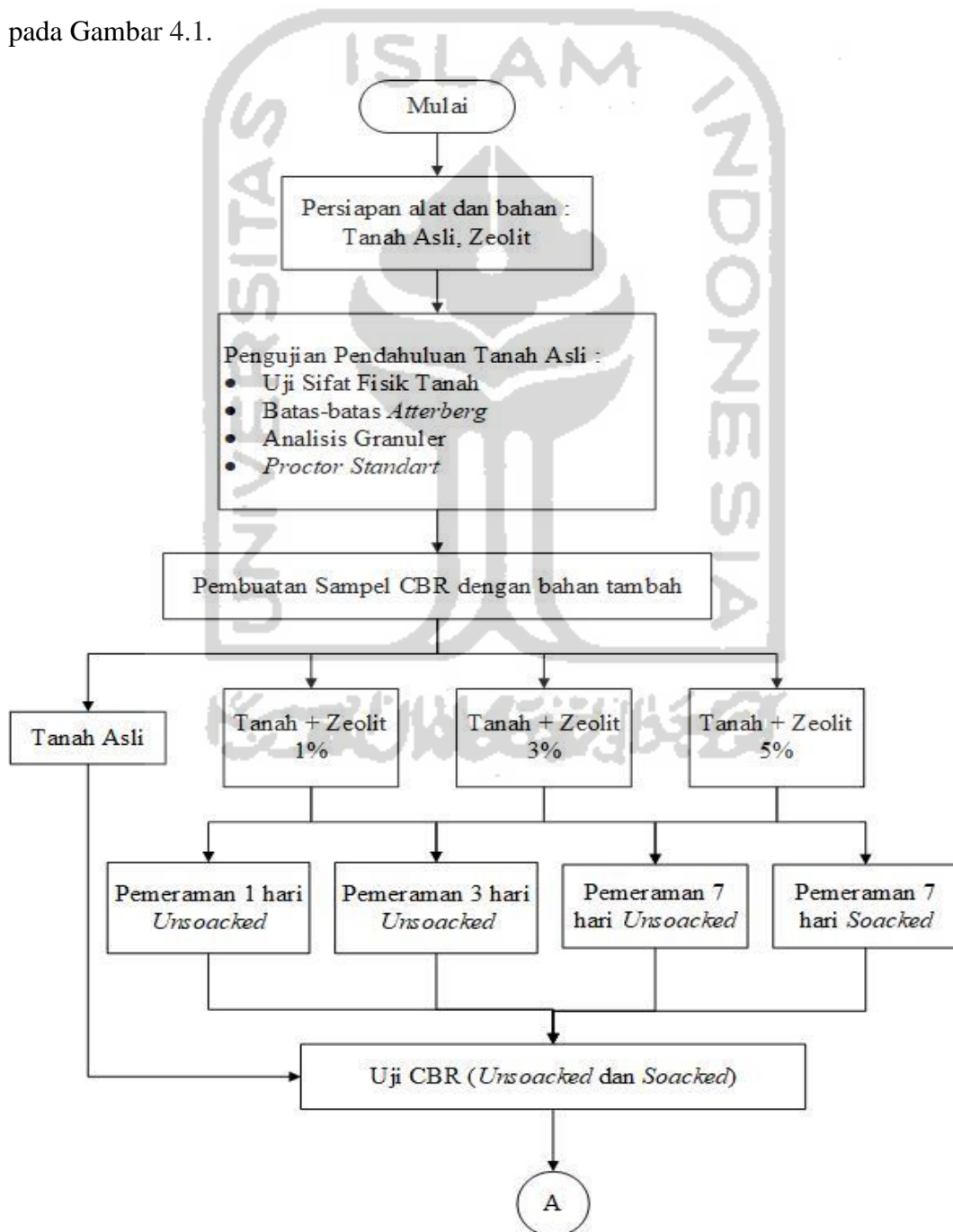
3. Pengujian CBR

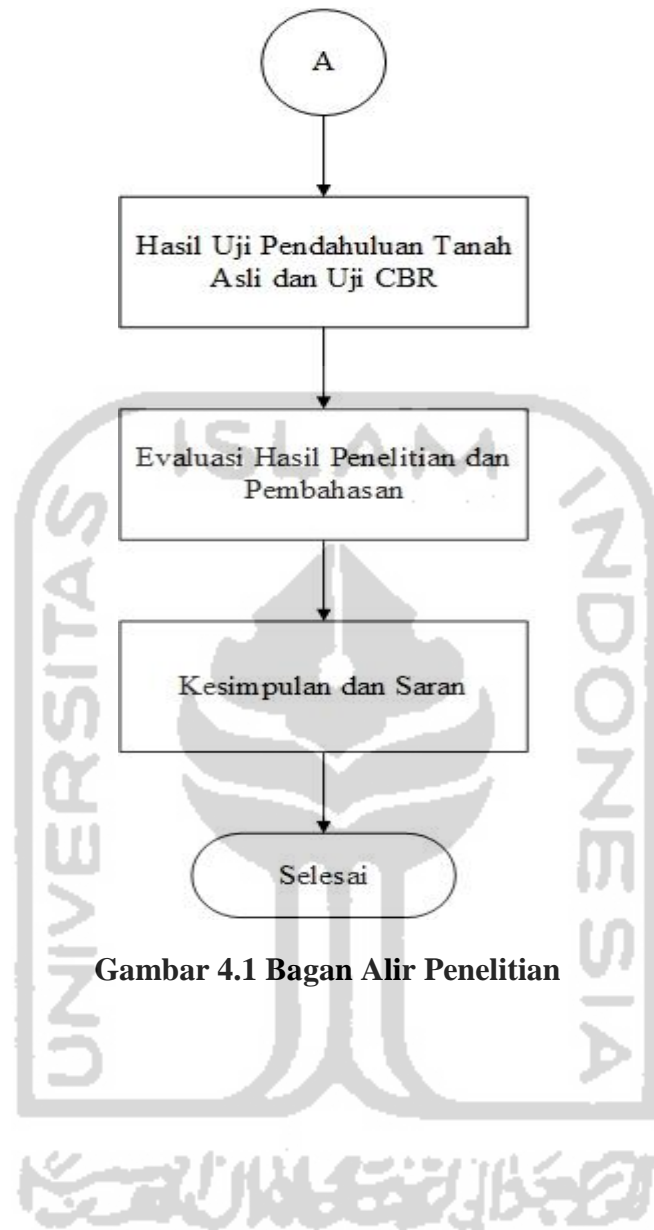
Pengujian ini dilakukan dengan dua kondisi yaitu CBR unsoaked dan CBR soaked. CBR Unsoaked dilakukan dengan cara sampel tanah dipadatkan dengan penambahan air sesuai kadar air optimum yang didapatkan dari pengujian pemadatan tanah yang selanjutnya melalui pemeraman selama 1 hari, 3 hari dan

7 hari. Sedangkan CBR soaked dilakukan terhadap sampel yang diperam terlebih dahulu selama 7 hari dan kemudian dilakukan perendaman selama 4 hari lalu di uji.

4.5 Bagan Alir Penelitian

Dari uraian diatas dapat dibuat bagan alir (flowchart), berikut adalah flowchart pelaksanaan penelitian stabilisasi tanah dengan bahan tambah zeolit dapat dilihat pada Gambar 4.1.





Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

ANALISIS DATA

Dalam bab ini akan diuraikan hasil dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Penelitian yang akan diuraikan antara lain pengujian kadar air, pengujian berat volume, pengujian berat jenis, pengujian batas-batas *Atterberg*, pengujian proktor standar, pengujian analisis saringan, dan pengujian *CBR*.

5.1 Pengujian Sifat Fisik, Mekanik dan Klasifikasi Tanah Asli

5.1.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

1. Kadar Air, Berat Volume dan Berat Jenis

Pengujian kadar air sesuai dengan *ASTM D-2216-98*. Kadar air adalah perbandingan antara berat air pada suatu tanah dengan berat kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam bentuk persen. Pengujian Berat Volume sesuai dengan *ASTM D-2049*. Berat volume tanah adalah perbandingan berat tanah tersebut termasuk air yang ada di dalamnya dengan volume tanah tersebut. Pengujian berat jenis tanah sesuai dengan *ASTM D 854-72*. Berat jenis adalah perbandingan berat tanah dengan air dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Temperatur yang ditentukan pada pengujian ini adalah 27,5° C. Pengujian menggunakan 2 sampel, dan hasil yang dipakai adalah hasil rata-rata kedua sampel tersebut. Hasil pengujian kadar air, berat volume dan berat jenis dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Pengujian Kadar Air, Berat Volume dan Berat Jenis

No	Jenis Pengujian	Hasil Rata-rata	Satuan
1	Pengujian Kadar Air	8,18	%
2	Pengujian Berat Volume	1,606	gr/cm ³
3	Pengujian Berat Jenis	2,65	

Dari hasil pengujian kadar air yang telah dilakukan didapatkan kadar air rata-rata dari dua benda uji adalah 8,18 %. Dari hasil pengujian berat volume yang telah dilakukan didapatkan volume rata-rata dari dua benda uji adalah 1,606 gr/cm³. Dari hasil pengujian berat jenis yang telah dilakukan didapatkan berat jenis rata-rata dari dua benda uji adalah 2,605 gr/cm³.

2. Pengujian Batas-Batas Konsistensi

Pengujian batas-batas konsistensi terdiri dari tiga pengujian, diantaranya pengujian batas cair, batas plastis dan batas susut. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui indeks plastisitas dari suatu tanah. Indeks plastisitas suatu tanah dapat menentukan jenis tanah dan kohesinya.

a. Pengujian Batas Cair

Pengujian batas cair sesuai dengan *ASTM D 423-66*. Batas cair adalah kadar air tanah pada saat kondisi peralihan tanah antara plastis dengan cair. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui batas cair tanah yang diuji. Pengujian batas cair dilakukan dua kali. Hasil pengujian batas cair dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 berikut.

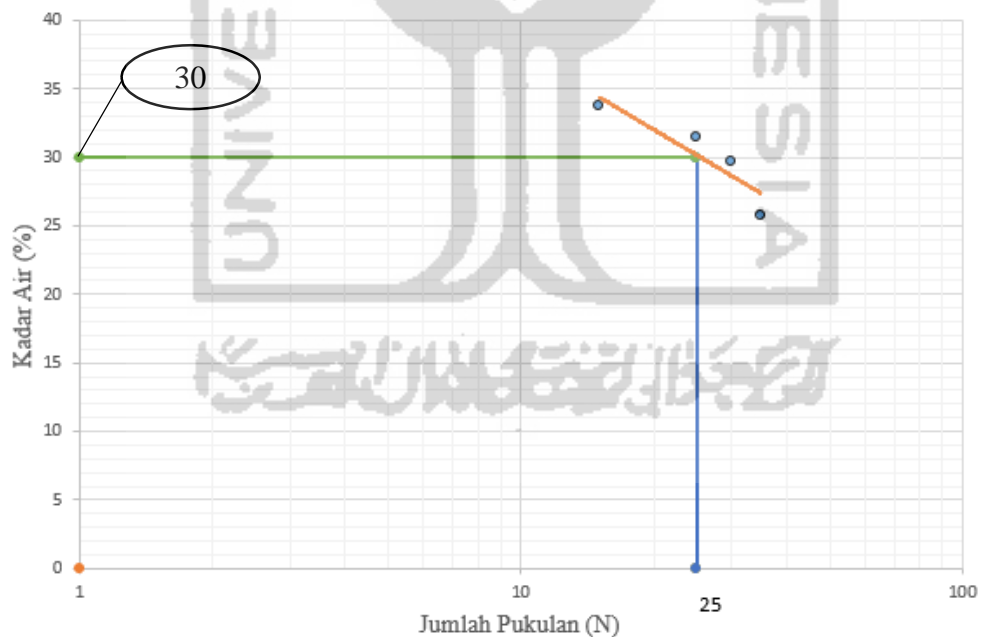
Tabel 5.2 Pengujian Batas Cair Sampel 1

Jumlah Ketukan	12-18		18-25		25-32		32-45		Satuan
No Pengujian	I		II		III		IV		
No Cawan	1	2	1	2	1	2	1	2	
Berat Cawan	13,19	13,51	12,83	13,01	12,9	13,18	12,9	12,65	gr
Berat Cawan + Tanah Basah	33,57	30,97	32,92	33,86	42,64	43,63	14,51	14,05	gr
Berat Cawan + Tanah Kering	28,43	26,57	28,11	28,88	35,74	36,75	14,18	13,76	gr
Berat Air (3)-(4)	5,14	4,4	4,81	4,98	6,9	6,88	0,33	0,29	gr
Berat Tanah Kering (4)-(2)	15,24	13,06	15,28	15,87	22,84	23,57	1,28	1,11	gr
Kadar Air = (5)/(6) x 100%	33,727	33,691	31,479	31,38	30,21	29,189	26,27	25,214	%
Kadar Air Rata-Rata	33,708		31,429		29,699		25,742		%
Jumlah Pukulan (N)	15		25		30		35		

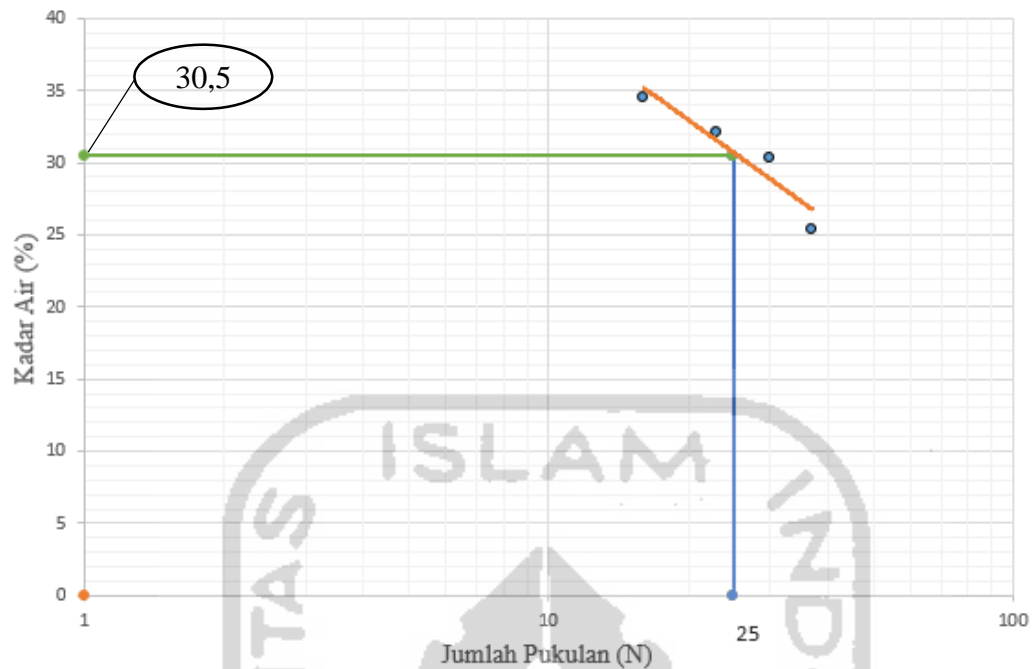
Tabel 5.3 Pengujian Batas Cair Sampel 2

Jumlah Ketukan	12-18		18-25		25-32		32-45		Satuan
No Pengujian	I		II		III		IV		
No Cawan	1	2	1	2	1	2	1	2	
Berat Cawan	13,23	13,87	12,74	9,1	12,93	13,34	12,97	12,89	gr
Berat Cawan + Tanah Basah	32,67	30,56	34,89	33,76	41,84	42,83	33,38	30,26	gr
Berat Cawan + Tanah Kering	27,67	26,29	29,45	28,79	35,13	35,93	29,27	26,73	gr
Berat Air (3)-(4)	5,0	4,27	5,44	4,97	6,71	6,9	4,11	3,53	gr
Berat Tanah Kering (4)-(2)	14,44	12,42	16,71	15,68	22,2	22,59	16,3	13,84	gr
Kadar Air = (5)/(6) x 100%	34,62 6	34,38	32,55 5	31,69 6	30,22 5	30,54 4	25,21 4	25,50 5	%
Kadar Air Rata-Rata	34,503		32,125		30,385		26,362		%
Jumlah Pukulan (N)	16		23		30		42		

Batas cair ditentukan pada saat jumlah pukulan 25. Penentuan kadar air pada jumlah ketukan 25 adalah dengan menggunakan grafik skala semi logaritmik. Grafik penentuan batas cair dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 berikut.

**Gambar 5.1 Grafik Batas Cair Sampel 1**

Nilai batas cair yang didapatkan pada ketukan ke 25 berdasarkan grafik di atas adalah 30 %.



Gambar 5.2 Grafik Batas Cair Sampel 2

Nilai batas cair yang didapatkan pada ketukan ke 25 berdasarkan grafik di atas adalah 30,5 %. Batas cair didapatkan dari merata rata dua batas cair di atas. Nilai batas cair yang didapatkan dari pengujian adalah 30,25 %.

b. Pengujian Batas Plastis

Pengujian batas plastis sesuai dengan *ASTM D 424-74*. Batas plastis adalah kadar air suatu tanah dalam keadaan peralihan dari semipadat ke plastis. Pengujian batas plastis dilakukan dua kali. Nilai batas plastis sampel 1 adalah 25,954 %. Nilai batas plastis sampel 2 yang didapatkan dari pengujian adalah 26,212 %. Nilai batas plastis hasil pengujian adalah rata-rata batas plastis pengujian 1 dan pengujian 2. Nilai batas plastis yang

didapatkan adalah $\frac{25,954 + 26,212}{2} = 26,083$

Indeks plastisitas adalah selisih antara batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas tanah yang diuji diuraikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} IP &= LL - PL \\ &= 30,25 - 26,083 \\ &= 4,167 \% \end{aligned}$$

Maka indeks plastisitas di dapat 4,167%.

c. Pengujian Batas Susut

Pengujian batas susut sesuai dengan *ASTM D 427-74*. Batas susut adalah kadar air suatu tanah dimana tanah tidak mengalami perubahan volume lagi. Hasil pengujian batas susut didapatkan dari merata-rata batas susut tanah sampel 1 dan sampel 2 sehingga didapatkan nilai batas susut rata-rata yaitu $\frac{15,64 + 16,48}{2} = 16,06 \%$.

Rekapitulasi hasil pengujian batas-batas konsistensi dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Pengujian Batas Konsistensi

No	Pengujian	Nilai (%)
1	Batas Cair	30,25
2	Batas Plastis	26,083
3	Batas Susut	16,06
4	Indeks Plastisitas	4,167

5. Pengujian Analisis Granuler

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan distribusi ukuran butir tanah yang diuji. Pengujian analisis granuler dibagi menjadi dua yaitu analisa saringan dan analisa hidrometer.

a. Pengujian Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butiran tanah dari benda uji yang tertahan saringan nomor 200. Pengujian analisa saringan dilakukan dua kali.

b. Pengujian Analisa Hidrometer

Pengujian analisa hidrometer bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butiran tanah yang lolos saringan 200. Pengujian analisa hidrometer dilakukan dua kali. Gabungan analisis saringan dan analisis hidrometer sampel 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

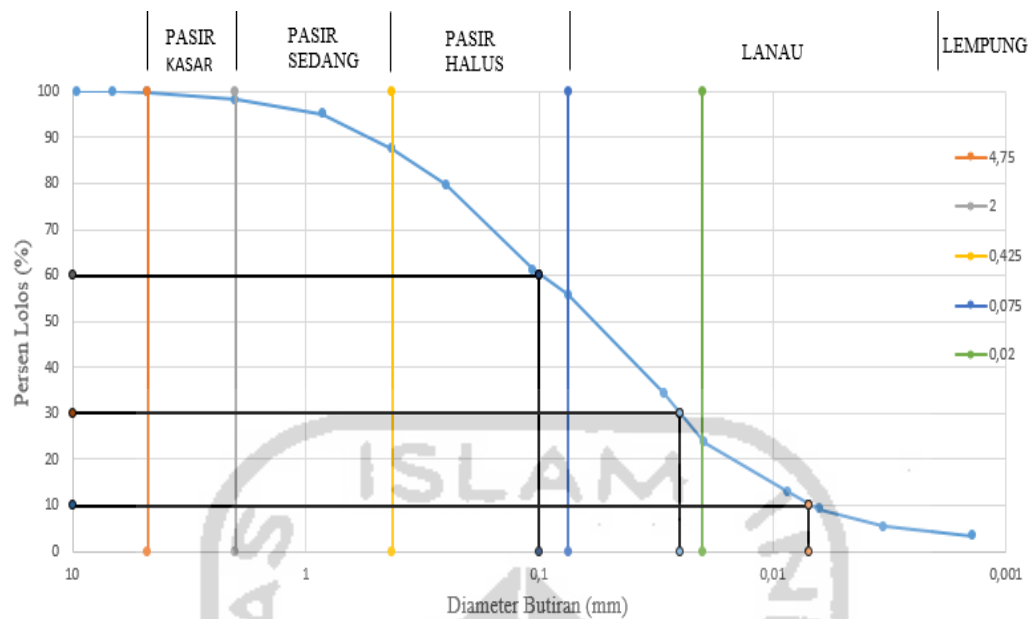
Tabel 5.5 Gabungan Analisis Granuler

Analisis Granuler Sampel 1		Analisis Granuler Sampel 2		Analisis Granuler Gabungan	
Diameter	% Lolos	Diameter	% Lolos	Diameter	% Lolos
25,4	100	25,4	100	4,75	100
13,2	100	13,2	100	2	100
9,5	100	9,5	100	0,85	100
6,7	100	6,7	100	0,425	100
4,75	99,782	4,75	99,809	0,25	99,796
2	98,244	2	98,136	0,106	98,190
0,85	95,149	0,85	95,02	0,075	95,085
0,425	87,559	0,425	87,54	0,02923	87,55
0,25	79,784	0,25	79,789	0,01941	79,787
0,106	61,271	0,106	61,069	0,00829	61,17
0,075	56,097	0,075	55,686	0,00606	55,892
Pan	47,247	Pan	47,526	0,00313	47,387

Tabel 5.6 Gabungan Analisis Hidrometer

Waktu (menit)	t°C	Ra	Rc (Ra -Z)	% Lolos	R (Ra + m)	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	27	41	43	41,577	44	8,9	0	0,013	0
2	27	33,5	35,5	34,326	36,5	9,8	4,90	0,013	0,029
5	27	22,5	24,5	23,689	25,5	10,9	2,18	0,013	0,019
30	27	11,5	13,5	13,053	14,5	12,75	0,43	0,013	0,008
60	27	7,5	9,5	9,186	10,5	13,65	0,23	0,013	0,006
250	27	3,5	5,5	5,318	6,5	15,8	0,06	0,013	0,003
1440	27	1,5	3,5	3,384	4,5	15,8	0,01	0,013	0,001

Berdasarkan gabungan analisis saringan dan analisis hidrometer sampel 1 dan sampel 2 didapatkan gambar *grain size analysis* yang dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.3 Grafik *Grain Size Analysis* Gabungan

Berdasarkan dari grafik di atas dapat diketahui persentase ukuran butiran pada tanah asli dan karakteristik pada tanah tersebut. Persentase ukuran butiran dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7 Persentase Ukuran Butiran Tanah Asli

% Lolos #200 (%)	55,892	D ₁₀ =	0,007 mm
Kerikil (%)	0	D ₃₀ =	0,025 mm
Pasir (%)	44,1085	D ₆₀ =	0,1 mm
Lanau (%)	32,2019	C _u =	14,286
Lempung (%)	23,6896	C _c =	0,893

6. Klasifikasi Tanah

Berdasarkan data hasil pengujian analisis ukuran butiran dan batas-batas konsistensi, tanah dapat diklasifikasikan menggunakan sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System* dan sistem klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Officials*.

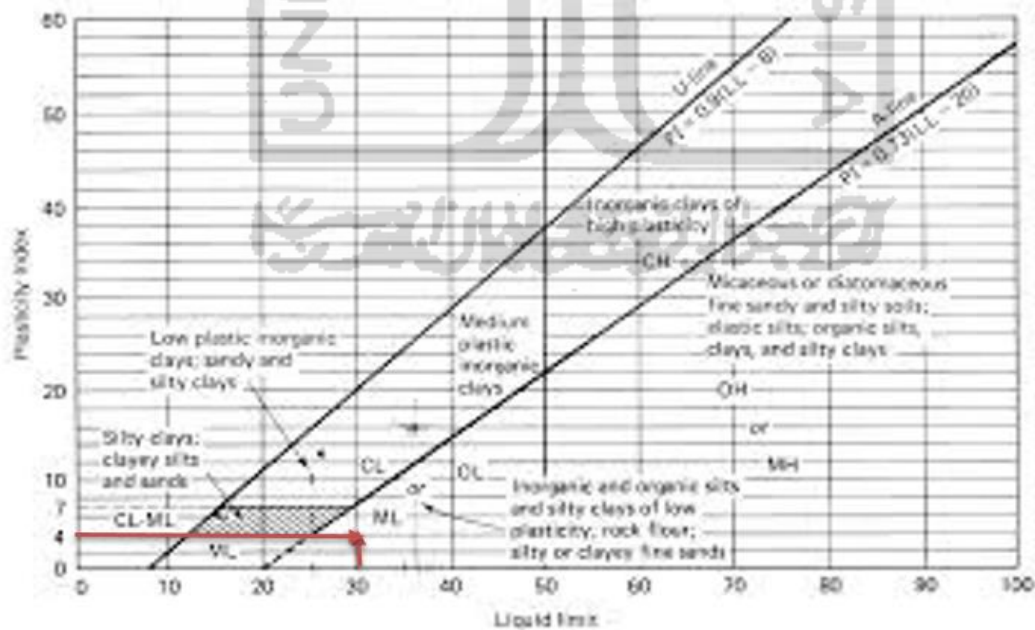
a. USCS

Pengklasifikasian sistem klasifikasi *USCS* berdasarkan persen lolos saringan nomor 200, indeks plastisitas dan batas cair. Uraian klasifikasi tanah menggunakan sistem klasifikasi *USCS* sebagai berikut.

- 1) Persen lolos saringan nomor 200 sebesar 55,892 % sehingga tanah digolongkan tanah berbutir halus karena 50% atau lebih tanah lolos ayakan nomor 200.
- 2) Nilai batas cair tanah sebesar 30,025 % sehingga tanah dikelompokkan dalam lanau dan lempung karena nilai batas cair kurang dari 50%.
- 3) Indeks plastisitas tanah sebesar 4,167 %. Berdasarkan nilai batas cair dan indeks plastisitas tanah, maka tanah digolongkan dalam *ML*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5.

Jenis	Simbol	Nama Kelompok
Lanau dan lempung dengan batas cair, $LL < 50\%$	ML	Lanau inorganik dan pasir sangat halus atau pasir halus berlanau atau berlempung
	CL	Lempung inorganik dengan plastisitas rendah hingga sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (<i>clean clays</i>)
	CL-ML	Lanau berlempung inorganik, dengan pasir halus atau sedikit kerikil.
	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
Lanau dan lempung dengan batas cair $LL > 50\%$	MH	Lanau inorganik atau pasir halus <i>diatomae</i> , lanau elastis
	CH	Lempung inorganik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (<i>fat clays</i>)
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi

Gambar 5.4 Sistem Klasifikasi USCS
(Sumber : Hardiyatmo,2002)



Gambar 5.5 Sistem Klasifikasi USCS
(Sumber : Hardiyatmo,2002)

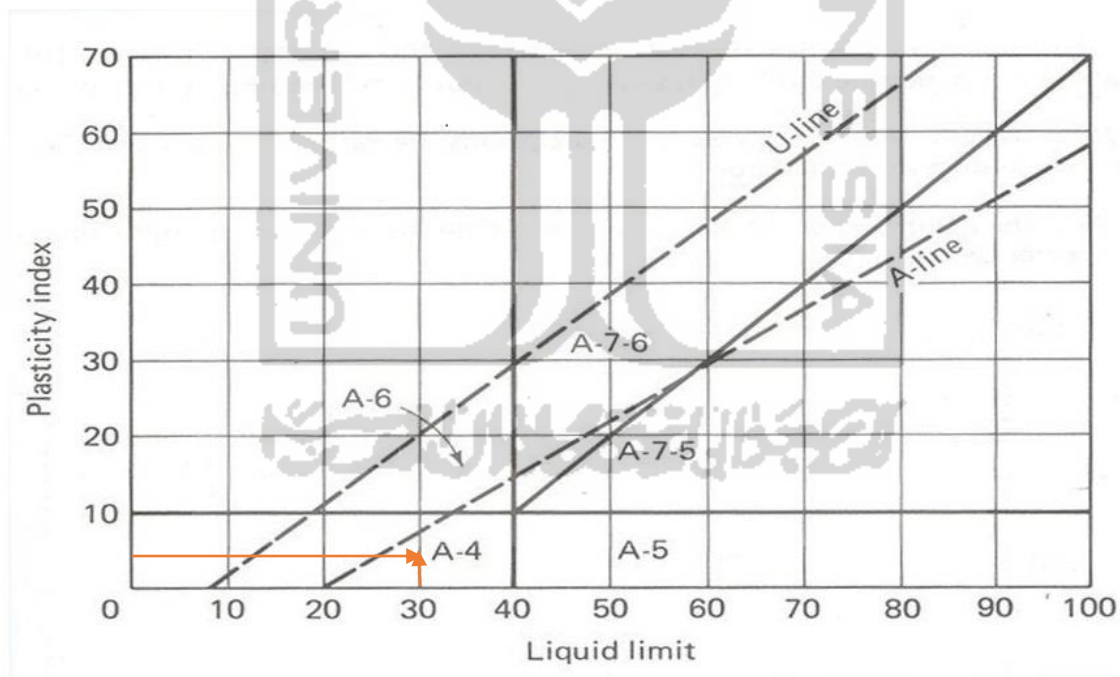
b. *AASHTO*

Pengklasifikasian sistem klasifikasi *AASHTO* berdasarkan persen lolos saringan nomor 200, indeks plastisitas dan batas cair. Uraian klasifikasi tanah menggunakan sistem klasifikasi *AASHTO* sebagai berikut.

- 1) Persen lolos saringan nomor 200 sebesar 55,892 % sehingga tanah digolongkan tanah lanau-lempung karena persen lolos saringan nomor 200 lebih dari 35%. Dengan demikian tanah masuk dalam klasifikasi A4, A5, A6 dan A7.
- 2) Nilai batas cair tanah sebesar 30,25 % sehingga tanah dikelompokkan kedalam A4 karena nilai batas cair maksimal 41%.
- 3) Indeks plastisitas tanah sebesar 4,167 % sehingga tanah dikelompokkan kedalam A4 karena nilai indeks plastisitas maksimal 10%.
- 4) Indeks kelompok (GI) = $(F-35)[0,2+0,005(LL-40)]+0,01(F-15)(PI-10)$
 $(GI) = (55,892-35)[0,2+0,005(30,25-40)]+0,01(55,892-15)(4,167-10)$
 $GI = 1,358015$ dibulatkan $GI = 1,4$.
 Nilai $GI = 1,4$ dikelompokkan kedalam A4 karena maksimal nilai GI 8.
- 5) Nilai batas plastis sebesar 26,083 % maka dikelompokkan kedalam A-4 karena nilai batas plastis kurang dari 30%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.6 dan Gambar 5.7 berikut.

Klasifikasi Umum	Material granuler (<35% lolos saringan no. 200)						Tanah-tanah lempung (>25% lolos saringan no. 200)				
	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				
Analisis saringan (% lolos): 2.00 mm (no. 10) 0.425 mm (no. 40) 0.075 mm (no. 200)	50 maks 30 maks 50 maks 15 maks 25 maks	- - -	51 min 12 maks	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Sifat fraksi lolos saringan no. 40 Batas cair (LL) Indeks plastis (PI)	- -	- -	40 maks 10 maks	41 min 12 maks	40 maks 11 min	41 min 11 maks	40 maks 10 maks	41 maks 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 maks	- -
Indeks kelompok (GI)	0	0	0	0	4 maks	4 maks	9 maks	12 maks	16 maks	20 maks	-
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir	Pasir halus	Kerikil berlekuk atau berhimpang dan pasir				Tanah berlempau		Tanah berlempung		
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik						Sedang sampai buruk				

Gambar 5.6 Sistem Klasifikasi AASHTO
(Sumber : Hardiyatmo,2002)

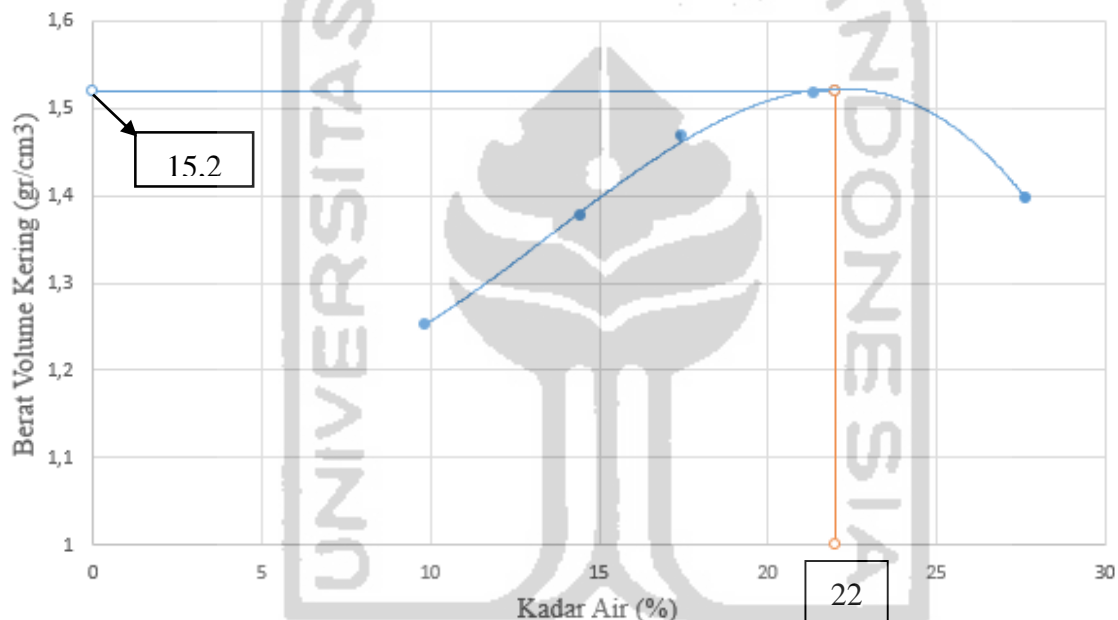


Gambar 5.7 Sistem Klasifikasi AASHTO
(Sumber : Hardiyatmo,2002)

5.1.2 Pengujian Sifat Mekanik Tanah Asli

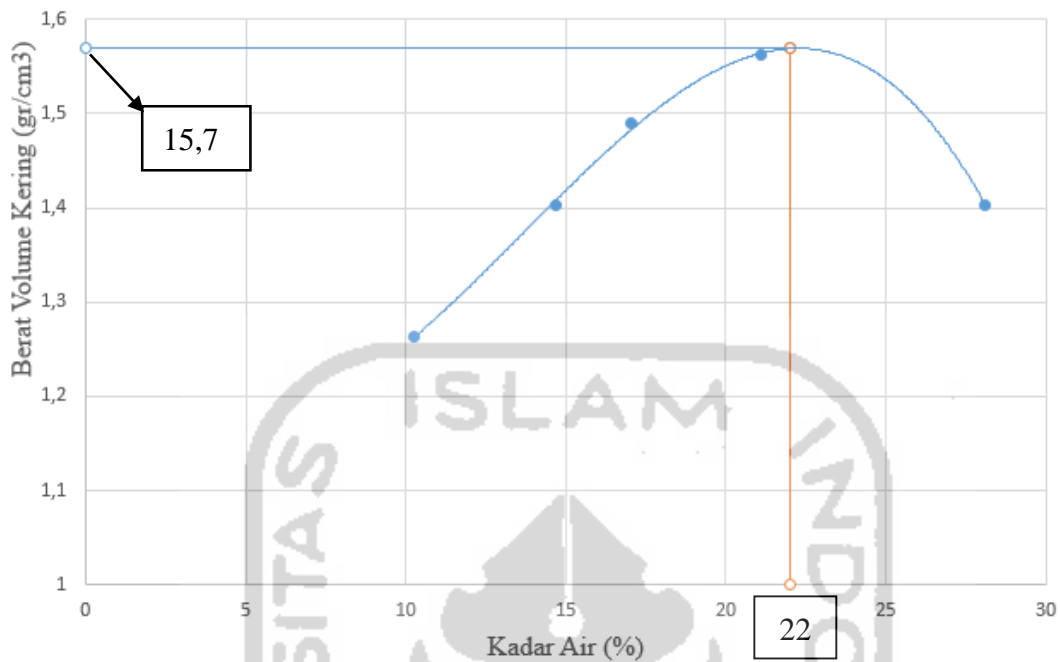
1. Pengujian Proktor Standar

Pengujian proktor standar dimaksudkan untuk mencari nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum tanah. Pengujian ini terdiri dari dua sampel. Berdasarkan nilai kadar air dan berat volume kering, maka dapat digambarkan grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air untuk mendapatkan nilai berat volume maksimum dan kadar air optimum. Gambar grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.8 Grafik Proktor Standar Sampel 1

Berdasarkan gambar grafik di atas, kepadatan maksimum tanah sampel 1 adalah $1,52 \text{ gr/cm}^3$ dan kadar air optimum adalah 22 %. Gambar grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut.

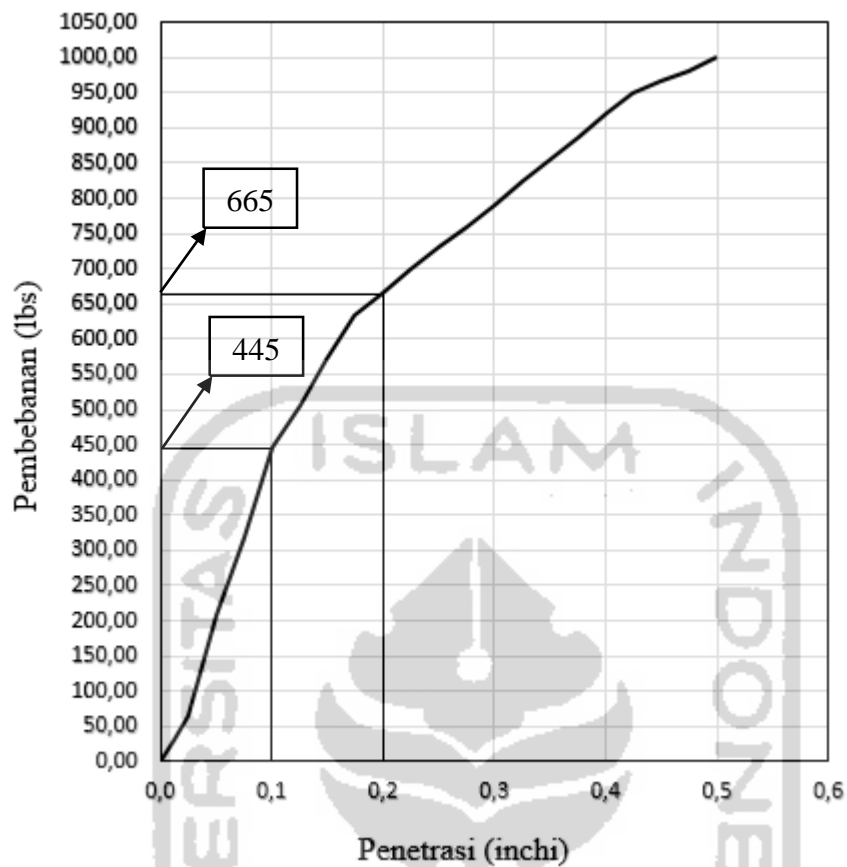


Gambar 5.9 Grafik Proktor Standar Sampel 2

Berdasarkan gambar grafik di atas, kepadatan maksimum tanah sampel 2 adalah $1,57 \text{ gr/cm}^3$ dan kadar air optimum adalah 22 %. Nilai kepadatan maksimum rerata adalah $1,545 \text{ gr/cm}^3$ dan kadar air optimum adalah 22 %.

2. Pengujian *CBR*

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai *CBR* tanah asli. Pengujian *CBR* tanah asli dilakukan menggunakan dua sampel. Hasil pengujian *CBR* langsung tanah asli sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut.

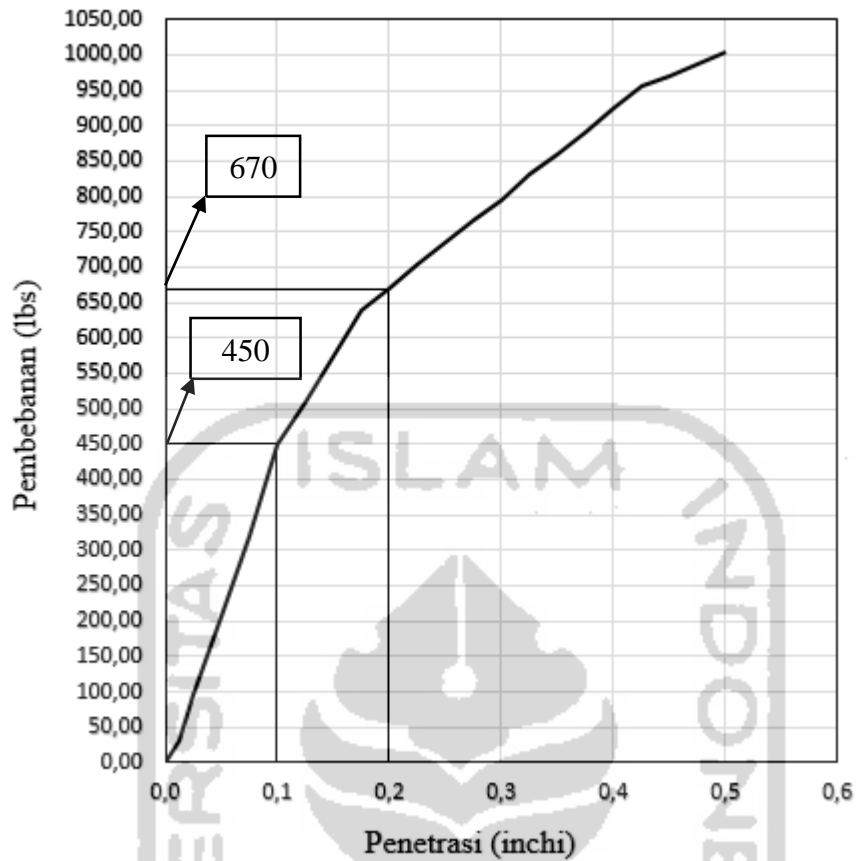


Gambar 5.10 Grafik CBR Langsung Tanah Asli Sampel 1

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CBR\ 0,1 &= \frac{445}{3 \times 1000} \times 100\% & CBR\ 0,2 &= \frac{665}{3 \times 1500} \times 100\% \\
 &= 14,83\% & &= 14,78\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai *CBR* 0,1” sebesar 14,83 % dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 14,78 %. Nilai yang dipakai adalah *CBR* 0,1” yaitu 14,83 %. Hasil pengujian *CBR* langsung tanah asli sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.

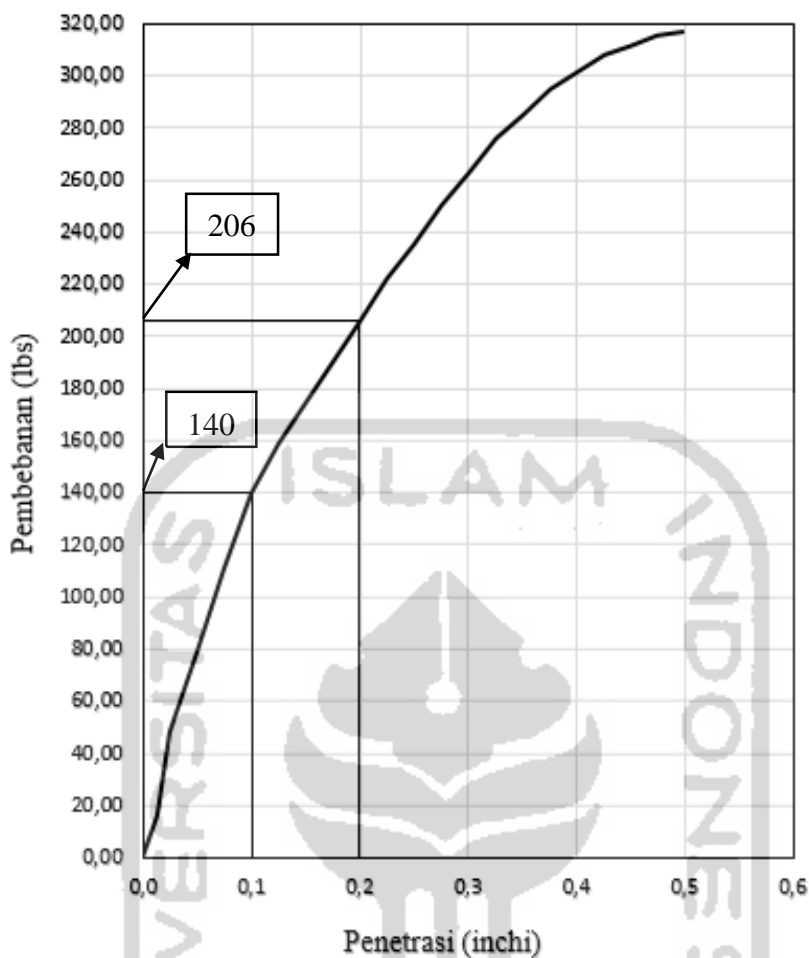


Gambar 5.11 Grafik CBR Langsung Tanah Asli Sampel 2

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CBR_{0,1} &= \frac{445}{3 \times 1000} \times 100\% & CBR_{0,2} &= \frac{665}{3 \times 1500} \times 100\% \\
 &= 15\% & &= 14,89\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai *CBR* 0,1” sebesar 15 % dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 14,89 %. Nilai yang dipakai adalah *CBR* 0,1” yaitu 15 %. Hasil pengujian *CBR* langsung tanah asli rendaman sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.



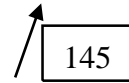
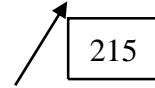
Gambar 5.12 Grafik CBR Langsung Tanah Asli Rendaman Sampel 1

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CBR_{0,1} &= \frac{140}{3 \times 1000} \times 100\% & CBR_{0,2} &= \frac{206}{3 \times 1500} \times 100\% \\
 &= 4,68\% & &= 4,58\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai *CBR* 0,1” sebesar 4,68 % dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 4,58 %. Nilai yang dipakai adalah *CBR* 0,1” yaitu 4,68 %. Hasil pengujian *CBR* langsung tanah rendaman sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.13 berikut.



Tabel 5.8 Rekapitulasi *CBR* Tanah AsliGambar 5.13 Grafik *CBR* Langsung Tanah Asli Rendaman Sampel 2

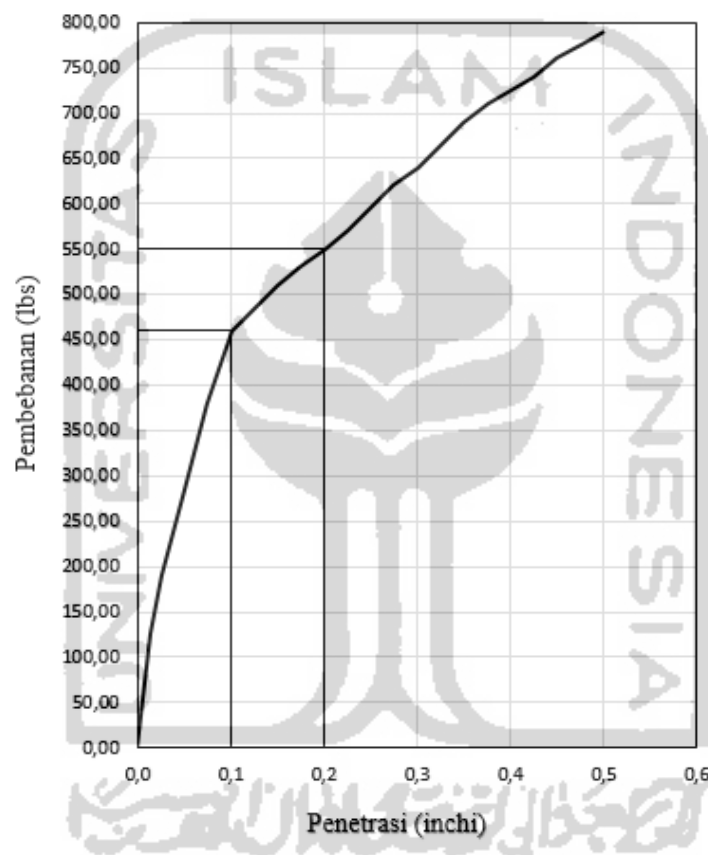
Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CBR\ 0,1 &= \frac{145}{3 \times 1000} \times 100\% & CBR\ 0,2 &= \frac{215}{3 \times 1500} \times 100\% \\
 &= 4,83\% & &= 4,78\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai *CBR* 0,1” sebesar 4,83 % dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 4,78 %. Nilai yang dipakai adalah *CBR* 0,1” yaitu 4,83 %. Hasil rekapitulasi pengujian *CBR* tanah asli rendaman dan tanpa rendaman dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

	Nilai CBR	CBR Rata – Rata
Sampel 1	14,83 %	14,915 %
Sampel 2	15 %	
Sampel 1 (rendaman)	4,68 %	4,755 %
Sampel 2 (rendaman)	4,83 %	

Berdasarkan tabel di atas nilai *CBR* langsung tanah asli tanpa perendaman (*unsoaked*) adalah sebesar 14,915 % dan *CBR* langsung tanah asli rendaman (*soaked*) adalah sebesar 4,755 % .



Gambar 5.14 Grafik *CBR* Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 1

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

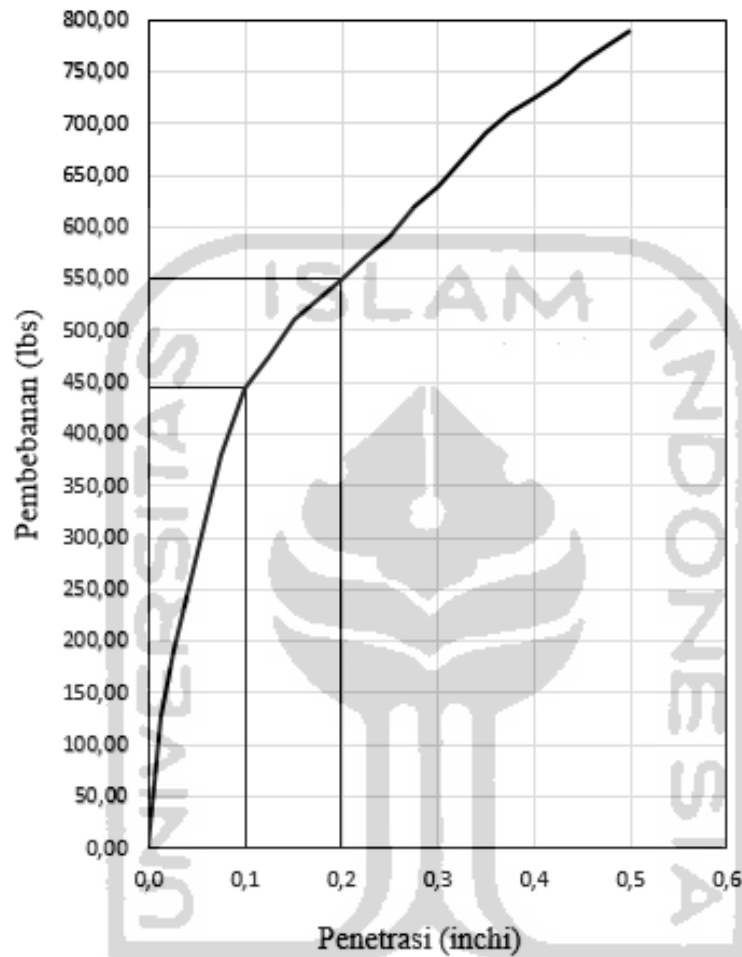
$$CBR_{0,1} = \frac{460}{3 \times 1000} \times 100\%$$

$$CBR_{0,2} = \frac{550}{3 \times 1500} \times 100\%$$

$$= 15,33 \%$$

$$= 12,22 \%$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai *CBR* 0,1" sebesar 15,33 % dan nilai *CBR* 0,2" sebesar 12,22 %. Nilai yang dipakai adalah *CBR* 0,1" yaitu 15,33 %. Hasil pengujian *CBR* tanah asli + 1% zeolit pemeraman 1 hari sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.15 berikut.



Gambar 5.15 Grafik *CBR* Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 2

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai *CBR* pada penetrasi 0,1" dan penetrasi 0,2" sebagai berikut.

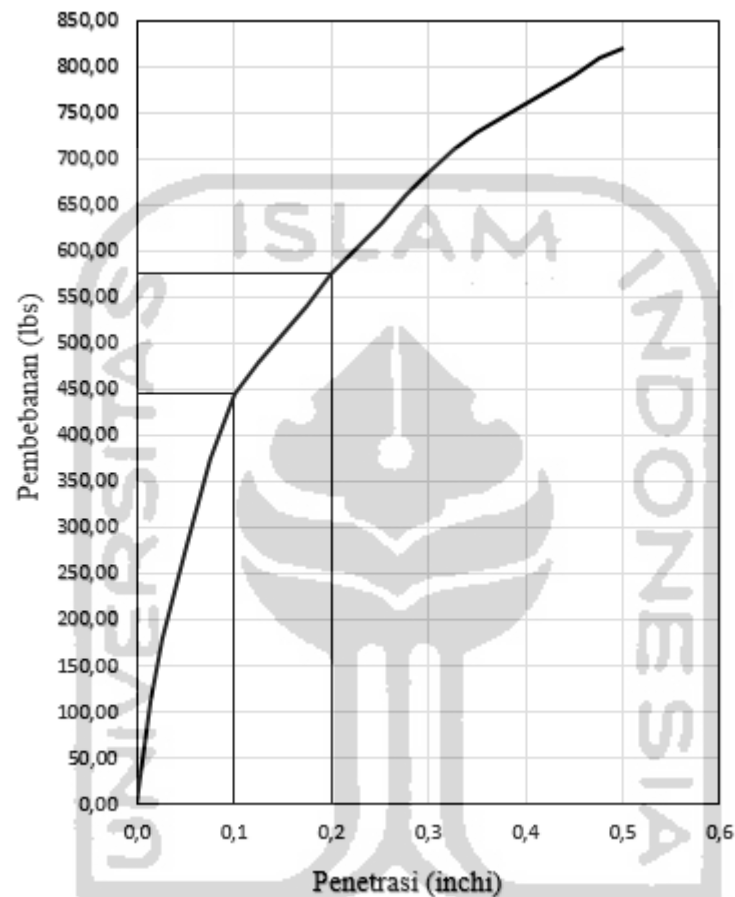
$$CBR_{0,1} = \frac{445}{3 \times 1000} \times 100\%$$

$$CBR_{0,2} = \frac{550}{3 \times 1500} \times 100\%$$

= 14,83 %

= 12,22 %

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai *CBR* 0,1” sebesar 14,83% dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 12,22 %. Nilai yang dipakai adalah *CBR* 0,1” yaitu 14,83 %. Hasil pengujian *CBR* tanah asli + 3 % zeolit pemeraman 1 hari sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.16 berikut.

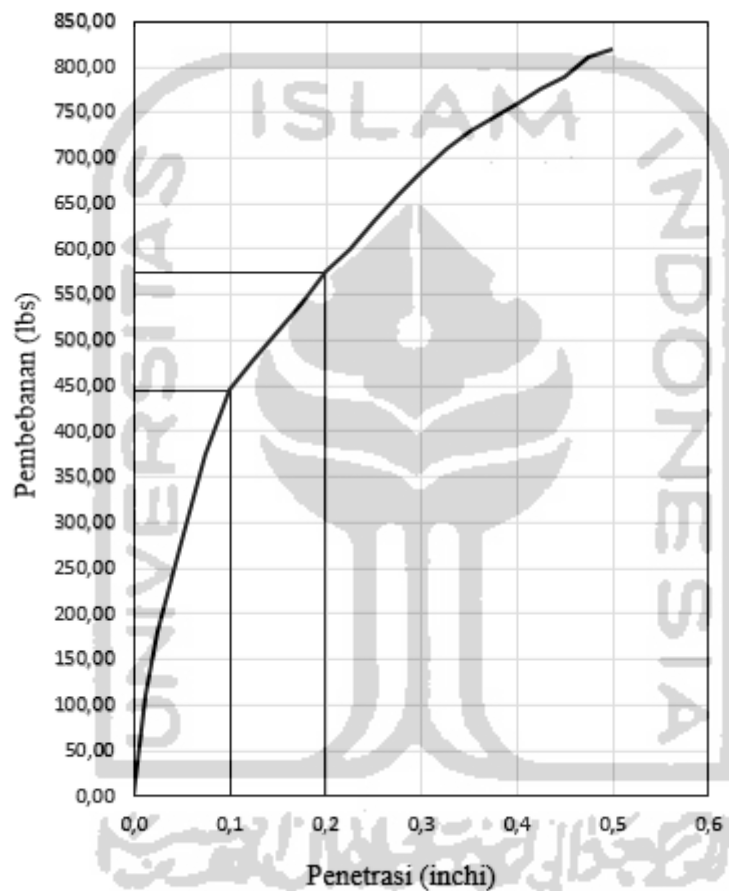


Gambar 5.16 Grafik *CBR* Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 1

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CBR_{0,1} &= \frac{475}{3 \times 1000} \times 100\% & CBR_{0,2} &= \frac{600}{3 \times 1500} \times 100\% \\
 &= 15,83\% & &= 13,33\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 15,83 % dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 13,33%. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 15,83 %. Hasil pengujian CBR tanah asli + 3 % zeolit pemeraman 1 hari sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut.



Gambar 5.17 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 2

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

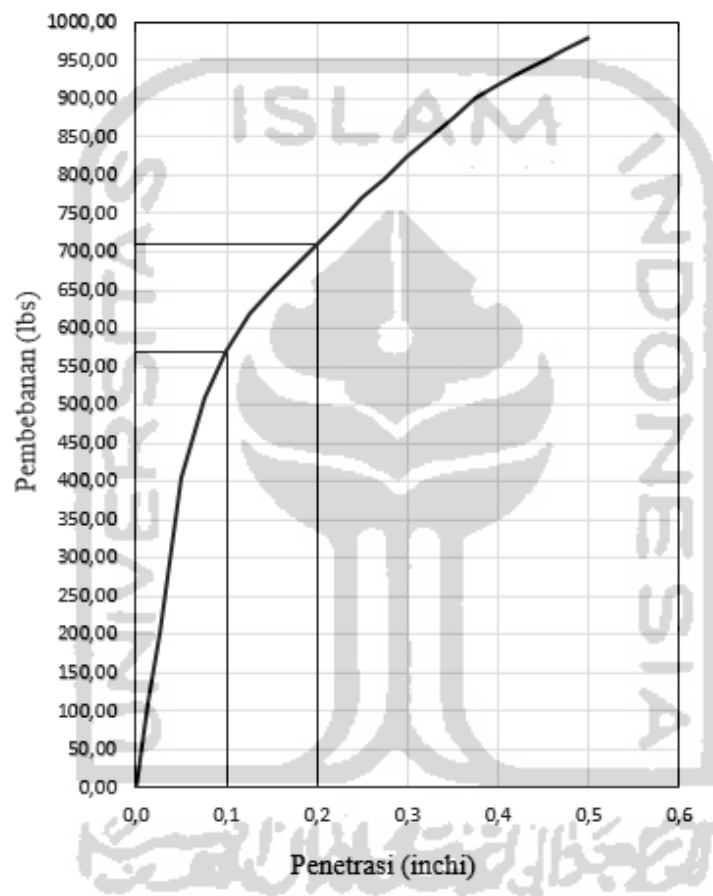
$$CBR_{0,1} = \frac{445}{3 \times 1000} \times 100\%$$

$$= 14,83 \%$$

$$CBR_{0,2} = \frac{575}{3 \times 1500} \times 100\%$$

$$= 12,78 \%$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 14,83 % dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 12,78%. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 14,83 %. Hasil pengujian CBR tanah asli + 5 % zeolit pemeraman 1 hari sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut.



Gambar 5.18 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 1

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

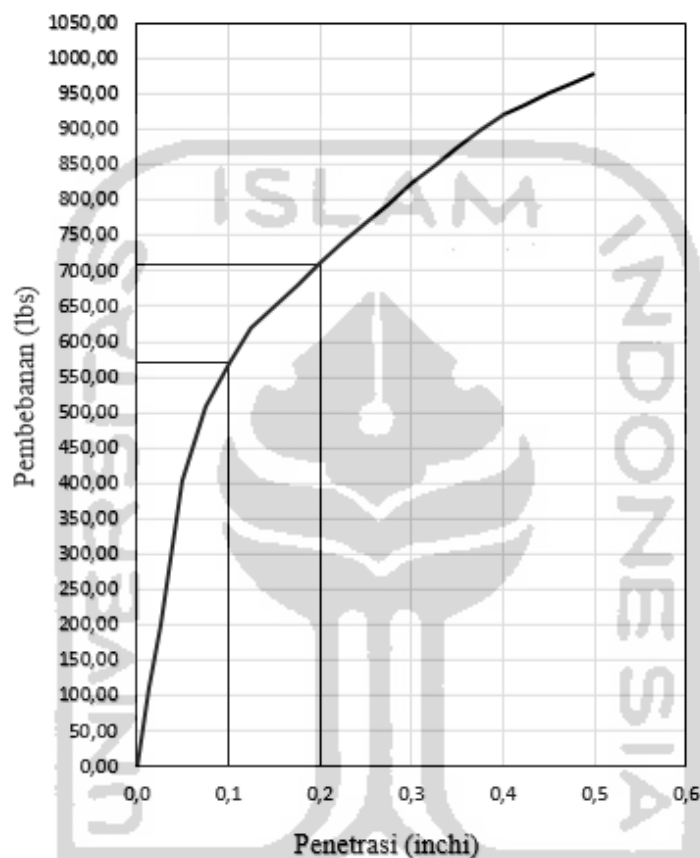
$$CBR_{0,1} = \frac{570}{3 \times 1000} \times 100\%$$

$$CBR_{0,2} = \frac{710}{3 \times 1500} \times 100\%$$

= 19,0 %

= 15,78%

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai *CBR* 0,1” sebesar 19,0 % dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 15,78%. Nilai yang dipakai adalah *CBR* 0,1” yaitu 19,0 %. Hasil pengujian *CBR* tanah asli + 5 % zeolit pemeraman 1 hari sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.19 berikut.

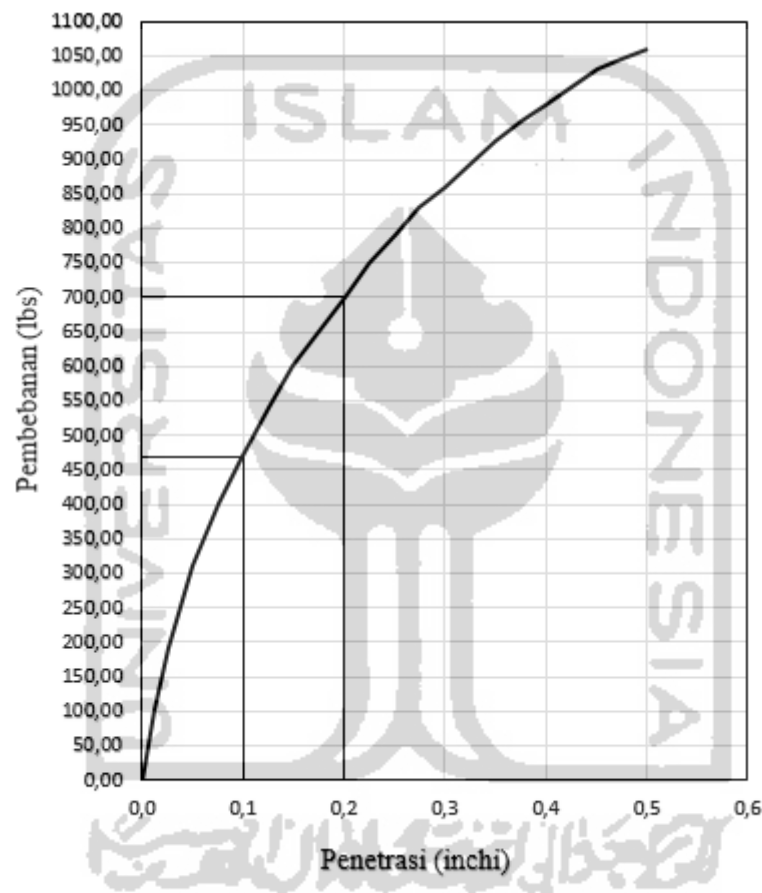


Gambar 5.19 Grafik *CBR* Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 1 Hari Sampel 2

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CBR_{0,1} &= \frac{580}{3 \times 1000} \times 100\% & CBR_{0,2} &= \frac{720}{3 \times 1500} \times 100\% \\
 &= 19,33\% & &= 16,0\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 19,33 % dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 16,0 %. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 19,33 %. Hasil pengujian CBR tanah asli + 1 % zeolit pemeraman 3 hari sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.20 berikut.

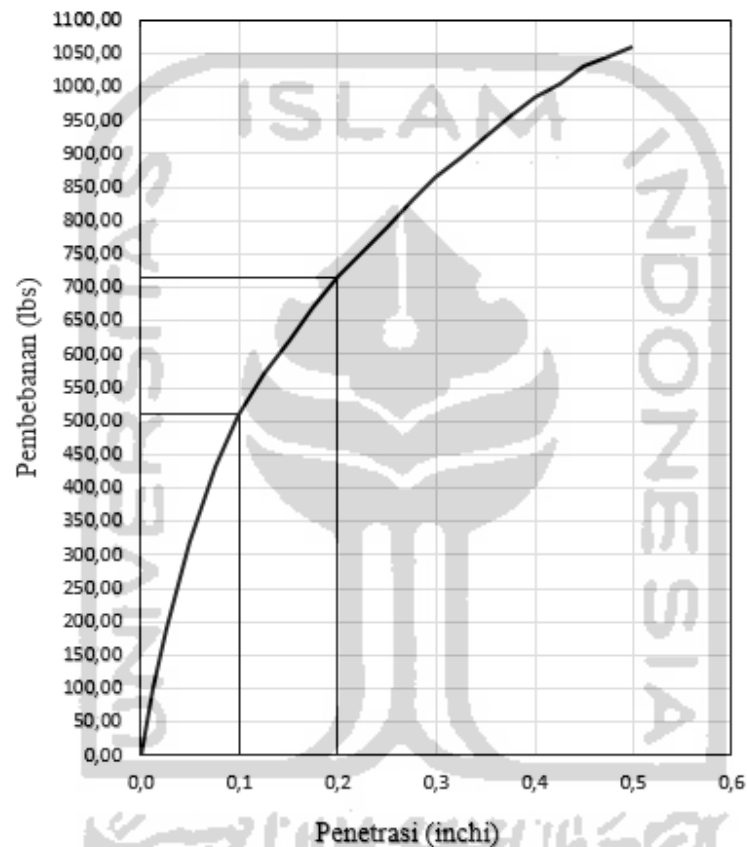


Gambar 5.20 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 1

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CBR_{0,1} &= \frac{470}{3 \times 1000} \times 100\% & CBR_{0,2} &= \frac{700}{3 \times 1500} \times 100\% \\
 &= 15,67\% & &= 15,56\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 15,67 % dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 15,67 %. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 15,56 %. Hasil pengujian CBR tanah asli + 1 % zeolit pemeraman 3 hari sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.21 berikut.



Gambar 5.21 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 2

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

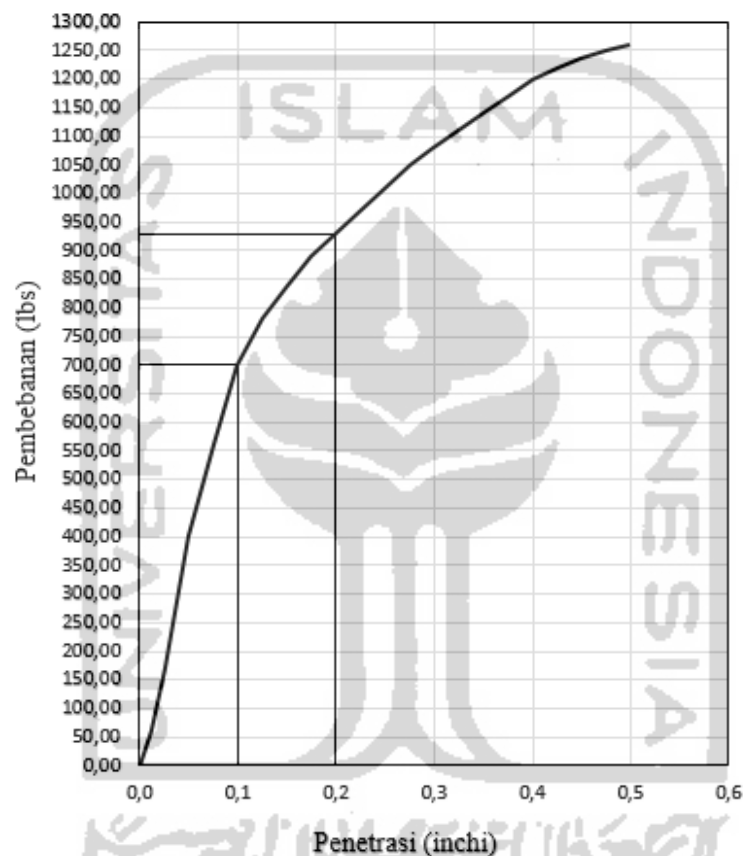
$$CBR_{0,1} = \frac{510}{3 \times 1000} \times 100\%$$

$$= 17,0 \%$$

$$CBR_{0,2} = \frac{715}{3 \times 1500} \times 100\%$$

$$= 15,89 \%$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 17,0% dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 15,89 %. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 17,0 %. Hasil pengujian CBR tanah asli + 3 % zeolit pemeraman 3 hari sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.22 berikut.

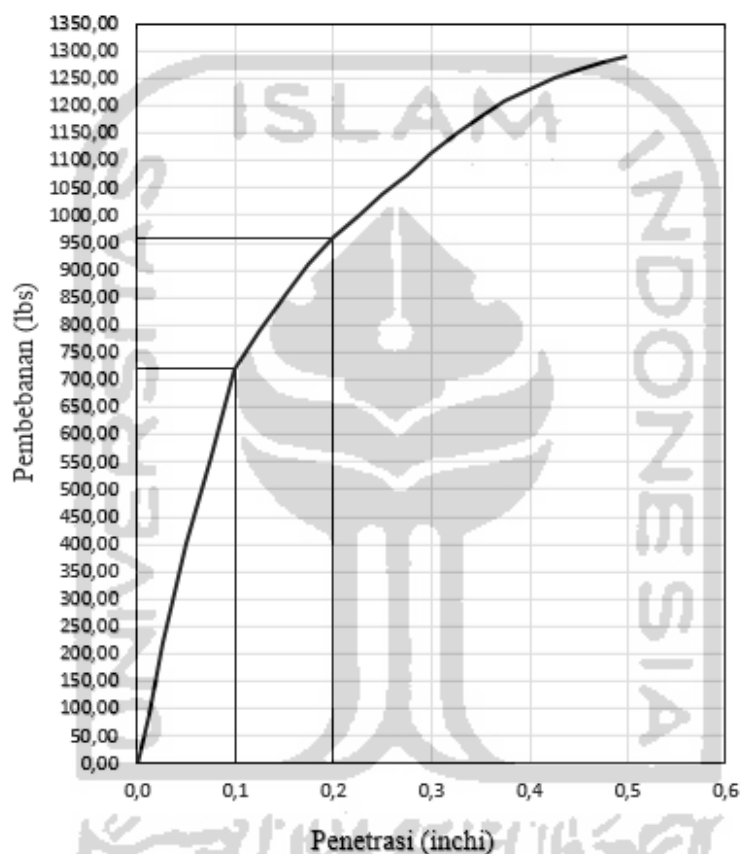


Gambar 5.22 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 1

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CBR_{0,1} &= \frac{700}{3 \times 1000} \times 100\% & CBR_{0,2} &= \frac{930}{3 \times 1500} \times 100\% \\
 &= 23,33\% & &= 20,67\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 23,33% dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 20,67%. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 23,33%. Hasil pengujian CBR tanah asli + 3% zeolit pemeraman 3 hari sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.23 berikut.

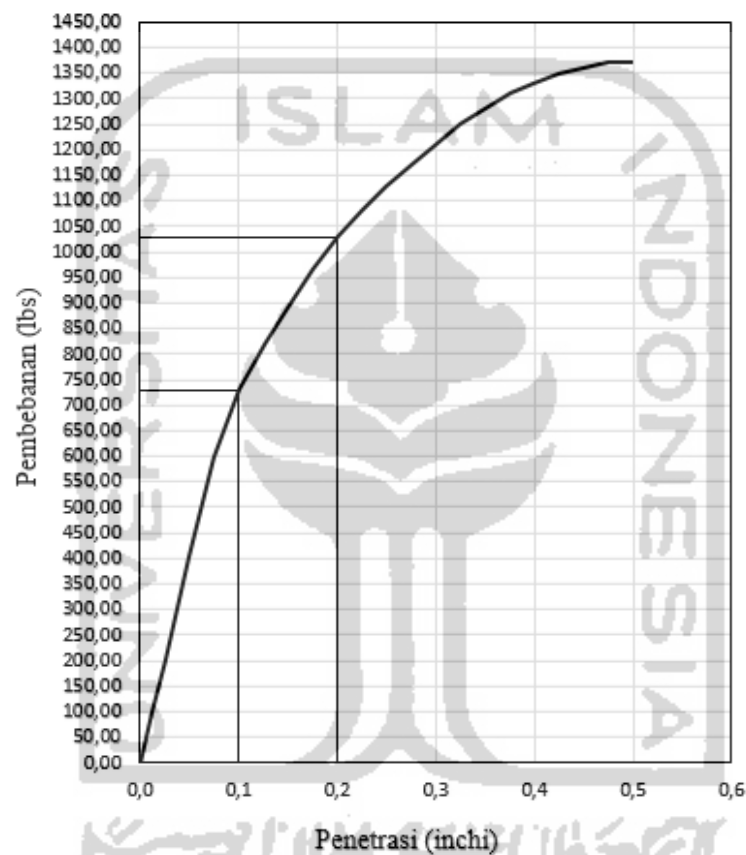


Gambar 5.22 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 2

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CBR_{0,1} &= \frac{720}{3 \times 1000} \times 100\% & CBR_{0,2} &= \frac{960}{3 \times 1500} \times 100\% \\
 &= 24,0\% & &= 21,33\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 24,0% dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 21,33 %. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 24,0 %. Hasil pengujian CBR tanah asli + 5 % zeolit pemeraman 3 hari sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.24 berikut.

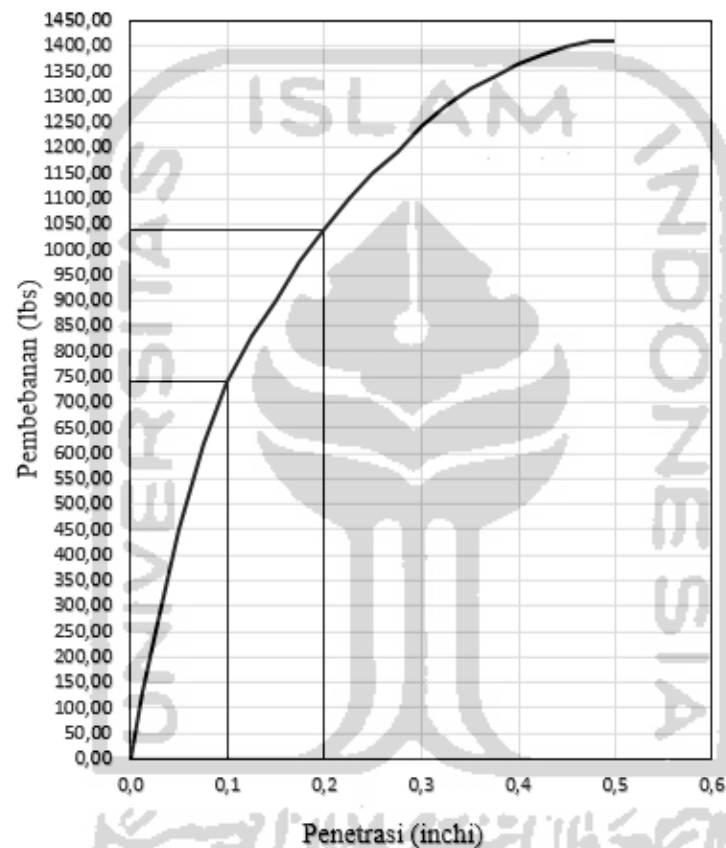


Gambar 5.24 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 1

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CBR_{0,1} &= \frac{730}{3 \times 1000} \times 100\% & CBR_{0,2} &= \frac{1030}{3 \times 1500} \times 100\% \\
 &= 24,33\% & &= 22,89\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 24,33% dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 22,89%. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 24,33%. Hasil pengujian CBR tanah asli + 5% zeolit pemeraman 3 hari sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.25 berikut.

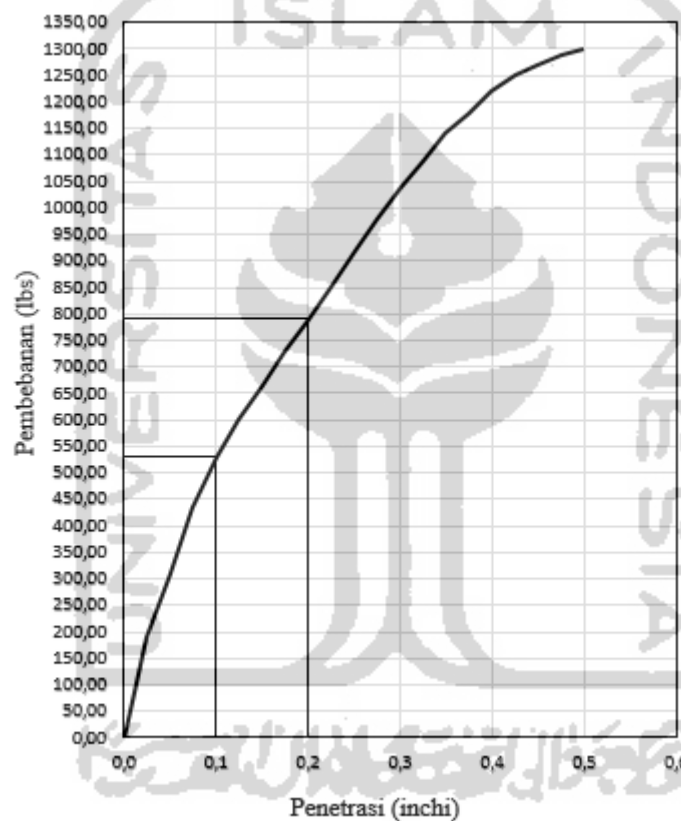


Gambar 5.25 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 3 Hari Sampel 2

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CBR\ 0,1 &= \frac{740}{3 \times 1000} \times 100\% & CBR\ 0,2 &= \frac{1040}{3 \times 1500} \times 100\% \\
 &= 24,67\% & &= 23,11\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai *CBR* 0,1” sebesar 24,67% dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 23,11%. Nilai yang dipakai adalah *CBR* 0,1” yaitu 24,67%. Hasil pengujian *CBR* tanah asli + 1% zeolit pemeraman 7 hari sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.26 berikut.



Gambar 5.26 Grafik *CBR* Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 1

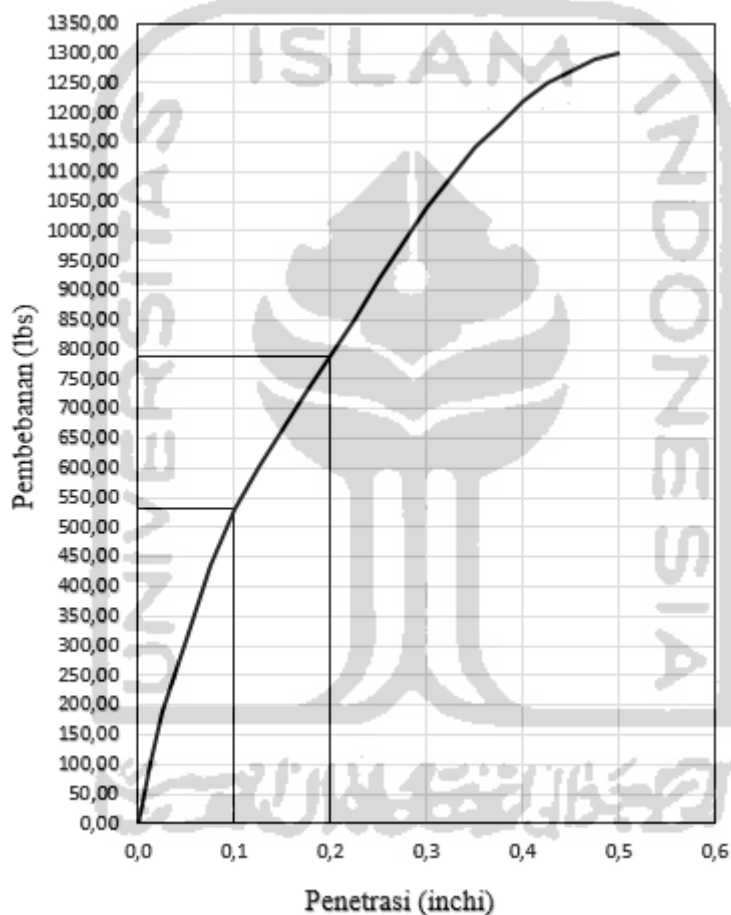
Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan

penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CBR_{0,1} &= \frac{530}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 17,67\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBR_{0,2} &= \frac{790}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= 17,56\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 17,67% dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 17,56%. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 17,67%. Hasil pengujian CBR tanah asli + 1% zeolit pemeraman 7 hari sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.27 berikut.



Gambar 5.27 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 2

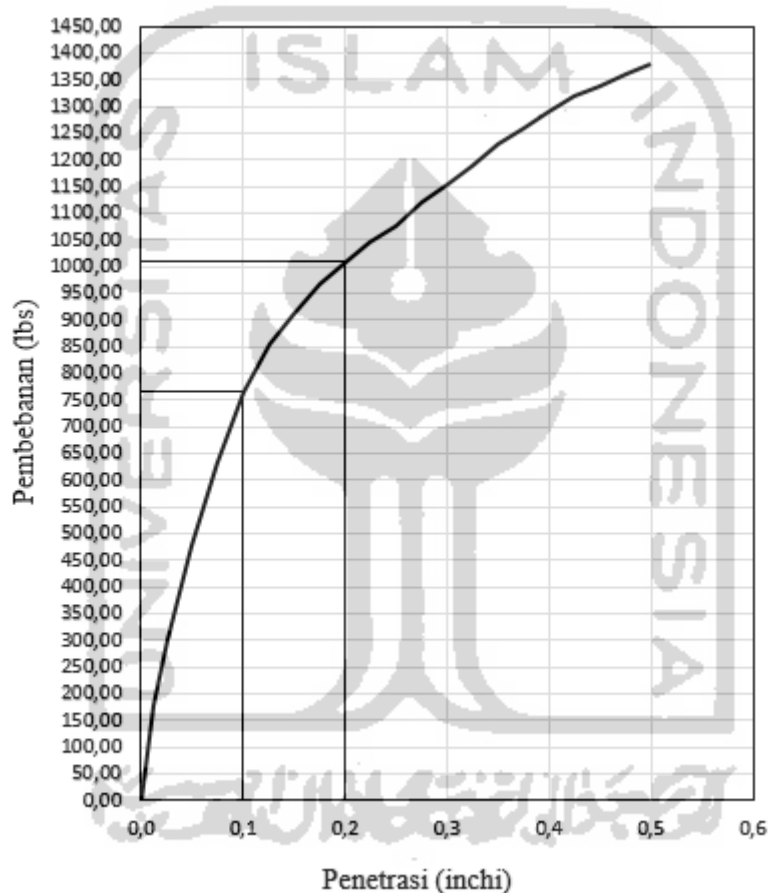
Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan

penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CBR_{0,1} &= \frac{550}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 18,33\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBR_{0,2} &= \frac{805}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= 17,89\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 18,33% dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 17,89%. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 18,33%. Hasil pengujian CBR tanah asli + 3% zeolit pemeraman 7 hari sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.28 berikut.



Gambar 5.28 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 1

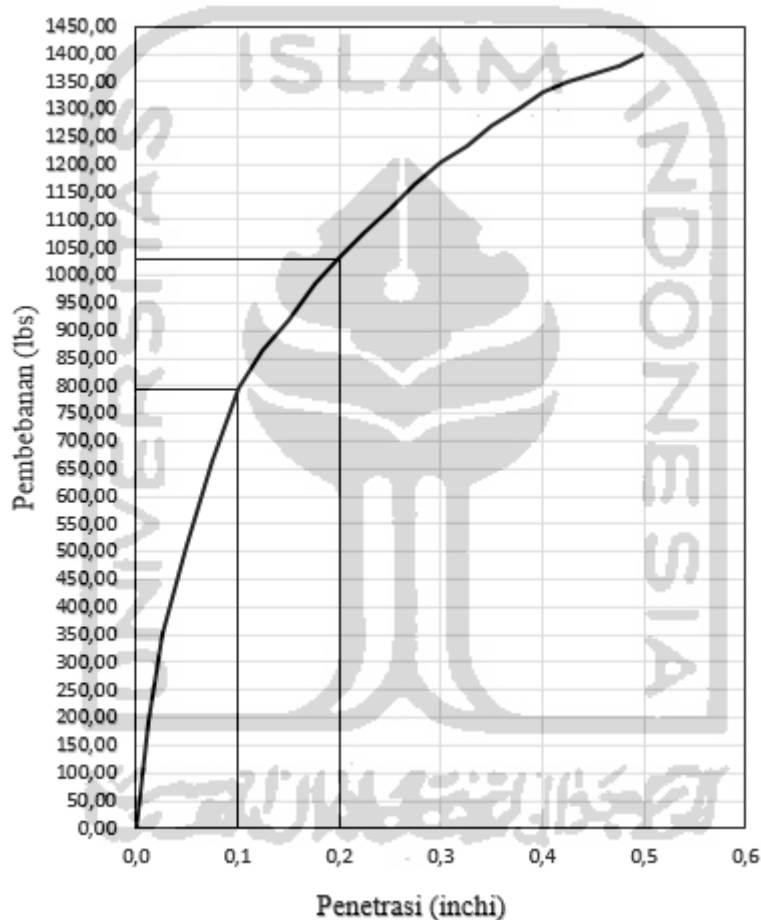
Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan

penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CBR_{0,1} &= \frac{765}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 25,50\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBR_{0,2} &= \frac{1010}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= 22,44\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 25,50% dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 22,44%. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 25,50%. Hasil pengujian CBR tanah asli + 3% zeolit pemeraman 7 hari sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.29 berikut.



Gambar 5.29 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 2

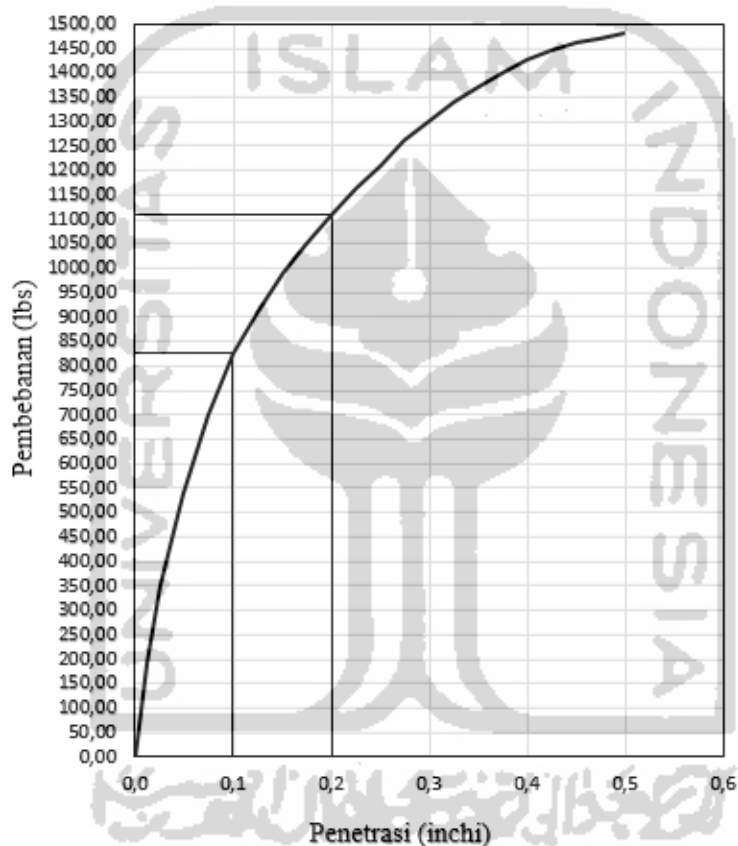
Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan

penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CBR_{0,1} &= \frac{795}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 26,50\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBR_{0,2} &= \frac{1030}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= 22,89\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 26,50% dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 22,89%. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 26,50%. Hasil pengujian CBR tanah asli + 5% zeolit pemeraman 7 hari sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.30 berikut.



Gambar 5.30 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 1

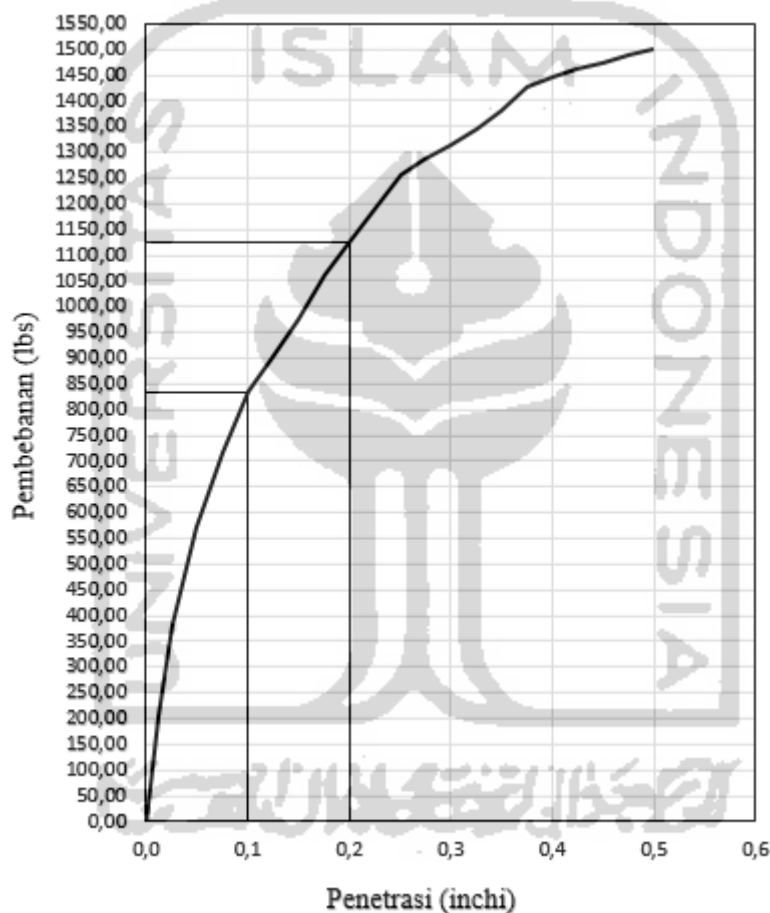
Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan

penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CBR_{0,1} &= \frac{825}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 27,50\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBR_{0,2} &= \frac{1110}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= 24,67\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 27,50% dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 24,67%. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 27,50%. Hasil pengujian CBR tanah asli + 5% zeolit pemeraman 7 hari sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.31 berikut.



Gambar 5.31 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari Sampel 2

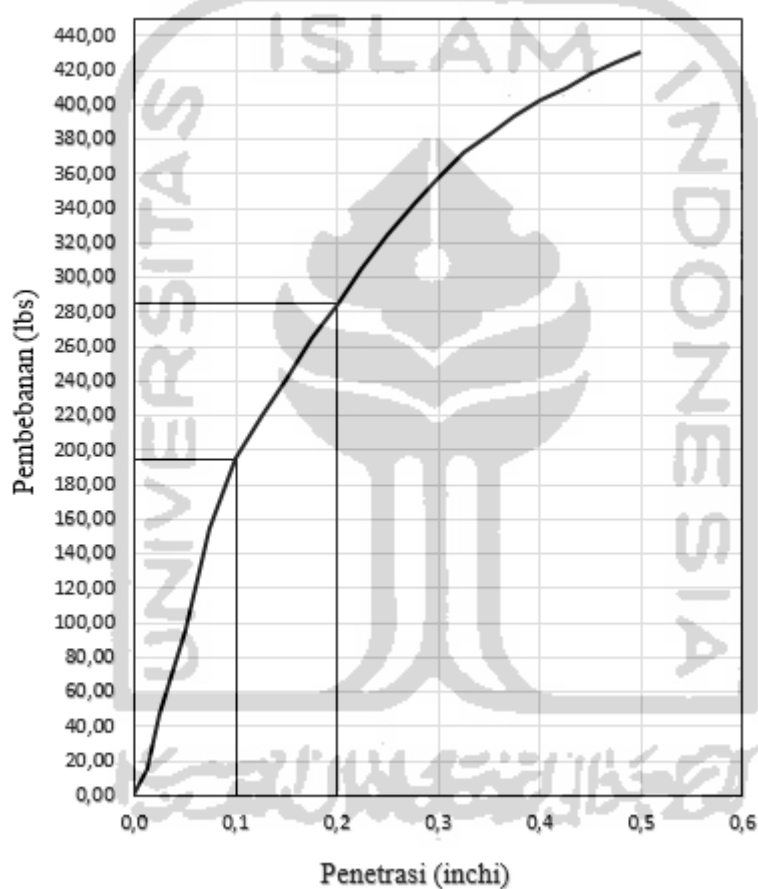
Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan

penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CBR_{0,1} &= \frac{835}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 27,83\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBR_{0,2} &= \frac{1125}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= 25,00\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 27,83% dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 25,00%. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 27,83%. Hasil pengujian CBR tanah asli + 1% zeolit pemeraman 7 hari + 4 hari perendaman sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.32 berikut.



**Gambar 5.32 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari + 4 Hari
Pemeraman Sampel 1**

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan

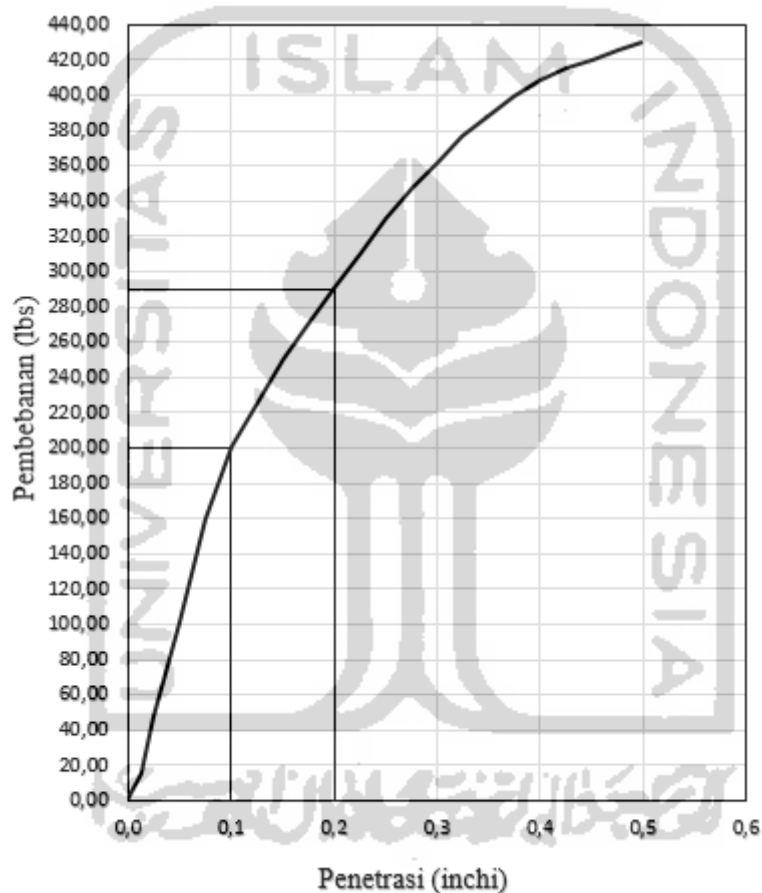
penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CBR_{0,1} &= \frac{195}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 6,50\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBR_{0,2} &= \frac{285}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= 6,33\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 6,50 % dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 6,33%. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 6,50%.

Hasil pengujian CBR tanah asli + 1 % zeolit pemeraman 7 hari + 4 hari perendaman sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.33 berikut.



Gambar 5.33 Grafik CBR Tanah Asli + 1% Zeolit Pemeraman 7 Hari + 4 Hari Pemeraman Sampel 2

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan

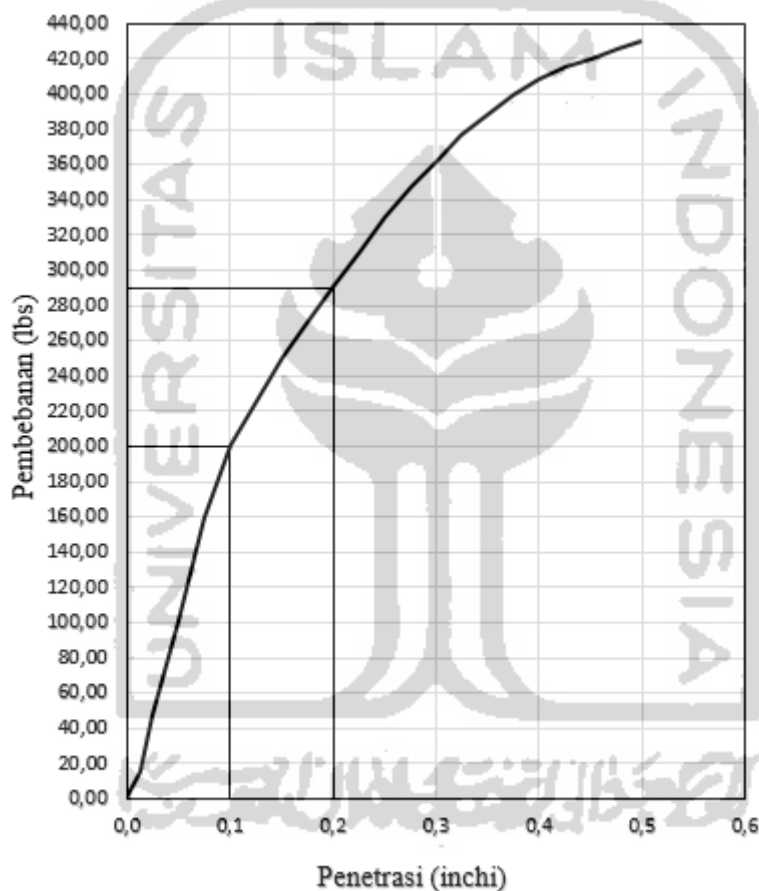
penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CBR_{0,1} &= \frac{200}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 6,67\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBR_{0,2} &= \frac{290}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= 6,44\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 6,67% dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 6,44%. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 6,67%.

Hasil pengujian CBR tanah asli + 3 % zeolit pemeraman 7 hari + 4 hari perendaman sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.34 berikut.



Gambar 5.34 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari + 4 Hari Pemeraman Sampel 1

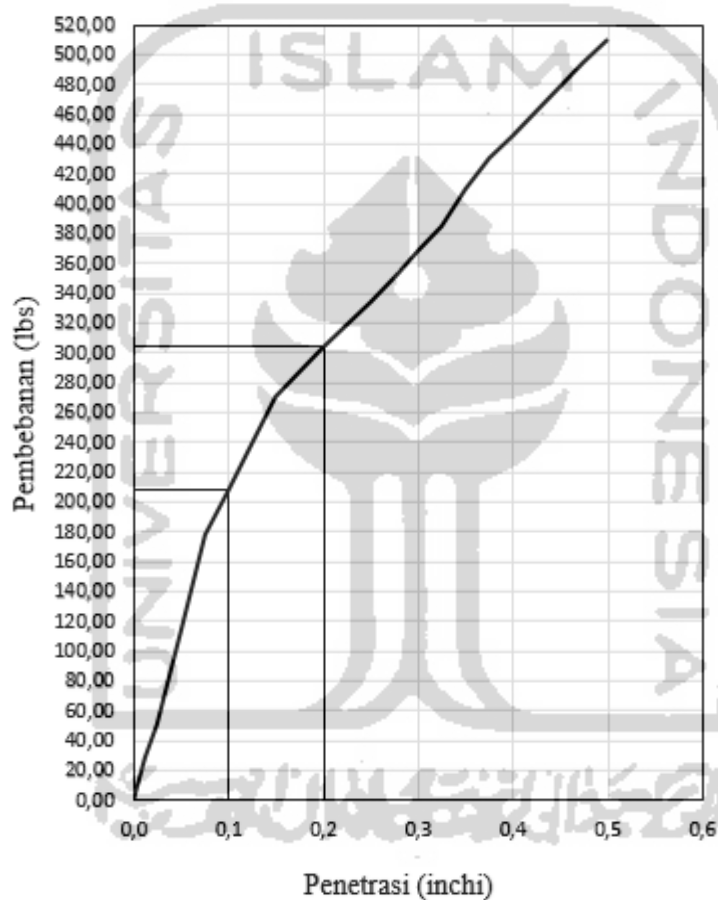
Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan

penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CBR_{0,1} &= \frac{206}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 6,87\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBR_{0,2} &= \frac{301}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= 6,69\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 6,87 % dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 6,69 %. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 6,87 %. Hasil pengujian CBR tanah asli + 3 % zeolit pemeraman 7 hari + 4 hari perendaman sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.35 berikut.



**Gambar 5.35 Grafik CBR Tanah Asli + 3% Zeolit Pemeraman 7 Hari + 4 Hari
Pemeraman Sampel 2**

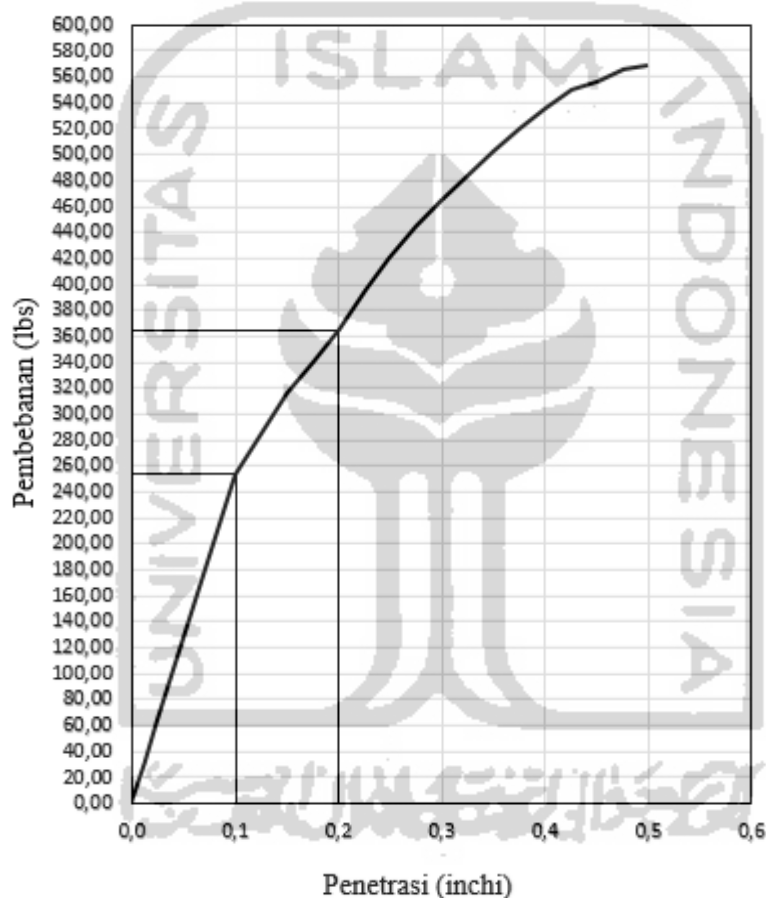
Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan

penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CBR_{0,1} &= \frac{209}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 6,97\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBR_{0,2} &= \frac{304}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= 6,76\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai $CBR_{0,1}$ sebesar 6,97 % dan nilai $CBR_{0,2}$ sebesar 6,76 %. Nilai yang dipakai adalah $CBR_{0,1}$ yaitu 6,97 %. Hasil pengujian CBR tanah asli + 5 % zeolit pemeraman 7 hari + 4 hari perendaman sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.36 berikut.



**Gambar 5.36 Grafik CBR Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari + 4 Hari
Pemeraman Sampel 1**

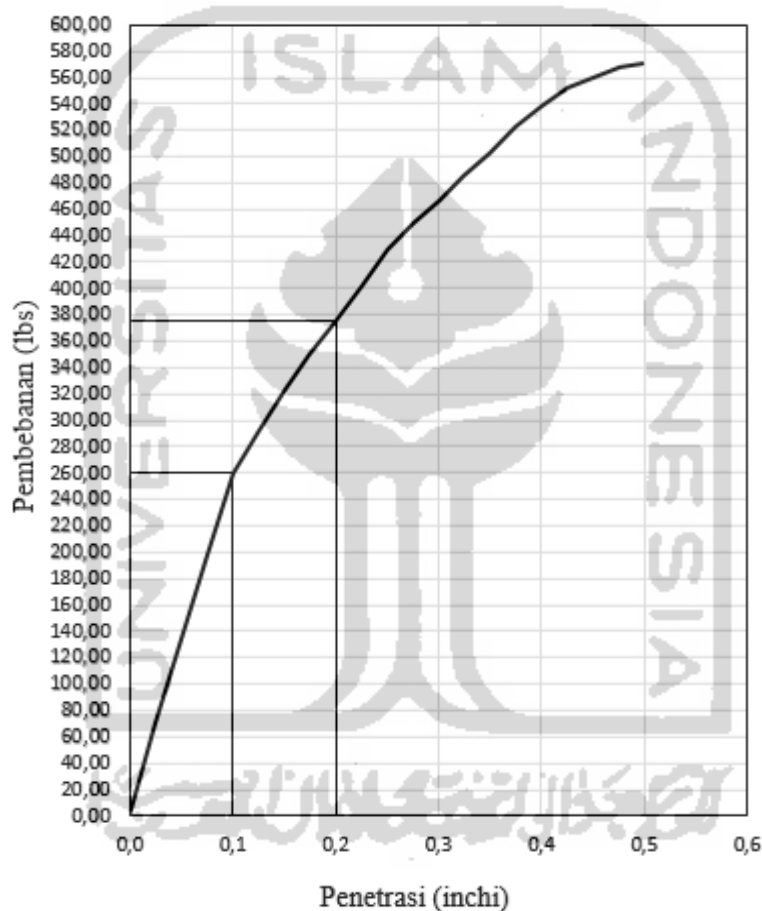
Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan

penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CBR\ 0,1 &= \frac{254}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 8,47\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBR\ 0,2 &= \frac{365}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= 8,11\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai *CBR* 0,1” sebesar 8,47 % dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 8,11 %. Nilai yang dipakai adalah *CBR* 0,1” yaitu 8,47%. Hasil pengujian *CBR* tanah asli + 5 % zeolit pemeraman 7 hari + 4 hari perendaman sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.37 berikut.



Gambar 5.37 Grafik *CBR* Tanah Asli + 5% Zeolit Pemeraman 7 Hari + 4 Hari Pemeraman Sampel 2

Berdasarkan grafik di atas dapat dihitung nilai *CBR* pada penetrasi 0,1” dan

penetrasi 0,2” sebagai berikut.

$$\begin{aligned} CBR\ 0,1 &= \frac{260}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 8,67\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CBR\ 0,2 &= \frac{375}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= 8,33\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai *CBR* 0,1” sebesar 8,67 % dan nilai *CBR* 0,2” sebesar 8,33 %. Nilai yang dipakai adalah *CBR* 0,1” yaitu 7,78%. Hasil rekapitulasi pengujian *CBR* rendaman dan tanpa rendaman dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

5.1.3 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR

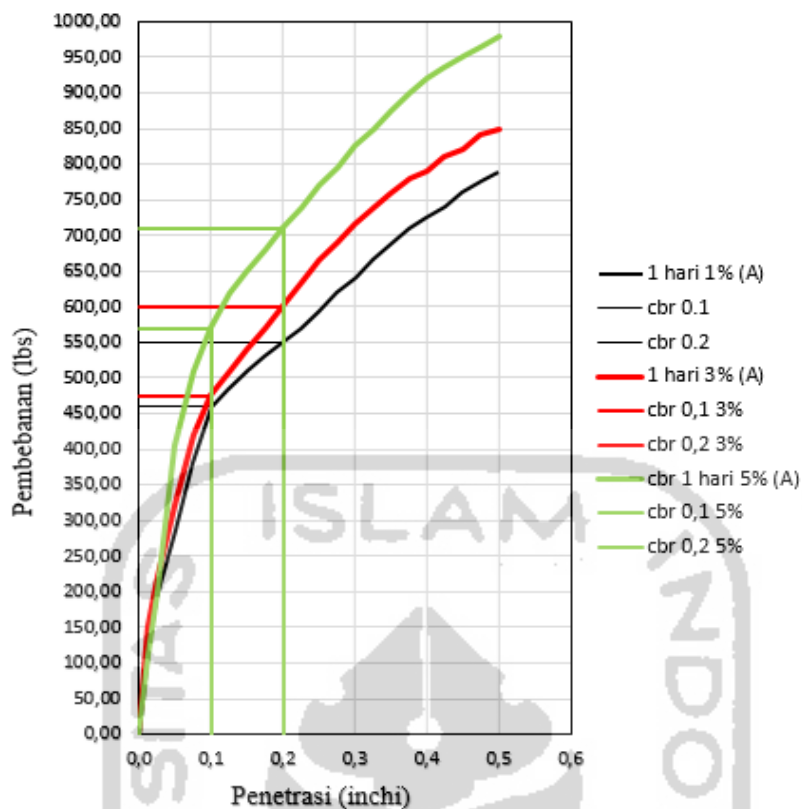
Dari hasil untuk pemeraman 1 hari, pemeraman 3 hari, pemeraman 7 hari, dan pemeraman 7 hari lalu direndam selama 4 hari. Hasil pengujian *CBR* tanah asli dengan penambahan zeolit dapat dilihat pada tabel 5.9 berikut ini.

NO	Campuran	Nilai CBR				
		Hasil	1 Hari	3 Hari	7 Hari	7 Hari + 4 Hari Rendaman
1	Tanah Asli	14,915%				
2	Tanah Asli Rendaman	4,755 %				
3	Zeolit 1%		15,08 %	16,335 %	18 %	6,585 %
4	Zeolit 3%		15,33 %	23,665 %	26 %	6,92 %
5	Zeolit 5%		19,165 %	24,5 %	27,665 %	8,57 %

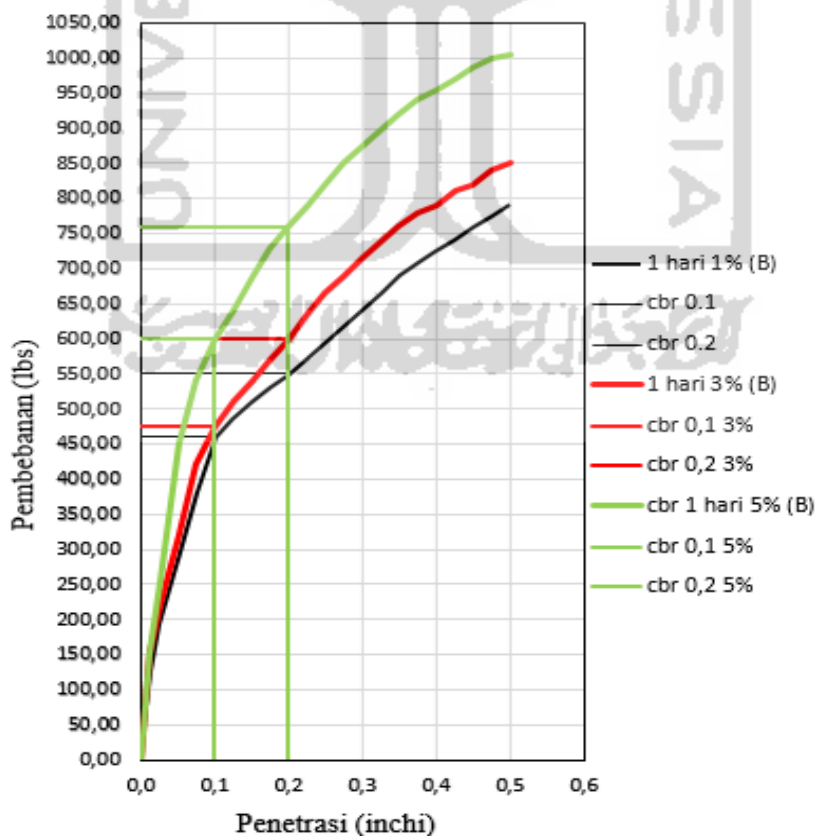
5.2 Pengaruh Penambahan Zeolit Terhadap Nilai CBR

Setelah pengujian pemadatan tanah dilakukan, kemudian dilakukan CBR tanpa perendaman (unsoaked) yang diperam selama 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Sedangkan untuk CBR rendaman (soaked) diperam 7 hari kemudian direndam selama 4 hari. Dari hasil pengujian CBR pemeraman tanpa perendaman (unsoaked) seperti pada Tabel 5.8 sebelumnya, maka diperoleh grafik perbandingan nilai CBR terhadap variasi bubuk zeolit dan perbandingan nilai CBR terhadap waktu pemeraman seperti gambar berikut ini.

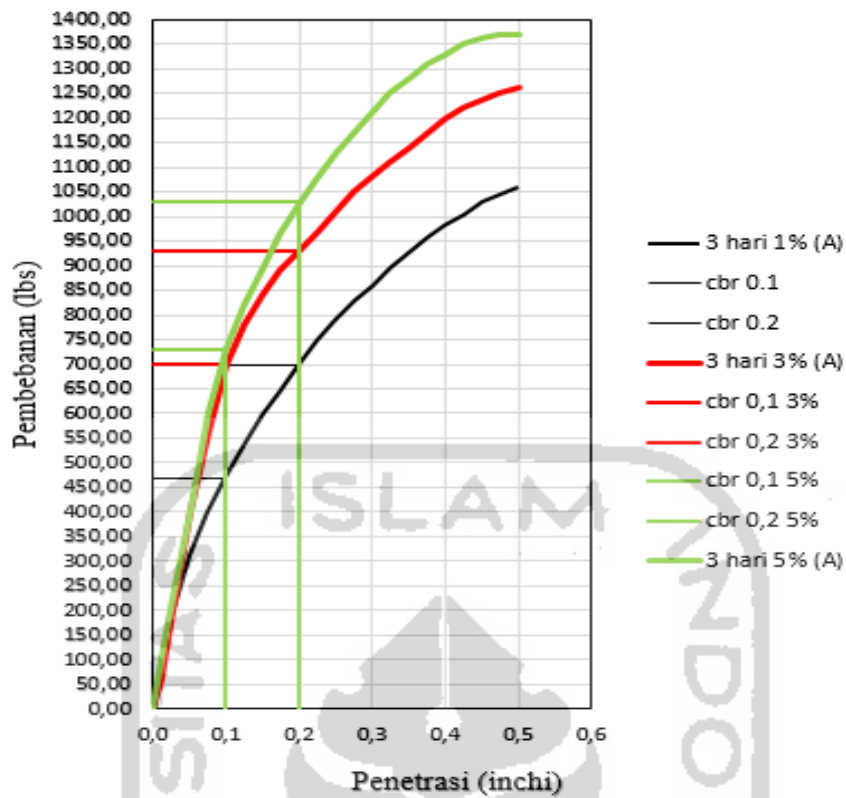




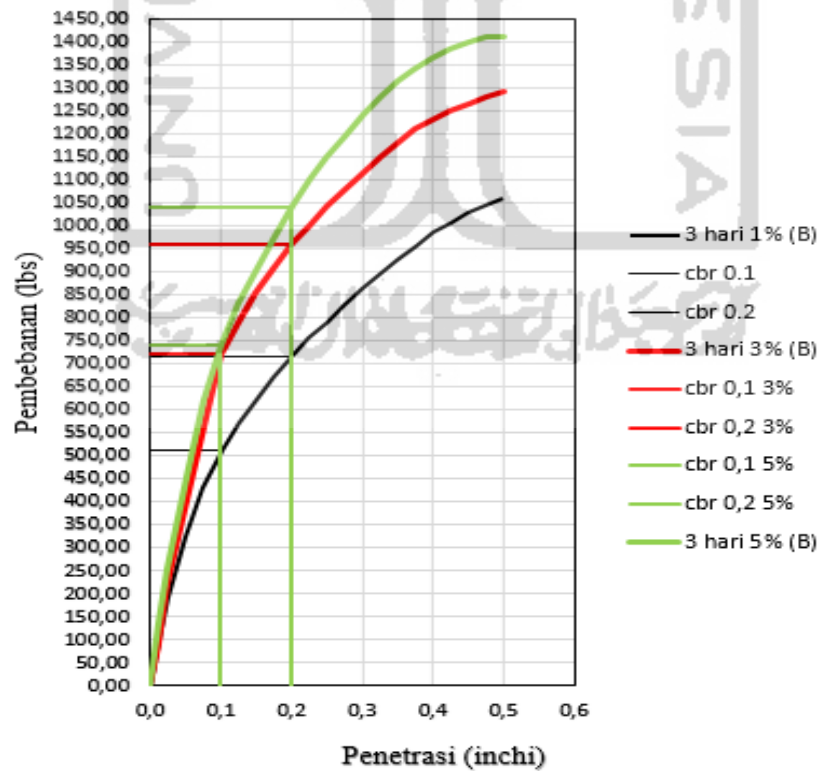
Gambar 5.38 Perbandingan Grafik CBR 1 Hari Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman (*Unsoaked*) Sampel 1



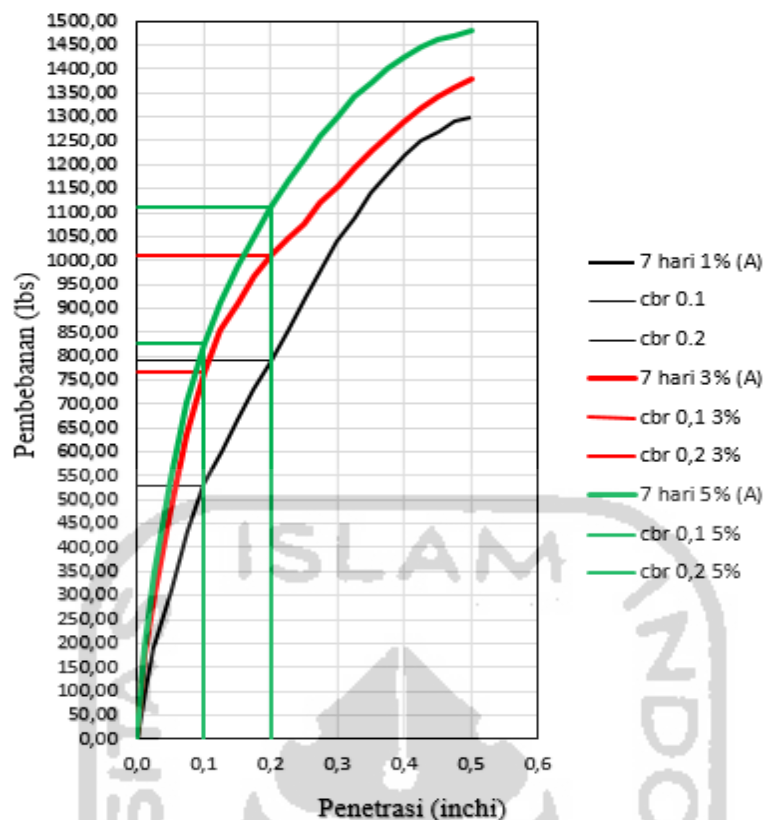
Gambar 5.39 Perbandingan Grafik CBR 1 Hari Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman (*Unsoaked*) Sampel 2



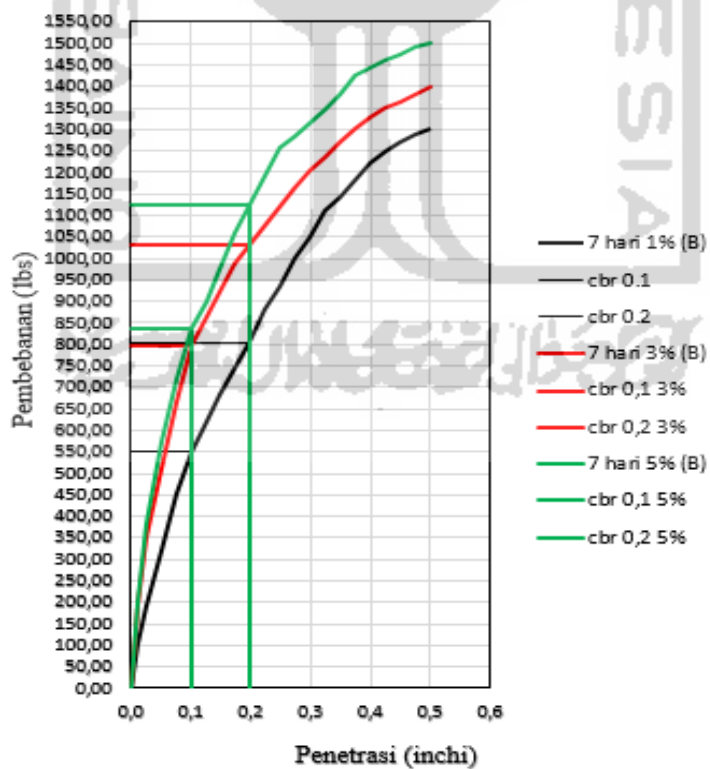
Gambar 5.40 Perbandingan Grafik CBR 3 Hari Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman (*Unsoaked*) Sampel 1



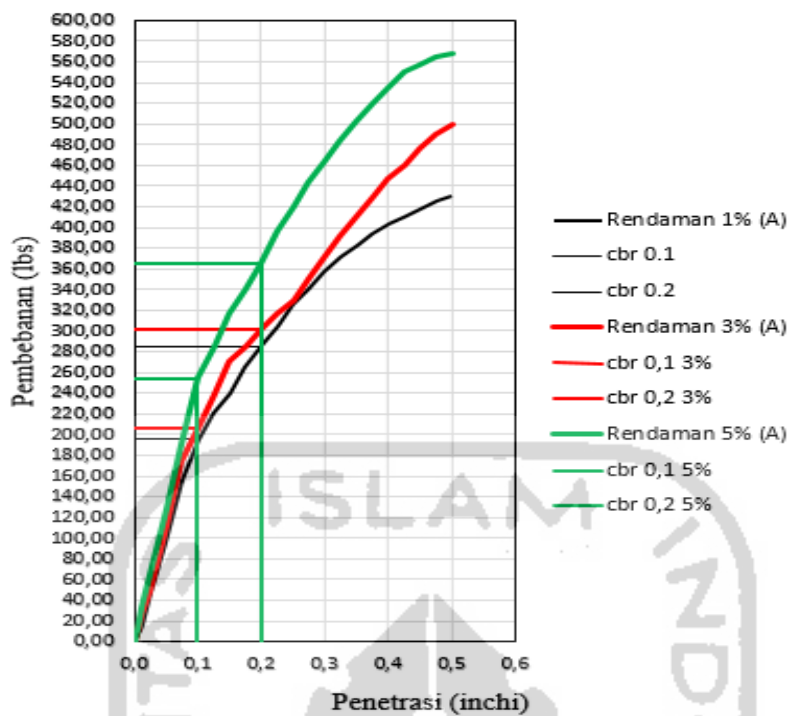
Gambar 5.41 Perbandingan Grafik CBR 3 Hari Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman (*Unsoaked*) Sampel 2



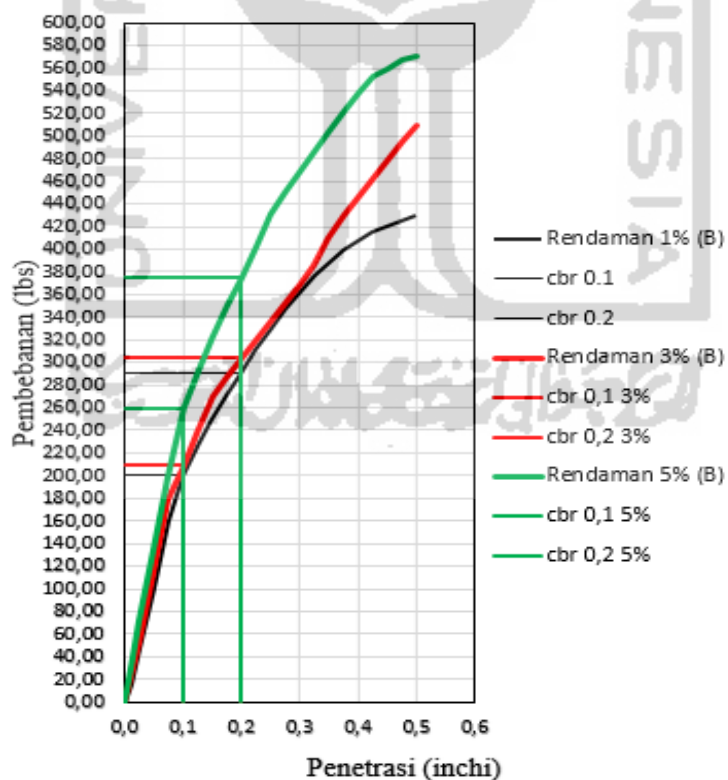
Gambar 5.42 Perbandingan Grafik CBR 7 Hari Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman (*Unsoaked*) Sampel 1



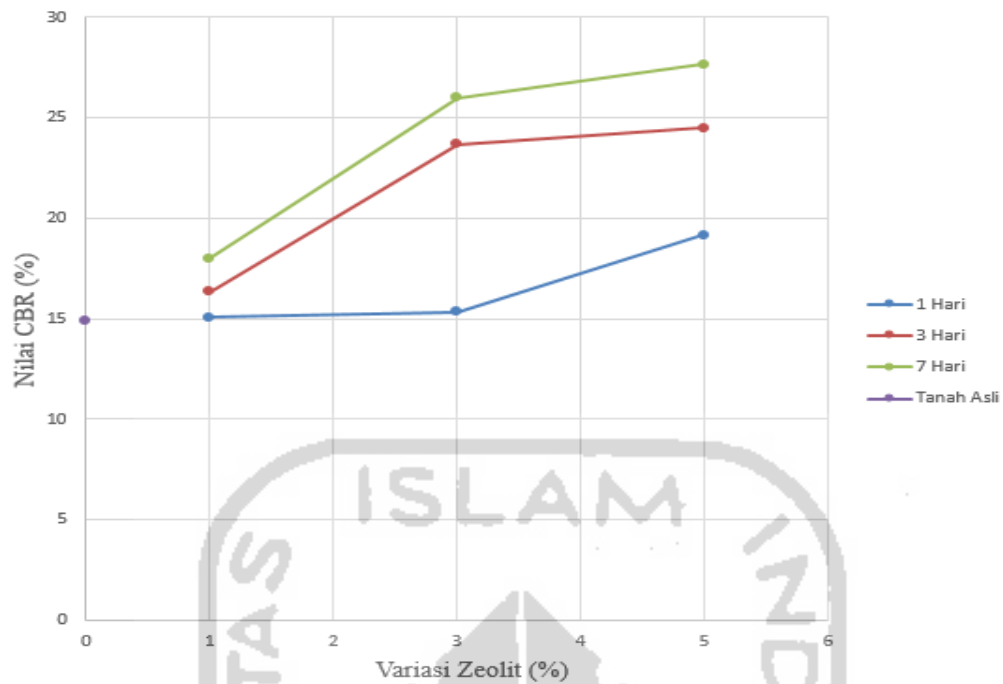
Gambar 5.43 Perbandingan Grafik CBR 7 Hari Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman (*Unsoaked*) Sampel 2



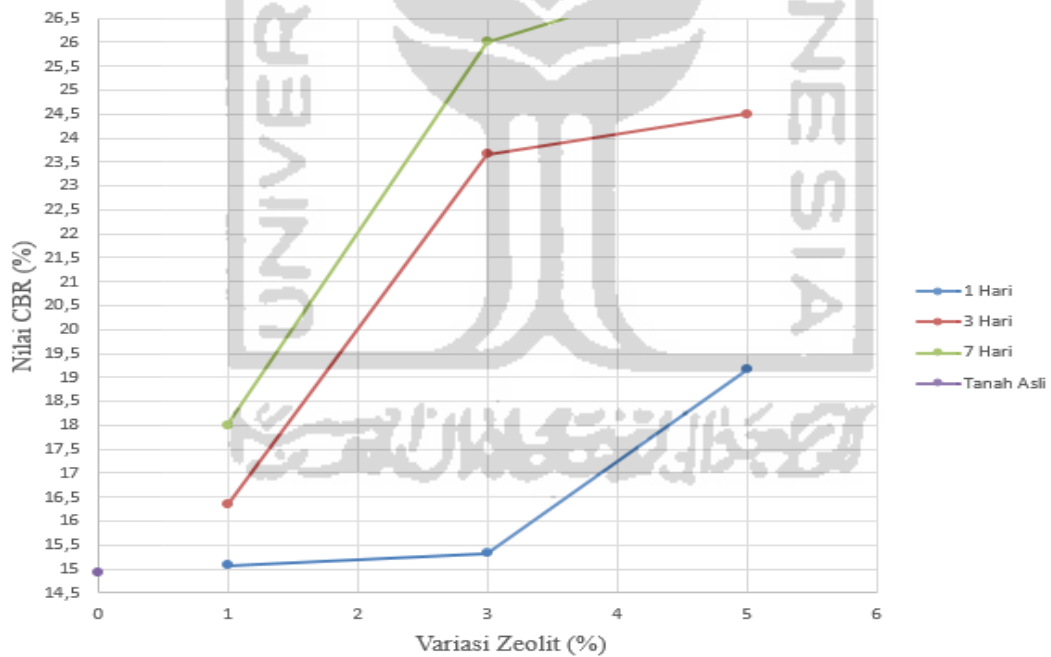
Gambar 5.44 Perbandingan Grafik *CBR* 7 Hari + 4 Hari Rendaman Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Sampel 1



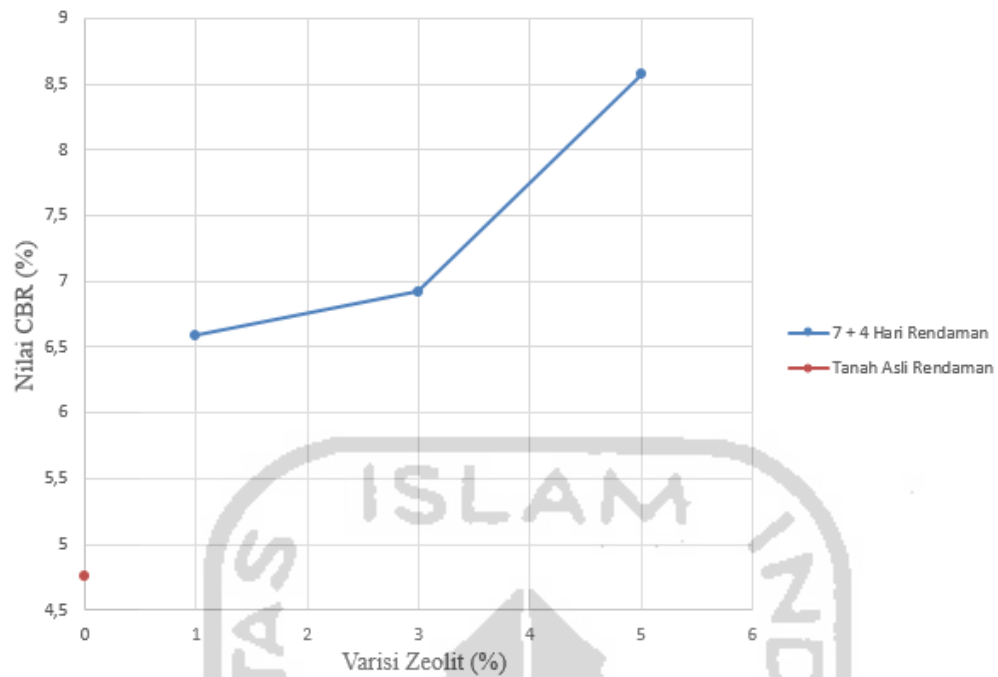
Gambar 5.45 Perbandingan Grafik *CBR* 7 Hari + 4 Hari Rendaman Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Sampel 2



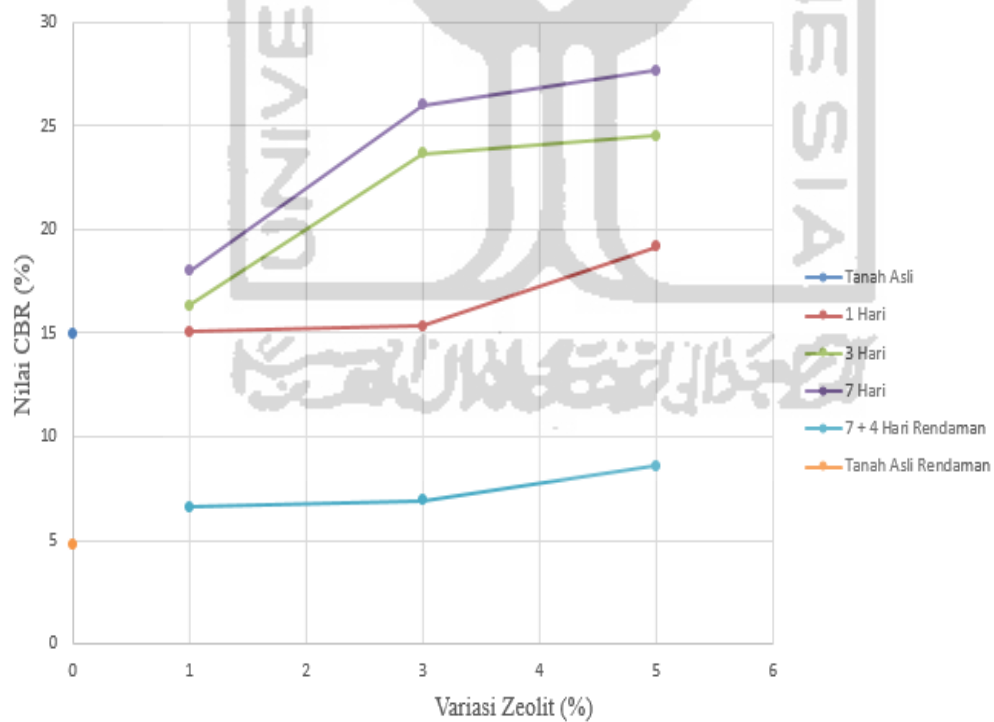
Gambar 5.46 Grafik Perbandingan Nilai *CBR* Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman (*Unsoaked*)



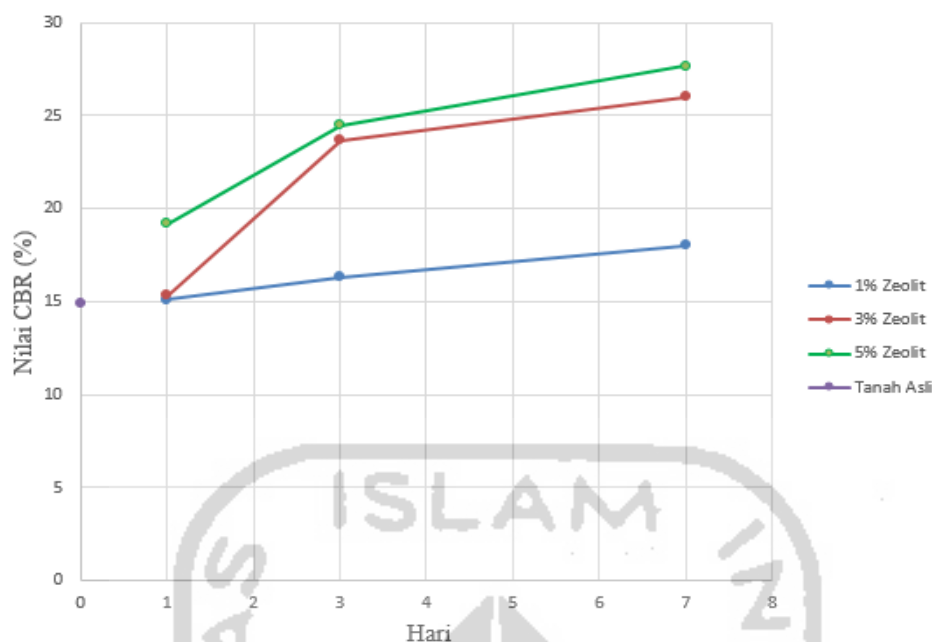
Gambar 5.47 Grafik Detail Perbandingan Nilai *CBR* Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman (*Unsoaked*)



Gambar 5.48 Grafik Perbandingan Nilai *CBR* Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Dengan Rendaman (*Soaked*)



Gambar 5.49 Grafik Perbandingan Nilai *CBR* Terhadap Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman (*Unsoaked*) dan Dengan Rendaman (*Soaked*)



Gambar 5.50 Grafik Perbandingan Nilai CBR Penambahan Variasi Zeolit Tanpa Rendaman (*Unsoaked*) Terhadap Masa Pemeraman

Dari Gambar 5.46 terlihat bahwa nilai CBR terendah pada campuran zeolit 1% didapatkan nilai CBR sebesar 15,08%, sedangkan nilai CBR tanah asli pada tabel 5.7 sebesar 14,915% artinya dengan penambahan zeolit kedalam tanah berbutir halus tersebut mampu menaikkan daya dukungnya. Nilai CBR tertinggi ada pada variasi campuran penambahan 5% zeolit dengan masa pemeraman 7 hari yaitu sebesar 27,665%. Perbandingan ini menunjukkan bahwa dengan lama waktu pemeraman berpengaruh pada tingkat kepadatan tanah tersebut. Berdasarkan Gambar 5.47 kenaikan signifikan terjadi pada penambahan zeolit 1% ke 3%, ini menunjukkan zeolit juga memiliki peran besar sebagai bahan stabilisasi apabila dicampurkan dengan kadar air optimum maka dapat meningkatkan daya dukung tanah tersebut.

Perendaman mengakibatkan menurunnya nilai kuat daya dukung tanah, hal ini disebabkan adanya air yang mengisi rongga – rongga udara pada tanah sehingga tanah menjadi jenuh air dan lembek, pada Gambar 5.48 menjelaskan bahwa nilai CBR terbesar yang mengalami perendaman mempunyai nilai lebih kecil dari tanah asli yaitu 8,57 %, sedangkan nilai CBR tanah asli rendaman adalah sebesar 4,755 %. Ini menunjukkan bahwa air sangat mempengaruhi

kepadatan tanah, maka perlu pencampuran kadar air optimum agar tanah tak jenuh oleh air.

Dari Gambar 5.49 didapat nilai CBR meningkat dari penambahan variasi zeolit dan masa pemeraman, perbandingan menunjukkan bahwa lama waktu pemeraman dapat berpengaruh terhadap kepadatan tanah, penambahan zeolit juga memiliki peran penting terhadap meningkatnya nilai CBR tanah tersebut. Justru pada saat perendaman terjadi penurunan nilai CBR, ini dikarenakan air masuk kedalam pori – pori udara pada tanah sehingga tanah menjadi jenuh air dan lembek .





BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat disampaikan dari hasil penelitian dan analisis adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis saringan dan menggunakan sistem klasifikasi AASHTO, tanah yang digunakan pada penelitian ini termasuk dalam kelompok A-4 yang berjenis tanah berlanau dengan sifat sedang sampai buruk. Berdasarkan sistem klasifikasi USCS tanah dari desa Desa Pare, Kec. Goadean, Kab. Sleman, D.I. Yogyakarta termasuk dalam golongan tanah dengan simbol ML dengan nama jenis tanah adalah bersifat lanau inorganik dan pasir sangat halus atau pasir halus berlanau atau berlempung.
2. Pengaruh terbesar bahan tambah terhadap tanah asli pada nilai CBR yaitu penambahan tanah asli + 5% zeolit kondisi unsoaked dengan waktu pemeraman 7 hari dari yang semula 14,915% menjadi 27,665%.

6.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat dikemukakan penulis untuk penyempurnaan penelitian tanah pada Desa Pare, Kec. Godean, Kab. Sleman, D. I. Yogyakarta adalah sebagai berikut.

1. Bagi peneliti yang akan melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penambahan bahan tambah Zeolit dapat mencoba menggunakan jenis tanah lain dengan prosentasi zeolit lebih besar atau lebih kecil dari prosentasi penulis untuk membandingkannya.
2. Pada penelitian ini kekurangan uji pendukung lainnya, oleh karena itu perlu penelitian lanjutan dengan melakukan pengujian mekanik tanah lainnya seperti uji triaxial, dan uji geser langsung.

3. Penelitian selanjutnya dapat mencoba meneliti dengan penambahan pengujian, misalnya pengujian propertis tanah dan atau pengujian batas-batas konsistensi setelah penambahan zeolit yang kemudian membandingkannya.
4. Penelitian selanjutnya dapat mencoba meneliti dengan penambahan pengujian *CBR*, misalnya pengujian *CBR* rendaman 1 hari,3 hari dan 7 hari setelah penambahan zeolit yang kemudian membandingkannya.



DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A.J., 2019, Pengaruh Penambahan Rotec dan Bubuk Arang Kayu Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR, Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Alfian, R., Afriani, L., Iswan, 2015, Studi Analisis Daya Dukung Tanah Lempung Berplastis Tinggi yang Dicampur Zeolit, Tugas Akhir, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Bowles, Joseph E. Johan K. Helnim. 1991 dalam Akbar, 2019 Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), PT.Erlangga. Jakarta.
- Das, B.M. 1998, dalam Damar, 2019, Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis), Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Firdaus, A.A.N, 2018, Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan *Magnesium Carbonate* Dan Semen Terhadap Nilai CBR Dan Potensi Pengembangan, Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2012, Mekanika Tanah 1, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hayat, M. 2014, Analisis Kepadatan Tanah Lempung Desa Cot Seunong Yang Distabilisasi Dengan Zeolit, Tugas Akhir, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Hendri, P. 2004, Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Limbah Padat Tekstil (Sludge) dan Batu Zeolit Terhadap Penurunan, Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Nasrullah, 2014, Analisis CBR Unsoaked Terhadap Tanah Lempung Desa Cot Seunong Yang Di Stabilisasi Dengan Zeolit Pada Kepadatan Sisi Basah, Tugas Akhir, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Parapaga, T.R.; Alva N.; Sarajar; Legrans R.I.R, 2018, Pengaruh Penambahan Zeolit Terhadap Kuat Geser Pada Tanah Lempung, Tugas Akhir, Universitas Sam Ratulangi, Manado.