

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH *GYPSUM*  
TERHADAP NILAI CBR DAN NILAI *SWELLING*  
TANAH LEMPUNG  
(*EFFECT OF ADDED OF GYPSUM WASTE ON CBR  
VALUE AND SWELLING VALUE OF CLAY SOIL*)**

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



**Tri Yani Rinawati**

**16511248**

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

**2022**

## TUGAS AKHIR

# PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GYPSUM TERHADAP NILAI CBR DAN NILAI SWELLING TANAH LEMPUNG (EFFECT OF ADDED GYPSUM WASTE ON CBR VALUE AND SWELLING VALUE OF CLAY SOIL)

Disusun Oleh

**Tri Yani Rinawati**  
**16511248**

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

Diuji pada tanggal 25 April 2022

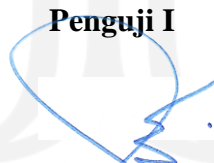
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing



**M. Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.**  
NIK: 135111101

Penguji I



**Hanindiya Kusuma Artati, S.T., M.T.**  
NIK: 045110407

Penguji II



**Dr. Ir. Lalu Makrup, M.T.**  
NIK: 885110106

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 25 April 2022  
Yang membuat pernyataan,



Tri Yani Rinawati  
(16511248)

## DEDIKASI

Dengan mengucapkan *Alhamdulillah Robbil'alamin*

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada dua orang hebat dalam hidup saya,  
kedua orang tua saya yang tercinta,

**Bapak Nrimoyulianto dan Ibu Priyani**

Terima kasih banyak atas segala doa baik yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepadaku, dukungan moral dan finansial, perjuangan untuk membesarkanku hingga pada titik ini, kesabaran dalam menghadapiku, kasih sayang, nasehat dan cinta kasih yang tiada terhingga untuk penulis dalam menyusun tugas akhir ini dari awal hingga akhir.

Terima kasih kepada kedua kakak saya Mas Agus dan Mbak Ima juga keponakan saya Afif. Terima kasih atas segala doa dan dukungan juga nasehat yang diberikan kepadaku saat mengerjakan tugas akhir ini.

Untuk segenap keluarga saya yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini, saya ucapkan terima kasih. Terima kasih kepada teman teman saya yang telah memberikan bantuan, waktu, dukungan dan keceriaan juga nasehatnya kepada saya selama kuliah.

Saya ucapkan terima kasih dan semoga Allah SWT membalas segala kebaikan kalian semua dan dimudahkan dalam segala hal, Aamiin.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul *Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terbatas pada kekurangan dan kemampuan yang dimiliki oleh penulis serta hambatan yang dihadapi penulis. Namun berkat doa, bimbingan yang diberikan, saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, *Alhamdulillah* Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak M.Rifqi Abdurrozak, S.T.,M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas saran, ilmu, dukungan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis selama menyusun tugas akhir ini,
2. Ibu Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T. selaku dosen penguji I, terima kasih telah memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun selama penyusunan tugas akhir ini,
3. Bapak Dr. Ir. Lalu Makrup, M.T. selaku dosen penguji II, terima kasih telah memberikan tambahan ilmu dengan saran-saran yang membangun selama penyusunan tugas akhir ini,
4. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
5. Bapak Yudi dan Bapak Sugiyana selaku laboran Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,

6. Seluruh dosen, pengajar dan karyawan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu dan menyediakan fasilitas penunjang selama masa perkuliahan penulis,
7. Bapak Nrimoyulianto dan Ibu Priyani selaku orang penulis dan keluarga penulis yang telah berkorban begitu banyak, baik moral maupun materil, hingga selesainya tugas akhir ini,
8. Teman teman penulis yang selalu menyemangati dan memberikan dukungan serta membantu penulis dalam pengujian di laboratorium maupun dalam penulisan tugas akhir hingga selesainya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih dikata jauh dari sempurna dan masih banyak kesalahan, karena keterbatasan pengalaman dan pengetahuan penulis. Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 25 April 2022  
Yang membuat pernyataan,



Tri Yani Rinawati  
(16511248)

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
DEDIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xx
ABSTRAK	xxii
<i>ABSTRACT</i>	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum	6
2.2 Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Gypsum Terhadap Kuat Geser Tanah	6
2.3 Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Gypsum Terhadap CBR Tanah	7
2.4 Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Nilai CBR Tanah	8
2.5 Pengaruh Lama Pemeraman Tanah Terhadap Nilai	10
2.6 Pengaruh Penambahan Gypsum Dan Abu Kelapa Sawit Terhadap	

Nilai CBR	11
2.7 Pengaruh Penambahan <i>Gypsum</i> dan Bahan Tambah Lain Terhadap Nilai CBR	13
2.8 Kandungan <i>Gypsum</i>	14
2.9 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan	15
2.10 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan	22
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	<b>25</b>
3.1 Tanah	25
3.2 Sifat – Sifat Tanah	26
3.2.1 Sifat Fisik Tanah	26
3.2.2 Sifat Mekanik Tanah	28
3.3 Batas-batas Atterberg	31
3.3.1 Batas Cair ( <i>Liquid Limit</i> )	32
3.3.2 Batas Plastis ( <i>Plastic Limit</i> )	34
3.3.3 Batas Susut ( <i>Shinkage Limit</i> )	34
3.3.4 Indeks Plastisitas ( <i>Platicity Index</i> )	35
3.4 Sistem Klasifikasi Tanah	36
3.4.1 Sistem Klasifikasi USCS	36
3.4.2 Sistem AASHTO	38
3.5 Tanah Lempung	40
3.6 <i>Gypsum</i>	40
3.7 Stabilisasi Tanah	41
3.8 Pemadatan Tanah	42
3.9 CBR ( <i>California Bearing Ratio</i> )	44
3.10 <i>Swelling</i>	47
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	<b>48</b>
4.1 Tahapan Penelitian	48
4.2 Bahan Penelitian	48
4.3 Peralatan Pengujian	49



4.4	Pengujian Penelitian	49
4.5	Pelaksanaan Pengujian	51
4.6	Diagram Alir Penelitian	54
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>		<b>56</b>
5.1	Hasil Penelitian Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli	56
5.1.1	Pengujian Kadar Air	56
5.1.2	Pengujian Berat Volume	57
5.1.3	Pengujian Berat Jenis Tanah	57
5.1.4	Pengujian Analisis Saringan dan Analisis Hidrometer	58
5.1.5	Pengujian Batas-batas Konsistensi	64
5.1.6	Pengujian Pemadatan Tanah ( <i>Proctor Standart</i> )	69
5.1.7	Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli	73
5.2	Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> (CBR)	74
5.2.1	Hasil Pengujian CBR Tanah Asli tanpa Rendaman ( <i>Unsoaked</i> )	74
5.2.2	Hasil Pengujian CBR Tanah Asli dengan Rendaman ( <i>Soaked</i> )	77
5.2.3	Rekapitulasi Hasil Pengujian <i>CBR</i>	79
5.3	Pengujian Pengembangan Tanah ( <i>Swelling</i> )	80
5.3.1	Analisis Data Pengujian <i>Swelling</i>	80
5.3.2	Rekapitulasi Pengujian <i>Swelling</i>	80
5.4	Pembahasan	81
5.4.1	Sifat Fisik Tanah	81
5.4.2	Pengaruh Penambahan Limbah <i>Gypsum</i> Terhadap Nilai CBR	86
5.4.3	Pengaruh Penambahan Limbah <i>Gypsum</i> Terhadap Nilai Pengembangan (Nilai <i>Swelling</i> )	92
<b>BAB VI SIMPULAN DAN SARAN</b>		<b>95</b>
6.1	Simpulan	95
6.2	Saran	96
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>97</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan Bagian 1	16
Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan Bagian 2	18
Tabel 2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan Bagian 3	21
Tabel 3.1 Saringan Berdasarkan Diameter Bukaannya	28
Tabel 3.2 Macam Tanah Berdasarkan Berat Jenis	31
Tabel 3.3 Nilai Indeks Plastisitas dan Jenis Tanah	35
Tabel 3.4 Sistem Klasifikasi USCS	37
Tabel 3.5 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO	39
Tabel 3.6 Komposisi Gypsum	41
Tabel 3.7 Klasifikasi Pengembangan	47
Tabel 4.1 Jumlah Sampel Tanah Setiap Pengujian Sifat Fisik Tanah	52
Tabel 4.2 Jumlah Sampel Tanah Setiap Pengujian CBR	53
Tabel 4.3 Jumlah Sampel Tanah Setiap Pengujian <i>Swelling</i>	54
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah	56
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume	57
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis	58
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli Sampel 1	59
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah Asli Sampel 1	59
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli Sampel 2	60
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah Asli Sampel 2	61
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli	61
Tabel 5.9 Hasil Pengujian Hidrometer Saringan Tanah Asli	62
Tabel 5.10 Fraksi Butiran Tanah Asli	63
Tabel 5.11 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sampel 1	64
Tabel 5.12 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sampel 2	64

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli	66
Tabel 5.14 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli	67
Tabel 5.15 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli	68
Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Nilai Indeks Plastisitas	69
Tabel 5.17 Pengaruh Penambahan Air Terhadap Berat Volume Tanah Basah pada Sampel 1	70
Tabel 5.18 Pengaruh Penambahan Air Terhadap Berat Volume Tanah Basah pada Sampel 2	70
Tabel 5.19 Hasil Pengujian Proktor Standart Sampel 1	71
Tabel 5.20 Hasil Pengujian Proktor Standart Sampel 2	71
Tabel 5.21 Hasil Pengujian Proktor Standart Tanah	73
Tabel 5.22 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli	73
Tabel 5.23 Hasil Rekapitulasi Pengujian Tanah Asli	79
Tabel 5.24 Hasil Rekapitulasi Pengujian CBR Tanah	79
Tabel 5.25 Hasil Pengujian <i>Swelling</i>	80
Tabel 5.26 Rekapitulasi Hasil Pengujian <i>Swelling</i>	80
Tabel 5.27 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Metode USCS	82
Tabel 5.28 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Metode <i>AASHTO</i>	85
Tabel 5.29 Kenaikan Nilai <i>CBR Unsoaked</i>	90
Tabel 5.30 Perbandingan Hasil CBR <i>Soaked</i> dan CBR <i>Unsoaked</i>	91

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alat Uji Hidrometer	27
Gambar 3.2 Diagram Fase Tanah	29
Gambar 3.3 Batas-batas Atterberg	32
Gambar 3.4 Alat <i>Cassagrande</i>	32
Gambar 3.5 Grafik Pengujian Batas Cair Tanah Lempung	33
Gambar 3.6 Alat Uji Proktor Standar	43
Gambar 3.7 Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering	44
Gambar 3.8 Alat Uji CBR Laboratorium	45
Gambar 3.9 Grafik Standar Pengujian CBR di Laboratorium	46
Gambar 4.1 Limbah <i>Gypsum</i>	51
Gambar 4.2 Limbah <i>Gypsum</i> Yang Sudah Dihaluskan	52
Gambar 4.3 Diagram Alir Penelitian	55
Gambar 5.1 Grafik Analisis Butiran Tanah Asli	63
Gambar 5.2 Grafik Hubungan Jumlah Pukulan dengan Kadar Air Tanah Asli Sampel 1	66
Gambar 5.3 Grafik Hubungan Jumlah Pukulan dengan Kadar Air Tanah Asli Sampel 2	66
Gambar 5.4 Grafik Hubungan Berat Volume Tanah Kering dan Kadar Air Sampel 1	72
Gambar 5.5 Grafik Hubungan Berat Volume Tanah Kering dan Kadar Air Sampel 2	72
Gambar 5.6 Grafik Pengujian CBR Tanah Asli Tanpa Rendaman Sampel 1	75
Gambar 5.7 Grafik Pengujian CBR Tanah Asli Tanpa Rendaman Sampel 2	76
Gambar 5.8 Grafik Pengujian CBR Tanah Asli Rendaman pada Sampel 1	77
Gambar 5.9 Grafik Pengujian CBR Tanah Asli Rendaman pada Sampel 2	78
Gambar 5.10 Grafik Karakteristik Tanah Asli Metode USCS	82
Gambar 5.11 Grafik Perbandingan Nilai CBR dengan Variasi Limbah <i>Gypsum</i> Tanpa Rendaman ( <i>Unsoaked</i> )	88

Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Nilai CBR dengan Variasi Limbah <i>Gypsum</i> Tanpa Rendaman ( <i>Unsoaked</i> ) Terhadap Pemeraman	88
Gambar 5.13 Grafik Presentase Kenaikan Nilai CBR <i>Unsoaked</i>	90
Gambar 5.14 Grafik Perbandingan Nilai CBR <i>Soaked</i> dan <i>Unsoaked</i> dengan Pengaruh Variasi Limbah <i>Gypsum</i>	92
Gambar 5.15 Grafik Perbandingan Nilai <i>Swelling</i> dengan Variasi Limbah <i>Gypsum</i>	93



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Form Pengujian Kadar Air <i>ASTM D – 2216 -98</i>	101
Lampiran 2	Perhitungan Kadar Air	102
Lampiran 3	Form Pengujian Berat Volume <i>ASTM D 2216</i>	103
Lampiran 4	Perhitungan Berat Volume	104
Lampiran 5	Form Pengujian Berat Jenis <i>ASTM D 854-02</i>	105
Lampiran 6	Perhitungan Berat Jenis	106
Lampiran 7	Form Pengujian Analisa Saringan <i>ASTM D 422-72</i> (Tanah Asli Sampel 1)	107
Lampiran 8	Form Pengujian Analisa Saringan <i>ASTM D 422-72</i> (Tanah Asli Sampel 2)	108
Lampiran 9	Form Pengujian Analisa Hidrometer <i>ASTM D 422-72</i> (Tanah Asli Sampel 1)	109
Lampiran 10	Form Pengujian Analisa Hidrometer <i>ASTM D 422-72</i> (Tanah Asli Sampel 2)	110
Lampiran 11	Form Pengujian <i>Grain Size Analysis</i> (Tanah Asli rata-rata)	111
Lampiran 12	Form Grafik Hasil Pengujian Analisa Saringan <i>ASTM D 422-72</i> (Tanah Asli Rata-Rata)	112
Lampiran 13	Form Hasil Grafik Pengujian Analisa Saringan <i>ASTM D 422-72</i> (Tanah Asli Rata-Rata)	113
Lampiran 14	Perhitungan Pengujian Analisis Saringan	114
Lampiran 15	Perhitungan Pengujian Analisis Hidrometer	116
Lampiran 16	Form Hasil Pengujian Batas Cair dan batas Plastis <i>ASTM D 4318-00</i> (Tanah Asli Sampel 1)	119
Lampiran 17	Form Hasil Pengujian Batas Cair dan batas Plastis <i>ASTM D 4318-00</i> (Tanah Asli Sampel 2)	120

Lampiran 18	Form Grafik Hasil Pengujian Batas Cair dan batas Plastis ASTM D 4318-00 (Tanah Asli Sampel 1)	121
Lampiran 19	Form Grafik Hasil Pengujian Batas Cair dan batas Plastis ASTM D 4318-00 (Tanah Asli Sampel 2)	122
Lampiran 20	Perhitungan Pengujian Batas Cair	123
Lampiran 21	Perhitungan Pengujian Batas Plastis	126
Lampiran 22	Form Hasil Pengujian Batas Susut ASTM D 424 -2 (Tanah Asli Sampel 1)	128
Lampiran 23	Form Hasil Pengujian Batas Susut ASTM D 424 -2 (Tanah Asli Sampel 2)	130
Lampiran 24	Perhitungan Pengujian Batas Susut	132
Lampiran 25	Form Hasil Pengujian Pemadatan Tanah ASTM D 698-00 (Tanah Asli Sampel 1)	135
Lampiran 26	Form Hasil Pengujian Pemadatan Tanah ASTM D 698-00 (Tanah Asli Sampel 2)	137
Lampiran 27	Form Grafik Hasil Pengujian Pemadatan Tanah ASTM D 698-00 (Tanah Asli Sampel 1)	139
Lampiran 28	Form Grafik Hasil Pengujian Pemadatan Tanah ASTM D 698-00 (Tanah Asli Sampel 2)	140
Lampiran 29	Perhitungan Pengujian Pemadatan Tanah	141
Lampiran 30	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 0% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 Hari Sampel 1)	144
Lampiran 31	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 0% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 Hari Sampel 2)	146
Lampiran 32	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 3% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 Hari Sampel 1)	148



Lampiran 33	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 3% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 Hari Sampel 2)	150
Lampiran 34	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 6% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 Hari Sampel 1)	152
Lampiran 35	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 6% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 Hari Sampel 2)	154
Lampiran 36	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 10% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 Hari Sampel 1)	156
Lampiran 37	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 10% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 Hari Sampel 2)	158
Lampiran 38	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 3% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 3 Hari Sampel 1)	160
Lampiran 39	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 3% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 3 Hari Sampel 2)	162
Lampiran 40	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 6% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 3 Hari Sampel 1)	164
Lampiran 41	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 6% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 3 Hari Sampel 2)	166
Lampiran 42	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 10% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 3 Hari Sampel 1)	168

Lampiran 43	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 10% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 3 Hari Sampel 2)	170
Lampiran 44	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 3% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 7 Hari Sampel 1)	172
Lampiran 45	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 3% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 7 Hari Sampel 2)	174
Lampiran 46	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 6% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 7 Hari Sampel 1)	176
Lampiran 47	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 6% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 7 Hari Sampel 2)	178
Lampiran 48	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 10% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 7 Hari Sampel 1)	180
Lampiran 49	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 10% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 7 Hari Sampel 2)	182
Lampiran 50	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 0% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 1)	184
Lampiran 51	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 0% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 2)	186
Lampiran 52	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 3% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 1)	188

Lampiran 53	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 3% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 2)	190
Lampiran 54	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 6% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 1)	192
Lampiran 55	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 6% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 2)	194
Lampiran 56	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 10% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 1)	196
Lampiran 57	Form Hasil Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> ASTM D 1883-73 (Tanah Asli Sampel + 10% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 2)	198
Lampiran 58	Form Hasil Pengujian <i>Swelling</i> (Tanah Asli + 0% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari)	200
Lampiran 59	Form Hasil Pengujian <i>Swelling</i> (Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari)	201
Lampiran 60	Form Hasil Pengujian <i>Swelling</i> (Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari)	202
Lampiran 61	Form Hasil Pengujian <i>Swelling</i> (Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari)	203
Lampiran 62	Perhitungan Pengujian <i>Swelling</i>	204
Lampiran 63	Form Rekapitulasi Pengujian <i>CBR</i> Laboratorium dan <i>Swelling</i>	205

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AASHTO= *American Association of State Hightway anda Transportation Officials*

c = Kohesi

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 Soaked = Pengujian CBR Rendaman

CBR Unsoaked= Pengujian CBR tanpa Rendaman

D = diameter

GI = *group index*

Gs = Berat Jenis tanah

LL = *Liquid Limit* atau batas cair

MDD = *Maximum Dry Density*

OMC = *Optiumum Moisture Content*

PL = *Plastis Limit* atau batas plastis

PI = *Plasticity Index* atau indeks plastisitas

SL = *Shrinkage Limit* atau batas susut

SR = angka susut

USCS = *United Soil Classification System*

V = Volume ( $m^3$ )

w = Kadar air (%)

Ww = Berat air (gr)

Ws = berat tanah kering (gr)

Wopt = Kadar air optimum (%)

$\gamma$  = Berat Volume Tanah ( $gr/cm^3$ )

$\gamma_b$	= Berat Volume Tanah basah ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$\gamma_d$	= Berat Volume Tanah Kering ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$\gamma_{dmax}$	= Berat Volume Tanah Kering Maksimal ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$\gamma_w$	= Berat Volume Air ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )



## ABSTRAK

Dalam bidang teknik sipil penggunaan tanah lempung pada pekerjaan konstruksi sering kali ditemui kerusakan seperti retak retak atau bergelombang pada jalan dan terangkatnya pondasi bangunan. Hal ini dikarenakan tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang kurang baik untuk dijadikan bahan konstruksi karena daya dukung tanah yang lemah, kohesif, indeks plastisitas yang tinggi dan kembang susut tanah yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah *gypsum* terhadap nilai CBR dan nilai pengembangan tanah (*swelling*). Tanah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Penelitian ini dilakukan pengujian sifat fisik tanah yaitu kadar air, berat volume, berat jenis, pengujian analisis granuler, pengujian batas batas *Atterberg* dan proktor atau pemadatan tanah yang di lakukan di Laboratorium. Selanjutnya dilakukan pengujian *CBR Unsoaked* (Tanpa Rendaman) dengan waktu pemeraman selama 0 hari, 3 Hari dan 7 hari dan *CBR Soaked* (Rendaman) dimana masing-masing pengujian dengan penambahan limbah *gypsum* dengan variasi 0%, 3%, 6% dan 10% dan perendaman selama 4 hari, dan pengujian pengembangan (*swelling*).

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tanah termasuk dalam klasifikasi OH menurut USCS yaitu lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi, sedangkan menurut AASHTO tanah termasuk dalam klasifikasi A-7-5 yaitu tanah dasar yang sedang sampai buruk. Berdasarkan pengujian *CBR* Laboratorium didapatkan hasil untuk *CBR* tanah asli sebesar 5,65% dan *CBR soaked* (rendaman) sebesar 1,02%. Penambahan limbah *gypsum* pada nilai *CBR unsoaked* didapatkan peningkatan nilai *CBR* tertinggi pada penambahan limbah *gypsum* dengan variasi 10% dengan masa pemeraman 3 hari sebesar 44,8% dan pada *CBR soaked* terjadi peningkatan pada penambahan limbah *gypsum* dengan variasi 10% sebesar 57,08%. Sedangkan pada pengujian *swelling* didapatkan nilai *swelling* tanah asli sebesar 5,23%. Kemudian pengaruh penambahan limbah *gypsum* terhadap nilai *swelling* pada tanah didapatkan nilai *swelling* paing kecil pada penambahan limbah *gypsum* dengan variasi 10% sebesar 2,18%.

**Kata kunci :** Tanah Lempung, Stabilisasi, Limbah *Gypsum*, CBR, *Swelling*

## **ABSTRACT**

*In the field of civil engineering, the use of clay in construction work often encounters damage such as cracks or bumps on roads and lifting of building foundations. This is because clay is one type of soil that is not good for construction material because of its weak, cohesive soil bearing capacity, high plasticity index and high soil shrinkage. This study aims to determine the effect of adding gypsum waste to the CBR value and the value of soil development (swelling). The soil used in this study came from Mulusan Village, Paliyan District, Gunung Kidul Regency, Special Region of Yogyakarta Province.*

*This research was conducted to test the physical properties of the soil, namely water content, volume weight, specific gravity, granular analysis test, Atterberg limit testing and proctor or soil compaction carried out in the laboratory. Furthermore, testing of CBR Unsoaked (without soaking) with curing time for 0 days, 3 days and 7 days and CBR Soaked (Soaking) where each test was carried out with the addition of gypsum waste with variations of 0%, 3%, 6% and 10% and immersion for 4 days, and testing development (swelling).*

*The results of the study showed that the soil included in the OH classification according to the USCS was organic clay with moderate to high plasticity, while according to AASHTO the soil was included in the A-7-5 classification, namely moderate to poor base soil. Based on laboratory CBR testing, the results for the original soil CBR were 5.65% and soaked CBR was 1.02%. The addition of gypsum waste to the unsoaked CBR value obtained the highest increase in the CBR value of the addition of gypsum waste with a variation of 10% with a 3 day curing period of 44.8% and in the soaked CBR there was an increase in the addition of gypsum waste with a 10% variation of 57.08%. Meanwhile, in the swelling test, the original soil swelling value was 5.23%. Then the effect of the addition of gypsum waste on the swelling value of the soil obtained the smallest swelling value of the addition of gypsum waste with a 10% variation of 2.18%.*

**Keywords:** Clay, Stabilization, Gypsum Waste, CBR, Swelling

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Das (1995) menyatakan tanah merupakan material yang terdiri dari agregat atau butiran mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain dan bahan organik yang telah melapuk disertai zat cair dan gas yang mengisi ruangan kosong diantara partikel partikel padat. Tanah digunakan sebagai bahan bangunan dalam pekerjaan konstruksi bidang teknik sipil yang salah satunya berfungsi sebagai pendukung pondasi dari bangunan di atasnya. Namun setiap tempat memiliki kondisi tanah yang berbeda dengan tempat yang lainnya dikarenakan perbedaan karakteristik dan klasifikasi tanah. Hardiyatmo (2010) menyatakan tanah dibedakan berdasarkan ukuran butirnya yang dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu : tanah pasir, tanah lempung, tanah lanau atau lumpur. Berbagai jenis itu dibedakan untuk menggambarkan sifat tanah yang lebih khusus seperti pasir yang bersifat tidak kohesif dan tidak plastis namun sebaliknya jenis tanah lempung memiliki sifat tanah yang kohesif dan plastis.

Renaningsih dan Agung (2012) menyatakan tanah lempung memiliki sifat kohesif, labil dan mudah dipengaruhi oleh air yang membuat tanah memiliki nilai Indeks Plastisitas yang tinggi. Karena nilai Indeks Plastisitas tanah lempung yang tinggi mengakibatkan tanah lempung termasuk dalam tanah yang bermasalah apabila digunakan dalam penunjang berdirinya konstruksi ataupun struktur yang berada di atasnya.

Selain itu tanah lempung memiliki sifat yang mana memiliki kecenderungan untuk menyerap air lebih besar, oleh karena itu tanah lempung lebih mudah mengembang (Hardiyatmo, 2010). Karena tanah lempung mudah mengembang berarti tanah lempung memiliki sifat tanah yang kembang-susutnya tinggi dimana saat kondisi



kering tanah akan cenderung keras dan konsisi basah tanah akan cenderung lunak. Menjadikan tanah lempung merupakan material yang kurang baik dalam konstruksi karena akan mengakibatkan retak retak pada perkerasan jalan ataupun bangunan lain yang berdiri di atasnya seperti yang terjadi di Gunung Kidul karena memiliki jenis tanah yang kembang susutnya tinggi dan bersifat kohesif.

Selain tanah lempung memiliki sifat kembang susut yang tinggi, tanah lempung memiliki kuat geser serta daya dukung yang rendah bila digunakan sebagai bahan dasar konstruksi. Namun diberbagai tempat tanah lempung digunakan sebagai bahan dasar dalam konstruksi. Agar tanah lempung dapat dijadikan bahan dasar suatu konstruksi yang baik maka perlu dilakukan perbaikan sifat sifat tanah lempung untuk menghasilkan material tanah yang memiliki sifat teknis yang lebih baik. Metode perbaikan tanah yang sering dilakukan adalah metode stabilisasi perkuatan tanah yang termasuk metode secara kimiawi dengan menambahkan suatu bahan (*additive*) tanah yang lebih stabil seperti kapur, abu ataupun semen. Renaningsih dan Agung (2012) menyatakan stabilisasi ini digunakan untuk memperkuat ikatan antar butir, memperbaiki nilai plastisitas, menurunkan kadar air hingga tercapai kadar air optimun dan mendapatkan kapasitas daya dukung. Nilai daya dukung tanah didapatkan dalam pengujian CBR yang dilakukan pengujian di Laboraturium.

Stabilisasi yang diterapkan pada penelitian Tugas Akhir ini adalah stabilisasi tanah lempung dengan menambahkan limbah *gypsum*. Sutejo dkk. (2015) menyatakan bahwa dalam ilmu kimia *gypsum* dapat disebut sebagai Kalsium Sulfat Hidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) yang mana termasuk dalam mineral sulfat yang nilainya menguntungkan karena berada didalam bumi yang terbentuk karena adanya pengendapan air laut, mineral yang banyak dalam batuan sedimen dan lunak apabila murni yang membentuk menjadi batu putih. *Gypsum* merupakan bahan yang mudah diperoleh dan efektif, juga merupakan contoh mineral dengan kadar kalsium tinggi mampu mengikat tanah lempung dan bersifat seperti semen sehingga berguna untuk memperkuat tanah.

Permana (2017) menyatakan bahwa limbah *gypsum* apabila dibuang dan dibiarkan begitu saja akan berpotensi mencemarkan lingkungan sekitar dikarenakan

*gypsum* sendiri termasuk dalam kategori limbah B3 menurut Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah B3. Apabila *gypsum* dibiarkan begitu saja akan menimbulkan berbagai penyakit bagi masyarakat sekitar karena itu limbah *gypsum* dapat dimanfaatkan, karena *gypsum* termasuk bahan yang kuat sehingga dapat digunakan sebagai bahan bangunan baru. Sutejo dkk. (2015) menyatakan bahwa *gypsum* sendiri bila dicampur dengan lempung dapat mengurangi keretakan sodium pada tanah, meningkatkan stabilitas tanah organik karena adanya kandungan kalsium yang mampu memberikan stabilitas pada agregat tanah, dan penambah kekerasan pada bahan bangunan dan menjadi salah satu bahan pembuatan *portland* semen.

Pada penelitian Tugas Akhir dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan limbah *gypsum* untuk stabilisasi tanah lempung terhadap nilai CBR. Penelitian Tugas Akhir ini menggunakan sampel tanah dari Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian Tugas Akhir akan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat di rumuskan beberapa masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana klasifikasi sampel tanah Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta?
2. Bagaimana pengaruh penambahan limbah *gypsum* dengan variasi tertentu pada stabilisasi sampel tanah terhadap parameter nilai CBR tanah asli?
3. Bagaimana pengaruh limbah *gypsum* sebagai bahan stabilisasi tanah lempung terhadap nilai pengembangan (*swelling*) tanah asli?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian Tugas Akhir mempunyai tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui klasifikasi sampel tanah Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

2. Mengetahui pengaruh penambahan limbah *gypsum* dengan variasi tertentu pada stabilisasi sampel tanah terhadap parameter nilai CBR tanah asli.
3. Mengetahui pengaruh limbah *gypsum* sebagai bahan stabilisasi tanah lempung terhadap nilai pengembangan (*swelling*) pada tanah asli.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian Tugas Akhir adalah mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik sampel tanah di Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan mengetahui pengaruh penambahan limbah *gypsum* sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung terhadap parameter nilai CBR. Hasil dari penelitian ini mengetahui pengaruh penambahan limbah *gypsum* sebagai bahan stabilisasi tanah lempung sehingga dapat diaplikasikan pada kasus permasalahan tanah yang lain.

#### 1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian yang digunakan dalam penelitian Tugas akhir adalah sebagai berikut.

1. Sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah terganggu (*disturbed*) pada jenis tanah lempung asli di daerah Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Bahan tambah yang digunakan adalah limbah *gypsum*.
3. Penelitian hanya berdasarkan klasifikasi tanah, tidak menganalisis unsur kimia tanah lempung asli dan tanah lempung dengan variasi campuran limbah *gypsum*.
4. Variasi sampel stabilisasi tanah lempung dengan limbah *gypsum* adalah sebagai berikut.
  - a. Tanah Asli (*disturbed*).
  - b. Tanah Asli + 3% limbah *Gypsum*.
  - c. Tanah Asli + 6% limbah *Gypsum*.
  - d. Tanah Asli + 10% limbah *Gypsum*.
5. Masa pemeraman yang digunakan pada tanah campuran adalah 0, 3, dan 7 hari.

6. Pengujian CBR *soaked* dilakukan pada benda uji yang dilakukan pemeraman selama 7 hari dan perendaman selama 4 hari
7. Air yang digunakan dalam campuran stabilisasi diambil dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
8. Pengujian yang dilakukan untuk tanah asli adalah sebagai berikut.
  - a. Pengujian kadar air.
  - b. Pengujian berat jenis.
  - c. Pengujian berat volume.
  - d. Pengujian analisis saringan.
  - e. Pengujian analisis hidrometer.
  - f. Pengujian batas cair.
  - g. Pengujian batas susut.
  - h. Pengujian kepadatan tanah (*proctor standart*).
  - i. Pengujian CBR
  - j. Pengujian *Swelling*
9. Pengujian yang dilakukan untuk setelah dilakukan stabilisasi dengan limbah *gypsum* adalah sebagai berikut.
  - a. Pengujian CBR.
  - b. Pengujian *Swelling*
10. Pengujian hanya sebatas nilai CBR serta sifat fisik tanah
11. Penelitian hanya sebatas pada pengujian yang dilakukan di laboratorium dan tidak mengaplikasikan pada program atau *software* tertentu.
12. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk memperbaiki kondisi tanah baik itu karakteristik maupun sifat mekanik tanah dengan proses pencampuran tanah dengan bahan tambahan tertentu dengan cara stabilisasi mekanik maupun stabilisasi kimiawi untuk mendapatkan karakteristik dan sifat mekanik tanah yang baik. Pada umumnya stabilisasi tanah bertujuan untuk memperbaiki daya dukung tanah agar dapat digunakan sebagai dasar konstruksi.

Stabilisasi tanah dibagi menjadi tiga macam yaitu, stabilisasi fisik, stabilisasi mekanik dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi fisik sendiri dengan cara dipanaskan ataupun didinginkan. Stabilisasi Mekanik adalah tanah yang distabilisasikan secara mekanik dengan dilakukan pemadatan menggunakan mesin pemadatan untuk mendapatkan kepadatan yang maksimal dengan cara mengatur gradasi butir tanah secara proposional agar adanya kait mengait dan gesekan antar butir tanah serta daya ikat butir oleh tanah liat. Stabilisasi tanah kimiawi merupakan stabilisasi dengan penambahan bahan aditif. Bahan aditif yang digunakan dalam stabilisasi kimiawi seperti kapur, semen, cleanset cement, bitumen dan bahan-bahan lainnya.

#### **2.2 Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Gypsum Terhadap Kuat Geser Tanah**

Landangkasiang dkk. (2020) melakukan penelitian tentang analisis geoteknik tanah lempung terhadap penambahan limbah *gypsum*. Penelitian ini bertujuan mengetahui bahan campuran limbah *gypsum* terhadap tegangan geser tanah dan nilai CBR serata mengetahui komposisi terbaik untuk meningkatkan stabilisasi tanah lempung dengan penambahan limbah *gypsum*. Penelitian ini menggunakan limbah *gypsum* dengan presentase 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Metode yang digunakan pengujian triaksial. Hasil pengujian tanah asli menunjukkan bahwa tanah

sampel merupakan tanah anorganik dengan plastis tinggi. Peningkatan nilai sudut geser dalam serta kohesi juga terjadi pada penelitian ini. Kesimpulan dari penelitian ini adalah perbaikan sifat fisik dan mekanis pada campuran tanah dengan limbah *gypsum* (0%, 5%, 10%, 15% dan 20%) peningkatan nilai geser yang dimana nilai geser tanah asli sebesar 3,152 t/m<sup>2</sup> dengan sudut geser 8°. Peningkatan sudut Geser dan nilai tegangan geser maksimal terjadi pada penambahan 15% limbah *gypsum*, dimana nilai sudut geser sebesar 18° dan nilai tegangan geser sebesar 6,174 t/m<sup>2</sup>.

Wibawa (2015) melakukan penelitian pengaruh penambahan limbah *gypsum* terhadap nilai geser tanah lempung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi *gypsum* terhadap stabilisasi tanah terhadap nilai kuat geser. Penelitian ini menggunakan limbah *gypsum* dengan presentase 0%, 4%, 6% dan 8% dengan masa pemeraman 0 hari, 7 hari dan 14 hari. Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah pengujian kuat geser tanah. Hasil pengujian tanah asli menunjukkan bahwa tanah memiliki kadar air optimum 17,495% dengan kepadatan kering 1,525 gr/cm<sup>3</sup>. Terjadi peninngkan nilai kuat geser pada tanah dimana nilai maksimal yang didapatkan dari penambahan limbah *gypsum* yaitu 61,57Kn/m<sup>2</sup> dengan penambahan *gypsum* sebanyak 8% dan masa pemeraman 14 hari.

Perbedaan dalam pengujian penelitian diatas adalah variasi penambahan limbah *gypsum* dalam pengujian serta dilakukannya pemeraman tanah pada beda uji. Serata lokasi pengambilan sampel kedua pengujian diatas berbeda lokasi. Sedangkan persamaan penelitian diatas adalah menggunakan metode yang sama yaitu melakukan pengujian triaksial untuk mengetahui nilai tegangan geser tanah.

### **2.3 Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Gypsum Terhadap Nilai CBR**

Kusuma dkk. (2018) melakukan penelitian stabilisasi tanah lempung lunak dengan memanfaatkan limbah *gypusum* dan pengaruh terhadap nilai California Bearing Ratio (CBR). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai CBR setelah dicampurkan *gypsum* dan perubahan nilai indeks plastisitas tanah. Penelitian ini menggunakan 4 variasi campuran limbah *gypsum* dengan presentase 0%, 3%, 6% dan 10% dengan masa pemeraman selama 0, 3 dan 7 hari. Metode yang digunakan

pengujian nilai CBR dan sifat fisik tanah. Hasil pengujian tanah asli menunjukkan bahwa tanah sampel merupakan tanah tak organik dengan plastisitas tinggi dengan nilai index plastisitas sebesar 27,95% dengan nilai berat jenis (Gs) sebesar 2,692. Hasil pengujian terhadap sampel tanah asli mendapatkan nilai CBR maksimum pada masa pemeraman selama 3 hari sebesar 45,562%. Dan nilai CBR tanah asli dengan penambahan limbah *gypsum* pada presentase 10% *gypsum* dengan masa pemeraman 3 hari memiliki nilai CBR sebesar 57,876% dan nilai berat jenis (Gs) 2,726. Kesimpulan dari penelitian ini adalah peningkatan nilai CBR dengan penambahan limbah *gypsum*.

Basral (2019) melakukan penelitian analisis pengaruh penambahan *gypsum* dan semen untuk stabilisasi tanah lempung terhadap nilai CBR. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daya dukung tanah terhadap penambahan *gypsum* dan semen untuk stabilitas tanah lempung terhadap nilai stabilitas pada indeks plastis (PI) dan nilai CBR pada tanah lempung. Penelitian ini menggunakan metode pengujian CBR dan Indeks Plastisitas (PI). Hasil pengujian ini mendapatkan pada penambahan campuran *gypsum* dan semen dengan kadar 5% terjadi kenaikan CBR sebesar 224,809 lb meningkat 101,971 Kg/m dibanding tanah asli. Pada pemeraman yang dilakukan dengan waktu 7 hari dan 14 hari mempengaruhi kenaikan nilai CBR dengan kenaikan nilai maksimum kuat geser tanah pada waktu pemeraman selama 14 hari yaitu 4,140 KN atau setara 422,16 Kg/m. Kesimpulan pengujian ini campuran *gypsum* dan semen menyebabkan kenaikan nilai CBR.

Kedua penelitian diatas memiliki perbedaan yaitu variasi penambahan *gypsum* sebagai bahan tambah stabilisasi tanah serta dilakukannya pemeraman terhadap sample tanah. Serta lokasi pengambilan sampel tanah yang berbeda. Persamaan dalam kedua pengujian diatas adalah penggunaan bahan tambah *gypsum* dan metode pengujian yang sama yaitu pengujian CBR di Laboratorium.

#### **2.4 Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Nilai CBR Tanah**

Soehardi dkk. (2017) melakukan penelitian stabilisasi tanah dengan variasi penambahan kapur dan waktu pemeraman. Pengujian ini bertujuan untuk

mengetahui pengaruh sifat fisis tanah lempung, baik yang telah distabilisasi ataupun yang belum distabilisasi dengan menggunakan kapur dan menentukan presentase yang efektif dalam penambahan kapur dan pengaruh waktu pemeraman terhadap peningkatan nilai CBR pada tanah lempung. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengujian CBR di Laboratorium. Pada penelitian ini dilakukan penambahan kapur dengan variasi sebesar 5%, 10% dan 15% dengan lama pemeraman sampel selama 0 hari, 4 hari, 7 hari, dan 14 hari. Tanah asli didapatkan nilai batas cair sebesar 66,08% , batas plastis 32,84% dan Indeks plastisitas sebesar 33,96% termasuk jenis tanah lunak. Tanah asli mendapatkan nilai CBR sebesar 1,75% dan nilai tertinggi CBR tanah ditambah kapur tanpa pemeraman terjadi pada penambahan kapur sebanyak 15% dengan nilai CBR 43,88%. Sedangkan tanah di tambah kapur dengan masa pemeraman didapatkan nilai maksimal sebesar 79,27% pada penambahan kapur sebanyak 15% dengan waktu pemeraman selama 14 hari, hal ini disebabkan proses kapurtasi yang diakibatkan oleh penambahan kapur yang mana menyebabkan terjadinya proses penggumpalan sehingga meningkatkan daya ikat antar butiran sehingga daya ikat antar butiran akan saling mengunci antar butiran. Kesimpulan penelitian ini semakin banyak penambahan bahan kapur dan semakin lama waktu pemeraman akan meningkatkan nilai CBR tanah yang distabilisasi.

Riwayati dan Yuniar (2018) melakukan penelitian stabilisasi tanah lempung menggunakan campuran kapur untuk lapisan tanah dasar konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah tanah yang telah diberikan bahan campuran seperti kapur akan meningkatkan kualitas tanah lempung untuk lapisan dasar konstruksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian CBR di Laboratorium dengan nilai variasi campuran 0%, 2%, 5% dan 7%. Pada penelitian ini didapat tanah asli didapatkan nilai kadar air optimum sebesar 22,85% batas cair (LL) sebesar 68,31%, batas plastis (PL) sebesar 29,98%, dan indeks Plastisitas sebesar 38,32%. CBR tanpa perendaman mendapat CBR maksimal pada penambahan 7% kapur dengan nilai 38,0415%. Dapat disimpulkan bahwa kapur dapat meningkatkan nilai CBR karena adanya penggumpalan tanah sehingga meningkatkan daya ikat antar butiran maka kemampuan daya dukung tanah meningkat.



Variasi penambahan bahan tambah kapur dan variasi waktu pemeraman tanah serta lokasi pengambilan sampel tanah merupakan perbedaan dalam kedua pengujian diatas. Persamaan dalam kedua pengujian adalah penggunaan bahan tambah kapur sebagai bahan stabilisasi tanah lempung dan metode penelitian dengan pengujian CBR di Laboratorium.

## **2.5 Pengaruh Lama Pemeraman Tanah Terhadap Nilai CBR**

Soehardi dan Putri (2017) melakukan penelitian pengaruh waktu pemeraman stabilisasi tanah menggunakan kapur terhadap nilai CBR. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan presentase penambahan kapur yang efektif dan pengaruh penambahan kapur terhadap sifat fisis tanah dengan segi nilai CBR terhadap lama waktu pemeraman sehingga dapat digunakan sebagai tanah dasar yang baik, penelitian ini menggunakan metode pengujian CBR di Laboratorium. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan kapur dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan lama pemeraman sampel tanah selama 0 hari, 4 hari, 7 hari, dan 14 hari. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan jenis tanah yang diuji berjenis tanah berlempung dengan nilai CBR tertinggi sebesar 82,10% dengan penambahan kapur sebesar 15% dengan dipadatkan dulu baru diperam selama 14 hari lebih besar dibanding nilai CBR dengan penambahan kapur yang diperam dulu selama 14 hari baru dipadatkan dengan nilai CBR sebesar 79,27%. Kesimpulan penelitian waktu pemeraman berpengaruh terhadap peningkatan nilai CBR.

Jafri dkk. (2014) melakukan penelitian pengaruh waktu pemeraman terhadap daya dukung stabilisasi tanah lempung lunak menggunakan TX-300. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan daya dukung tanah yang telah distabilisasi menggunakan TX-300 dan juga untuk mengetahui pengaruh optimum dari variasi waktu pemeraman tanah yang telah distabilisasi menggunakan TX-300 dengan variasi waktu yaitu 0 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Penelitian ini menggunakan metode pengujian di Laboratorium. Pada penelitian ini didapatkan nilai CBR tanah asli sebesar 8,1% dan dengan penambahan TX-300 menjadikan nilai CBR meningkat. CBR maksimal terjadi pada penambahan TX-300 sebanyak 0,9 ml dengan nilai sebesar 26,08% dengan waktu pemeraman selama 28 hari. Hal ini TX-

300 mampu meningkatkan nilai CBR yang merupakan sifat mekanis tanah namun TX-300 tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai batas cair dan PI yang merupakan sifat fisik tanah secara spesifik. Oleh karena itu untuk penambahan TX-300 tidak terlalu baik untuk digunakan bahan tambah stabilisasi tanah walaupun nilai CBR yang didapatkan cukup tinggi, hal ini dikarenakan pada campuran tanah dengan TX-300 didapatkan nilai PI terkecil sebesar 24,05% dimana nilai PI nya  $\geq 10\%$ . Kesimpulan penelitian ini menggunakan TX-300 sebagai bahan tambah meningkatkan nilai CBR namun tidak terlalu baik untuk stabilisasi karena nilai PI nya yang masih terlalu besar.

Penggunaan bahan tambah untuk stabilisasi tanah lempung yang berbeda yaitu menggunakan kapur dan TX-300 dan variasi lama waktu pemeraman menjadikan perbedaan kedua pengujian di atas. Serta lokasi pengambilan sampel tanah yang berbeda. Persamaan kedua penelitian di atas adalah melakukan pemeraman terhadap benda uji dan metode penelitian yang sama yaitu menggunakan pengujian CBR.

## **2.6 Pengaruh Penambahan *Gypsum* Dan Abu Kelapa Sawit Terhadap Nilai *CBR* (*California Bearing Ratio*)**

Muslimin (2018) melakukan penelitian pengaruh penambahan *gypsum* dan abu cangkang kepala sawit terhadap nilai *CBR* (*California Bearing Ratio*) Dan *Swelling Factor* pada tanah lempung. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat dan klasifikasi tanah kota Muaara Enim, Palembang, Sumatera Selatan, untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan *gypsum* dan abu cangkang dan masa pemeraman pada sampel tanah dengan nilai CBR rendaman dan tanpa rendaman, Mengetahui nilai *swelling factor* yang terjadi pada sampel tanah yang telah dilakukan perendaman pada waktu yang telah ditentukan dan untuk mengetahui nilai CBR serta nilai *swelling* yang dapat digunakan untuk perkerasan jalan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian di Laboraturium. Pada pengujian ini penambahan limbah *gypsum* sebanyak 5% dengan penambahan aabu cangkang kepala sawit yang menggunakan variasi 0%, 5%, 7% 9% dan 11% terhadap berat tanah asli. Pemeraman yang dilakukan pada pengujian ini selama 3

hari, 7 hari dan 14 hari dan untuk mendapatkan CBR *soaked* dilakukan pemeraman selama 7 hari dengan rendaman selama 4 hari. Serta pengujian *swelling* dilakukan pemeraman selama 7 hari dan perendaman selama 4 hari. Pada pengujian ini didapatkan jenis tanah lempung kelanauan dengan sedikit berpasi. CBR tanah asli tanpa rendaman didapatkan nilai sebesar 10,09%, dan CBR tanpa rendaman didapatkan nilai maksimal sebesar 24,55% dengan penambahan gypsum sebanyak 5% dan abu cangkang kelapa sawit sebesar 9% dengan waktu pemeraman selama 7 hari. Pada CBR rendaman didapatkan nilai CBR maksimal sebesar 18,83% dengan penambahan *gypsum* 5% dan abu cangkang sawit sebesar 9%. Nilai *swelling* tanah asli didapatkan pengembangan sebesar 3,58% dengan penambahan *gypsum* 5% dan abu cangkang sawit sebesar 9% mendapatkan nilai pengembangan (*swelling*) sebesar 0,121%. Kesimpulan penelitian ini dapat dikatakan bahwa penambahan *gypsum* dan abu cangkang sawit dapat meningkatkan nilai CBR rendaman ataupun tanpa rendaman dengan nilai CBR tertinggi sebesar 24,55% dengan nilai *swelling* sebesar 0,121% menjadikan *gypsum* dan abu cangkang sawit dalam dijadikan sebagai bahan tambah stabilisasi tanah dasar perkerasan jalan.

Sutejo dkk. (2015) melakukan penelitian pengaruh penambahan abu tandan sawit dan gipsum terhadap tanah lempung lunak berdasarkan pengujian CBR tanpa rendaman dengan lokasi pengambilan tanah di daerah KM.18 Banyuasin, Sumatera Selatan. Tujuan ini untuk mengetahui penambahan variasi bahan tambah terhadap nilai CBR terhadap tanah lempung lunak. Pada penelitian ini menggunakan variasi abu tandan sawit sebesar 5%, 7,5% dan 10% dan variasi gipsum sebesar 5%, 7,5% dan 10% dengan waktu pemeraman selama 3 hari, 7 hari dan 14 hari. Kadar air optimum yang didapatkan pada tanah asli sebesar 47,09% dengan nilai CBR tanah asli sebesar 1,6%. Nilai CBR maksimal didapatkan pada masa pemeraman selama 7 hari dengan penambahan gipsum sebanyak 10% dan abu tandan sawit sebesar 7,5% dengan nilai CBR sebesar 3,63%. Dengan nilai CBR sebesar 3,63% didapatkan nilai daya dukung tanah sebesar 4,11 dimana nilai tersebut tidak dapat digunakan untuk bahan stabilisasi yang akan digunakan sebagai tanah dasar pembangunan jalan karena nilai minimal daya dukung yang dapat digunakan untuk tanah dasar jalan sebesar 5.

Perbedaan dalam kedua pengujian diatas adalah penggunaan bahan tambah lainnya yaitu abu cangkang sawit dan abu tandan sawit serta variasi banyaknya bahan tambah *gypsum* untuk stabilisasi tanah dan variasi lama waktu pemeraman tanah. Serta ada dan tidaknya penggunaan CBR rendaman juga lokasi pengambilan sample tanah. Persamaan yang ada adalah penggunaan bahan tambah *gypsum* sebagai bahan stabilisasi dan pengujian CBR sebagai metode penelitian.

## **2.7 Pengaruh Penambahan *Gypsum* dan Bahan Tambah Lainnya Terhadap Nilai CBR**

Putri (2018) melakukan penelitian stabilisasi tanah lempung dengan campuran pasir vulkanik merapi dan gipsum untuk *subgrade* perkerasan lentur jalan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah, mengetahui nilai CBR yang telah distabilisasi dengan pasir vulkanik merapi dan gipsum serta mengetahui perencanaan tebal lapisan perkerasan lentur pada tanah yang telah distabilisasi. Penelitian ini menggunakan metode pengujian CBR di Laboratorium. Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah *gypsum* 4% dengan variasi kadar pasir vulkanik merapi 10%, 15% dan 20% dengan waktu pemeraman CBR *unsoaked* 1, 3 dan 7 hari. Sedangkan pada CBR *soaked* dilakukan pemeraman selama 3 hari dan perendaman selama 4 hari. Dari hasil pengujian didapatkan nilai CBR tanah terbesar yang ditambah 4% gipsum sebesar 15,717% dan CBR tanah ditambah pasir vulkanik merapi sebesar 19,577% dengan masa pemeraman 7 hari. Nilai CBR *unsoaked* terbesar terjadi pada penambahan 4% gipsum dan 20% pasir vulkanik merapi dengan pemeraman 7 hari sebesar 27,342% sedangkan nilai CBR *soaked* terbesar terjadi dengan penambahan 4% gipsum dan 20% pasir vulkanik merapi sebesar 14,973%. Nilai swelling terendah pada penambahan gipsum 4% dan 20% pasir vulkanik merapi dengan waktu perendaman 4 hari.

Alfi (2021) mengatkan dalam penelitiannya pengaruh penambahan limbah gipsum dengan abu ampas tebu terhadap nilai CBR dan kuat geser pada tanah lempung. Tujuan ini untuk mengetahui klasifikasi tanah, sifat fisik serta sifat mekanik tanah pada proyek pembangunan jalan Lot 1 Tambakreja-Bantarsari, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah dan mengetahui nilai CBR serta kuat geser. Pada

penelitian ini menggunakan bahan tambah limbah *gypsum* sebesar 8% sebagai variabel tetap dan penambahan abu ampas tebu sebagai variasi variabel dengan kadar 2%, 4% dan 8% dengan masa pemeraman 1,3 dan 7 hari. Hasil penelitian menyatakan bahwa tanah termasuk kelompok OH yaitu tanah organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi menurut USCS dan masuk kelompok A-7-5 yaitu tanah dengan sifat sedang hingga buruk menurut AASHTO. Nilai CBR *unsokaed* dan *soaked* tanah asli sebesar 4,557% dan 0,884%. Nilai CBR *unsoaked* tertinggi pada penamahan 8% gipsium dan 8% abu ampas tebu dengan masa pemeraman 7 hari sebesar 11,532%. Nilai CBR *soakes* tertinggi dengan penambahan 8% limbah gipsium dan 8% abu ampas sawit sebesar 1,9995%.

Perbedaan dari dua pengujian diatas adalah penggunaan variasi bebas bahan tambah stabilisasi yaitu pasir vulkanik merapi dan abu ampas tebu serta waktu pemeraman dan juga variasi kadar bahan satbilisainya. Persamaan pada penelitian menggunakan *gypsum* sebagai variasi bebas sebagai bahan stabilisasi dan pengujian CBR sebagai metode penelitian

## 2.8 Kandungan Gypsum

Yoanita dkk. (2016) melakukan penelitian tentang kajian sintesis gipsium dari batu gamping asal Sulawesi Tengah. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan rasio yang terbaik dan daerah penghasil gamping terbaik untuk bahan baku gipsium ( $\text{CaSO}_4$ ). Metode yang digunakan adalah mealakukan pengujian spektrofometri di Laboratorium. Menurut sani (2006) dalam Yoanita dkk. (2016) rendamen gipsium diproduksi dari limbah padat pabrik gas asetilen dan limbah cair pabrik soda yang dipengaruhi oleh waktu rekasi dan konsentrasi asam sulfat. Juga ada praduga bahwa rendamen gipsium dipengaruhi oleh rasio sumber kalsium terhadap asam sulfat. Batu gamping sendiri memiliki komposisi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sebesar 19,6%, HCl (P), HCL 1 M,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , gliserol, etanol 95%, NaCl dan akuades. Batu gamping untuk peneltian ini diambil di 3 daerah yakni, Bangkep dan Buol dengan masing masing 3 lokasi dan Donggala hanya 1 lokasi, batu gamping dihaluskan lalu diayak dan disimpan untuk penelitian selanjutnya. Gypsum dengan rendaman dan derajat kemurnian yang tinggi dihasilkan dari batu gamping perlu adanya rasio asam sulfat.

Pengujian ini menggunakan 5 tingkat rasio 70:25, 80:25, 90:25, dan 110:25. Pada pengujian ini rasio asam sulfat terbaik yaitu pada 110:25 dimana semakin tinggi rasio asam sulfat terhadap batu gamping maka semakin tinggi derajat kemurnian gipsum yang dihasilkan. Batu gamping yang baik untuk sebagai penghasil  $\text{CaSO}_4$  atau kalsium sulfat yang merupakan bahan baku gipsum di daerah Bangkep.

Siregar (2010) melakukan penelitian pemanfaatan gipsum Karangnunggal, Kabupaten Tasikmalaya untuk pembuatan papan gipsum. Tujuan penelitian ini adalah pengaruh penambahan gipsum Karangnunggal terhadap gipsum Australia sebagai bahan dasar pembuatan papan gipsum untuk mengetahui karakteristik yang terjadi pada produk yang dihasilkan. Pada penelitian ini didapatkan kandungan gipsum Karangnunggal adalah  $\text{SO}_3 = 46,76\%$ ,  $\text{CaO} = 32,46\%$ , air kristal =  $4,87\%$  dan gipsum Australia sendiri memiliki kandungan  $\text{SO}_3 = 53,97\%$ ,  $\text{CaO} = 37,18\%$ , kadar air kristal =  $7,82\%$ . Kandungan  $\text{SiO}_2$  pada gipsum Australia sebesar  $0,14\%$  sedangkan kandungan  $\text{SiO}_2$  gipsum karangnunggal sebesar  $6,74\%$  yang berarti gipsum karangnunggal masih memiliki mineral pengotor atau  $\text{SiO}_2$  yang masih tinggi dimana kandungan ini akan mempengaruhi sifat fisik papan gipsum. Sifat fisik yang dapat terpengaruh seperti menaikkan berat kering dan susut kering serta menurunkan penyerapan air, tebal pengembang dan kuat lentur.

Perbedaan kedua penelitian diatas adalah penelitian pertama ingin mengetahui apakah batu gipsum bisa digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan gipsum dan penelitian kedua untuk mengetahui apakah gipsum Karangnunggal dapat digunakan sebagai bahan campuran gipsum Australia untuk pembuatan papan gipsum.

## **2.9 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang akan Dilakukan**

Perbandingan beberapa penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 berikut.

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan Bagian 1**

ASPEK	Penelitian Sebelumnya					Penelitian yang dilakukan
	Landangkasiang dkk. (2020)	Wibawa (2015)	Kusuma dkk (2018)	Basral (2019)	Soehardi dkk (2017)	Tri Yani Rinawati
Judul Penelitian	Analisis Geoteknik Tanah Lempung Terhadap Penambahan Limbah <i>Gypsum</i>	Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung.	Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Memanfaatkan Limbah <i>Gypsum</i> Dan Pengaruh Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)	Pengaruh Penambahan Gypsum Dan Semen Untuk Stabilisasi Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR.	Stabilisasi Tanah Dengan Variasi Penambahan Kapur Dan Waktu Pemeraman.	Penambahan Limbah Gypsum Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung.
Tujuan Penelitian	Mengetahui Pengaruh Bahan Campuran Limbah gypsum terhadap tegangan geser tanah dan nilai CBR. Serta mengetahui komposisi terbaik untuk meningkatkan stabilisasi tanah lempung dengan penambahan limbah gypsum.	Mengetahui pengaruh variasi gypsum terhadap stabilisasi tanah terhadap nilai kuat geser tanah.	Mengetahui nilai CBR setelah dicampurkan gypsum dan perubahan nilai indeks plastistas tanah.	Mengetahui pengaruh daya dukung tanah terhadap penambahan gypsum dan semen untuk stabilitas tanah lempung terhadap nilai stabilitas pada indeks plastis (IP) dan nilai CBR pada lempung.	Untuk mengetahui pengaruh sifat sifat fisis tanah lempung, baik yang telah distabilisasi ataupun yang belum distabilisasi dengan menggunakan kapur dan menentukan presentase yang edekatid dalam oenambahan kapur dan pengaruh waktu pemeraman terhadap peningkatan nilai CBR pada tanah lempung.	Mengetahui sifat klasifikasi sampel tanah Desa Mulusan, Playen serta mengetahui pengaruh penambahan limbah <i>gypsum</i> dengan variasi tertentu pada stabiliasi sampel tanah terhadap nilai CBR <i>unsoaked dan soaked</i> serta mengetahui nilai pengembangan pada sampel tanah.
Metode Penelitian	Pengujian CBR ( <i>Caloformia Bearing Ratio</i> ) dan pengujian triaksial di laboratorium	Pengujian kuat geser di laboratorium.	Pengujian nilai CBR dan sifat fisik tanah di laboratorium	Pengujian CBR dan Indeks Plastisitas (PI) di Laboratorium.	Penelitian CBR di Laboratorium.	Pengujian CBR dan Pengujian <i>Swelling</i> di Laboratorium.

Sumber : Landangkasiang dkk. (2020), Wibawa (2015), Kusuma dkk. (2018), Basral (2019), Soehardi dkk. (2017)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan Bagian 1

ASPEK	Penelitian Sebelumnya					Penelitian yang dilakukan
	Landangkasiang dkk. (2020)	Wibawa (2015)	Kusuma dkk (2018)	Basral (2019)	Soehardi dkk (2017)	Tri Yani Rinawati
Hasil Penelitian	<p>Hasil pengujian tanah asli diperoleh nilai CBR sebesar 1,52%. Hasil dari setiap penambahan 5%, 10%, 15%, dan 20% limbah gypsum didapat nilai CBR terbesar sebesar 3,05% pada penambahan 10% limbah gypsum. Sedangkan tegangan geser mencapai titik maksimum pada kadar limbah gypsum 15% yaitu 6,174t/m<sup>2</sup>. peningkatan nilai geser yang dimana nilai geser tanah asli sebesar 3,152 t/m<sup>2</sup> dengan sudut geser 8°.</p>	<p>Hasil pengujian tanah asli dengan masa pengeraman selama 0, 7 dan 14 hari mendapatkan nilai sebesar 28,64 Kn/m<sup>2</sup>. Hasil dari setiap penambahan 4%, 6% dan 8% gypsum dengan masa peneraman 0 hari sampai 14 hari didapat nilai kuat geser maksimum pada penamabahn gypsum sebanyak 8% dengan masa pemeraman 14 hari yaitu sebesar 61,57 KN/m<sup>2</sup>.</p>	<p>Hasil pengujian tanah asli dengan masa pengeraman 0 hari adalah 37,352% dan dengan lama pengeraman 3 hari adalah 45,562%. Nilai daya dukung CBR paling optimum teradapat pada presentase gypsum 10% dengan pengeraman 3 hari dengan nilai daya dukung sebesar 57,876%. Dan terjadi peningkatan berat jenis (Gs) sebesar 2,726 untuk presentase gypsum 10% dari tanah asli sebesar 2,692. Dan penurunan Indeks Plastisitas (PI) seiring penambahan campuran gypsum. Pada penmabahan 10% gypsum nilai indeks plastisitas sebesar 10,10% lebih kecil dari nilai indeks plastisitas tanah asli sebesar 27,95%.</p>	<p>Hasil pengujian mendapatkan pada penambahan campuran gypsum dan senen dengan kadar 5% terjadi kenaikan CBR sebesar 224,809 lb meninhkat 101,971 Kg/m dibanding tanah asli. Pada pemeraman yang dilakukan dengan waktu 7 hari dan 14 hari mempengaruhi kenaikan nilai kenaikan nilai maksimum kuat geser tanah pada waktu pemeraman selam 14 hari yaitu 4,140 KN atau setara 422,16 Kg/m.</p>	<p>Penelitian ini dilakukan penambahan kapur dengan variasi sebesar 5%, 10% dan 15% dengan lama pemeraman sampel selam 0 hari, 4 hari, 7 hari, dan 14 hari. Tanah asli didapatkan nilai batas cair sebesar 66,08% , batas plastis 32,84% dan Indeks plastisitas sebesar 33,96% termasuk jenis tanah lunak. Tanah asli mendapatkan nilai CBR sebesar 1,75% dan nilai tertinggi CBR tanah ditambah kapur tanpa pemeraman terjadi pada penambahan kapur sebanyak 15% dengan nilai CBR 43,88%. Sedangkan tanah di tambah kapur dengan masa pemeraman didapatkan nilai maksimal sebesar 79,27% pada penambahan kapur sebanyak 15% dengan waktu pemeraman selama 14 hari.</p>	<p>Dari pengujian ini didapatkan nilai CBR tanah asli pada Desa Mulusan merupakan tanah lempung organic dengan plastisitas sedang sampai tinggi dengan tipe material sedang sampai buruk sebagai bahan dasar. Nilai CBR tanah asli yang didapatkan dalam penelitian ini sebesar 5,65% degan nilai CBR tanah asli rendaman sebesar 1,02%. Nilai CBR dengan penambahan limbah gypsum didapatkan nilai maksimum sebesar 8,18% dengan penambahan kadar limbah gypsum sebesar 10% dengan masa pemeraman selama 3 hari. Dengan penambahan limbah gypsum nilai <i>swelling</i> mengalami penurunan dari <i>high swelling</i> menjadi <i>medium swelling</i> dengan nilai <i>swelling</i> tanah asli sebesar 5,23% menjadi 2,18% dengan penambahan limbah gypsum sebesar 10%.</p>

Sumber : Landangkasiang dkk. (2020), Wibawa (2015), Kusuma dkk. (2018), Basral (2019), Soehardi dkk. (2017)



**Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan Bagian 2**

ASPEK	Penelitian Sebelumnya					Penelitian yang dilakukan
	Riwayan dan Yuniar (2018)	Soehardi dan Putri (2017)	Jefri dkk. (2014)	Muslimin (2018)	Sutejo dkk (2015)	Tri Yani Rinawati
Judul Penelitian	Stabilisasi Tanah Lemung Menggunakan Campuran Kapur Untuk Lapisan Tanah Dasar Konstruksi.	Pengaruh Waktu Pemeraman Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur Terhadap Nilai CBR.	Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Daya Dukung Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Menggunakan TX-300	Pengaruh Penambahan <i>Gypsum</i> Dan Abu Cangkang Kepala Sawit Terhadap Nilai <i>CBR</i> ( <i>California Bearing Ratio</i> ) Dan <i>Swelling Factor</i> Pada Tanah Lempung.	Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit Dan Gypsum Terhadap Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Pengujian CBR Tanpa Rendaman	Penambahan Limbah <i>Gypsum</i> Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung.
Tujuan Penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah tanah yang telah diberikan bahan campuran seperti kapur akan meningkatkan kualitas tanah lempung untuk lapisan dasar konstruksi.	Pengujian ini bertujuan untuk menentukan persentase penambahan kapur yang efektif dan pengaruh penambahan kapur terhadap sifat fisis tanah dengan segi nilai CBR terhadap lama waktu pemeraman sehingga dapat digunakan sebagai tanah dasar yang baik.	Untuk mengetahui peningkatan daya dukung tanah yang telah distabilisasi menggunakan TX-300 dan juga untuk mengetahui pengaruh optimum dari variasi waktu pemeraman tanah yang telah distabilisasi menggunakan TX-300 dengan variasi waktu yaitu 0 hari, 7 hari 14 hari dan 28 hari.	Mengetahui sifat dan klasifikasi tanah kota Muara Enim, Palembang, Sumatera Selatan. Mengetahui pengaruh penggunaan bahan <i>gypsum</i> dan abu cangkang dan masa pemeraman pada sampel tanah dengan nilai CBR rendaman dan tanpa rendaman. Mengetahui nilai <i>swelling factor</i> yang terjadi pada sampel tanah yang telah dilakukan perendaman pada waktu yang telah ditentukan dan untuk mengetahui nilai CBR serta nilai <i>swelling</i> yang dapat digunakan untuk perkerasan jalan	Untuk mengetahui pengaruh dari penambahan variasi masing masing 5%, 7% dan 10% terhadap nilai CBR pada tanah lempung lunak dalam masa perawatan 3, 7, dan 14 hari.	Mengetahui sifat klasifikasi sampel tanah Desa Mulusan, Playen serta mengetahui pengaruh penambahan limbah <i>gypsum</i> dengan variasi tertentu pada stabilisasi sampel tanah terhadap nilai CBR <i>unsoaked</i> dan <i>soaked</i> serta mengetahui nilai pengembangan pada sampel tanah.

Sumber : Riwayan dan Yuniar (2018), Soehardi dan Putri (2017), Jefri dkk. (2014), Muslimin (2018), Sutejo dkk (2015)

Lanjutan Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan Bagian 2

ASPEK	Penelitian Sebelumnya					Penelitian yang dilakukan
	Riwayan dan Yuniar (2018)	Soehardi dan Putri (2017)	Jefri dkk. (2014)	Muslimin (2018)	Sutejo dkk (2015)	Tri Yani Rinawati
Metode Penelitian	Penelitian ini adalah pengujian CBR di Laboraturium.	Penelitian ini menggunakan metode pengujian CBR di Laboraturium.	Penelitian dengan metode pengujian CBR di Laboraturium	Pengujian CBR dan pengujian <i>Swelling</i> di Laboraturium.	Penelitian ini menggunakan metode pengujian nilai CBR di Laboraturium.	Pengujian CBR dan Pengujian <i>Swelling</i> di Laboraturium.
Hasil Penelitian	Pengujian ini menggunakan nilai variasi campuran 0%, 2%, 5% dan 7%. Pada penelitian ini didapat tanah asli didapatkan nilai kadar air optimum sebesar 22,85% batas cair (LL) sebesar 68,31%, batas plastis (PL) sebesar 29,98%, dan indek Plastisitas sebesar 38,32%. CBR tanpa perendaman mendapat CBR maksimal pada penambahan 7% kapur dengan nilai 38,0415%.	Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan kapur dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan lama pemeraman sampel tanah selama 0 hari, 4 hari, 7 hari, dan 14 hari. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan jenis tanah yang diuji berjenis tanah berlempung dengan nilai CBR tertinggi sebesar 82,10% dengan penambahan kapur sebesar 15% dengan dipadatkan dulu baru diperam selama 14 hari lebih besar dibanding nilai CBR dengan penambahan kapur yang diperam dulu selama 14 hari baru dipadatkan dengan nilai CBR sebesar 79,27%.	Penelitian ini didapatkan nilai CBR tanah asli sebesar 8,1% dan dengan penambahan TX-300 menjadikan nilai CBR meningkat. CBR maksimal terjadi pada penambahan TX-300 sebanyak 0,9 ml dengan nilai sebesar 26,08% dengan waktu pemeraman selama 28 hari. Hal ini TX-300 mampu meningkatkan nilai CBR yang merupakan sifat mekanis tanah namun TX-300 tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai batas cair dan PI yang merupakan sifat fisik tanah secara spesifik.	Dari pengujian didapatkan CBR tanah asli tanpa rendaman didapatkan nilai sebesar 10,09%, dan CBR tanpa rendaman didapatkan nilai maksimal sebesar 24,55% dengan penambahan gypsum sebanyak 5% dan abu cangkang kelapa sawit sebesar 9% dengan waktu pemeraman selama 7 hari. Pada CBR rendaman didapatkan nilai CBR maksimal sebesar 18,83% dengan penambahan <i>gypsum</i> 5% dan abu cangkang sawit sebesar 9%. Nilai <i>swelling</i> tanah asli didapatkan pengembangan sebesar 3,58% dengan penambahan <i>gypsum</i> 5% dan abu cangkang sawit sebesar 9% mendapatkan	Pada penelitian ini menggunakan variasi abu tandan sawit sebesar 5%, 7,5% dan 10% dan variasi gipsum sebesar 5%, 7,5% dan 10% dengan waktu pemeraman selama 3 hari, 7 hari dan 14 hari. Kadar air optimun yang didapatkan pada tanah asli sebesar 47,09% dengan nilai CBR tanah asli sebesar 1,6%. Nilai CBR maksimal didapatkan pada masa pemeraman selama 7 hari dengan penambahan gipsum sebanyak 10% dan abu tandan sawit sebesar 7,5% dengan nilai CBR sebesar 3,63%.	Dari pengujian ini didapatkan nilai CBR tanah asli pada Desa Mulusan merupakan tanah lempung organic dengan plastisitas sedang sampai tinggi dengan tipe material sedang sampai buruk sebagai bahan dasar. Nilai CBR tanah asli yang didapatkan dalam penelitian ini sebesar 5,65% dengan nilai CBR tanah asli rendaman sebesar 1,02%. Nilai CBR dengan penambahan limbah <i>gypsum</i> didapatkan nilai maksimum sebesar 8,18% dengan penambahan kadar limbah <i>gypsum</i> sebesar 10% dengan masa pemeraman selama 3 hari. Dengan penambahan limbah <i>gypsum</i> nilai <i>swelling</i> mengalami penurunan dari <i>high swelling</i> menjadi <i>medium swelling</i> dengan nilai <i>swelling</i> tanah asli sebesar 5,23%

Sumber : Riwayan dan Yuniar (2018), Soehardi dan Putri (2017), Jefri dkk. (2014), Muslimin (2018), Sutejo dkk (2015)

Lanjutan Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan Bagian 2

ASPEK	Penelitian Sebelumnya					Penelitian yang dilakukan
	Riwayan dan Yuniar (2018)	Soehardi dan Putri (2017)	Jefri dkk. (2014)	Muslimin (2018)	Sutejo dkk (2015)	Tri Yani Rinawati
Hasil Penelitian			Oleh karena itu untuk penambahan TX-300 tidak terlalu baik untuk digunakan bahan tambah stabilisasi tanah walaupun nilai CBR yang didapatkan cukup tinggi, hal ini dikarenakan pada campuran tanah dengan TX-300 didapatkan nilai PI terkecil sebesar 24,05% dimana nilai $PI_{nya} \geq 10\%$ .	nilai pengembangan ( <i>swelling</i> ) sebesar 0,121%. Kesimpulan penelitian ini dapat dikatakan bahwa penambahan <i>gypsum</i> dan abu cangkang sawit dapat meningkatkan nilai CBR rendaman ataupun tanpa rendaman, menjadikan <i>gypsum</i> dan abu cangkang sawit dalam dijadikan sebagai bahan tambah stabilisasi tanah dasar perkerasan jalan.	Dengan nilai CBR sebesar 3,63% didapatkan nilai daya dukung tanah sebesar 4,11 dimana nilai tersebut tidak dapat digunakan untuk bahan stabilisasi yang akan digunakan sebagai tanah dasar pembangunan jalan karena nilai minimal daya dukung yang dapat digunakan untuk tanah dasar jalan sebesar 5.	menjadi 2,18% dengan penambahan limbah <i>gypsum</i> sebesar 10%.

Sumber : Riwayan dan Yuniar (2018), Soehardi dan Putri (2017), Jefri dkk. (2014), Muslimin (2018), Sutejo dkk (2015)

**Tabel 2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan Bagian 3**

ASPEK	Penelitian Sebelumnya		Penelitian yang dilakukan
	Putri (2018)	Alfi (2021)	Tri Yani Rinawati
Judul Penelitian	Stabilisasi Tanah Lemoung Dengan Passie Vulkanik Merapi Dan Gypsum Untuk <i>Subgrade</i> Perkerasan Lentur Jalan	Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Dan Abu Ampas Tebu Terhadap Nilai CBR Dan Nilai Parameter Kuat Geser Pada Tanah Lempung	Penambahan Limbah Gypsum Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung.
Tujuan Penelitian	Untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah di Desa Gunungcondong, Bruno, Purworejo serta mengetahui nilai CBR tanah yang telah distabilisasi dengan penambahan pasir vulkanik merapi dan gipsium. Dan juga mengetahui tebal lapisan perkerasan lentur ada tanah lempung yang telah distabilisasi.	Mengetahui klasifikasi tanah sifat fisik dan mekanik serta mengetahui pengaruh penambahan limbah gypsum dan abu ampas tebu dengan masa pemeraman 1, 3 dan 7 hari. Juga untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah gypsum dan abu ampas tebu terhadap nilai kuat geser.	Mengetahui sifat klasifikasi sampel tanah Desa Mulusan, Playen serta mengetahui pengaruh penambahan limbah <i>gypsum</i> dengan variasi tertentu pada stabilisasi sampel tanah terhadap nilai CBR <i>unsoaked</i> dan <i>soaked</i> serta mengetahui nilai pengembangan pada sampel tanah.
Metode Penelitian	Pengujian CBR di Laboraturium	Pengujian CBR dan kuat geser di Laboraturium	Pengujian CBR dan <i>Swelling</i> di Laboraturium
Hasil Penelitian	Hasil pengujian didapatkan nilai CBR <i>unsoaked</i> dan CBR <i>soaked</i> sebesar 6,75% dan 1,139%. Nilai CBR <i>unsoaked</i> tanah yang di stabilisasi tertinggi terjadi pada penambahan gipsium 4% dan 20% pasir vulkanik merapi dengan masa pemeraman 7 hari sebesar 27,342%. Dan CBR <i>soaked</i> tertinggi dengan penambahan 4% gipsium dan 20% pasir vulkanik merapi sebesar 14,973%. Nilai <i>swelling</i> paling rendah penambahan gipsium 4% dan 20% pasir vulkanik merapi dengan rendaman 4 hari	Hasil pengujian menjjukan bahwa tanah termasuk kelompok OH yaitu lempung organik dengan plastisitas sedang hingg tinggi menurut USCS dan tanah lempung dengan sifat sedang sampai buruk menurut AASHTO. Nilai CBR <i>unsoaked</i> dan <i>soaked</i> tanah asli didapatkan sebesar 4,557% dan 0,884%. Nilai CBR <i>unsoaked</i> tertinggi didapatkan nilai sebesar 11,532% dengan penambahan limbah gypsum 8% dan 8% abu ampas tebu dengan masa pemeraman 7 hari. CBR <i>soaked</i> yang tertinggi didapatkan dengan penambahan gypsum 8% dan abu ampas tebu 8% dengan nilai sebesar 1,9995%.	Dari pengujian ini didapatkan nilai CBR tanah asli pada Desa Mulusan merupakan tanah lempung organic dengan plastisitas sedang sampai tinggi dengan tipe material sedang sampai buruk sebagai bahan dasar. Nilai CBR tanah asli yang didapatkan dalam penelitian ini sebesar 5,65% degan nilai CBR tanah asli rendaman sebesar 1,02%. Nilai CBR dengan penambahan limbah <i>gypsum</i> didapatkan nilai maksimum sebesar 8,18% dengan penambahan kadar limbah <i>gypsum</i> sebesar 10% dengan masa pemeraman selama 3 hari. Dengan penambahan limbah <i>gypsum</i> nilai <i>swelling</i> mengalami penurunan dari <i>high swelling</i> menjadi <i>medium swelling</i> dengan nilai <i>swelling</i> tanah asli sebesar 5,23% menjadi 2,18% dengan penambahan limbah <i>gypsum</i> sebesar 10%.

Sumber : Putri (2018), Alfi (2021)

### 2.10 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang akan Dilakukan

Perbedaan penelitian Tugas Akhir yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu adalah sampel tanah yang digunakan berasal dari Desa Mulusan Kecamatan Playen, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Yogyakarta dengan penambahan penelitian. Bahan tambah yang di gunakan adalah limbah *gypsum* sebesar 3%, 6%, dan 10%. Masa pemeraman yang digunakan adalah 0,3, dan 7 hari. Parameter yang di uji dalam penelitian Tugas Akhir adalah CBR *unsoaked* dan *soaked* serta uji *swelling*.

Dari perbandingan penelitian-penelitian sebelumnya terdapat perbedaan dan persamaan terhadap penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut.

1. Perbedaan dengan penelitian Landangkasiang dkk. (2020) adalah variasi pada penambahan limbah *gypsum* serta perbedaan pada lokasi pengambilan sampel tanah dan juga variasi penambahan limbah *gypsum* yang berbeda. Selain itu pada penelitian ini tidak mencari nilai tegangan geser pada tanah namun mencari nilai pengembangan tanah dengan uji *swelling*. Persamaan yang ada adalah menggunakan limbah *gypsum* untuk bahan stabilisasi dan mengetahui pengaruh limbah *gypsum* terhadap nilai CBR.
2. Perbedaan dengan penelitian Wibawa (2015) adalah penambahan variasi limbah *gypsum* yang berbeda dan pada penelitian ini tidak mencari nilai tegangan geser tanah serta perbedaan lokasi pengambilan sampel tanah. Persamaan yang ada adalah bahan stabilisasi yang sama menggunakan limbah *Gypsum*.
3. Perbedaan dengan penelitian Kusuma dkk. (2018) adalah pada lokasi pengambilan sampel tanah dan juga pada penelitian ini juga menggunakan pengujian CBR *Soaked* dengan pemeraman 7 hari dan rendaman selama 4 hari. Pengujian ini juga melakukan pengujian uji *swelling*. Persamaan yang ada adalah variasi campuran limbah *gypsum* dan variasi waktu pemeraman untuk mengetahui penagaruh terhadap nilai CBR.

4. Perbedaan dengan penelitian Basral (2019) adalah menggunakan bahan tambah *gypsum* serta semen dan pada penelitian ini hanya menggunakan bahan tambah limbah *gypsum* serta lokasi pengambilan sample yang berbeda. Persamaan pada pengujian ini untuk mencari nilai indeks plastisits dan nilai CBR pada tanah lempung.
5. Perbedaan dengan penelitian Soehardi dkk. (2017) adalah penggunaan bahan tambah kapur sedangkan pada penelitian ini menggunakan bahan tambah limbah *gypsum* serta lokasi pengambilan sampel tanah. Variasi waktu pemeraman yang berbeda dan melakukan pengujian CBR rendaman juga pengujian pengembangan tanah atau uji *swelling*. Persamaan pada penelitian ini untuk mengetahui peningkatan nilai CBR dengan bahan tambah kimiawi dengan waktu pemeraman.
6. Perbedaan dengan penelitian Riwayan dan Yuniar (2018) adalah penggunaan bahan kapur dan berbeda dan lokasi pengambilan sampel tanah. Persamaan yang ada adalah untuk mengetahui peningkatan kualitas tanah lempung untuk dasar konstruksi dengan penambahan bahan tertentu.
7. Perbedaan dengan penelitian Soehardi dan Putri (2017) adalah perbedaan lokasi pengambilan sampel tanah dan penggunaan kapur sebagai bahan tambah, sedangkan penelitian ini menggunakan limbah *gypsum*. Pada penelitian Soehardi dan Putri (2017) melakukan 2 metode pemeraman dimana melakukan pemadatan lalu diperam dan diperam dahulu dan dilakukan pemadatan. Persamaan yang ada adalah menggunakan metode pengujian CBR.
8. Perbedaan dengan penelitian Jafri dkk. (2014) adalah penggunaan bahan tambahan TX-300 untuk stabilisasi tanah dan variasi waktu lama pemeraman. Serta perbedaan lokasi dalam pengambilan sample tanah. Persamaan dengan penelitian ini adalah penggunaan metode pemeraman sampel tanah.
9. Perbedaam dengan penelitian Muslimin (2018) adalah lokasi dalam pengambilan sampel tanah dan juga variasi penamban *gypsum*. Serta penggunaan abu cangkang sawit sebagai bahan tambah sedangkan penelitian ini hanya menggunakan bahan tambah limbah *gypsum*. Persamaan yang ada untuk mencari nilai CBR rendaman dan tanpa rendaman namun dengan variasi waktu

pemeraman yang berbeda dan melakukan pengujian pengembangan atau uji *swelling*.

10. Perbedaan dengan penelitian Sutejo dkk. (2015) adalah penggunaan bahan tambah abu tandan sawit sedangkan pada penelitian ini tidak menggunakan bahan tersebut, Serta perbedaan variasi pendambahan bahan tambah *gypsum* dan lokasi pengambilan sampel tanah. Persamaan yang ada adalah menggunakan bahan tambah yang sama *gypsum* serta melakukan pengujian CBR dan melakukan pemeraman tanah sebelum diuji.
11. Perbedaan dengan penelitian Putri (2018) adalah penggunaan bahan tambah penggunaan bahan tambah lain selain gipsum yaitu pasir vulkanik merapi sedangkan pada penelitian ini menggunakan bahan tambah limbah *gypsum* dan juga pada penelitian putri menggunakan satu variasi kadar gipsum sebesar 4%. Juga pada penelitian ini tidak menghitung tebal perekersan lapis perkerasan. Persamaan yang ada adalah menggunakan gipsum sebagai bahan tambah serta melakukan pengujian CBR dengan masa pemeraman serta melakukan pengujian *swelling*.
12. Perbedaan dengan penelitian Alfi (2021) adalah penggunaan bahan tambah lainnya dalam stabilisasi tanah selain limbah *gypsum* yaitu penambahan abu ampas tebu dengan variasi limbah *gypsum* hanya satu yaitu 8%. Selain dilakukan penelitian kuat geser tanah dimana pada penelitian ini tidak melakukannya. Persamaan yang ada adalah menggunakan limbah *gypsum* sebagai bahan stabilisasi dan melakukan pengujian CBR *unsoaked* dan *soaked*.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Tanah**

Tanah dapat didefinisikan sebagai himpunan material, bahan organik dan endapan- endapan yang relatif lepas (*lose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antar butir yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik atau oksida-oksida yang menegdap dipartikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di permukaan bumi membentuk tanah. Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat terjadi secara fisis atau kimiawi (Hardiyatmo, 2010).

Hardiyatmo (2010) mengatakan proses pemebentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menajdi partikel -partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin,air, es, manusia atau hancurnya tanah akibat perubahan cuaca atau suhu. Partikel partikel mungkin berbentuk bulat, bergerigi, maupun bentuk – bentuk diantaranya pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi dengan penagruh oksigen, karbondioksida, air dan proses kimia lainnya. Jika hasil lapukan residual (*residual soil*) dan apabila tanah berpindah tempatnya disebut tanah terangkut (*transport soil*).

Pembagaian jenis tanah dibagi sebagai berikut ini (Bowles, 1991).

1. Berangkal (*boulders*), merupakan potongan batuan besar yang biasanya diambil lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Potongan batuan dengan ukuran lebih dari ukuran 150 mm sampai 200 mm dinamakan kerakal (*cobbles*).
2. Kerikil (*gravel*), merupakan partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (*sand*), merupakan partikel batuan yang berukuran 0,0074 mm sampai 5 mm. Partikel berupa partikel kasar (5 mm sampai 3 mm) dan halus (< 1 mm).



4. Lanau (*silt*), merupakan partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm.
5. Lempung (*clay*), merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm.
6. Koloid (*colloids*), merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Hardiyatmo (2010) mengatakan istilah pasir, lempung lanau ataupun lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Istilah tersebut digunakan juga untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus. Tanah lempung adalah jenis tanah yang bersifat plastis dan kohesif, pasir yang digambarkan sebagai tanah yang tidak plastis maupun kohesif. Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran atau lebih dari satu macam ukuran partikel. Dalam tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung saja namun bisa dapat bercampur dengan partikel lanau ataupun butir-butir ukuran pasir, dan mungkin terdapat campuran bahan organik. Ukuran tanah dapat bervariasi dari lebih besar 100 mm atau sampai dengan lebih kecil dari 0,001 mm.

### **3.2 Sifat-sifat Tanah**

Tanah memiliki sifat – sifat, diantaranya sifat fisik tanah maupun sifat mekanik tanah.

#### **3.2.1 Sifat Fisik Tanah**

Sifat fisik tanah adalah sifat yang berhubungan langsung dengan komponen penyusun massa tanah yang sudah ada. Untuk mengetahui sifat fisik tanah dapat melakukan pengujian sifat fisik tanah yang meliputi pengujian untuk mengetahui warna, bentuk, butiran, dan ukuran butiran. Pada penelitian ini pengujian yang digunakan untuk mengetahui ukuran butir tanah. Tanah berdasarkan ukuran butiran dibedakan menjadi dua yaitu tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar.

##### **1. Tanah Berbutir Halus**

Tanah yang memiliki butiran halus berdiameter lebih kecil dari 0,075 mm atau butiran yang lolos saringan No. 200 disebut tanah berbutir halus. Cara untuk mengetahui ukuran butiran tanah halus dilakukan dengan pengujian hidrometer.

Pengeujian hidrometer menggunakan hukum Stokes yang didasarkan pada kecepatan pengendapan butiran pada larutan suspensi. Kecepatan pengendapan butiran pada larutan tersuspensi dapat diperoleh dengan Persamaan 3.1 berikut,

$$D(mm) = K \sqrt{\frac{L(cm)}{t(menit)}} \quad (3.1)$$

dengan nilai Konstanta dapat di cari dengan Persamaan 3.1 berikut:

$$K = \sqrt{\frac{30\mu}{G_s - 1}} \quad (3.2)$$

dengan:

$D$  = diameter butiran tanah (mm),

$L$  = kedalaman hidrometer (cm),

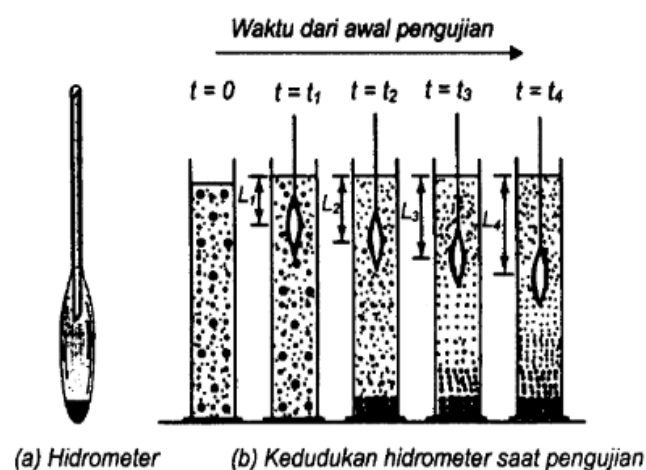
$t$  = waktu pengendapan (menit),

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

$\mu$  = kekentalan air absolut (g.det/cm<sup>2</sup>), dan

$G_s$  = berat jenis tanah

Pengujian Hydrometer dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



**Gambar 3.1 Alat Uji Hydrometer**

(Sumber : Hardiyatmo 2010)

## 2. Tanah Berbutir Kasar

Tanah Berbutir kasar merupakan tanah yang memiliki butiran tanah dengan diameter lebih besar dari 0,075 mm atau butiran yang tertahan pada saringan No. 200. Cara yang dilakukan untuk mengetahui ukuran butiran tanah dapat dilakukan dengan penyaringan butiran tanah menggunakan seperangkat saringan standar. Nomer saringan dan diameter lubang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

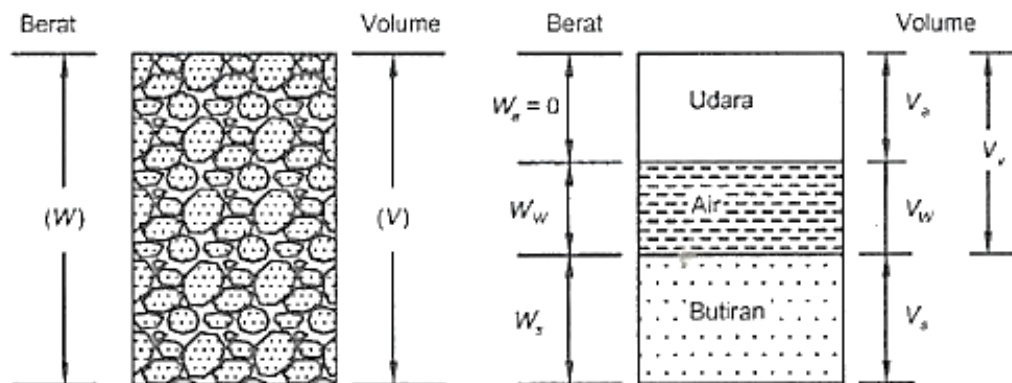
**Tabel 3.1 Saringan Berdasarkan Dimeter Bucaanya**

No. Saringan	Diameter lubang (mm)	No. Saringan	Diameter Lubang (mm)
3	6,35	40	0,42
4	4,75	50	0,30
6	3,35	60	0,25
8	2,36	70	0,21
10	2,00	100	0,15
16	1,18	140	0,106
20	0,85	200	0,075
30	0,60	270	0,053

Sumber : Haridyatmo (2010)

### 3.2.2 Sifat Mekanik Tanah

Haridyatmo (2010) mengatakan segumpal tanah terdiri dari dua atau tiga bagian. Tanah yang kering maka tanah hanya terdiri dari dua bagian, yaitu butiran tanah dan pori-pori udara. Tanah dengan bagian padat atau butiran dan air pori merupakan dua bagian tanah yang jenuh. Keadaan tanah tidak jenuh terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian padat (butiran), pori-pori udara, dan air pori. Berikut merupakan gambar bagian-bagian tanah yang digambarkan dalam bentuk diagram fase yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2 Diagram Fase Tanah**

(Sumber : Hardiyatmo, 2010)

Berdasarkan gambar diatas dapat diambil persamaan-persamaan sebagai berikut. Berat total bisa didapatkan dengan Persamaan 3.3.

$$W = W_s + W_w \quad (3.3)$$

dan volume total dapat didapatkan dengan Persamaan 3.4.

$$V = V_s + V_w + V_a \quad (3.4)$$

Volume pori bisa didapatkan dengan Persamaan 3.5.

$$V_v = V_w + V_a \quad (3.5)$$

dengan:

$W_s$  = berat butir padat (gram)

$W_w$  = berat air (gram)

$V_s$  = volume butir padat ( $\text{cm}^3$ )

$V_w$  = volume air ( $\text{cm}^3$ )

$V_a$  = volume udara ( $\text{cm}^3$ )

Hubungan berat dan volume yang sering dipakai untuk elemen tanah adalah sebagai berikut.

1. Kadar air ( $w$ )

Kadar air pada sampel tanah dapat diketahui dengan melakukan pengujian kadar air. Kadar air ( $w$ ) adalah perbandingan antara berat air ( $W_w$ ) dengan berat butiran padar ( $W_s$ ). Kadar air ( $w$ ) dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.6 sebagai berikut.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (3.6)$$

dengan:

- $w$  = kadar air (%)  
 $W_w$  = berat air (gram)  
 $W_s$  = berat tanah kering (gram)

2. Berat volume Tanah ( $\gamma$ )

Berat volume tanah ( $\gamma$ ) adalah perbandingan antara berat tanah ( $W$ ) dengan volume tanah ( $V$ ). Berat volume tanah ( $\gamma$ ) dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.7 berikut.

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (3.7)$$

dengan:

- $W$  = berat tanah (gram)  
 $V$  = volume tanah ( $\text{cm}^3$ )

3. Berat volume tanah kering ( $\gamma_d$ )

Berat volume tanah kering ( $\gamma_d$ ) adalah perbandingan antara berat butiran tanah ( $W_s$ ) dengan volume tanah ( $V$ ). Berat volume tanah kering ( $\gamma_d$ ) dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.8 berikut ini.

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (3.8)$$

dengan:

- $\gamma_d$  = berat volume kering tanah

- $W_s$  = berat kering tanah (gram)  
 $V$  = volume tanah total (tanah + air) (cm<sup>3</sup>)

#### 4. Berat jenis (Gs)

Berat jenis (Gs) adalah perbandingan antara berat volume butir tanah ( $\gamma_s$ ) dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ) di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu, biasanya temperatur 27,5°C. Berat jenis (Gs) dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.9 berikut.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (3.9)$$

dengan:

- $\gamma_s$  = berat volume butiran padat  
 $\gamma_w$  = berat volume air  
 $G_s$  = berat jenis tanah

Nilai – nilai berat jenis dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini

**Tabel 3.2 Macam Tanah Berdasarkan Berat Jenis**

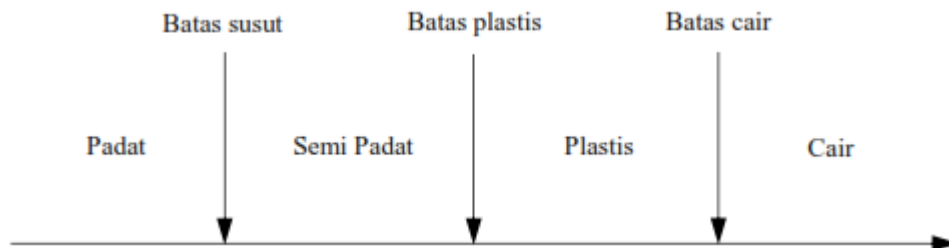
Macam Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau anorganik	2,65 - 2,68
Lanau organik	2,58 – 2,65
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber : Hardiyatmo (2010)

### 3.3 Batas – Batas Atterberg

Cara menggambarkan batas- batas *Atterberg* menggambarkan batas – batas konsistensi dari tanah berbutir halus yang tergantung pada kadar air tanah

(Atterberg, 1991). Batas- batas tersebut adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*). Batas – batas Atterberg dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.

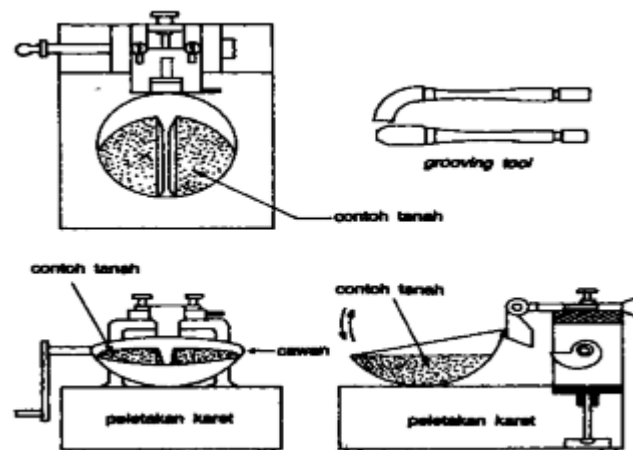


**Gambar 3.3 Batas – batas Atterberg**

(Sumber : Hardiyatmo, 2010)

### 3.3.1 Batas Cair (*Liquid Limit*)

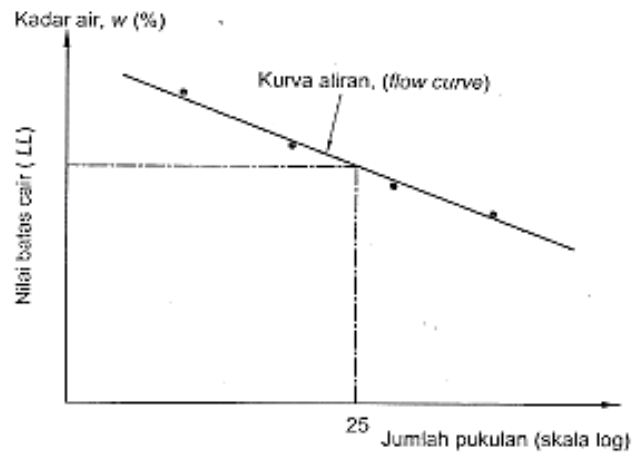
Batas cair (LL) merupakan kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis yang merupakan batas atas dari daerah plastis. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah pada batas cair dengan ditentukan pada pukulan ke 25 yang dibutuhkan untuk menutup celah sepanjang 12,7 mm berhimpit pada pengujian *cassagrande*. Pengujian batas cair diuji menggunakan alat *cassagrande* dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.



**Gambar 3.4 Alat Cassagrande**

(Sumber : Hardiyatmo, 2010)

Hubungan kadar air dan jumlah pukulan untuk menentukan nilai batas cair pada pukulan ke 25 dapat digambarkan pada grafik Gambar 3.5.



**Gambar 3.5 Grafik Pengujian Batas Cair Tanah Lempung**

(Sumber : Hardiyatmo, 2010)

Kemiringan dari kurva aliran (*flow curve*) didefinisikan sebagai indeks aliran (*flow index*) yang dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.10 berikut.

$$I_F = \frac{w_1 - w_2}{\log \frac{N_2}{N_1}} \quad (3.10)$$

dengan:

$I_F$  = indeks aliran,

$w_1$  = kadar air pada  $N_1$  pukulan (%), dan

$w_2$  = kadar air pada  $N_2$  pukulan (%).

Dari berbagai pengujian batas cair, *Waterways Experiment Station* di *Vicksburg, Mississippi* (1949), menyatakan persamaan batas cair seperti Persamaan 3.11 berikut.

$$LL = WN \left( \frac{N}{25} \right)^{tg\beta} \quad (3.11)$$



dengan:

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

$w_N$  = kadar air (%), dan

$tg\beta$  = 0,121 (tetapi  $tg\beta$  tidak sama dengan 0,1221 untuk semua jenis tanah)

### 3.3.2 Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Hardiyatmo (2010) mendefinisikan batas plastis sebagai kadar air pada kondisi antara daerah plastis dan semi padat, diketahui pada dimana benda uji tanah lempung dengan diameter 3,2 mm mulai retak retak ketika dipilin-pilin menggunakan tangan. Batas palstis tanah dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.12 berikut ini.

$$PL = \frac{w_p + w_k}{w_k} \times 100\% \quad (3.12)$$

dengan:

$PL$  = batas plastis tanah

$W_p$  = berat tanah basah pada kondisi plastis

$W_k$  = berat tanah kering

### 3.3.3 Batas Susut (*shrinkage limit*)

Batas susut merupakan kadar air pada batas antara keadaan semi padat dengan keadaan padat dimana tidak ada perubahan volume meskipun ada pengurangan kadar air. Pengujian batas susut dilakukan di laboratorium dengan menggunakan cawan porselin dan cawan susut, diaman tanah dimasukkan ke dalam cawan susut kemudian dikeringkan dengan oven. Batas susut dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.13 berikut.

$$SL = \left\{ \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} - \frac{(v_1 - v_2)\gamma_w}{m_2} \right\} \times 100\% \quad (3.13)$$

dengan:

$m_1$  = berat tanah basah (gram)

$m_2$  = berat tanah kering (gram)

- $v_1$  = volume tanah basah ( $\text{cm}^3$ )  
 $v_2$  = volume tanah kering ( $\text{cm}^3$ )  
 $\gamma_w$  = berat volume air ( $\text{gram}/\text{cm}^3$ )

### 3.3.4 Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Nilai indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Indeks plastisitas yang tinggi menandakan tanah tersebut mengandung banyak mineral lempung sebaliknya indeks plastisitas tanah yang rendah menandakan tanah tersebut mengandung banyak lanau. Kadar air yang berkurang mengakibatkan tanah yang kering, sebaliknya jika kadar air mengalami penambahan akan membuat tanah menjadi cair. Indeks plastisitas dirumuskan dalam Persamaan 3.14 dibawah ini.

$$PI = LL - PL \quad (3.14)$$

dengan:

PI = indeks plastisitas

LL = batas cair

PL = batas plastis

Nilai indeks plastisitas dapat menunjukkan jenis tanah, kondisi sifat kohesi dan sifat tanah dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

**Tabel 3.3 Nilai Indeks Plastisitas dan Jenis Tanah**

PI	Sifat	Jenis Tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesi
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesi sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	lempung	Kohesif

Sumber : Hardiyantmo (2010)

### 3.4 Sistem Klasifikasi Tanah

Hardiyatmo (2010) mengatakan untuk memperoleh karakteristik tanah digunakan indeks tipe pengujian yang sederhana. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasi. Klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan dan plastisitas. Ada beberapa macam klasifikasi tanah diantaranya sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification Sistem*) dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*).

#### 3.4.1 Sistem Klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification Sistem*)

Sistem klasifikasi USCS diperkenalkan oleh Cassagrande pada tahun 1942 dengan mengklasifikasi tanah berdasarkan ukuran butiran. Sistem klasifikasi USCS mengklasifikasi tanah menjadi 2 kelompok utama yaitu:

1. tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) merupakan tanah yang lolos saringan No.200 dengan presentase kurang dari 50%,
2. tanah berbutir halus (lempung/lanau) merupakan tanah yang memiliki presentase lolos saringan No.20 lebih dari 50%.

Adapun simbol simbol yang digunakan dalam klasifikasi tanah dalam beberapa kelompok dan subkelompok sebagai berikut.

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

Kelompok dan subkelompok dalam sistem klasifikasi *Unified Soil Classification Sistem* dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Sistem Klasifikasi USCS

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

Sumber : Hardiyatmo (2010)

### 3.4.2 Sistem AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*)

Sistem klasifikasi AASTO digunakan untuk dapat mengetahui kualitas tanah dalam merencanakan timbunan jalan, lapisan pondasi bawah (*subbase*), dan *sugrade* (lapisan tanah dasar). Sistem klasifikasi ini digunakan untuk mengetahui dan menentukan jenis dan kondisi tanah yang perkerjaannya berkaitan dengan pembangunan jalan. Dua kelompok utama klasifikasi tanah dalam Sistem klasifikasi AASHTO adalah sebagai berikut.

1. Material tanah Granuler merupakan tanah yang mempunyai presentase lolos saringan No.200 kurang dari 35% (kelompok A-1, A-2 dan A-3)
2. Tanah berbutir kasar merupakan tanah yang mempunyai presentase lolos saringan No.200 lebih dari 35% (kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7).

Evaluasi setiap kelompok terhadap nilai indeks kelompok tanah dihitung dengan menggunakan rumus rumus empiris.

Pengujian yang digunakan adalah analisis saringan dan batas-batas Atterberg. Untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya menggunakan Indeks kelompok (*group index*) (GI) (Bowles, 1991).

Untuk mencari nilai indeks kelompok dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.15 berikut.

$$GI = (F - 35)[0,02 + 0,005(LL - 40)] + 0,01(F - 15)(PI - 10) \quad (3.15)$$

dengan:

GI = indeks kelompok (*group index*)

F = persen butiran lolos saringan No.200 (0,075)

LL = batas cair, dan

PI = indeks plastisitas,

Pengelompokan kelompok dan subkelompok dalam sistem klasifikasi AASTHO dapat dilihat pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan 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
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5/A-7-6
Analisis saringan (% lolos) 2,00 mm (no. 10) 0,425 mm (no. 40) 0,075 mm (no. 200)	50maks 30 maks 15 maks	- 50 maks 25 maks	- 51 min 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) Indeks plastis (PI)	- 6 maks	-	- Np	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 min	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 min
Indeks kelompok (G)	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 (2010)

Catatan :

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

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

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

Np = Non plastis

### 3.5 Tanah Lempung

Hardiyatmo (2010) menyatakan tanah lempung merupakan tanah yang butirannya berukuran halus, memiliki ukuran diameter kurang dari 0,002 mm dan memiliki nilai permeabilitas yang rendah, dengan kenaikan nilai kapiler yang tinggi serta memiliki sifat tanah kohesif, dengan kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi yang lambat. Lempung mudah dipengaruhi oleh gaya-gaya dipermukaan karena partikel lempung yang berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus. Mineral lempung terdiri dari kelompok-kelompok *mentmorillonite*, *koalinite*, *illite* dan *polygorskite*. Das (1995) menyatakan partikel tanah lempung terdiri dari agregat partikel partikel berbentuk lempengan yang berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Partikel tersebut mempengaruhi sifat fisisnya.

Tanah lempung memiliki karakteristik diaman tanah akan cenderung sangat keras dalam keadaan kering dan cenderung lunak plastis saat kondisi basah, kohesif, serta memiliki sifat kembang-susut tinggi. Sifat kohesif lempung ditunjukkan dengan bagian bagian tanah lempung yang melekat satu sama lain, sedangkan sifat plastis ditunjukkan dengan tanah lempung dapat berubah-ubah tanpa perubahan isi dan tanpa kembali ke bentuk yang asli.

### 3.6 Gypsum

Gypsum adalah salah satu contoh mineral dengan kadar kalium yang mendominasi pada mineralnya. Gypsum dapat disebut Kalsium Sulfat Hidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dalam ilmu kimia. Gypsum termasuk kedalam mineral sulfat yang nilainya sama menguntungkan dan ada banyak ketersediannya di bumi juga mudah didapat. *Gypsum* memiliki komposisi kimia yang terkandung didalamnya dapat di lihat pada Tabel 3.6 berikut.

**Tabel 3.6 Komposisi Kimia Gypsum**

Komposisi Kimia	Jumlah (%)
Kalsium Oksida (CaO)	32,57
Kalsium (Ca)	23,28
Air (H <sub>2</sub> O)	20,93
Hidrogen (H)	2.34
Sulfur (S)	18,82

Sumber : Sinaga S, (2009)

### 3.7 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sifat tanah yang kurang baik menjadi tanah yang baik sehingga menunjang struktur di atasnya dengan melakukan proses pencampuran tanah dengan bahan tambah tertentu ataupun menegerjakan tanah dengan alat bantu tertentu. Bowles (1984) menyatakan stabilisasi tanah dibagi menjadi satu atau kombinasi pekerjaan yaitu stabilisasi mekanis pekerjaan pemadatan dengan berbagai peralatan mekanis dan stabilisasi dengan bahan pencampur (*additives*) seperti semen, kapur, aspal dll. Proses stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan menggunakan metode berikut ini (*Ingles dan Metcalf. 1992*).

1. Stabilisasi mekanis merupakan stabilisasi yang dilakukan menggunakan peralatan mekanis, diantaranya mesin gilas (*roller*), benda yang dijatukan, ledakan, tahanan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan dan sebagainya. Stabilisasi ini bertujuan untuk mendapatkan kepadatan maksimum.
2. Stabilisasi fisik merupakan stabilisasi tanah dengan cara pemanasan, pendinginan dan menggunakan arus listrik pada proses pekerjaannya dengan tujuan untuk mengubah sifat – sifat tanah.
3. Stabilisasi kimiawi merupakan stabilisasi yang dilakukan dengan menabah bahan kimia tambahan pada tanah sehingga terjadi reaksi kimia antara tanah dan bahan tambah yang mengubah sifat-sifat tanah tersebut. Biasanya bahan tambah yang digunakan adalah *clean set cement*, kapur, aspal, *portland cement* atau bahan tambah lainnya.



Pemilihan metode stabilisasi tanah diperlukan beberapa pertimbangan beberapa faktor sebagai berikut.

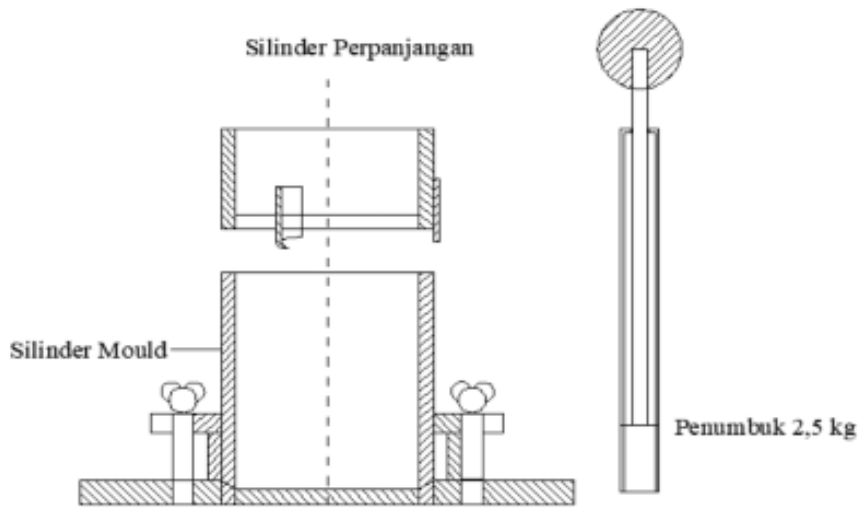
1. Kondisi drainase dan cuaca.
2. Adanya ketersediaan alat dan bahan.
3. Kondisi lapangan yang memungkinkan.
4. Dalam pengambilan sampel dan pengujian bahan.
5. Metode stabilisasi yang memungkinkan dilakukan.
6. Pemilihan akhir jenis stabilisasi.

### **3.8 Pemadatan Tanah**

Pemadatan adalah suatu proses yang dilakukan untuk merapatkan butiran tanah satu sama lain, sehingga partikel tanah menjadi lebih kecil. Pemadatan diperlukan apabila tanah dilapangan membutuhkan perbaikan untuk mendukung konstruksi di atasnya dikarenakan kurang baiknya tanah yang mana akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan di atasnya, atau digunakan sebagai bahan timbunan dalam suatu proyek. Hardiyatmo (2010) menyatakan tujuan dilakukan pemadatan tanah sebagai berikut :

1. meningkatkan kuat geser tanah,
2. mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas),
3. mengurangi permeabilitas,
4. mengurangi perubahan volume akibat perubahan kadar air, serta
5. kepadatan tanah ditentukan oleh berat volume tanah kering tanah yang sudah dipadatkan.

Proktor standar digunakan untuk menentukan hubungan kadar air dan kepadatan tanah. Proktor standar merupakan usaha memadatkan tanah yang dilakukan di laboratorium dengan alat uji proktor standar untuk mencari nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum dari suatu sampel tanah. Pengujian dilakukan menggunakan cetakan berdiameter 102 mm (4 inchi) dan bahan tanah lolos saringan no.4. Alat uji proktor standar dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut ini.



**Gambar 3.6 Alat Uji Proktor Standar**

(Sumber : Hardiyatmo, 2010)

Hubungan berat volume kering ( $\gamma_d$ ) dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.16 berikut ini.

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \quad (3.16)$$

dengan:

$\gamma_d$  = berat volume tanah kering (gram/cm<sup>3</sup>)

$\gamma_b$  = berat volume tanah basah (gram/cm<sup>3</sup>),

w = kadar air (%)

Hubungan berat volume kering ( $\gamma_b$ ) untuk mendapatkan kejenuhan 100% dengan rumus Persamaan 3.17 sebagai berikut.

$$\gamma_d = \left( \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + G_s \cdot \gamma_w} \right) \quad (3.17)$$

dengan:

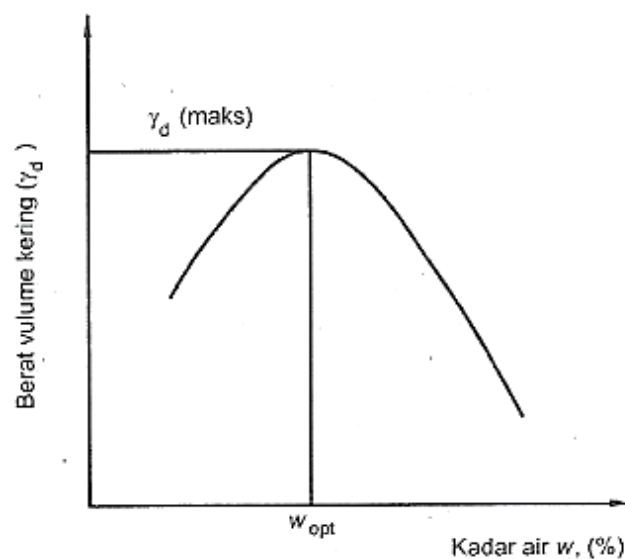
$\gamma_d$  = berat volume tanah kering (gram/cm<sup>3</sup>)

$\gamma_w$  = berat volume air (gram/cm<sup>3</sup>)

w = kadar air tanah (%)

$G_s$  = berat jenis tanah

Hasil pengujian dari proktor standar digunakan untuk mencari kepadatan maksimum (MDD/ *Maximum Dry Density*) dan kadar air optimum (OMC/ *Optimum Moisture Content*). Nilai kadar air optimum akan digunakan dalam pengujian CBR (*California Bearing Ratio*). Graik hubungan antara kadar air dan berat volume kering dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut.

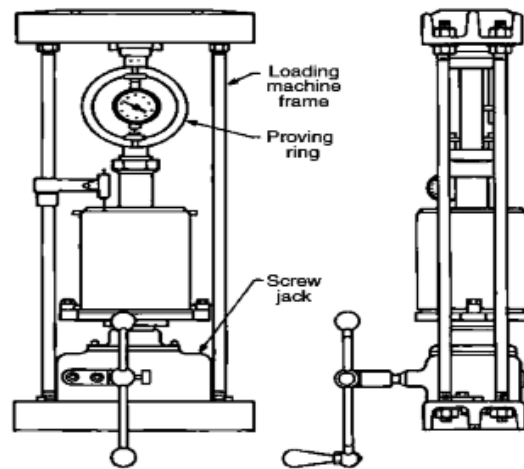


**Gambar 3.7 Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering**

(Sumber : Hardiyatmo, 2010)

### 3.9 CBR (*California Bearing Ratio*)

Pngujian CBR ini untuk menentukan nilai CBR tanah ataumengetahui kekuatan tanah dengan campuran agregat yang dipadatkan dengan kadar air tertentu di laboratorium. CBR merupakan perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan (dapat berupa tanah maupun material perkerasan jalan) terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penertarasi yang sama. Pengujian CBR biasanya dilakukan untuk menentukan kekuatan tanag yang akan digunakan sebagai lapisan dasar jalan. CBR biasanya diujikan di laboratorium mapun di lapangan. Alat uji CBR laboratorium dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut ini.



**Gambar 3.8 Alat Uji CBR Laboratorium**

(Sumber : Soedarmono dan Purnomo, 1997)

CBR merupakan perbandingan antara beban percobaan dengan beban standar yang kemudian dinyatakan dalam presentase. Nilai CBR menyatakan kualitas daya dukung tanah dasar.

Analisis perhitungan unruk mendapatkan nilai CBR dalam pengujian CBR dapat dilihat pada Persamaan 3.18 dibawah ini.

1. Menghitung beban  $P$  dalam (lbs)

$$P = k \times dial \quad (3.18)$$

dengan:

$k$  = angka kalibrasu (lbs)

dial = pembacaan dial.

2. Menghitung nilai CBR

Setelah membuat grafik kemudian menghitung nilai CBR dengan membagi masing masing beban standar CBR pada penetrasi 0,1 dan penetrasi 0,2. Apabila terjadi koreksi grafis, maka beban yang digunakan adalah beban koreksi. Perhitungan nilai CBR penetrasi 0,1 dan penetrasi 0,2 dapat dilihat pada Persamaan 3.19 dan Persamaan 3.20 berikut ini.

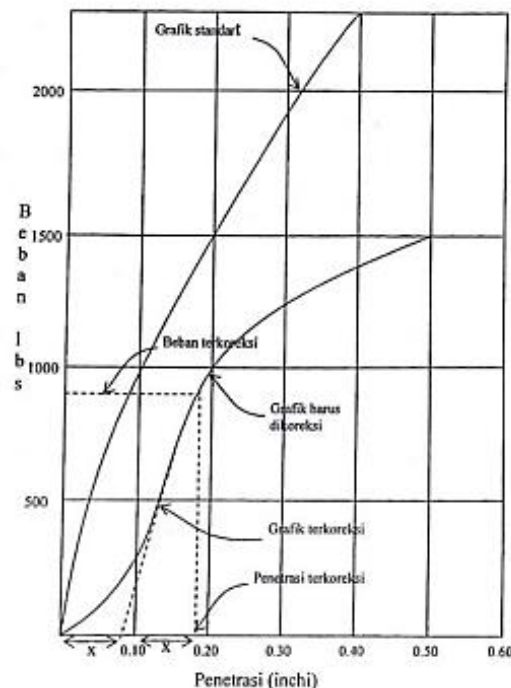
- a. Nilai CBR pada penetrasi 0,1 inci atau 2,54 mm dengan beban standar  $70,31 \text{ kg/cm}^2$ .

$$\text{Nilai CBR } 0,1 = \frac{\text{beban } P \text{ terkoreksi}}{3 \times 1000} \times 100\% \quad (3.19)$$

- b. Nilai CBR pada penetrasi 0,2 inci atau 5,08 mm dengan beban standar 105,47 kg/cm<sup>2</sup>.

$$\text{Nilai CBR } 0,2 = \frac{\text{beban } P \text{ terkoreksi}}{3 \times 1500} \times 100\% \quad (3.20)$$

Hubungan antara pembacaan dial (beban) dengan penetrasi dapat dilihat didalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut ini.



**Gambar 3.9 Grafik Standar Pengujian CBR di Laboratorium**

Beban P digambarkan kedalam grafik hubungan beban P dengan penetrasi. Dalam beberapa keadaan pemulaan kurva beban akan berbentuk cekung karena kurang ratanya pemadatan atau beberapa faktor lainnya. Maka perlu adanya koreksi pada titik nol ketika pembacaan data pada gambar di atas. Bila nilai CBR pada penetrasi 0,1 inci lebih kecil daripada nilai CBR penetrasi 0,2 inci maka perlu dilakukan pengujian ulang. Namun bila pada pengujian yang kedua nilai penetrasi 0,1 inci masih lebih kecil dari 0,2 inci maka nilai CBR yang dipakai adalah yang terbesar.

### 3.10 Swelling

*Swelling* atau pengembangan adalah nilai perbandingan antara perubahan tinggi benda uji semula terhadap tinggi benda uji selama perendaman yang dinyatakan dalam persen. Pengembangan sampel dapat dihitung dengan persamaan 3.22 sebagai berikut.

$$Sw = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (3.22)$$

dengan keterangan:

Sw = Pengembangan (%),

$\Delta L$  = Perubahan tinggi dibaca dari dial (mm), dan

$L_0$  = Tinggi sampel mula-mula (mm),

Bersarkan persen pengembangannya tingkat pengembangan dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis. Klasifikasi pengembangan tana dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut.

**Tabel 3.7 Klasifikasi Pengembangan**

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

(Sumber : Das, 1995)

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Tahapan Penelitian**

Dalam penelitian Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa tahap penelitian sebagai berikut.

1. Tahap perumusan masalah, meliputi perumusan topik dari penelitian, perumusan tujuan dan manfaat penelitian.
2. Tahap perumusan teori, merupakan kajian teori untuk melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.
3. Tahap persiapan, merupakan tahap perisapan dari persiapan bahan, persiapan alat dan persiapan berkas yang akan ditinjau untuk mengetahui properties sampel tanah yang akan digunakan.
4. Tahap pengujian, merupakan tahap pelaksanaan pengujian sampel tanah yang telah direncanakan.
5. Tahap pengumpulan data, merupakan tahap pengambilan data dari hasil sampel tanah pengujian yang telah dilakukan.
6. Tahap analisis dan pengolahan data, merupakan tahap pengolahan data dari hasil penelitian dengan logika, teori, dan standar peraturan yang berlaku.
7. Tahap penulisan dan pengambilan kesimpulan, tahap ini meliputi tahap penulisan laporan penelitian Tugas Akhir yang sesuai dengan pedoman dan hasil pengolahan data serta pengambilan kesimpulan berdasarkan teori-teori yang digunakan untuk menjawab masalah yang timbul.

#### **4.2 Bahan Penelitian**

Pada penelitian Tugas Akhir ini bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Tanah Lempung

Tanah lempung yang akan digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini berasal dari Desa Mulusan, Kecamatan Playen, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, tanpa ada perlakuan khusus dalam pengambilan tanah dimana kondisi tanah terganggu (*disturbed*). Pengambilan tanah terganggu dilakukan dengan cara menggali tanah lalu dimasukkan kedalam karung.

2. Limbah *Gypsum*

Bahan tambah yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir adalah limbah *gypsum*. Limbah *gypsum* akan digunakan sebagai bahan tambah dengan presentase 3%, 6% dan 10%. Limbah *gypsum* yang digunakan adalah limbah proyek atau membeli limbah *gypsum* ditoko material khusus *gypsum*.

### 4.3 Peralatan Pengujian

Dalam penelitian Tugas Akhir menggunakan seperangkat peralatan untuk sifat-sifat tanah dan seperangkat alat uji proktor serta seperangkat alat uji CBR di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

### 4.4 Pengujian Penelitian

Pengujian penelitian Tugas Akhir ini meliputi pengujian pengujian sebagai berikut.

1. Pengujian kadar air tanah

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air dari sampel tanah. Kadar air merupakan nilai perbandingan antara berat air dengan berat kering tanah.

2. Pengujian berat jenis tanah

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



3. Pengujian berat volume tanah  
Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui berat volume suatu sampel tanah. Berat volume adalah nilai perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung didalamnya dengan volume tanah total.
4. Pengujian analisa saringan  
Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan presentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan saringan no.200.
5. Pengujian analisis hidrometer  
Pengujian ini bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir untuk tanah yang mengandung butir tanah tertahan oleh saringan No.10 dimana pengujian dilakukan dengan analisa sedimen menggunakan hidrometer.
6. Pengujian batas cair  
Batas cair bertujuan untuk mengetahui jenis dan sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butiran lolos saringan No.40. batas cair merupakan kadar tanah dalam keadaan batas cair dan juga plastis.
7. Pengujian batas plastis  
Batas plastis bertujuan untuk menentukan kadar air pada kondisi batas plastis. Batas plastis merupakan kadar air minimum suatu sampel tanah dalam keadaan plastis (kadar air peralihan dari kondisi semi solid ke kondisi plastis).
8. Pengujian batas susut  
Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air pada kondisi batas susut. Batas susut adalah kadar air minimum yang masih dalam keadaan semi solid dan juga merupakan batas antara keadaan semi solid dan solid.
9. Pengujian pemadatan tanah (*proctor standart*)  
Pengujian ini untuk menentukan hubungan kadar air dan kepadatan maksimum dengan cara memadatkan tanah kesalam silinder tertentu dengan menggunakan alat penumbuk tertentu.
10. Pengujian CBR  
Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai CBR tanah atau campuran agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu.

#### 4.5 Pelaksanaan Pengujian

Variasi sampel tanah yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir adalah sebagai berikut.

1. Tanah Asli
2. Tanah Asli + 3 % Limbah *gypsum*
3. Tanah Asli + 6 % Limbah *gypsum*
4. Tanah Asli + 10 % Limbah *gypsum*

Pada pelaksanaan pengujian limbah *gypsum* yang telah disiapkan seperti contoh foto pada Gambar 4.1 berikut ini.



**Gambar 4.1 Limbah *Gypsum***

(Sumber : pribadi)

Limbah *gypsum* perlu dihancurkan atau ditumbuk dan diayak agar lebih halus supaya mudah untuk dikerjakan saat waktu pencampuran tanah dengan limbah *gypsum*. Limbah *gypsum* yang sudah dihaluskan akan seperti contoh Gambar 4.2 berikut.



**Gambar 4.2 Limbah Gypsum Yang Sudah Dihaluskan**

(Sumber : Pribadi)

Pada pelaksanaan pengujian, peneliti akan didampingi oleh tenaga ahli laboratorium. Berikut adalah proses pelaksanaan pengujian yang akan dilakukan, sebagai berikut.

#### 1. Sifat Fisik Tanah

Pada pengujian sifat fisik tanah terdiri dari pengujian kadar air, berat volume, berat jenis, analisis saringan, analisis hidrometer serta batas batas konsistensi atau batas *atterberg*. Jumlah sampel tanah yang akan digunakan dalam setiap pengujian pada penelitian Tugas Akhir dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

**Tabel 4.1 Jumlah Sampel Tanah Setiap Pengujian Sifat Fisik Tanah**

No	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel	Satuan
1	Pengujian kadar air	2	buah
2	Pengujian berat jenis	2	buah
3	Pengujian berat volume	2	buah
4	Pengujian analisis saringan	2	buah
5	Pengujian analisis hidrometer	2	buah
6	Pengujian batas cair	2	buah
7	Pengujian batas plastis	2	buah
8	Pengujian batas susut	2	buah

#### 2. Pengujian Pematatan Tanah

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

### 3. Pengujian CBR

Pengujian CBR dilakukan dengan penambahan variasi gypsum dan waktu pemeramaan tanah selama 0 hari, 3 hari, dan 7 hari. Dan melakukan pengujian CBR *soaked* dengan waktu pemeraman selama 7 hari dan perendaman selama 4 hari. Jumlah sampel yang digunakan dalam setiap pengujian dapat dilihat dari Tabel 4.2 berikut ini.

**Tabel 4.2 Jumlah Sampel Tanah Setiap Pengujian CBR**

No	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel	Satuan
1	Pengujian CBR dengan pemeraman 0 hari		
	a. Tanah Asli	2	buah
	b. Tanah Asli + 3% limbah gypsum	2	buah
	c. Tanah Asli + 6% limbah gypsum	2	buah
	d. Tanah Asli + 10% limbah gypsum	2	buah
2	Pengujian CBR dengan pemeraman 3 hari		
	a. Tanah Asli + 3% limbah gypsum	2	buah
	b. Tanah Asli + 6% limbah gypsum	2	buah
	c. Tanah Asli + 10% limbah gypsum	2	buah
3	Pengujian CBR dengan pemeraman 7 hari		
	a. Tanah Asli + 3% limbah gypsum	2	buah
	b. Tanah Asli + 6% limbah gypsum	2	buah
	c. Tanah Asli + 10% limbah gypsum	2	buah

**Lanjutan Tabel 4.2 Jumlah Sampel Tanah Setiap Pengujian CBR**

No	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel	Satuan
4	Uji <i>CBR Soaked</i>		
	a. Tanah Asli	2	buah
	b. Pemeraman 7 Hari + Rendaman 4 Hari		
	1) Tanah Asli + 3% limbah gypsum	2	buah
	2) Tanah Asli + 6% limbah gypsum	2	buah
	3) Tanah Asli + 10% limbah gypsum	2	buah

#### 4. Pengujian *Swelling*

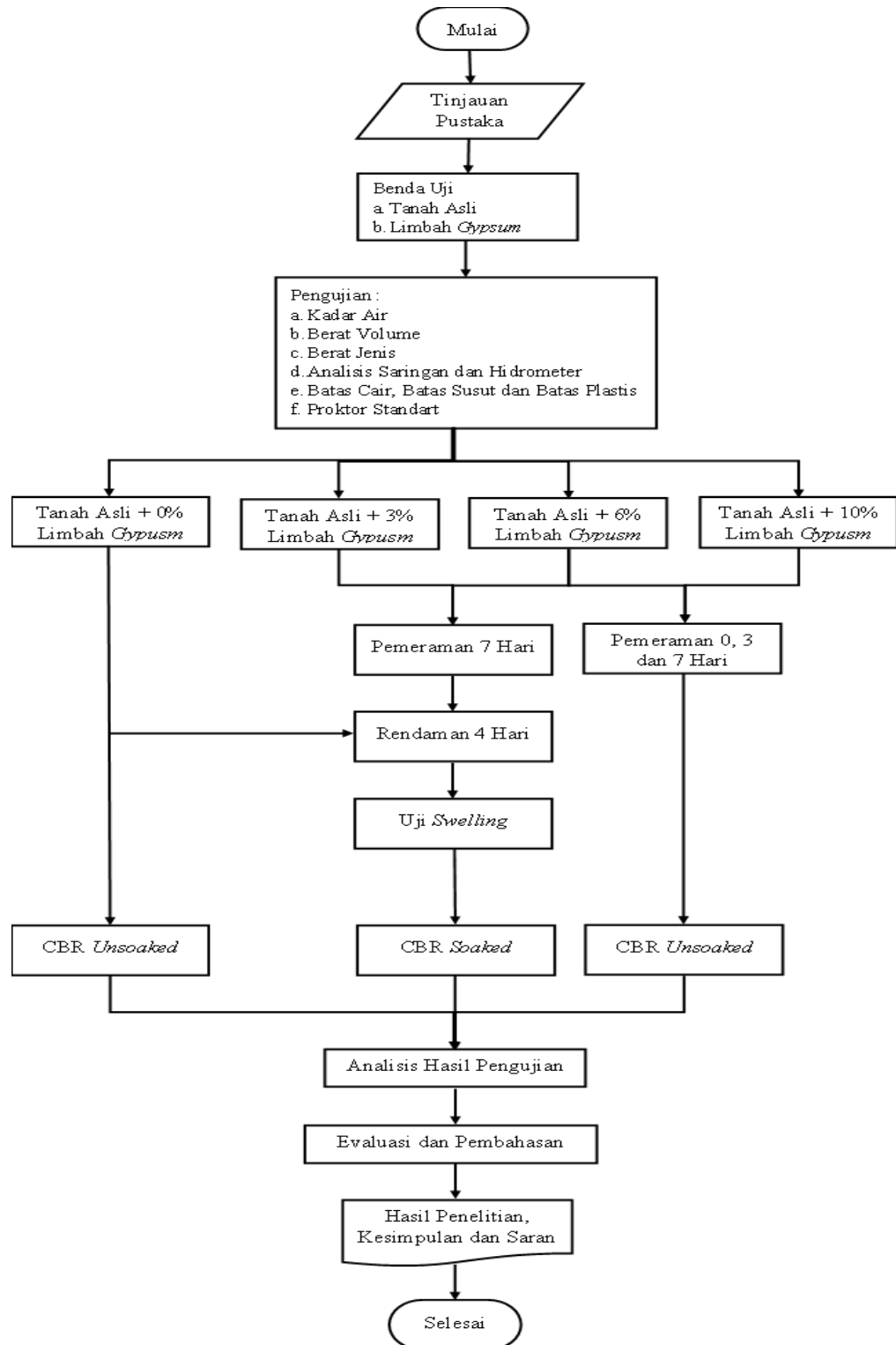
Pengujian *swelling* dilakukan dengan penambahan variasi gypsum 0%, 3%, 6% dan 10% dengan pengujian dilakukan bersamaan dengan perendaman sampel tanah untuk pengujian *CBR soaked* selama 4 hari. Tanah dengan penambahan limbah *gypsum* kecuali dengan penambahan variasi 0% atau tanah asli akan dilakukan pemeraman selama 7 hari sebelum direndam. Jumlah sampel yang digunakan dalam pengujian *swelling* dapat dilihat dari Tabel 4.3 berikut ini.

**Tabel 4.3 Jumlah Sampel Tanah Setiap Pengujian *Swelling***

No	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel	Satuan
1	Uji Pengembangan ( <i>Swelling</i> )		
	a. Tanah Asli + 0% Limbah <i>gypsum</i>	2	buah
	b. Tanah Asli + 3% Limbah <i>gypsum</i>	2	Buah
	c. Tanah Asli + 6% Limbah <i>gypsum</i>	2	Buah
	d. Tanah Asli + 10% Limbah <i>gypsum</i>	2	Buah

#### 4.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir atau *flow chart* pada penelitian tugas akhir dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



**Gambar 4.3 Diagram Alir Penelitian**

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Penelitian Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

Hasil penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan di Laboraturium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia akan dijelaskan pada bab ini. Pengujian yang dilakukan pada penelitian Tugas Akhir adalah pengujian sifat fisik tanah, sifat mekanik tanah, dan pengaruh penambahan bahan stabilisasi tanah berupa limbah gypsum terhadap nilai CBR tanah.

##### 5.1.1 Pengujian Kadar Air

Kadar air ( $w$ ) atau bisa disebut water content adalah perbandingan antar berat air ( $W_w$ ) dengan berat butiran padat ( $W_s$ ). Tujuan pengujian kadar air ini untuk mengetahui kadar air dari suatu sampel tanah yang akan digunakan. Hasil pengujian kadar air tanah yang di dapatkan pada pengujian Laboraturium dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

**Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli**

Keterangan	Simbol	Satuan	Hasil	
			1	2
Berat Countainer	$W_1$	gr	8.85	8.84
Berat Countainer + Tanah Basah	$W_2$	gr	22	17.41
Berat Countainer + Tanah Kering	$W_3$	gr	17.94	14.74
Berat Air	$W_w = W_2 - W_3$	gr	4.06	2.67
Berat Tanah Kering	$W_s = W_3 - W_1$	gr	9.09	5.9
Kadar Air	$w = (W_w / W_s) \times 100\%$	%	44.66	45.25
Kadar Air Rata-Rata	$W_{rata-rata}$	%	44.96	

Hasil Pengujian Kadar air tanah asli menurut tabel di atas menunjukkan bahwa nilai kadar air rata-rata tanah asli sampel tanah di Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Gunung Kidul sebesar 44,96%.

### 5.1.2 Pengujian Berat Volume

Berat volume tanah ( $\gamma$ ) adalah perbandingan antara berat tanah ( $W$ ) dan volume tanah ( $V$ ). Pengujian Berat volume sendiri bertujuan untuk mengetahui berat volume suatu sampel tanah yang akan digunakan. Hasil pengujian berat volume tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

**Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume**

Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
			1	2
Diameter Ring	d	cm	5.075	5.075
Tinggi Ring	t	cm	2.04	2.06
Volume Ring	V	cm <sup>3</sup>	41.27	41.67
Berat Ring	W <sub>1</sub>	gr	42.95	42.47
Berat ring + Tanah Basah	W <sub>2</sub>	gr	114.48	113.61
Berat Tanah Basah	W <sub>3</sub>	gr	71.53	71.14
Berat Volume Tanah	$\gamma$	gr/cm <sup>3</sup>	1.733	1.707
Berat Volume Rata-rata	$\gamma_{\text{rata-rata}}$	gr/cm <sup>3</sup>	1.720	

Hasil pengujian berat volume menunjukkan bahwa nilai berat volume rata rata pada sampel tanah di Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Gunung Kidul sebesar 1,720 gram/cm<sup>3</sup>.

### 5.1.3 Pengujian Berat Jenis Tanah

Berat jenis ( $G_s$ ) adalah perbandingan antara berat butiran tanah ( $\gamma_s$ ) dengan berat air ( $\gamma_w$ ) dengan volume yang sama pada suhu tertentu, umumnya suhu yang digunakan adalah 27,5°C. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui berat jenis pada sampel tanah yang akan digunakan. Hasil pengujian berat jenis dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.



**Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis**

Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
			1	2
Berat Pikhnometer	W1	gr	28.72	28.13
Berat Pikhnometer + Tanah Kering	W2	gr	38.54	40.75
Berat Pikhnometer + Tanah +Air Penuh	W3	gr	81.51	86.09
Berat Pikhnometer + Air Penuh	W4	gr	75.8	78.85
Suhu Air		°C	26	26
$\gamma_w$ (T° C)		gr/cm <sup>3</sup>	0.9968	0.9968
$\gamma$ ( 27,5° C)		gr/cm <sup>3</sup>	0.9964	0.9964
Berat Tanah Kering	$W_s = W_2 - W_1$	gr	9.82	12.62
A	$W_s + W_4$	gr	85.62	91.47
I	A-W3	gr	4.11	5.38
Berat Jenis Tanah Pada Suhu (t° C),	$G_s(t° C) = W_s/I$		2.39	2.35
Berat Jenis Tanah Pada Suhu (27,5° C)	$G_s(t° C) \times (\gamma_w t° C / \gamma_w t 27,5° C)$		2.39	2.35
Berat Jenis Rata-Rata Pada Suhu (27,5°C)	$G_{S_{rata-rata}}$		2.37	

Berdasarkan table diatas menunjukkan hasil pengujian berat jenis tanah menunjukkan bahwa nilai berat jenis rata rata sampel tanah di Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Gunung Kidul sebesar 2,37.

#### 5.1.4 Pengujian Analisis Saringan dan Analisis Hidrometer

Pengujian Analisis saringan bertujuan untuk mengetahui presentase distribusi ukuran butiran tanah yang tertahan pada saringan nomer 200. Pengujian Analisis hidrometer bertujuan untuk mengetahui presentase ukuran butir tanah yang

lolos pada saringan nomer 10. Hasil pengujian analisis saringan dan analisis hidrometer dapat dilihat pada Tabel 5.4, Tabel 5.5, Tabel 5.6 dan Tabel 5.7.

**Tabel 5.4 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli Sampel 1**

Nomer Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase Tanah Tertahan	Presentase Tanah Lolos
	Mm	gram	Gram	%	%
1	25.4	0	300	0	100
½	13.2	0	300	0	100
3/8	9.5	0	300	0	100
¼	6.7	0	300	0	100
4	4.75	0	300	0	100
10	2	3.91	300	0	100
20	0.85	2.47	296.09	1.30	98.69
40	0.425	2.28	293.62	0.82	97.87
60	0.25	1.70	291.34	0.76	97.11
140	0.106	4.70	289.64	0.57	96.55
200	0.075	0.68	284.94	1.57	94.98
Pan		284.26			

**Tabel 5.5 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah Asli Sampel 1**

Waktu	Temperatur	Pembacaan Hidrometer	Pembacaan Hidrometer Terkoreksi	Presentase Lolos	Hidrometer Terkoreksi Miniscus	Kedalaman Efektif	L / t	K	Diameter
t	T	Ra	Rc		R	L			D
menit	°			%		cm			mm
0	25	52	54	89.542	53	7.8	0	0.01372	0

Lanjutan Tabel 5.5 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah Asli Sampel

1

Waktu	Temperatur	Pembacaan Hidrometer	Pembacaan Hidrometer Terkoreksi	Presentase Lolos	Hidrometer Terkoreksi Miniscus	Kedalaman Efektif	L / t	K	Diameter
2	25	42	44	72.961	43	9.4	4.7	0.01372	0.029
5	25	35	37	61.353	36	10.6	2.12	0.01372	0.019
30	25	23	25	41.455	24	12.5	0.42	0.01372	0.009
60	25	18	20	33.164	19	13.3	0.22	0.01372	0.006
250	25	11	13	21.556	12	14.5	0.06	0.01372	0.003
1440	25	7	9	14.923	8	15.2	0.01	0.01372	0.001

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli Sampel 2

Nomer Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase Tanah Tertahan	Presentase Tanah Lolos
	mm	gram	Gram	%	%
1	25.4	0	300	0	100
½	13.2	0	300	0	100
3/8	9.5	0	300	0	100
¼	6.7	0	300	0	100
4	4.75	0	300	0	100
10	2	3.67	296.33	1.22	98.78
20	0.85	3.64	292.69	1.21	97.56
40	0.425	2.97	289.72	0.99	96.57
60	0.25	2.18	287.54	0.73	95.85
140	0.106	7.08	280.46	2.36	93.49
200	0.075	0.93	279.53	0.31	93.18
Pan		279.53			

**Tabel 5.7 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah Asli Sampel 2**

Waktu	Temperatur	Pembacaan Hidrometer	Pembacaan Hidrometer Terkoreksi	Presentase Lolos	Hidrometer Terkoreksi Miniscus	Kedalaman Efektif	L / t	K	Diameter
t	T	Ra	Rc		R	L			D
menit	°			%		cm			mm
0	25	40	42	68.485	41	9.7	0	0.01357	0
2	25	33	35	57.071	34	10.9	5.45	0.01357	0.032
5	25	30	32	52.179	31	11.4	2.28	0.01357	0.021
30	25	25	27	44.026	26	12.2	0.41	0.01357	0.009
60	25	23	25	40.765	24	12.5	0.21	0.01357	0.006
250	25	18	20	32.612	19	13.3	0.05	0.01342	0.003
1440	25	12	14	22.828	13	14.3	0.01	0.01357	0.001

Berdasarkan perhitungan pada tabel diatas didapatkan hasil rata-rata pengujian analisis saringan dan pengujian analisis hidrometer tanah asli. Hasil rata rata pengujian analisis saringan dan hidrometer dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 berikut ini.

**Tabel 5.8 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli**

Nomor saringan	Diameter Saringan	Presentase Tanah Lolos Sampel 1	Presentase Tanah Lolos Sampel 2	Presentase Tanah Lolos Rata-rata
	m	%	%	%
1	25.4	100	100	100
12	13.2	100	100	100

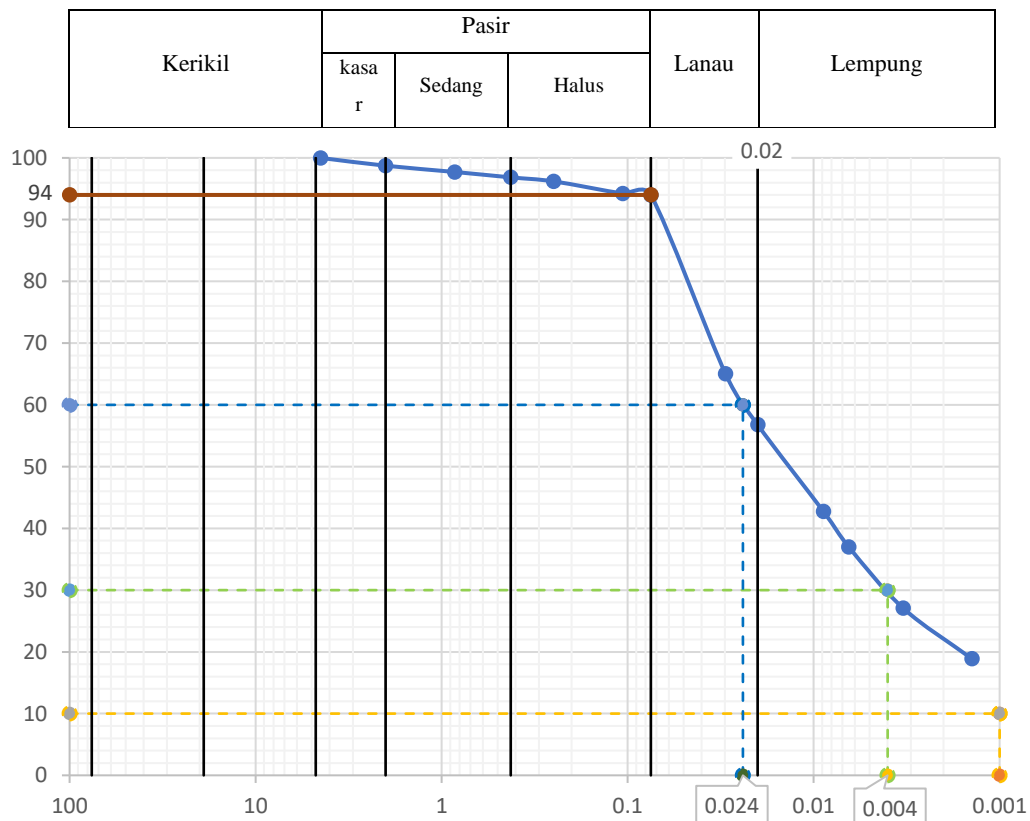
**Lanjutan Tabel 5.8 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli**

<b>Nomor saringan</b>	<b>Diameter Saringan</b>	<b>Presentase Tanah Lolos Sampel 1</b>	<b>Presentase Tanah Lolos Sampel 2</b>	<b>Presentase Tanah Lolos Rata-rata</b>
38	9.5	100	100	100
14	6.7	100	100	100
4	4.75	100	100	100
10	2	100	100	100
20	0.85	98.69	98.78	98.74
40	0.425	97.87	97.56	97.72
60	0.25	97.11	96.57	96.84
140	0.106	96.55	95.85	96.19
200	0.075	94.98	93.49	94.23
Pan		0	0	0

**Tabel 5.9 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah Asli**

<b>Nomor saringan</b>	<b>Diameter Saringan</b>	<b>Presentase Tanah Lolos Sampel 1</b>	<b>Presentase Tanah Lolos Sampel 2</b>	<b>Presentase Tanah Lolos Rata-rata</b>	<b>Nomor saringan</b>
D		D		D	
Mm	%	mm	%	Mm	%
0.029744	72.96	0.031679	57.07	0.030712	65.01
0.019977	61.35	0.020490	52.18	0.020233	56.77
0.008856	41.45	0.008654	44.03	0.008755	42.74
0.006460	33.16	0.006194	40.76	0.006327	36.96
0.003304	21.56	0.003095	32.61	0.0032	27.08
0.001410	14.92	0.001352	22.83	0.001381	18.87

Berdasarkan perhitungan pada tabel diatas dapat dilihat pada grafik distribusi butiran tanah asli rata-rata yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut ini.



**Gambar 5.1 Grafik Analisis Butiran Tanah Asli**

Berdasarkan grafik distribusi butiran tanah asli rata-rata diatas, diperoleh presentase ukuran butiran pada tanah asli rata rata dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut.

**Tabel 5.10 Fraksi Butiran Tanah Asli**

Uraian	Hasil	Satuan
Lolos #200	95,228	%
Kerikil	0	%
Pasir	6	%
Lanau	37	%
Lempung	57	%
D10	0	mm
D30	0,004	mm
D60	0,024	mm
$C_u = D_{60}/D_{10}$	0	
$C_c = D_{30}/(D_{10} \times D_{60})$	0	

Hasil pengujian analisis saringan dan analisis hidrometer menunjukkan bahwa sampel tanah di desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, provinsi Gunung Kidul terdiri dari krikil (0%) , pasir (6%), lanau (37%) dan lempung (57%).

#### 5.1.5 Pengujian Batas Batas Konsistensi

Hasil pengujian batas batas konsistensi dapat dilihat berikut ini.

##### 1. Pengujian Batas Cair

Batas cair tanah adalah kadar air tanah dalam keadaan batas cair dan plastis dimana kadar air pada kondisi peralihan tanah dalam betuk plastis menuju cair. Tujuan pengujian batas cair untuk mengetahui jenis dan sifat tanah yang merupakan bagian tanah yang memiliki ukuran butir lolos saringan nomer 40. Hasil pengujian batas cair tana dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Tabel 5.12 berikut ini.

**Tabel 5.11 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sample 1**

Pengujian	Satuan	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
No. Cawan									
Berat Cawan	gr	13.08	12.98	13.13	12.69	12.84	12.64	12.73	12.98
Cawan + Tanah Basah	gr	24.2	21.38	24.55	21.71	22.75	19.43	24.79	21,68
Cawan + Tanah Kering	gr	19.74	18.03	20.07	18.18	18.89	16.81	20.22	18.38
Berat Air	gr	4.46	3.35	4.48	3.53	3.86	2.62	4.57	3.30
Berat Tanah Kering	gr	6.66	5.05	6.94	5.49	6.05	4.17	7.49	5.40
Kadar Air	%	66.97	66.34	64.55	64.30	63.80	62.83	61.01	61.11
Kadar Air Rata - rata	%	66.65		64.43		63.32		61.06	
Jumlah Pukulan		17		21		29		40	

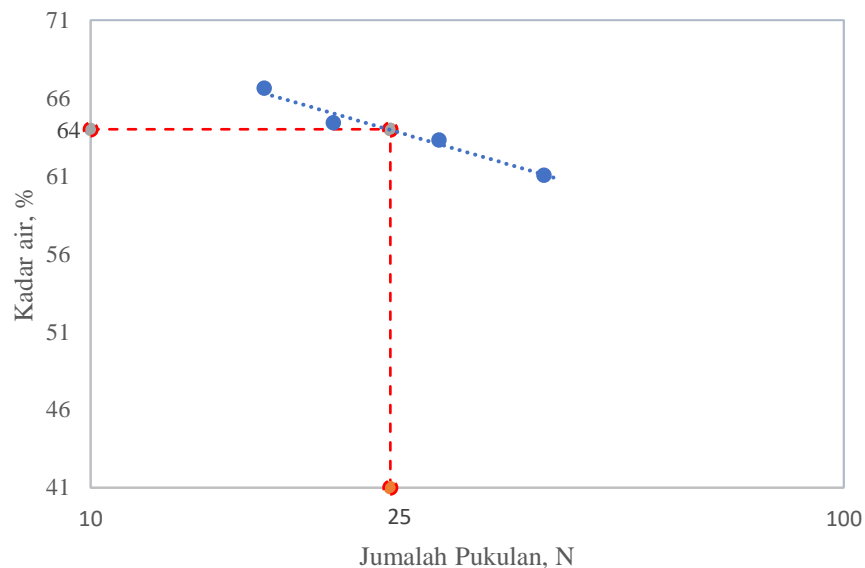
**Tabel 5. 12 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sample 2**

Pengujian	Satuan	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
No. Cawan									
Berat Cawan	gr	13.12	12.69	12.83	12.65	13.09	13.01	12.74	12.98
Cawan + Tanah Basah	gr	18.02	19.00	18.36	16.34	19.16	22.06	17.59	17.26
Cawan + Tanah Kering	gr	16.04	16.45	16.24	14.91	16.93	18.73	15.89	15.77

**Lanjutan Tabel 5. 12 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sample 2**

Pengujian	Satuan	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
No. Cawan									
Berat Air	gr	1.98	2.55	2.12	1.43	2.23	3.33	1.7	1.49
Berat Tanah Kering	gr	2.92	3.76	3.41	2.26	3.84	5.72	3.15	2.79
Kadar Air	%	67.81	67.82	62.17	63.27	58.07	58.22	53.97	53.41
Kadar Air Rata - rata	%	67.81		62.72		58.15		53.69	
Jumlah Pukulan		16		25		28		40	

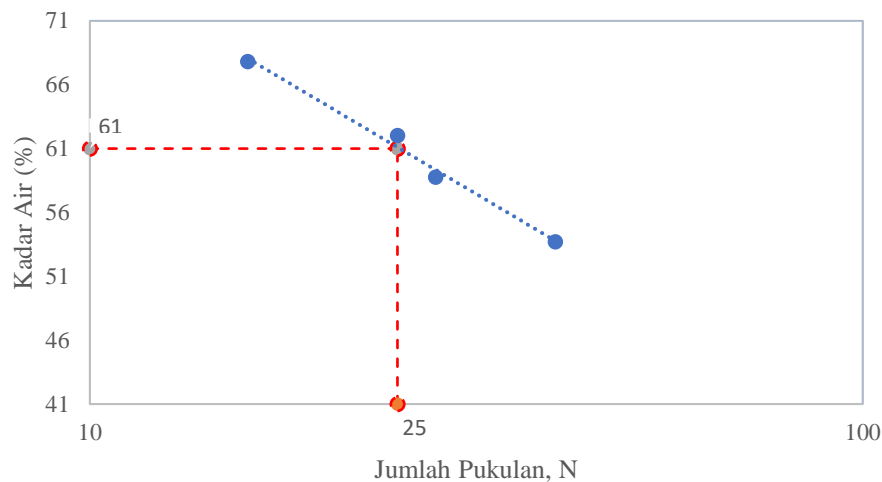
Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 5.11 dan tabel 5.12 diatas dapat digambarkan grafik hubungan antara jumlah pukulan dengan nilai kadar air sampel tanah asli yang dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3 berikut ini.



**Gambar 5.2 Grafik Hubungan Jumlah Pukulan dengan Kadar Air Tanah Asli Sampel 1**

Berdasarkan pada Gambar 5.2 diatas didapatkan hasil tanah asli sampel 1 dapat diperoleh nilai kadar air pada pukulan ke 25 sebesar 64%.





**Gambar 5.3 Grafik Hubungan Jumlah Pukulan dengan Kadar Air Tanah Asli Sampel 2**

Berdasarkan pada hasil gambar 5.3 grafik hubungan jumlah pukulan dengan kadar air tanah asli sampel 2 diatas dapat diperoleh hasil batas cair tanah sebesar 61% pada pukulan 25 kali . Hasil batas cair tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut ini.

**Tabel 5.13 Hasil Pengujian Batas Cir Tanah Asli**

Uraian	Satuan	Hasil
Batas Cair 1	%	64
Batas Cair 2	%	61
Batas Cair Rata-rata	%	62.5

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa hasil pengujian batas cair sampel tanah di Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta didapatkan nilai batas cair sebesar 62,5%.

## 2. Pengujian Batas Plastis

Pengujian batas plastis di gunakan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas plastis. Batas plastis merupakan kadar air minimum pada suatu sampel tanah dumana dalam keadaan plastis atau kadar air perlihan dari kondisi

semi solid ke kondisi plastis. Hasil pengujian batas plastis dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

**Tabel 5.14 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli**

Uraian	Satuan	Batas Plastis Sampel		Batas Plastis Sampel	
		1		2	
		1	2	1	2
Berat Cawan	gram	9.37	12.88	9.36	12.88
Berat Cawan + Tanah Basah	gram	10.22	13.7	10.18	13.5
Berat Cawan + Tanah Kering	gram	9.99	13.48	9.95	13.33
Berat Air	gram	0.23	0.22	0.23	0.17
Berat Tanah Kering	gram	0.62	0.60	0.59	0.45
Kadar Air	%	37.09	36.67	38.98	37.78
Batas Plastis	%	36.88		38.38	
Batas Plastis Rata-rata	%	37.63			

Berdasarkan hasil pengujian batas plastis pada tabel diatas, didapatkan bahwa nilai rata rata batas plastis tanah di Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul sebesar 37,63%.

### 3. Pengujian Batas Susut

Pengujian batas susut dapat diartikan sebagai kadar air minimum yang mana dalam keadaan semi solid dan kondisi pada batas antara semi solid dan solid atau kondisi kadar air saat tanah diberi tambahan air dan volumenya mulai berubah. Pengujian batas susut memiliki tujuan untuk menentukan nilai kadar air pada kondisi batas susut. Hasil pengujian batas susut dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut ini.

**Tabel 5.15 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli**

Uraian	Simbol	Satuan	Sampel 1		Sampel 2	
			1	2	1	2
Berat Cawan	$W_1$	gr	37.87	42.31	37.88	42.32
Berat Cawan + Tanah Basah	$W_2$	gr	61.20	64.74	60.91	65.34
Berat Cawan + Tanah Kering	$W_3$	gr	51.91	55.76	51.74	56.13
Berat Air	$W_w = W_2 - W_3$	gr	9.29	8.98	9.17	9.21
Berat Tanah Kering	$W_s = W_3 - W_1$	gr	14.04	13.45	13.86	13.81
Kadar Air	$W = (W_w/W_s) * 100\%$	%	66.17	66.77	66.16	66.69
Volume Tanah Basah = Volume Cawan Susut						
Uraian	Simbol	Satuan	Sampel 1		Sampel 2	
			1	2	1	2
Diameter Ring	$d$	cm	4.17	4.18	4.17	4.18
Tinggi Ring	$t$	cm	1.09	1.12	1.09	1.12
Volume Ring	$V = 0,25 \times \pi \times d^2 \times t$	cm <sup>3</sup>	14.88	15.36	14.88	15.36
Volume Tanah Kering						
Uraian	Simbol	Satuan	Sampel 1		Sampel 2	
			1	2	1	2
Berat Air Raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur	$W_4$		166.19	172.36	169.51	168.48
Berat gelas ukur	$W_5$	gr	60.52	60.52	60.52	60.52
Berat Air Raksa	$W_6 = W_4 - W_5$	gr	105.67	111.84	108.99	107.96
Berat Tanah Kering	$W_0$	gr	14.04	13.45	14.04	13.45
Volume Tanah Kering	$V_0 = W_6 / 13,60$	cm <sup>3</sup>	7.77	8.22	8.01	7.94
Batas Susut						
Uraian	Simbol	Satuan	Sampel 1		Sampel 2	
			1	2	1	2
Batas Susut Tanah	SL	%	15.53	13.69	17.26	11.49
Batas Susut		%	14.61		14.38	
Batas Susut Rata Rata		%	14.49			

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel diatas, menunjukkan bahwa nilai batas susut pada sampel tanah di Desa Mulusan sebesar 14,49%.

#### 4. Indeks Plastisitas

Indeks Plastisitas (*PI*) adalah interval dari kadar air suatu tanah yang masih memiliki sifat plastis. Selisih nilai batas cair dan batas plastis dari suatu sampel tanah digunakan untuk mendapatkan nilai indeks plastisitas yang mana nilai indeks plastisitas digunakan untuk menunjukkan sifat keplastisan suatu sampel tanah. Hasil dari perhitungan nilai indeks plastisitas dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut ini.

**Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Nilai Indeks Plastisitas**

Uraian	Satuan	Sampel	
		1	2
Batas Cair	%	64	61
Batas Plastis	%	36.88	38.38
Indeks Plastisitas	%	27.12	22.62
Indeks Plastisitas Rata-Rata	%	24.87	

Berdasarkan Tabel 5.16 hasil perhitungan nilai indeks plastisitas di atas didapatkan nilai rata rata indeks plastisitas sebesar 24,87 %. Berdasarkan pada Tabel 3.3 jenis sampel tanah pada tanah Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul masuk dalam jenis tanah lempung kohesif dengan plastisitas tinggi.

#### 5.1.6 Pengujian Pemadatan Tanah (*Proctor Standart*)

*Proctor Standart* atau pemadatan tanah merupakan pengujian yang bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air tanah optimum dengan kepadatan tanah maksimum dari suatu sampel tanah yang akan digunakan. Penambahan air dengan volume dan interval tertentu pada suatu sampel hingga sampel tanah mengalami penurunan berat volume dilakukan pada pengujian pemadatan tanah. Penurunan berat volume tanah dikarenakan terisinya rongga pori oleh air yang ditambahkan menggantikan butir tanah sehingga rongga tidak terisi oleh butiran

tanah saat dilakukan pemadatan. Pada Tabel 5.17 dan Tabel 5.18 berikut ini dapat dilihat pengaruh penambahan air terhadap volume tanah.

**Tabel 5.17 Pengaruh Penambahan Air Terhadap Berat Volume Tanah Basah pada Sampel 1**

Uraian	Simbol	Satuan	Sampel pengujian Ke-1					
			1	2	3	4	5	6
Berat Sampel		gr	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula Mula	w	%	6.945	6.945	6.945	6.945	6.945	6.945
Penambahan Air		ml	0	100	200	300	400	500
Berat Mold + Tanah Basah		gr	3023	3037	3091	3052	3463	3162
Berat Tanah Basah		gr	1267	1281	1335	1296	1707	1406
Berat Volume Tanah Basah	$\gamma$	gr/cm <sup>3</sup>	1.341	1.356	1.413	1.372	1.807	1.488

**Tabel 5.18 Pengaruh Penambahan Air Terhadap Berat Volume Tanah Basah pada Sampel 2**

Uraian	Simbol	Satuan	Sampel pengujian Ke-2					
			1	2	3	4	5	6
Berat Sampel		gr	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula Mula	w	%	7.427	7.427	7.427	7.427	7.427	7.427
Penambahan Air		ml	0	100	200	300	400	500
Berat Mold + Tanah Basah		gr	2945	2990	3035	3038	3603	3202
Berat Tanah Basah		gr	1234	1279	1324	1327	1892	1491
Berat Volume Tanah Basah	$\gamma$	gr/cm <sup>3</sup>	1.300	1.347	1.395	1.398	1.993	1.571

Berdasarkan pada tabel 5.17 dan tabel 5.18 diatas hubungan berat volume tanah kering dengan berat volume basah dapat di hitung dengan persamaan 3.16.

Untuk hasil pengujian proctor standar dari kadar air dan berat volume kering dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan Tabel 5.20 berikut ini.

**Tabel 5.19 Hasil Pengujian Proctor Standar Sampel 1**

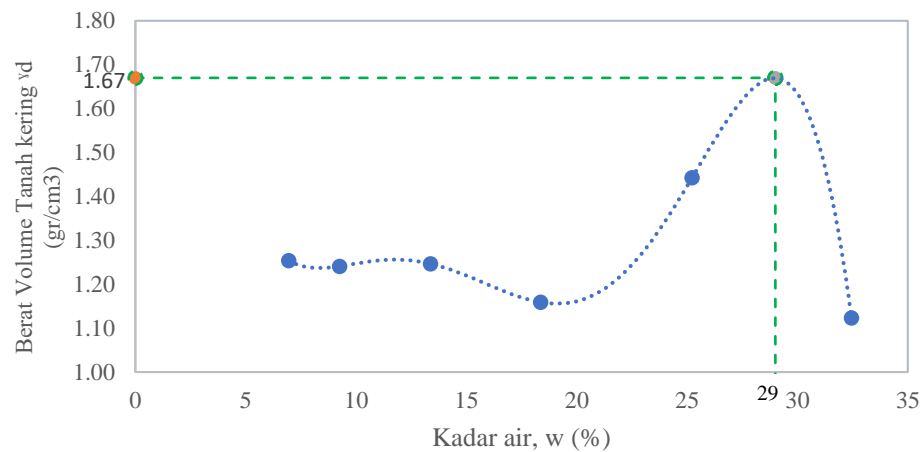
Uraian	1		2		3		4		5		6	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Berat Cawan (gram)	6.65	7.05	6.78	6.92	6.86	6.66	6.8	6.86	6.64	6.26	12.98	12.78
Cawan+Tanah Basah (gram)	15.3	15.8	17.96	18.50	19.20	15.56	17.91	17.00	34.66	28.27	41.83	35.32
Cawan+Tanah Kering (gram)	14.74	15.23	17.02	17.51	17.73	14.52	16.14	15.47	29.19	23.7	35.13	29.52
Berat Air (gram)	0.56	0.57	0.94	0.99	1.47	1.04	1.77	1.53	5.47	4.57	6.70	5.80
Berat Tanah Kering (gram)	8.09	8.18	10.24	10.59	10.87	7.86	9.34	8.61	22.55	17.44	22.15	16.74
Kadar Air (%)	6.92	6.97	9.18	9.35	13.52	13.23	18.95	17.77	24.26	26.20	30.25	34.65
Kadar Air Rata-Rata (%)	6.94		9.26		13.38		18.36		25.23		32.45	
Berat Volume Tanah Kering (gram/cm <sup>3</sup> )	1.25		1.24		1.25		1.16		1.44		1.12	

**Tabel 5.20 Hasil Pengujian Proctor Standar Sampel 2**

Uraian	1		2		3		4		5		6	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Berat Cawan (gram)	6.63	7.05	6.78	6.64	6.97	6.26	6.81	6.66	6.64	6.86	8.76	8.86
Cawan+Tanah Basah (gram)	23.2	21.26	23.39	22.72	14.73	17.14	16.23	22	28.65	31.4	28.04	36.96
Cawan+Tanah Kering (gram)	22.04	20.29	21.76	21.16	13.76	15.77	14.67	19.33	24.06	26.47	23.23	30.36
Berat Air (gram)	1.16	0.97	1.63	1.56	0.97	1.37	1.56	2.67	4.59	4.93	4.81	6.6
Berat Tanah Kering (gram)	15.41	13.24	14.98	14.52	6.79	9.51	7.86	12.67	17.42	19.61	14.47	21.5
Kadar Air (%)	7.53	7.33	10.88	10.74	14.29	14.41	19.85	21.07	26.35	25.14	33.24	30.70
Kadar Air Rata-Rata (%)	7.43		10.81		14.35		20.46		25.75		31.97	
Berat Volume Tanah Kering (gram/cm <sup>3</sup> )	1.21		1.27		1.22		1.16		1.59		1.19	

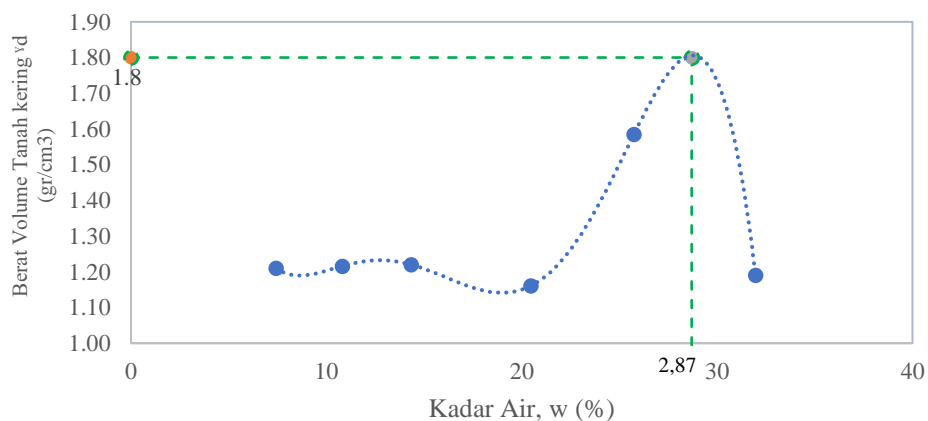
Berdasarkan perhitungan tabel diatas didapatkan nilai kadar air dan berat volume dimana dapat digambarkan dalam grafik hubungan antara kadar air dengan

berat volume kering sehingga didapatkan nilai kadar air optimum dan berat kering maksimum. Grafik hubungan berat volume dan kadar air dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 dibawah ini.



**Gambar 5.4 Grafik Hubungan Berat Volume Tanah Kering dan Kadar Air Sampel 1**

Berdasarkan Gambar 5.4 pada sampel tanah asli 1 didapatkan nilai kepadatan maksimum sebesar 1,67 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum sebesar 29%.



**Gambar 5.5 Grafik Hubungan Berat Volume Tanah Kering dan Kadar Air Sampel 2**

Berdasarkan Gambar 5.5 grafik diatas didapatkan nilai kadar air optimum dan berat tanah kering maksimum tanah asli sampel 2 didapatkan sebesar 28,7% dan

1,80 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai berat kering tanah maksimum dan nilai kadar air optimum rata rata pada pengujian pemadatan tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut ini.

**Tabel 5.21 Hasil Pengujian Proktor Standart Tanah**

Uraian	Simbol	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata – rata
Kadar Air Mula - mula	w	%	6.95	7.43	7.19
Kadar Air Optimum	Wopt	%	29	28.70	28.90
Berat Volume Tanah Kering	v <sub>d</sub>	gr/cm <sup>3</sup>	1.67	1.80	1.74

Berdasarkan hasil pengujian proctor standart tanah pada tabel 5.21 diatas didapatkan nilai kadar air optimum rata rata dan berat volume tanah kering maksimum sebesar 28,9% dan 1,74 gram/cm<sup>3</sup> pada sampel tanah di Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan.

#### 5.1.7 Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

Sampel tanah asli di Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Yogyakarta yang di lakukan penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah FTSP UII dapat disimpulkan dari uraian diatas yang telah di rekap pada Tabel 5.22 berikut ini.

**Tabel 5.22 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli**

Parameter	Simbol	Satuan	Nilai
Kadar Air	w	%	44.96
Berat Jenis	G <sub>s</sub>		2.31
Berat Volume	γ	gr/cm <sup>3</sup>	1.720
Analisis Saringan			
Lolos #200		%	95.23
Kerikil		%	0
Pasir		%	6
Lanau		%	37
Lempung		%	57



**Lanjutan Tabel 5.22 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli**

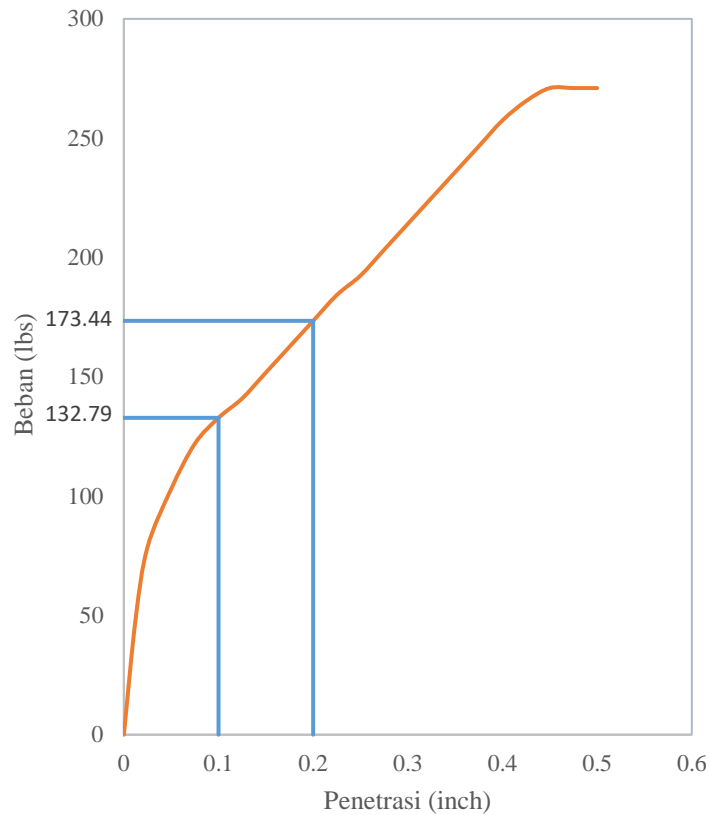
Parameter	Simbol	Satuan	Nilai
Batas – batas Konsistensi			
Batas Cair	LL	%	62.5
Batas Plastis	PL	%	37.63
Batas Susut	SL	%	14.49
Indeks Plastisitas	PI	%	24.87
Proktor Standart			
MDD	$\gamma_d$	gr/cm <sup>3</sup>	1.74
OMC	$w_{opt}$	%	28.90

## 5.2 Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR)

Pengujian CBR atau *California Bearing Ratio* merupakan perbandingan nilai beban penetrasi pada suatu bahan seperti tanah ataupun material perkerasan jalan dengan bahan standart dimana kecepatan peneterasi dan kedalamannya yang sama. Pengujian ini memiliki tujuan yaitu untuk menentukan nilai CBR tanah atau campuran agregat yang telah dipadatkan di lakukan di laboraturoium dengan kadar air yang telah ditentukan. Pengujian CBR biasanya dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan material tanah yang akan digunakan untuk dasar perkerasan jalan.

### 5.2.1 Hasil Pengujian CBR Tanah Asli tanpa Rendaman (*Unsoaked*)

Pengujian CBR terhadap tanah asli tanpa rendaman pada sample 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7 berikut ini.



**Gambar 5.6 Grafik Pengujian CBR Tanah Asli Tanpa Rendaman pada Sampel 1**

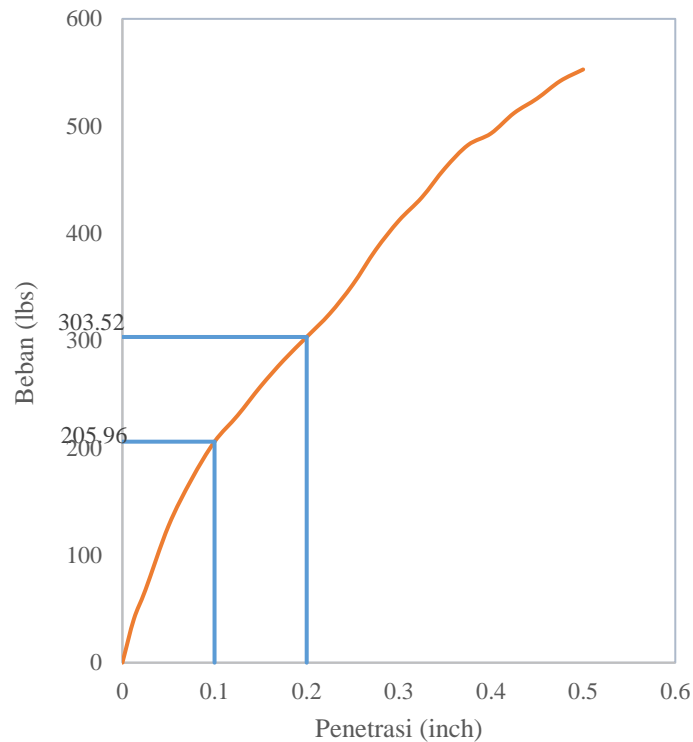
Berdasarkan Gambar 5.6 diatas didapatkan nilai CBR tanah asli pada tanah tanpa rendaman sampel 1 dapat dihitung dengan cara berikut ini.

$$\text{CBR } 0,1'' = \frac{132,79}{3 \times 1000} \times 100 = 4,426 \%$$

$$\text{CBR } 0,2'' = \frac{132,79}{3 \times 1500} \times 100 = 3,854 \%$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan nilai CBR 0,1 sebesar 4,426% dan nilai CBR 0,2'' sebesar 3,854% maka nilai CBR yang digunakan yaitu nilai CBR 0,1'' yaitu 4,426%.

Adapun pengujian sampel 2 didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut ini.



**Gambar 5.7 Grafik Pengujian CBR Tanah Asli Tanpa Rendaman pada Sampel 2**

Berdasarkan Gambar 5.7 diatas didapatkan Nilai CBR tanah asli tanpa rendaman sampel 2 dapat dihitung dengan cara berikut ini.

$$\text{CBR } 0,1'' = \frac{205,96}{3 \times 1000} \times 100 = 6,865\%$$

$$\text{CBR } 0,2'' = \frac{303,52}{3 \times 1500} \times 100 = 6,745\%$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan nilai CBR 0,1 sebesar 6,865% dan nilai CBR 0,2'' sebesar 6,745% maka nilai CBR yang digunakan yaitu nilai CBR 0,1'' yaitu 6,865%.

Dari uraian diatas didapatkan hasil nilai CBR rata rata sampel tanah asli tanpa rendaman didapatkan hasil sebagai berikut.

$$\text{Nilai CBR sampel 1} = 4,426\%$$

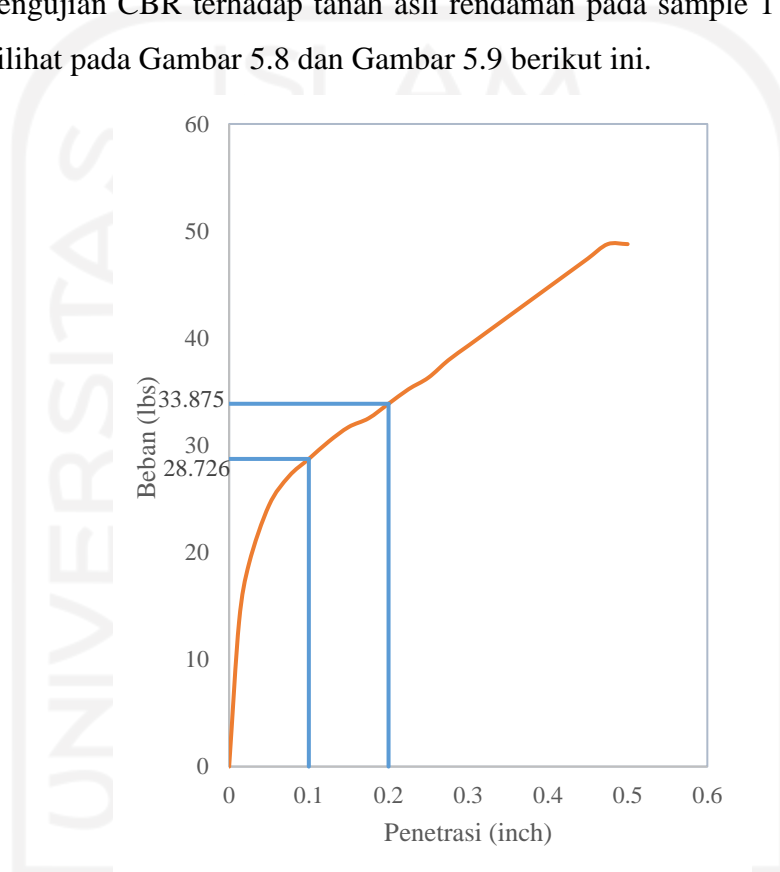
$$\text{Nilai CBR sampel 2} = 6,865\%$$

$$\begin{aligned} \text{Oleh karena itu, Nilai CBR tanah asli tanpa rendaman rata rata} &= \frac{4,426+6,865}{2} \\ &= 5,65\% \end{aligned}$$

Hasil pengujian *CBR Unsoaked* yang telah dilakukan dapat dilihat secara lengkap pada Lampiran halaman 00 sampai halaman 00, hasil rekapitulasi nilai *CBR Unsoaked* dapat dilihat pada Tabel 5.22 dan 5.23 berikut.

### 5.2.2 Hasil Pengujian CBR Tanah Asli dengan Rendaman (*Soaked*)

Pengujian CBR terhadap tanah asli rendaman pada sample 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.9 berikut ini.



**Gambar 5.8 Grafik Pengujian CBR Tanah Asli Rendaman pada Sampel 1**

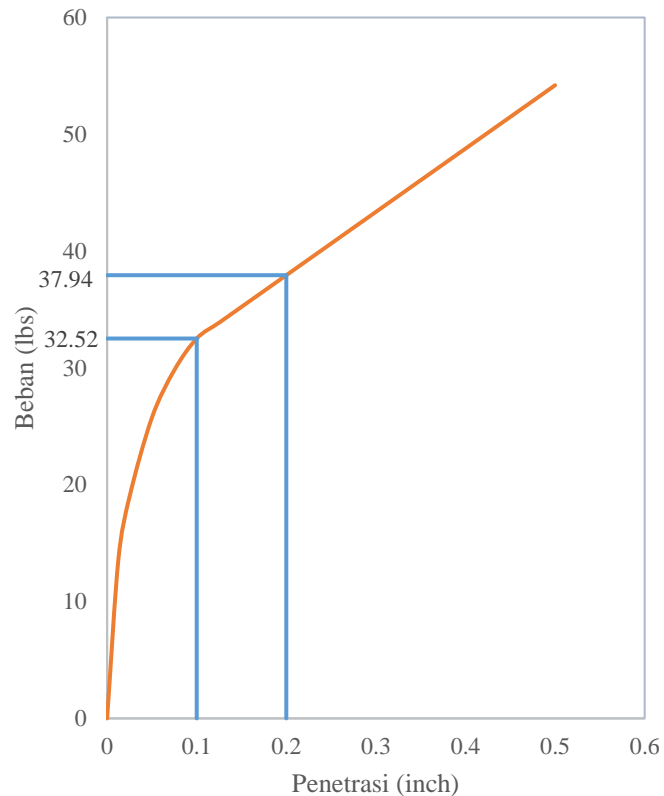
Berdasarkan Gambar 5.8 di atas didapatkan nilai CBR tanah asli rendaman sampel 1 dapat dihitung dengan cara berikut ini.

$$\text{CBR } 0,1'' = \frac{28,726}{3 \times 1000} \times 100 = 0,958\%$$

$$\text{CBR } 0,2'' = \frac{33,875}{3 \times 1500} \times 100 = 0,753\%$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan nilai CBR 0,1 sebesar 0,958% dan nilai CBR 0,2'' sebesar 0,753% maka nilai CBR yang digunakan yaitu nilai CBR 0,1'' yaitu 0,958%.

Adapun pengujian sampel 2 didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut ini.



**Gambar 5.9 Grafik Pengujian CBR Tanah Asli Rendaman pada Sampel 2**

Berdasarkan Gambar 5.9 diatas didapatkan nilai CBR tanah asli rendaman sampel 2 dapat dihitung dengan cara berikut ini.

$$\text{CBR } 0,1'' = \frac{32,52}{3 \times 1000} \times 100 = 1,084\%$$

$$\text{CBR } 0,2'' = \frac{37,94}{3 \times 1500} \times 100 = 0,843\%$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan nilai CBR 0,1 sebesar 1,084% dan nilai CBR 0,2'' sebesar 0,843% maka nilai CBR yang digunakan yaitu nilai CBR 0,1'' yaitu 1,084%.

Dari uraian diatas didapatkan hasil nilai CBR rata rata sampel tanah asli rendaman didapatkan hasil sebagai berikut.

$$\text{Nilai CBR sampel 1} = 0,958\%$$

Nilai CBR sampel 2 = 1,084%

$$\begin{aligned} \text{Oleh karena itu, Nilai CBR tanah asli rendaman rata rata} &= \frac{0,958+1,084}{2} \\ &= 1,02\% \end{aligned}$$

Hasil pengujian *CBR soaked* yang telah dilakukan dapat dilihat secara lengkap pada Lampiran halaman 00 sampai halaman 00, hasil rekapitulasi nilai *CBR Soaked* dapat dilihat pada Tabel 5.22 dan 5.23 berikut.

### 5.2.3 Rekapitulasi Hasil Pengujian *CBR*

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian sampel tanah asli desa Muluasan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang dilakukan di Laboraturium Mekanika Tanah FTSP UII pada Tabel 5.23 dan Tabel 5.24 berikut ini.

**Tabel 5.23 Hasil Rekapitulasi Pengujian CBR Tanah Asli**

Sampel	CBR (%)
Tanah Asli Tanpa Rendaman	5.65
Tanah Asli Rendaman	1.02

**Tabel 5.24 Hasil Rekapitulasi Pengujian CBR Tanah**

Sampel pengujian CBR	CBR Unsoaked						CBR Soaked					
	Pemeraman 0 Hari		Pemeraman 3 Hari		Pemeraman 7 Hari		Pemeraman 7 Hari					
	No Sampel	Nilai CBR	No Sampel	Nilai CBR	No Sampel	Nilai CBR	No Sampel	Nilai CBR	No Sampel	Nilai CBR		
Tanah Asli + 0% Limbah Gypsum	1	4.43	5.65	1	-	-	1	-	-	1	0.96	1.02
	2	6.87		2	-		2	-		2	1.08	
Tanah Asli + 3% Limbah Gypsum	1	6.59	6.09	1	8.49	7.85	1	7.86	7.54	1	0.90	1.04
	2	5.60		2	7.41		2	7.23		2	1.17	
Tanah Asli + 6% Limbah Gypsum	1	5.06	5.15	1	6.69	6.41	1	6.14	6.32	1	1.08	1.27
	2	5.24		2	6.14		2	6.50		2	1.44	
Tanah Asli + 10% Limbah Gypsum	1	6.78	5.92	1	9.03	8.17	1	7.32	7.59	1	1.82	1.60
	2	5.06		2	7.32		2	7.86		2	1.40	

### 5.3 Pengujian Pengembangan (*Swelling*)

#### 5.3.1 Analisa Data Pengujian *Swelling*

Pengujian *swelling* dilakukan untuk mengetahui nilai pengembangan tanah asli saat sebelum dan sesudah tanah distabilisasi dengan penambahan limbah *gypsum*, Sehingga perhitungan nilai *swelling* dapat menggunakan persamaan 3.22 dan hasil pengujian *swelling* dapat di lihat pada Tabel 5.25 berikut.

**Tabel 5.25 Hasil Pengujian *Swelling***

Parameter	Tanah Asli + 0% Limbah <i>Gypsum</i>		Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum</i>		Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum</i>		Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum</i>	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Pembacaan Dial	747	586	395.2	377.8	340.2	423	399	154.8
Tinggi Sampel (cm)	12.73	12.75	12.74	12.69	12.83	12.78	12.73	12.73
<i>Swelling</i> (%)	5.87	4.60	3.10	2.98	2.65	3.31	3.14	1.22
<i>Swelling</i> Rata-rata (%)	5.23		3.04		2.98		2.18	

#### 5.3.2 Rekapitulasi Pengujian *Swelling*

Berdasarkan uraian diatas dalam pengujian *swelling* yang di lakukan terhadap tanah daerah Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang dilakukan di Laboraturium Mekanika Tanah FTSP UII dapat disimpulkan pada Tabel 5.26 berikut.

**Tabel 5.26 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Swelling***

Sampel	Nilai <i>Swelling</i> (%)	Spesifikasi
Tanah Asli + 0% Limbah <i>Gypsum</i>	5.23	<i>High Swelling</i>
Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum</i>	3.04	<i>Medium Swelling</i>
Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum</i>	2.98	<i>Medium Swelling</i>
Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum</i>	2.18	<i>Medium Swelling</i>

## 5.4 Pembahasan

### 5.4.1 Sifat Fisik Tanah

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik terhadap tanah asli seperti pada Tabel 5.21 yang digunakan tanah asli dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

#### 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Unified Soil Classification System (USCS)*

Berdasarkan Klasifikasi dengan sistem USCS klasifikasi tanah dapat digunakan untuk mengetahui golongan jenis jenis tanah. Untuk mengetahui golongan jenis tanah diperlukan beberapa parameter, diantaranya presentase tanah yang lolos saringan nomer 200, batas cair, batas plastis dan Indeks plastistas pada sampel tanah.

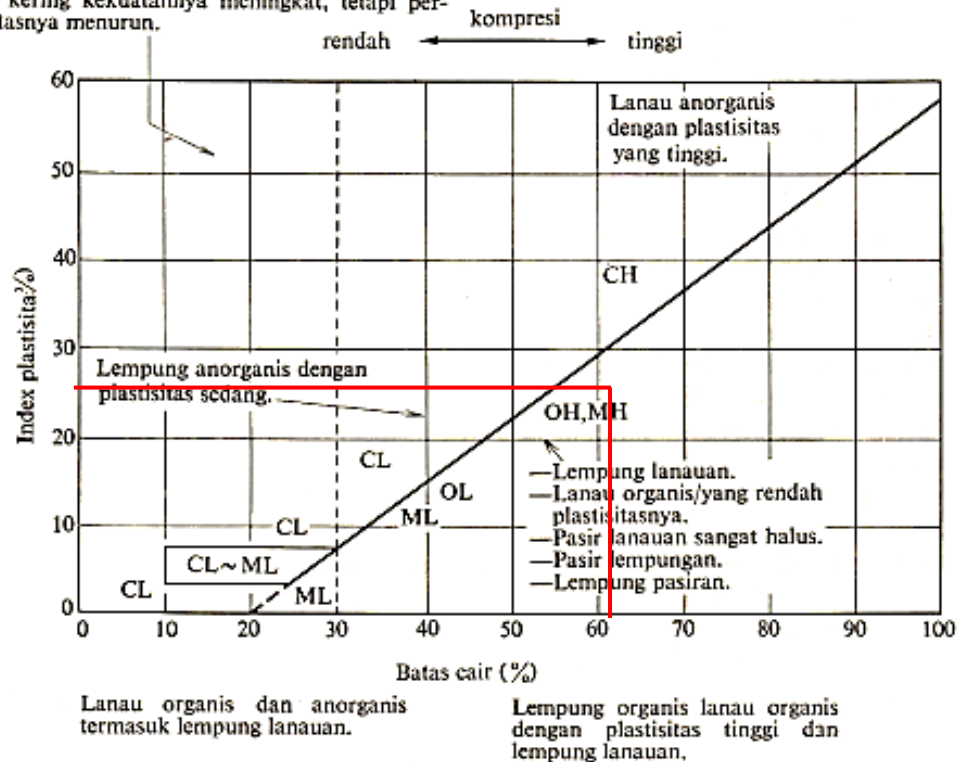
Berdasarkan data yang telah diperoleh dari uji fisik tanah didapatkan hasil berupa:

- a. Tanah yang lolos saringan nomer 200 = 95,23 %
- b. Batas batas *Atterberg* :
  - 1) Batas Cair (LL) = 62,50 %
  - 2) Batas Plastis (PL) = 37,63 %
  - 3) Indeks Plastisitas (PI) = 24,87 %

Berdasarkan hasil batas cair dan indeks plastisitas untuk menentukan kelompok tanah perlu dilakukan plot nilai batas cair dengan nilai ideks plastisitas dalam grafik karkarakteristik metode USCS. Berdasarkan hasil data diatas maka sampel tanah termasuk dalam kelompok OH. Untuk mengetahui kelompok tanah dapat dilihat pada grafik karakteristik tanah asli melalui metode USCS yang dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan Tabel 5.27 berikut ini.



Apabila bahan tanah mempunyai batas cair yang sama, sesuai dengan index plastisitasnya maka dalam kondisi kering kekuatannya meningkat, tetapi permeabilitasnya menurun.



**Gambar 5.10 Grafik Karakteristik Tanah Asli Metode USCS**

(Sumber : Hardiyatmo, 2010)

**Tabel 5.27 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Metode USCS**

Jenis	Simbol	Nama Kelompok	Kriteria
Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	$PI < 4$ atau berada dibawah garis-A dalam Grafik Plastisitas (Gambar 1)
	CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung kerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ("lean clay")	$PI > 7$ dan berada pada atau dibawah garis-A dalam grafik Plastisitas (Gambar 1)

Lanjutan Tabel 5.27 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Metode USCS

Jenis	Simbol	Nama Kelompok	Kriteria
	OL	Lanau organic dan lempung berlanau organic dengan plastisitas rendah	PI berada dalam daerah OL dalam Gambar 1 dan $\frac{LL (oven\ dried)}{LL (not\ dried)} < 0,75$
Lanau dan Lempung batas Cair > 50%	MH	Lanau tak organic atau pasir halus diatome, lanau elastis	PI berada dibawah garis-A grafik Plastisitas (Gambar 1)
	CH	Lempung tak organic dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (“fat clays”)	PI berada diatas garis-A grafik Plastisitas (Gambar 1)
	OH	Lempung organic dengan plastisitas sedang sampai tinggi	PI berada dalam daerah OL dalam Gambar 1 dan $\frac{LL (oven\ dried)}{LL (not\ dried)} < 0,75$
Tanah dalam kadar organic tinggi	P1	Gambut (“peat”) dan tanah lain dengan kandungan organik	

Sumber : Hardiyatmo (2010)

Berdasarkan hasil klasifikasi menurut metode USCS pada table diatas maka dapat dinyatakan sampel tanah di Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta tersebut termasuk kedalam kategori kelompok OH yaitu lempung organic dengan plastisitas sedang hingga tinggi.

2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan *American of State Highway and Transportation Official (AASHTO)*

Dengan sistem AASHTO klasifikasi tanah dapat ditentukan menggunakan Tabel 3.5 dengan menggunakan beberapa parameter yang harus dimiliki seperti presentase lolos saringan nomer 200, batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan data dari uji fisik tanah berupa.

a. Tanah yang lolos saringan No.200 = 95,23%

b. Batas batas Atterberg :

1) Batas Cair (LL) = 62,50%

2) Batas Plastis (PL) = 37,63%

3) Indeks Plastisitas (PI) = 24,87%

Berdasarkan data diatas klasifikasi tanah berdasarkan AASTO dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

a. Berdasarkan data diatas didapatkan presentase tanah lolos saringan no. 200 sebesar 95,23% dimana presentase tanah lolos saringan nomor 200 > 35%. Oleh karena itu tanah asli memenuhi syarat yang telah ditentukan dan klasifikasi umum berdasarkan hasil tersebut sampel tanah termasuk kedalam klasifikasi tanah-tanah lanau-lempung.

b. Berdasarkan data diatas telah didapatkan nilai batas-batas konsistensi dimana nilai batas cair sebesar 62,50% dan indeks plastisitas sebesar 24,869%. Dari hasil tersebut tanah masuk dalam klasifikasi kelompok A-7 yaitu nilai minimal untuk batas cair sebesar 41% dan 11% untuk nilai indeks plastisitas.

c. *GI* atau nilai indeks group dapat ditentukan dengan parameter seperti presentase lolos saringan nomer 200, batas cair dan juga indeks plastisitas. Nilai indeks group didapatkan dengan persamaan 3.38. Dengan data dari parameter diatas nilai indeks group melalui persamaan 3.38 dengan Tabel 3.28 berikut ini.

$$\begin{aligned} GI &= (f-35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15)(PI - 10) \\ &= (95,228-35)[0,2 + 0,005(62,5 - 40)] + 0,01(95,228 - 15)(24,869 - 10) \\ &= 30,75\% \end{aligned}$$

d. Dari data diatas diketahui nilai batas plastis sebesar 37,63% sehingga sampel tanah termasuk dalam kelompok A-7-5 dikarenakan nilai batas plastisitasnya lebih dari 30%.

e. Berdasarkan hasil diatas menyatakan sampel tanah asli memiliki tipe material pokok tanah berlempung dengan penilaian sedang sampai buruk sebagai tanah dasar.

Hasil klasifikasi sampel tanah asli menurut metode *AASHTO* dapat dilihat pada Tabel 5.28 berikut ini.

**Tabel 5.28 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Metode *AASHTO***

Klasifikasi Umum	Material granuler (<35% lolos saringan No.200)						Tanah-tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan N0.200)				
	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				A-7-5/A-7-6
Analisis 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	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 Min
Indeks Kelompok (G)	0	0	0	4 maks			8 maks	12 maks	16 maks	20 maks	
Tipe material yang 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				

Catatan

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

Untuk PL > 30, klasifikasi A-7-5

Untuk PL < 30, klasifikasi A-7-6

Np = Non plastis

Sumber : Hardiyatmo (2010)

Berdasarkan hasil pengujian analisis granuler yang telah dilakukan dengan sampel tanah yang diambil dari Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta didapatkan nilai persen lolos saringan nomer 200 sebesar 95,23%, batas cair 62,5% dan indeks plastisitas sebesar 24,87% juga didapatkan nilai group indeks (GI) sebesar 30,75. Dari hasil

tersebut sampel tanah termasuk kedalam kelompok A-7 dan termasuk kedalam subkelompok A-7-5 dengan tipe material umum tanah berlempung dengan penilaian sebagai tanah dasar sedang sampai buruk.

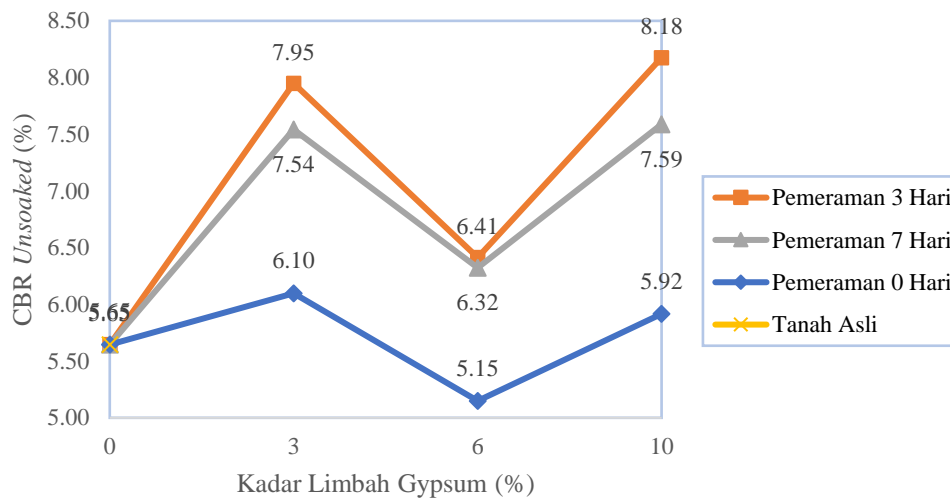
Dapat disimpulkan bahwa sampel tanah lempung di Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta tergolong tanah berbutir halus dan masuk kedalam kelompok OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi menurut *USCS*. Sedangkan menurut *AASTHO* sampel tanah termasuk kedalam kelompok A-7-5 dengan jenis tanah lempung dengan penampilan umum sebagai tanah dasar yang sedang sampai buruk.

#### 5.4.2 Pengaruh Penambahan *Limbah Gypsum* terhadap Nilai CBR

Pengaruh penambahan Limbah Gypsum terhadap Nilai CBR dan Pengembangan atau swelling dapat dilihat berikut ini.

##### 1. Pengaruh *Limbah Gypsum* Terhadap Nilai CBR

Setelah melakukan pengujian pematadatan proktor standar dilakukan, kemudian melakukan pengujian CBR. Pengujian CBR yang dilakukan CBR rendaman (*soaked*) selama 4 hari, pengujian tanpa pemeraman dan rendaman, pengujian dilakukan pemeraman dan perendaman dan pengujian diperam tanpa di rendam sebanyak 3 hari dan 7 hari. Hasil pengujian CBR pemeraman tanpa perendaman dapat dilihat pada Tabel 5.23 sebelumnya, maka dapat dibuat grafik perbandingan terhadap variasi limbah gypsum dan perbandingan nilai CBR terhadap variasi kadar limbah *gypsum* Gambar 5.11 berikut ini.

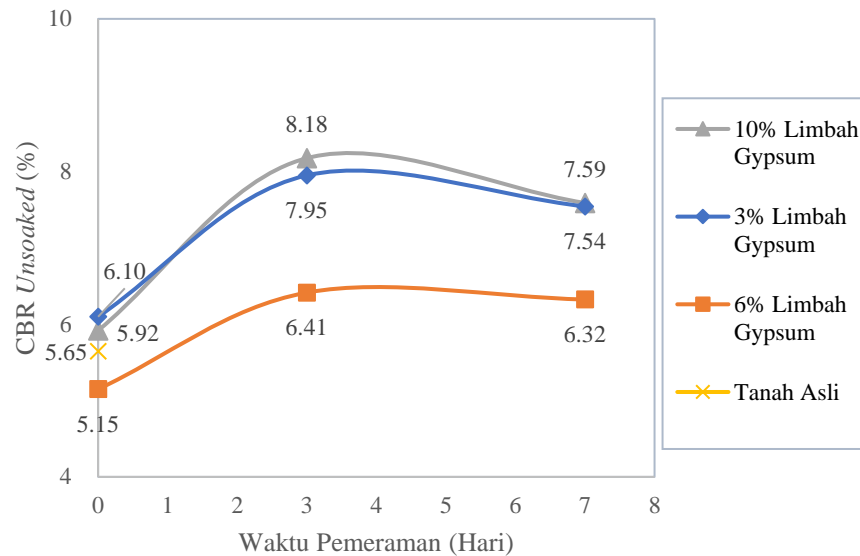


**Gambar 5.11 Grafik Perbandingan Nilai CBR dengan Variasi Limbah Gypsum Tanpa Rendaman (*Unsoaked*)**

Pada Gambar 5.11 diatas menunjukkan bahwa seiring penambahan kadar limbah *gypsum* memberikan pengaruh kepada peningkatan nilai CBR. Nilai *CBR* tanpa rendaman pada kadar limbah *gypsum* 0% mengalami kenaikan pada pemeraman 3 dan 7 hari. Pada pemeraman 3 dan 7 hari mengalami kenaikan nilai *CBR* yang cukup signifikan. Kenaikan tersebut tersebut terjadi pada kadar limbah *gypsum* sebesar 3%. Namun pada kadar limbah *gypsum* 6% terjadi penurunan nilai *CBR*.

Pada kadar limbah *gypsum* 6% terjadi penurunan nilai *CBR* dalam masa pemeraman 3 dan 7 hari. Nilai *CBR* Kembali mengalami kenaikan Kembali pada masa pemeraman 3 dan 7 hari dengan penambahan 10% limbah *gypsum*. Kenaikan nilai *CBR* tertinggi terjadi pada penambahan limbah *gypsum* sebesar 10% dengan waktu pemeraman 7 hari sebesar 8,18%.

Hasil pengujian *CBR* tanpa rendaman dapat juga di gambaran dalam grafik pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai *CBR Unsoaked* dengan variasi kadar limbah *gypsum* pada Gambar 5.12 berikut.



**Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Nilai CBR dengan Variasi Limbah Gypsum Tanpa Rendaman (*Unsoaked*) Terhadap Pemeraman**

Pada Gambar 5.12, nilai *CBR* mengalami kenaikan terhadap nilai *CBR* pada pemeraman 3 hari pada semua variasi kadar limbah *gypsum* di banding dengan pemeraman 0 hari.

Pada pemeraman 0 hari menunjukan bahwa tanah asli dengan penambahan *gypsum* 0% dengan waktu pemeraman 0 hari didapatkan nilai *CBR* sebesar 5,65%. Pada pemeraman 0 hari penambahan limbah *gypsum* 3% merupakan nilai *CBR* optimum sebesar 6,10%. Pada pemeraman 0 hari dengan penambahan 6% nilai *CBR* mengalami penurunan yaitu 5,15%. Pada penambahan limbah *gypsum* 10% pada pemeraman 0 hari nilai *CBR* mengalami kenaikan sebesar 5,92%.

Pada pemeraman 3 hari penambahan *gypsum* 0% didapatkan nilai *CBR* sebesar 6,50%. Nilai *CBR* meningkat pada penambahan limbah *gypsum* dengan presentase 3% dan mengalami peneurunan pada presentase 6%. Pada presentase penambahan 10% limbah *gypsum* terjadi peningkatan yang signifikan yaitu sebesar 8,18% karena pada waktu 3 hari campuran tanah dengan limbah *gypsum* sudah bereaksi.

Nilai CBR mengalami penurunan pada presentase 3%, 6% dan 10% pada pemeraman 7 hari. Hal ini terjadi karena adanya penguapan kandungan air pada tanah sehingga tanah menjadi lebih rapuh. Hal ini mengakibatkan penurunan nilai CBR seiring lama waktu pemeraman.

Waktu dan lama pemeraman akan berpengaruh terhadap pada tingkat kepadatan tanah yang mengakibatkan rongga-rongga udara pada tanah sudah tidak terisi oleh air dan tanah tidak menjadi lembek. Limbah Gypsum memiliki peran dimana sebagai bahan stabilisasi yang di campurkan dengan air maka akan mengikat tanah sehingga daya dukung tanah akan meningkat.

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Kusuma, dkk (2018), penambahan 10% *gypsum* dengan masa pemeraman 3 hari didapatkan nilai CBR sebesar 57,876%. Basral (2019), juga melakukan pengujian dengan limbah *gypsum* didapatkan nilai CBR tertinggi sebesar 224,809 lb dengan penambahan 5% limbah *gypsum*. Penelitian pada lempung lainnya dilakukan oleh Soehardi, dkk (2017) didapatkan nilai *CBR* tertinggi sebesar 79,27% pada pemeraman 14 hari dengan penambahan kapur sebesar 15%. Sedangkan Muslimin (2018), melakukan penelitian dimana didapatkan nilai *CBR* tertinggi sebesar 24,55% dengan penambahan *gypsum* dan abu cangkang kelapa sawit dengan masa pemeraman 7 hari. Sementara itu pada penelitian yang dilakukan oleh Sutejo, dkk (2015), nilai *CBR* tertinggi sebesar 3,63% dengan penambahan *gypsum* sebesar 10% dan abu sawit sebesar 7,5% dengan masa pemeraman 7 hari

## 2. Presentase Kenaikan Nilai *CBR Unsoaked*

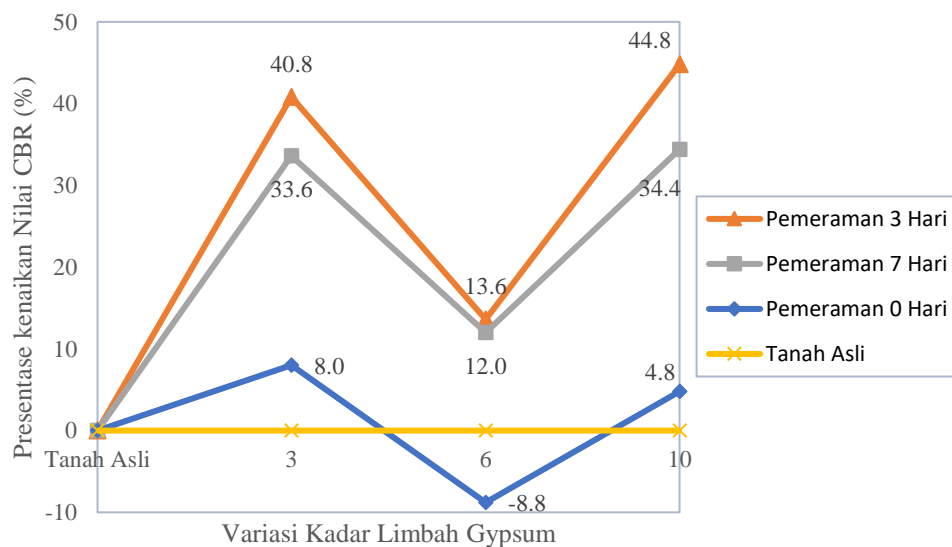
Presentase kenaikan nilai *CBR Unsoaked* dapat ditentukan berdasarkan nilai *CBR* pada tanah asli dengan *CBR* yang telah ditambahkan bahan campur stabilitas tanah yaitu limbah *gypsum* dengan variasi waktu pemeraman. Presentase kenaikan nilai *CBR Unsoaked* yang dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut.



**Tabel 5.29 Kenaikan Nilai *CBR Unsoaked***

Kadar Limbah <i>Gypsum</i> (%)	Presentase Kenaikan <i>CBR Unsoaked</i> (%)		
	Waktu Pemeraman (hari)		
	0	3	7
3	8	40.8	33.6
6	-8.8	13.6	12.0
10	4.8	44.8	34.4

Berdasarkan Tabel 5.29 diatas, presentase kenaikan nilai *CBR unsoaked* yang telah distabilisasi dengan limbah *gypsum* terhadap nilai *CBR Unsoaked* Tanah asli atau penambahan limbah *gypsum* 0% dapat digamabarkan dalam grafik seperti pada gambar Gambar 5.13 berikut ini.

**Gambar 5.13 Grafik Presentase Kenaikan Nilai *CBR Unsoaked***

Kenaikan nilai *CBR* terjadi pada hampir semua variasi penambahan kadar limbah *gypsum* terhadap nilai *CBR* tanah asli. Presentase kenaikan tertinggi terjadi pada penamabahan limbah *gypsum* 10% dengan masa pemeraman selama 3 hari sebesar 44,8% namun pada penambahan 6% nilai *CBR* mengalami penurunan yang cukup signifikan dibandingkan dengan

penambahan kadar limbah *gypsum* 3%. Presentase penurunan nilai *CBR* terendah terjadi pada pemeraman 0 hari dengan penambahan 6% limbah *gypsum* sebesar 8,8%.

Presentase kenaikan nilai *CBR* pada pemeraman 0 hari dan 7 hari cenderung sama, dimulai dengan kenaikan nilai *CBR* pada penambahan 3% kadar limbah *gypsum*. Selanjutnya dengan penambahan 10% limbah *gypsum*, nilai *CBR* mengalami peningkatan kembali. Pada pemeraman 0 hari dengan penambahan 6% limbah *gypsum* terjadi penurunan nilai *CBR* tanah lebih kecil dari nilai *CBR* tanah asli. Hal tersebut dikarenakan limbah *gypsum* belum bereaksi dengan butiran tanah sehingga memperlemah nilai *CBR*.

3. Pengujian *CBR* terendam (*Soaked*) dan selisih dengan *CBR* tanpa rendaman  
 Pengujian *CBR* terendam (*Soaked*) dilakukan dengan variasi sama dengan *CBR* tanpa rendaman yaitu 3%, 6% dan 10%. Sebelum dilakukan perendaman sampel tanah diperam terlebih dahulu selama 10 hari dan direndam selama 4 hari. Hasil sampel tanah pada *CBR soaked* dapat dilihat pada Gambar 5.11 diatas.

Dalam perhitungan *CBR* rendaman sama dengan *CBR* tanpa rendaman yang telah dijelaskan. Gambar grafik *CBR* rendaman untuk sampel lainnya dapat dilihat pada lampiran halaman sampai lampiran halaman . Perbandingan hasil pengujian *CBR* rendaman dengan *CBR* tanpa rendaman dapat dilihat pada Tabel 5.30 berikut ini.

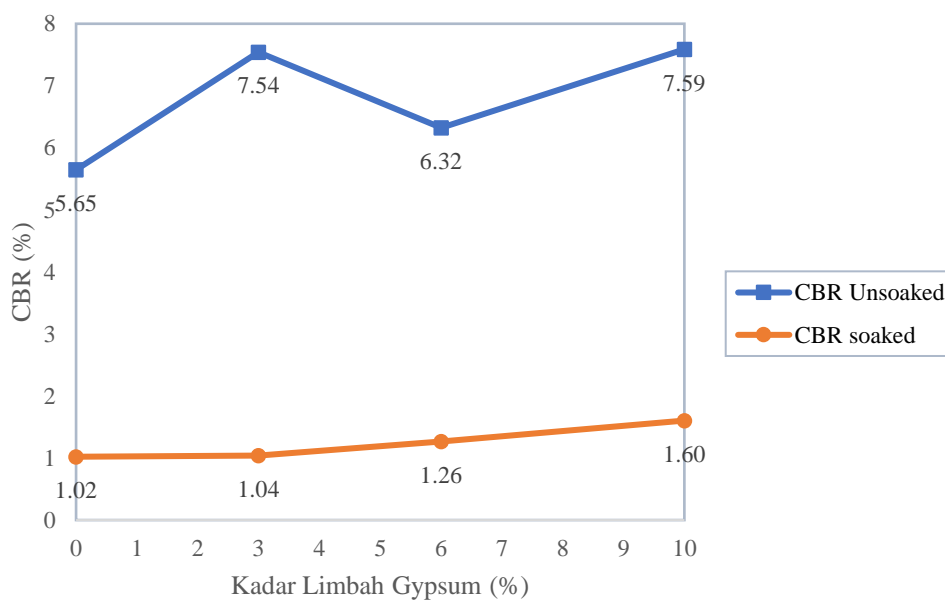
**Tabel 5.30 Perbandingan Hasil *CBR Soaked* dan *CBR Unsoaked***

Sampel Tanah Asli + % Limbah Gypsum	<i>CBR</i> (%)		
	<i>Unsoaked</i>	<i>Soaked</i>	Selisih ( $\Delta$ )
0	5.65	1.02	4.63
3	7.54	1.04	6.50
6	6.32	1.26	5.06
10	7.59	1.60	5.98

Berdasarkan hasil dari Tabel 5.18 diatas selisih hasil *CBR* untuk tanah asli untuk *CBR unsoaked* dan *soaked* sebesar 4,63%. Selisih nilai *CBR* pada tanah

asli dengan penambahan variasi limbah *gypsum* sebesar 6% merupakan selisih terendah daripada sampel lainnya sedangkan selisih tertinggi pada variasi limbah *gypsum* 3% dengan hasil sebesar 6,50.

Selisih hasil CBR soaked dan unsoaked dapat dibuat grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.14 berikut ini.



**Gambar 5.14 Grafik Perbandingan Nilai CBR *Soaked* dan *Unsoaked* dengan Pengaruh Variasi Limbah *Gypsum***

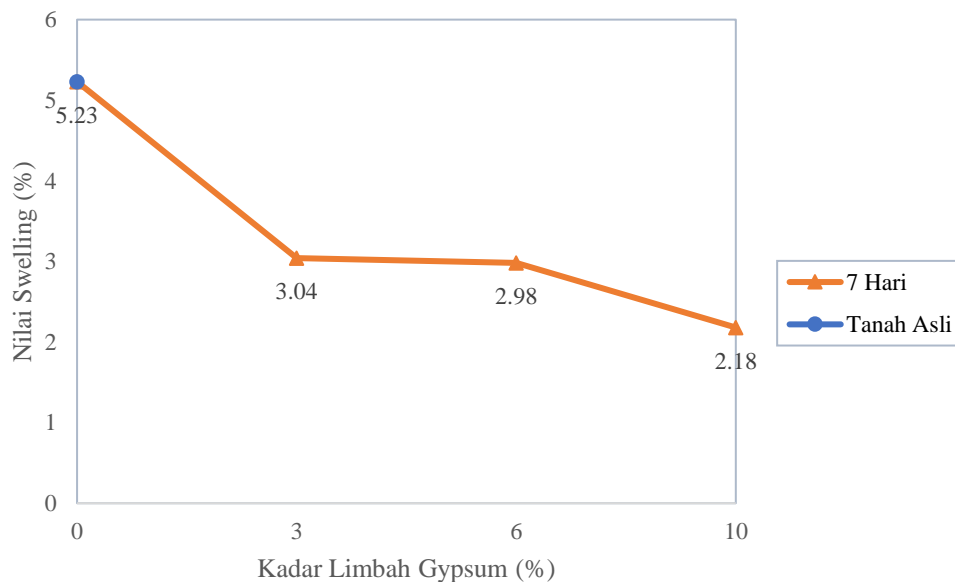
Berdasarkan Gambar 5.14 diatas, menunjukkan bahwa penambahan limbah *gypsum* pada stabilisasi tanah mampu meningkatkan nilai *CBR Soaked* namun tidak terlalu signifikan. Penambahan kadar limbah *gypsum* pada *CBR Soaked* mengalami kenaikan terjadi pada kadar limbah *gypsum* sebesar 3% namun tidak signifikan dan nilai *CBR soaked* optimum terjadi pada penambahan limbah *gypsum* dengan kadar 10%. Dari Gambar 5.14 diatas, menunjukkan nilai *CBR soaked* ke *CBR unsoaked* pada penambahan 10% limbah *gypsum* mengalami peningkatan nilai CBR kurang lebih 374,38%.

Berdasarkan Gambar 5.14 diatas juga menunjukkan bahwa nilai *CBR unsoaked* dan *CBR Soaked* mengalami kenaikan nilai *CBR* karena penambahan limbah

*gypsum* dengan kenaikan optimum pada penambahan variasi limbah *gypsum* sebesar 10%.

#### 5.4.3 Pengaruh Limbah *Gypsum* terhadap Nilai Pengembangan (Nilai *Swelling*)

Nilai *swelling* didapatkan dari pengujian *CBR Soaked* yang telah diperam dahulu selama 7 hari kemudian akan direndam selama 4 hari yang di atasnya diberikan dial pembaan selama 4 hari. Nilai *swelling* didapatkan dari hasil pengujian *CBR Soaked* seperti pada Tabel 2.24 diatas maka dibuat grafik perbandingan nilai *Swelling* seperti pada Gambar 5.15 berikut.

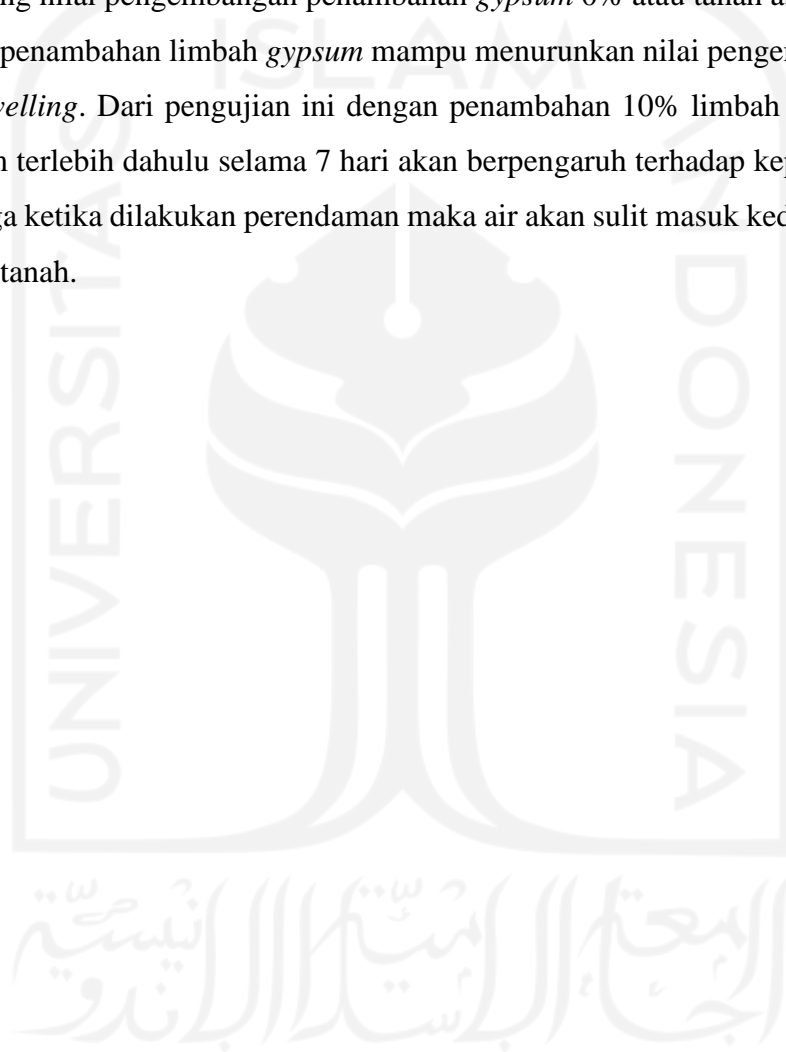


**Gambar 5.15 Grafik Perbandingan Nilai Swelling dengan Variasi Limbah *Gypsum***

Berdasarkan Gambar 5.15 diatas terlihat bahwa nilai *swelling* menurun seiring dengan bertambahnya kadar limbah *gypsum*. Selanjutnya pada penambahan kadar limbah *gypsum* 3% nilai pengembangan menurun sebesar 3,04% dibanding dengan nilai pengembangan tanah asli sebesar 5,23 yang dapat dilihat pada Tabel 5.24 diatas. Dan nilai pengembangan paling rendah pada pengujian didapatkan nilai sebesar 2,18% dengan penambahan limbah *gypsum* sebesar 10%. Penambahan

limbah *gypsum* dapat menurunkan nilai *swelling* yang mulanya pengembangan tinggi (*high swelling*) menjadi pengembangan sedang (*medium swelling*).

Pada penelitian sebelumnya belum pernah dilakukan pengujian *swelling* pada penambahan limbah *gypsum*. Dalam penelitian ini, terlihat bahwa pada kadar limbah *gypsum* 3%, 6% dan 10% memiliki nilai pengembangan lebih kecil dibanding nilai pengembangan penambahan *gypsum* 0% atau tanah asli yang mana artinya penambahan limbah *gypsum* mampu menurunkan nilai pengembangan atau nilai *swelling*. Dari pengujian ini dengan penambahan 10% limbah *gypsum* yang diperam terlebih dahulu selama 7 hari akan berpengaruh terhadap kepadatan tanah sehingga ketika dilakukan perendaman maka air akan sulit masuk kedalam rongga-rongga tanah.



## BAB VI

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Simpulan

Berdasarkan pengujian stabilisasi tanah yang telah dilakukan dengan menambahkan limbah *gypsum* dengan presentase 0%, 3%, 6% dan 10% dengan pemeraman selama 0 hari, 3 hari dan 7 hari serta dilakukan perendaman, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tanah di daerah Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul termasuk kedalam kelompok OH menurut Sistem USCS yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi, dimana lempung lunak di nilai dengan nilai indek plastisitas (PI) sebesar 24,869% dapat dikategorikan sebagai plastisitas tinggi.
2. Berdasarkan Metode AASTHO tanah Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul termasuk dalam klasifikasi tanah-tanah lanau-lempung dengan presentase tanah lolos saringan no.200 yang lebih besar dari 35% yaitu sebesar 95,228%. Tanah di Desa Mulusan termasuk dalam tipe material pokok yang sedang sampai buruk sebagai tanah dasar karena nilai batas plastisya 37,631% yang termasuk dalam kelompok A-7-5.
3. Dari hasil penelitian, nilai daya dukung tanag atau nilai *CBR* Laboraturium pada tanah asli dengan pemeraman 0 Hari didapatkan nilai sebesar 5,65% dan dengan masa pemeraman 3 hari dan 7 hari didapatkan nilai sebesar 6,50% dan 6,78%. Nilai *CBR* optimum yang didapatkan pada pengujian tersebut didapatkan pada tanah asli yang di tambah limbah *gypsum* dengan kadar 10% dengan masa pemeraman selama 3 Hari sebesar 8,18%.

4. Dalam pengujian tersebut lamanya pemeraman dapat mempengaruhi nilai CBR. Untuk daerah Desa Mulusan, Kecamatan Paliyan, Kabupaten Gunung Kidul presentase penambahan limbah *Gypsum* yang efektif sebesar 10%.
5. Dari hasil pengujian pengembangan atau *swelling* didapatkan hasil dengan semakin bertambahnya limbah *gypsum* dengan variasi 3%, 6% dan 10% maka terjadi penurunan akan potensi pengembangan pada tanah berturut turut sebesar 41,87%, 43,02% dan 58,32% dengan nilai *swelling* tanah asli sebesar 5,23% menjadi 2,18%. Pengembangan yang semula *high swelling* menjadi *medium swelling*.

## 6.2 Saran

Setelah melakukan penelitian tersebut dan mendapatkan kesimpulan, penulis menyarankan beberapa hal yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya berdasarkan hasil Penelitian Tugas Akhir adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya dapat mencoba meneliti dengan jenis tanah yang sama yang berbeda dengan presentase limbah *gypsum* yang berbeda misal dengan penambahan limbah *gypsum* sebesar 8%, 12% dan 15% agar terlihat pola dalam 10%.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan penelitian ini dengan menambahkan bahan stabilisasi tanah lainnya seperti abu sekam, semen ataupun yang lainnya untuk meningkatkan nilai *CBR*.
3. Penelitian selanjutnya dapat menjadikan limbah *gypsum* sebagai variabel bebas dan bahan tambah lainnya sebagai variabel tetap.
4. Penelitian selanjutnya dapat mencoba melakukan penelitian dengan jenis tanah yang sama dengan variasi presentase yang sama namun dengan bahan stabilisasi tanah yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfi, Muhammad. 2021. Pengaruh Penambahan Limbah *Gypsum* Dan Abu Ampas Tebu Terhadap Nilai CBR Dan Nilai Parameter Kuat Geser Pada Tanah Lempung. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Bowles, J.E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)* . PT.Erlangga. Jakarta.
- Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Terjemahan oleh Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. 1988. Erlangga. Jakarta.
- Dewi, R. Sutejo, Y. Rahmadini, R. Arfan, M. Dan Rustam, R. 2019. Pengaruh Limbah Plafon Gypsum Terhadap Penurunan Konsolidasi Pada Tanah Lempung Ekspansif. *Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil* Vol.8 No.1 April 2019 ISSN : 2477-4863. Sumatera Selatan.
- Direktorat Jendaral Binamarga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Penerbit Bina Marga. Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2010. *Mekanika Tanah 1*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- <https://docplayer.info/176512988-Pemanfaatan-limbah-gypsum-board-sebagai-pengganti-sebagian-semen-terhadap-kuat-tekan-batako.html> . Diakses 18 Februari 2021.
- Ingles, O.G. dan J.B. Metcalf. 1992. *Soil Stabilization Principles and Practice*. Butterworths Pty. Limited. Melbourne.
- Kusuma, R.I. Mina, E. dan Fakhri, N. 2018. Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Memanfaatkan Limbah *Gypsum* Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR). *Jurnal Fondasi* Vol.7 No.1 2018. Univeristas Sultan Ageng Tirtayasa. Banten.



- Ladangkasiang, F.N. Sompie, O.B.A. dan Sumampouw, J.E.R. 2020. Analisis Geoteknik Tanah Lempung Terhadap Penambahan Limbah *Gypsum*. *Jurnal Sipil Statik* Vol.8 No.2 Februari 2020 (197-204) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Muslimin, H.M. 2018. Pengaruh Penambahan *Gypsum* Dan Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Nilai *CBR* (*California Bearing Ratio*) Dan *Swelling Factor* Pada Tanah Lempung. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Nasution, B.A. 2019. Analisis Pengaruh Penambahan *Gypsum* Dan Semen Untuk Stabilisasi Tanah Lempung Terhadap Nilai *CBR*. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Medan Area. Medan.
- Permana, I.B. 2017. Pemanfaatan Limbah *Gypsum Board* Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Batako. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- Putri, A. Y. 2018. Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Pasir Vulkanik Merapi Untuk *Subgrade* Pengerasan Lentur Jalan. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Renaningsih dan Agung, T. 2012. Pengaruh Tanah Gadong Terhadap Nilai Konsolidasi dan Kuat Dukung Tanah Lempung Tanon yang Distabilisasi dengan Semen. *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS* ISSN: 1412-9612. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Riwayati, S.RR. dan Yuniar, R. 2018. Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Kapur Untuk Lapisan Tanah Dasar Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*. Vol.8 No.2 November 2018 ISSN: 2089-2950. Universitas Palembang. Palembang.
- Sinaga, S. 2009. Pembuatan Papan *Gypsum Plafon* dengan Bahan Pengisi Limbah Padat Pabrik Kertas Rokok dan Perekat Polvinil Alkohol. *Tesis*. (Tidak diterbitkan). Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Siregar, D.A. 2010. Pemanfaatan Gypsum Karangnunggal, Kabupaten Tasikmalaya Untuk Pembuatan Papan Gypsum. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* Vol.6 No.2 April 2010 : 92-99. Badan Geologi. Bandung.
- Soedarmo dan Purnomo. 1997. *Mekanika Tanah I*. Kanisius. Yogyakarta.

- Soehardi, F. dan Putri, L.D. 2017. Pengaruh Waktu Pemeraman Stabilitas Tanah Menggunakan Kapur Terhadap Nilai CBR. *Jurnal Teknik Sipil Siklus* Vol.3 No.1 April 2017. Universitas Lancang Kuning. Pekanbaru.
- Soehardi, F. Lubis, F. dan Putri, L.D. 2017. Stabilisasi Tanah Dengan Variasi Penambahan Kapur dan Waktu Pemeraman. *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan (Kn-TSP) 2017* ISBN 978-602-61059-0-5. Universitas Lancang Kuning. Pekanbaru.
- Sutejo, Y. Dewi, R. dan Yudistira, H. 2015. Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Sawit dan *Gypsum* Terhadap Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Pengujian CBR. *The 18<sup>th</sup> FSTPT International Symposium, Unila*. Bandar Lampung.
- Wibawa, Arief. 2015. Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung. *Jurnal Fropil* Vol.3 No.2 Juli-Desember 2015. Universitas Bangka Belitung. Bangka Belitung.
- Yoanita, G. Mappiratu. Prismawiryanti. 2016. Kajian Sintetis Gypsum Dari Batu Gamping Asal Sulawesi Tengah. *KOVLEN*, 2(1):39-47, April 2016 ISSN:2477-5398. Universitas Tadulako. Palu.



# LAMPIRAN



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 8 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli

No	Uraian	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat container ( $W_1$ )	gram	8,85	8,84
2	Berat container + tanah basah ( $W_2$ )	gram	22	17,41
3	Berat container + tanah kering ( $W_3$ )	gram	17,94	14,74
4	Berat air ( $W_w = W_2 - W_1$ )	gram	4,06	2,67
5	Berat tanah kering ( $W_s = W_3 - W_1$ )	gram	9,09	5,9
6	Kadar air ( $W_w : W_s \times 100\%$ )	%	44,66	45,25
7	Kadar air rata-rata ( $w$ )	%	44,96	

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)

## Perhitungan Pengujian Kadar Air

### 1. Perhitungan Kadar Air Sampel 1

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

$$w_1 = \frac{22 - 17,94}{17,94 - 8,85} \times 100\% = 44,66\%$$

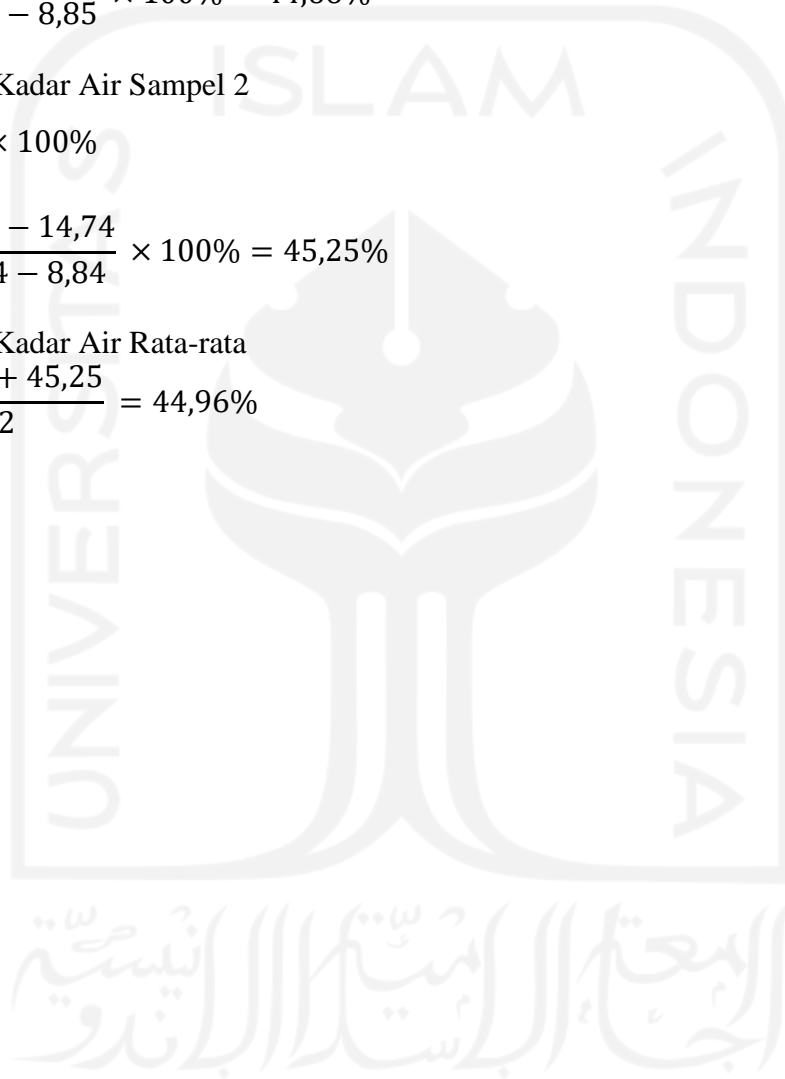
### 2. Perhitungan Kadar Air Sampel 2

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

$$w_2 = \frac{17,41 - 14,74}{14,74 - 8,84} \times 100\% = 45,25\%$$

### 3. Perhitungan Kadar Air Rata-rata

$$w = \frac{44,66 + 45,25}{2} = 44,96\%$$





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN BERAT VOLUME**  
**ASTM D 2216**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 8 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Diameter ring	d	cm	5,075	5,075
2	Tinggi ring	t	cm	2,04	2,06
3	Volume ring	V	cm <sup>3</sup>	41,27	41,67
4	Berat ring	W <sub>1</sub>	gram	42,95	42,47
5	Berat ring + tanah basah	W <sub>2</sub>	gram	114,48	113,61
6	Berat tanah basah	W <sub>3</sub> =W <sub>2</sub> -W <sub>1</sub>	gram	71,53	71,14
7	Berat volume tanah	γ	gram/cm <sup>3</sup>	1,733	1,707
8	Berat volume tanah rata-rata	γ rata-rata	gram/cm <sup>3</sup>	1,720	

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawat)

## Pengujian Berat Volume

### 1. Perhitungan Berat Volume Sampel 1

$$\gamma_d = \frac{W}{V}$$

$$W = 114,48 - 42,95 = 71,53 \text{ gr}$$

$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times 5,075^2 \times 2,04 = 41,27 \text{ cm}^3$$

$$\gamma_d = \frac{71,53}{41,27} = 1,733 \text{ gr/cm}^3$$

### 2. Perhitungan Berat Volume Sampel 2

$$\gamma_d = \frac{W}{V}$$

$$W = 113,61 - 42,47 = 71,14 \text{ gr}$$

$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times 5,075^2 \times 2,06 = 41,67 \text{ cm}^3$$

$$\gamma_d = \frac{71,14}{41,67} = 1,707 \text{ gr/cm}^3$$

### 3. Perhitungan Berat Volume Rata-rata

$$\gamma_d = \frac{1,733 + 1,707}{2} = 1,720 \text{ gr/cm}^3$$



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN BERAT JENIS**  
**ASTM D 854-02**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 16 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli

No	Uraian	Simbol	Satuan	Sampel	
				1	2
1	Berat piknometer	$W_1$	gram	28,72	28,13
2	Berat piknometer + tanah kering	$W_2$	gram	38,54	40,75
3	Berat Piknometer + tanah kering + air penuh	$W_3$	gram	81,51	86,09
4	Berat piknometer + air penuh	$W_4$	gram	75,8	78,85
5	Suhu air (t°C)		°C	26	26
6	$\gamma_w$ (t°C)		gram/cm <sup>3</sup>	0,9968	0,9968
7	$\gamma_w$ (27,5°C)		gram/cm <sup>3</sup>	0,9964	0,9964
8	Berat tanah kering	$W_s = W_2 - W_1$	gram	9,82	12,62
9	A	$W_s + W_4$	gram	85,62	91,47
10	I	$A - W_3$	gram	4,11	5,38
11	Berat jenis tanah (t°C)	$G_s = W_s / I$	gram/cm <sup>3</sup>	2,389294	2,345725
12	Berat jenis tanah (27,5°C)	$G_s$	gram/cm <sup>3</sup>	2,390254	2,346667
13	Berat jenis tanah rata-rata (27,5°C)	$G_s$ rata-rata	gram/cm <sup>3</sup>	2,37	

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



## Perhitungan Pengujian Berat Jenis

### 1. Perhitungan Berat Jenis Sampel 1

$$\begin{aligned} W_s &= W_2 - W_1 \\ &= 38,54 - 28,72 = 9,82 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= W_s + W_4 \\ &= 9,82 + 74,8 = 85,62 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= A - W_3 \\ &= 85,62 - 81,51 = 4,11 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_s (27,5^\circ\text{C}) &= G_s(t^\circ\text{C}) \times \frac{\gamma_w(t^\circ\text{C})}{\gamma_w(27,5^\circ\text{C})} \\ &= 2,3893 \times \frac{0,9968}{0,9964} = 2,3903 \text{ vgr/cm}^3 \end{aligned}$$

### 2. Perhitungan Berat Jenis Sampel 2

$$\begin{aligned} W_s &= W_2 - W_1 \\ &= 40,75 - 28,13 = 12,62 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= W_s + W_4 \\ &= 12,62 + 78,85 = 91,47 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= A - W_3 \\ &= 91,47 - 86,09 = 5,38 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_s (27,5^\circ\text{C}) &= G_s(t^\circ\text{C}) \times \frac{\gamma_w(t^\circ\text{C})}{\gamma_w(27,5^\circ\text{C})} \\ &= 2,3457 \times \frac{0,9968}{0,9964} = 2,3467 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

### 3. Perhitungan Berat Jenis Rata-rata

$$G_s \text{ rata - rata} = \frac{2,3903 + 2,3467}{2} = 2,37 \text{ gr/cm}^3$$



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 8 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Sampel 1

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Persentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	mm	gram	gram	%	%
1	25,4	0	1000	0	100
1/2	13,2	0	1000	0	100
3/8	9,5	0	1000	0	100
1/4	6,7	0	1000	0	100
4	4,75	0	300	0	100
10	2	3,91	300	0	100
20	0,85	2,47	296.09	1.30333333	98.69667
40	0,425	2,28	293.62	0.82333333	97.87333
60	0,25	1,7	291.34	0.76	97.11333
140	0,106	4,7	289.64	0.56666667	96.54667
200	0,075	0,68	284.94	1.56666667	94.98
pan	-	284,26	0		0

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 24 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Sampel 2

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Persentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	mm	gram	gram	%	%
1	25,4	0	1000	0	100
1/2	13,2	0	1000	0	100
3/8	9,5	0	1000	0	100
1/4	6,7	0	1000	0	100
4	4,75	0	300	0	100
10	2	3,67	300	0	100
20	0,85	3,64	296,36	1,21333333	98,78667
40	0,425	2,97	293,39	0,99	97,79667
60	0,25	2,18	291,21	0,72666667	97,07
140	0,106	7,08	284,13	2,36	94,71
200	0,075	0,93	283,2	0,31	94,4
pan	-	279,53	0		0

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta  
 Dikerjakan : Tri Yani Rinawati  
 Tanggal : 24 Maret 2021  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Dispersion Agent = Faktor Koreksi, a = 1,05  
 Berat Jenis Tanah, Gs = 2,37 Zero Corection = -2  
 Berat Tanah Kering, Ws = 60 gr Meniscus Corection, m = 1

Jam	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	68,489	41	9,7	0	0,01357	0
2	27	33	35	57,071	34	10,9	5,45	0,01357	0,031679
5	27	30	32	52,179	31	11,4	2,28	0,01357	0,02049
30	27	25	27	44,026	26	12,2	0,407	0,01357	0,008654
60	27	23	25	40,765	24	12,5	0,208	0,01357	0,006194
250	27	18	20	32,612	19	13,3	0,0532	0,01342	0,003095
1440	27	12	14	22,828	13	14,3	0,0099	0,01357	0,001352

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
 Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN *GRAIN SIZE ANALYSIS***

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 24 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Rata-rata

Diameter Saringan	Persen Lolos Analisis Granuler		
	Sampel 1	Sampel 1	Gabungan
mm	%	%	%
4.475	100	100	100
2	98.69667	98.77667	98.73667
0.85	97.87333	97.56333	97.71833
0.425	97.11333	96.57333	96.84333
0.25	96.54667	95.84667	96.19667
0.106	94.98	93.48667	94.23333
0.075	94.75333	93.17667	93.965
0.029744	72.96007	57.07071	65.01539
0.019977	61.35278	52.17893	56.76586
0.008856	41.45458	44.02598	42.74028
0.00646	33.16367	40.76479	36.96423
0.003304	21.55638	32.61183	27.08411
0.00141	14.92365	22.82828	18.87597

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)

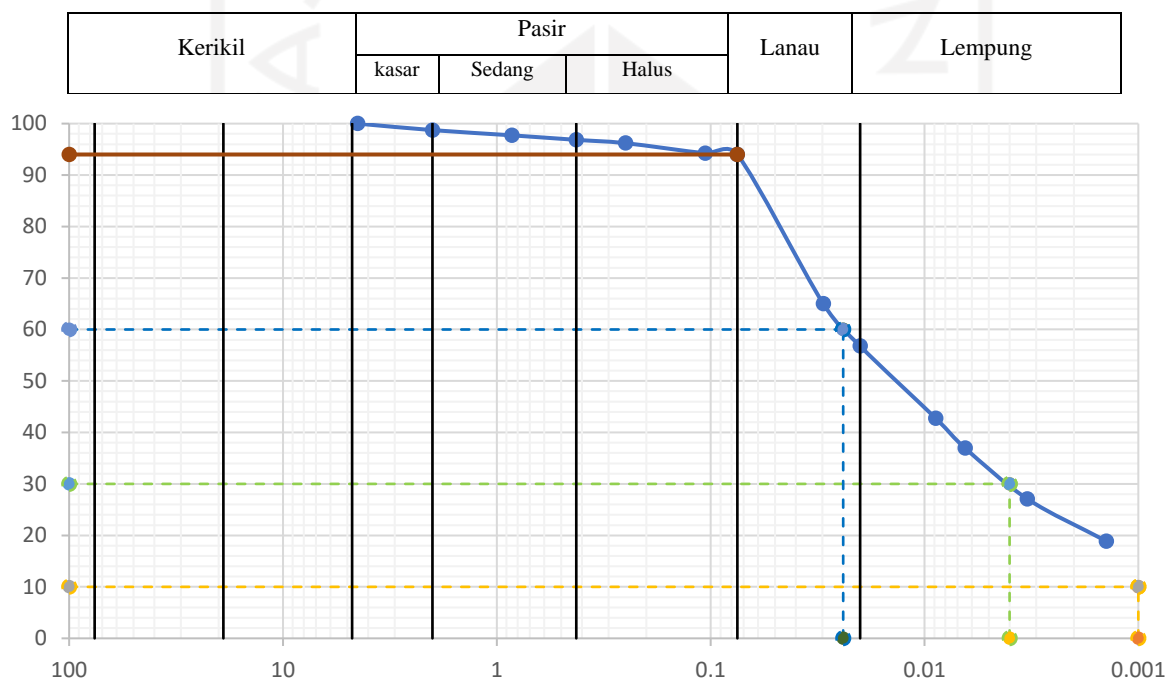


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 24 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Rata-Rata



Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 24 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Rata-rata

Keterangan	Hasil	Satuan
Tanah lolos ayakan No.200	95,228	%
Pasir Kasar	1,5	%
Pasir Sedang	1,5	%
Pasir Halus	3	%
Lanau	37	%
Lempung	57	%
D10	0	mm
D30	0,004	mm
D60	0,024	mm
$Cu = D60/D10$	0	
$Cc = D30^2/(D10 \times D60)$	0	

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



## Perhitungan Pengujian Analisis Saringan

### 1. Perhitungan Analisis Saringan Sampel 1

#### a. Berat Tanah Lolos

$$\text{Berat Tanah Lolos} = \text{berat tanah total} - \text{berat tanah tertahan}$$

- 1) Saringan No.10 =  $300 - 3,91 = 296,09$  gr
- 2) Saringan No.20 =  $296,09 - 2,47 = 293,62$  gr
- 3) Saringan No.40 =  $293,62 - 2,28 = 291,34$  gr
- 4) Saringan No.60 =  $291,34 - 1,7 = 289,64$  gr
- 5) Saringan No.140 =  $289,64 - 4,7 = 284,94$  gr
- 6) Saringan No.200 =  $284,94 - 0,68 = 284,26$  gr
- 7) Pan =  $284,26 - 284,26 = 0$  gr

#### b. Persen Tanah Tertahan

$$\text{Persen Tanah tertahan} = \frac{\text{Berat Tanah Tertahan}}{\text{Berat Tanah Total}} \times 100\%$$

- 1) Saringan No.10 =  $\frac{3,91}{300} \times 100\% = 1,303\%$
- 2) Saringan No.20 =  $\frac{2,47}{300} \times 100\% = 0,823\%$
- 3) Saringan No.40 =  $\frac{2,28}{300} \times 100\% = 0,76\%$
- 4) Saringan No.60 =  $\frac{1,7}{300} \times 100\% = 0,567\%$
- 5) Saringan No.140 =  $\frac{4,7}{300} \times 100\% = 1,567\%$
- 6) Saringan No.200 =  $\frac{0,68}{300} \times 100\% = 0,227\%$
- 7) Pan =  $\frac{284,26}{300} \times 100\% = 94,753\%$

#### c. Persen Tanah Lolos

$$\text{Persen Tanah Lolos} = \frac{\text{Berat Tanah Lolos}}{\text{Berat Tanah Total}} \times 100\%$$

- 1) Saringan No.10 =  $\frac{296,09}{300} \times 100\% = 98,6967\%$
- 2) Saringan No.20 =  $\frac{293,62}{300} \times 100\% = 97,8733\%$
- 3) Saringan No.40 =  $\frac{291,34}{300} \times 100\% = 97,1133\%$
- 4) Saringan No.60 =  $\frac{289,64}{300} \times 100\% = 96,5467\%$
- 5) Saringan No.140 =  $\frac{284,94}{300} \times 100\% = 94,98\%$
- 6) Saringan No.200 =  $\frac{284,26}{300} \times 100\% = 94,7533\%$
- 7) Pan =  $\frac{0}{300} \times 100\% = 0\%$

### 2. Perhitungan Analisis Saringan Sampel 2

#### a. Berat Tanah Lolos

$$\text{Berat Tanah Lolos} = \text{berat tanah total} - \text{berat tanah tertahan}$$

- 1) Saringan No.10 =  $300 - 3,67 = 296,33$  gr

- 2) Saringan No.20 = 296,33 – 3,64 = 292,69 gr
- 3) Saringan No.40 = 292,69 – 2,97 = 289,72 gr
- 4) Saringan No.60 = 289,72 – 2,18 = 287,54 gr
- 5) Saringan No.140 = 287,54 – 7,08 = 280,46 gr
- 6) Saringan No.200 = 280,46 – 0,93 = 279,53 gr
- 7) Pan = 279,53 – 279,53 = 0 gr

b. Persen Tanah Tertahan

$$\text{Persen Tanah tertahan} = \frac{\text{Berat Tanah Tertahan}}{\text{Berat Tanah Total}} \times 100\%$$

- 1) Saringan No.10 =  $\frac{3,67}{300} \times 100\% = 1,223\%$
- 2) Saringan No.20 =  $\frac{3,64}{300} \times 100\% = 1,213\%$
- 3) Saringan No.40 =  $\frac{2,97}{300} \times 100\% = 0,99\%$
- 4) Saringan No.60 =  $\frac{2,18}{300} \times 100\% = 0,727\%$
- 5) Saringan No.140 =  $\frac{7,08}{300} \times 100\% = 2,36\%$
- 6) Saringan No.200 =  $\frac{0,93}{300} \times 100\% = 0,31\%$
- 7) Pan =  $\frac{279,53}{300} \times 100\% = 93,177\%$

c. Persen Tanah Lolos

$$\text{Persen Tanah Lolos} = \frac{\text{Berat Tanah Lolos}}{\text{Berat Tanah Total}} \times 100\%$$

- 1) Saringan No.10 =  $\frac{296,33}{300} \times 100\% = 98,7767\%$
- 2) Saringan No.20 =  $\frac{292,69}{300} \times 100\% = 97,5633\%$
- 3) Saringan No.40 =  $\frac{289,72}{300} \times 100\% = 96,5733\%$
- 4) Saringan No.60 =  $\frac{287,54}{300} \times 100\% = 95,8467\%$
- 5) Saringan No.140 =  $\frac{280,46}{300} \times 100\% = 93,4867\%$
- 6) Saringan No.200 =  $\frac{279,53}{300} \times 100\% = 93,1767\%$
- 7) Pan =  $\frac{0}{300} \times 100\% = 0\%$

## Perhitungan Pengujian Analisis Hidrometer

### 1. Perhitungan Analisis Hidrometer Sampel 1

#### a. Pembacaan Hidrometer Terkoreksi ( $R_c$ )

$$R_c = R_a - \text{zero corection}$$

- 1)  $R_{c1} = 52 - (-2) = 54$
- 2)  $R_{c2} = 42 - (-2) = 44$
- 3)  $R_{c3} = 35 - (-2) = 37$
- 4)  $R_{c4} = 23 - (-2) = 25$
- 5)  $R_{c5} = 18 - (-2) = 20$
- 6)  $R_{c6} = 11 - (-2) = 13$
- 7)  $R_{c7} = 7 - (-2) = 9$

#### b. Persen Lolos

$$\% \text{ Lolos} = \frac{R_c \times a}{W} \times \% \text{lolos} \neq 200$$

- 1)  $\% \text{ Lolos } 1 = \frac{54 \times 1,05}{60} \times = 89,5419\%$
- 2)  $\% \text{ Lolos } 2 = \frac{44 \times 1,05}{60} \times = 72,9601\%$
- 3)  $\% \text{ Lolos } 3 = \frac{37 \times 1,05}{60} \times = 61,3528\%$
- 4)  $\% \text{ Lolos } 4 = \frac{25 \times 1,05}{60} \times = 41,4546\%$
- 5)  $\% \text{ Lolos } 5 = \frac{20 \times 1,05}{60} \times = 33,1637\%$
- 6)  $\% \text{ Lolos } 6 = \frac{13 \times 1,05}{60} \times = 21,5564\%$
- 7)  $\% \text{ Lolos } 7 = \frac{9 \times 1,05}{60} \times = 14,9237\%$

#### c. Hidrometer Miniscus ( $R$ )

$$R = R_c - m$$

- 1)  $R_1 = 54 - 1 = 53$
- 2)  $R_2 = 44 - 1 = 43$
- 3)  $R_3 = 37 - 1 = 36$
- 4)  $R_4 = 25 - 1 = 24$
- 5)  $R_5 = 20 - 1 = 19$
- 6)  $R_6 = 13 - 1 = 12$
- 7)  $R_7 = 9 - 1 = 8$

#### d. Ukuran Butir-butir ( $D$ )

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}}$$

- 1)  $D_1 = 0,01372 \sqrt{\frac{7,8}{0}} = 0$

- 2)  $D1=0,01372\sqrt{\frac{9,4}{2}} = 0,02974$
- 3)  $D1=0,01372\sqrt{\frac{10,6}{5}} = 0,01998$
- 4)  $D1=0,01372\sqrt{\frac{12,5}{30}} = 0,00886$
- 5)  $D1=0,01372\sqrt{\frac{13,3}{60}} = 0,00646$
- 6)  $D1=0,01372\sqrt{\frac{14,5}{250}} = 0,0033$
- 7)  $D1=0,01372\sqrt{\frac{15,2}{1440}} = 0,00141$

## 2. Perhitungan Analisis Hidrometer Sampel 2

### a. Pembacaan Hidrometer Terkoreksi ( $R_c$ )

$$R_c = R_a - \text{zero corection}$$

- 1)  $R_{c1} = 40 - (-2) = 42$
- 2)  $R_{c2} = 33 - (-2) = 35$
- 3)  $R_{c3} = 30 - (-2) = 32$
- 4)  $R_{c4} = 25 - (-2) = 27$
- 5)  $R_{c5} = 23 - (-2) = 25$
- 6)  $R_{c6} = 18 - (-2) = 20$
- 7)  $R_{c7} = 12 - (-2) = 14$

### b. Persen Lolos

$$\% \text{ Lolos} = \frac{R_c \times a}{W} \times \% \text{lolos} \neq 200$$

- 1)  $\% \text{ Lolos } 1 = \frac{42 \times 1,05}{60} \times = 68,4849\%$
- 2)  $\% \text{ Lolos } 2 = \frac{35 \times 1,05}{60} \times = 57,0708\%$
- 3)  $\% \text{ Lolos } 3 = \frac{32 \times 1,05}{60} \times = 52,1789\%$
- 4)  $\% \text{ Lolos } 4 = \frac{27 \times 1,05}{60} \times = 44,0259\%$
- 5)  $\% \text{ Lolos } 5 = \frac{25 \times 1,05}{60} \times = 40,7648\%$
- 6)  $\% \text{ Lolos } 6 = \frac{20 \times 1,05}{60} \times = 32,6118\%$
- 7)  $\% \text{ Lolos } 7 = \frac{14 \times 1,05}{60} \times = 22,8283\%$

### c. Hidrometer Miniscus ( $R$ )

$$R = R_c - m$$

- 1)  $R1 = 42 - 1 = 41$
- 2)  $R2 = 35 - 1 = 44$
- 3)  $R3 = 32 - 1 = 41$
- 4)  $R4 = 27 - 1 = 26$
- 5)  $R5 = 25 - 1 = 24$
- 6)  $R6 = 20 - 1 = 19$

$$7) R7 = 14 - 1 = 13$$

d. Ukuran Butir-butir (D)

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}}$$

$$1) D1 = 0,01357 \sqrt{\frac{9,7}{0}} = 0$$

$$2) D1 = 0,01357 \sqrt{\frac{10,9}{2}} = 0,03168$$

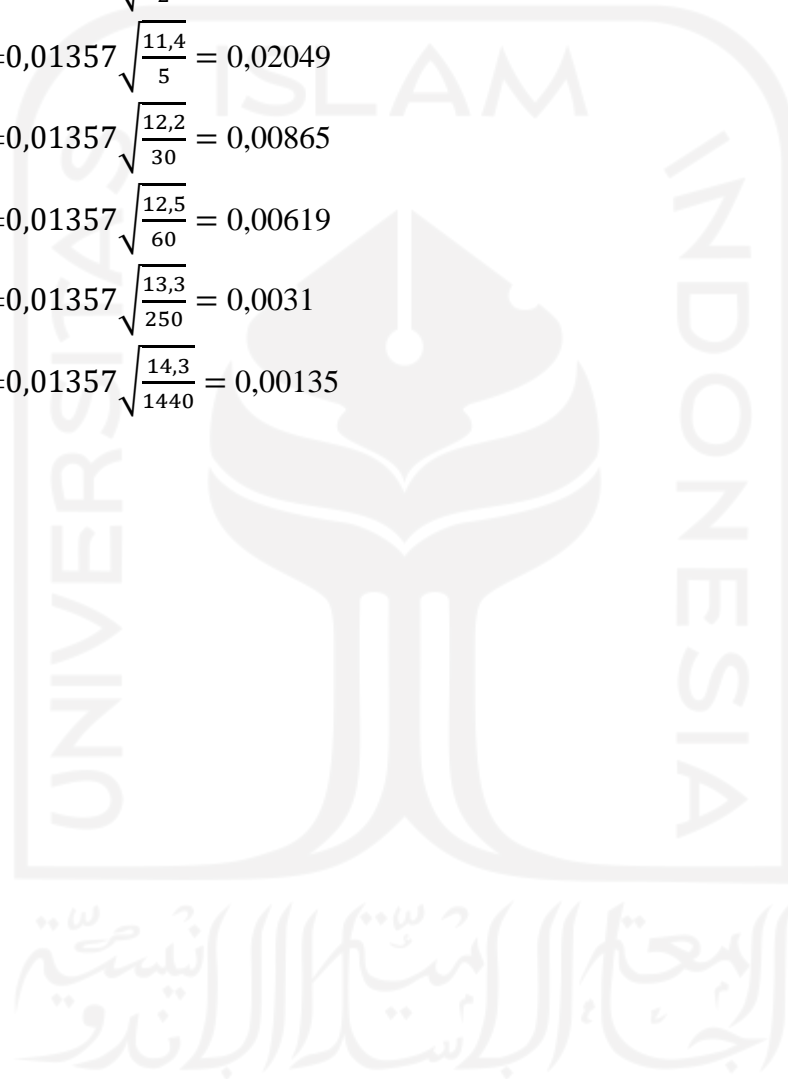
$$3) D1 = 0,01357 \sqrt{\frac{11,4}{5}} = 0,02049$$

$$4) D1 = 0,01357 \sqrt{\frac{12,2}{30}} = 0,00865$$

$$5) D1 = 0,01357 \sqrt{\frac{12,5}{60}} = 0,00619$$

$$6) D1 = 0,01357 \sqrt{\frac{13,3}{250}} = 0,0031$$

$$7) D1 = 0,01357 \sqrt{\frac{14,3}{1440}} = 0,00135$$





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS**  
**ASTM D 4318-00**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta  
 Dikerjakan : Tri Yani Rinawati  
 Tanggal : 22 Maret 2021  
 Sampel : Tanah Asli 1

No	No Pengujian	Sat	I		II		III		IV		Batas Plastis	
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
1	No. Cawan											
2	Berat cawan	gr	13.08	12.98	13.13	12.69	12.84	12.64	12.73	12.98	9.37	12.88
3	Berat cawan + tanah basah	gr	24.2	21.38	24.55	21.71	22.75	19.43	24.79	21,68	10.2	13.7
4	Berat cawan + tanah kering	gr	19.74	18.03	20.07	18.18	18.89	16.81	20.22	18.38	9.99	13.48
5	Berat air (3) – (4)	gr	4.46	3.35	4.48	3.53	3.86	2.62	4.57	3.3	0.23	0.22
6	Berat tanah kering (4) – (2)	gr	6.66	5.05	6.94	5.49	6.05	4.17	7.49	5.4	0.62	0.6
7	Kadar air = (5)/(6) x 100%	%	66.97	66.34	64.55	64.30	63.80	62.83	61.01	61.11	37.1	36.67
8	Kadar air rata-rata	%	66.652		64.426		63.316		61.063		36,882	
9	Jumlah pukulan, N		17		21		29		40			

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
 Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS**  
**ASTM D 4318-00**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta  
 Dikerjakan : Tri Yani Rinawati  
 Tanggal : 22 Maret 2021  
 Sampel : Tanah Asli 1

No	No Pengujian	Sat	I		II		III		IV		Batas Plastis	
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
1	No. Cawan											
2	Berat cawan	gr	13.12	12.69	12.83	12.65	13.09	13.01	12.74	12.98	9.36	12.88
3	Berat cawan + tanah basah	gr	18.02	19	18.36	16.34	19.16	22.06	17.59	17,26	10.18	13.5
4	Berat cawan + tanah kering	gr	16.04	16.45	16.27	14.91	16.9	18.73	15.89	15.77	9.95	13.33
5	Berat air (3) – (4)	gr	1.98	2.55	2.09	1.43	2.26	3.33	1.7	1.49	0.23	0.17
6	Berat tanah kering (4) – (2)	gr	2.92	3.76	3.44	2.26	3.81	5.72	3.15	2.79	0.59	0.45
7	Kadar air = (5)/(6) x 100%	%	67.81	67.82	60.76	63.27	59.32	58.22	53.97	53.41	38.98	37.78
8	Kadar air rata-rata	%	67,8137		62,0151		58,7672		53,6866		38,3804	
9	Jumlah pukulan, N		16		25		28		40			

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)

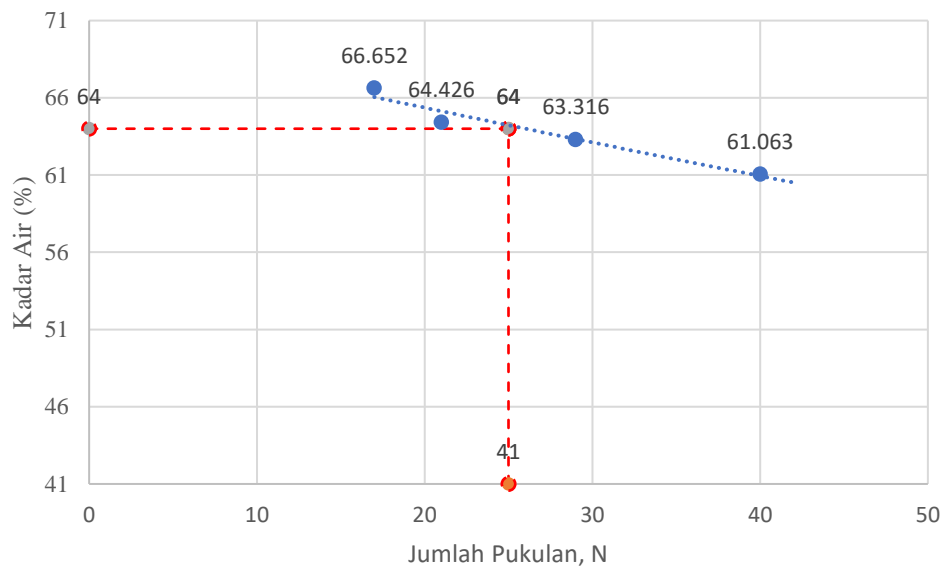


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN BATAS CAIR**  
**ASTM D 4318-00**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 22 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Sampel 1



Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



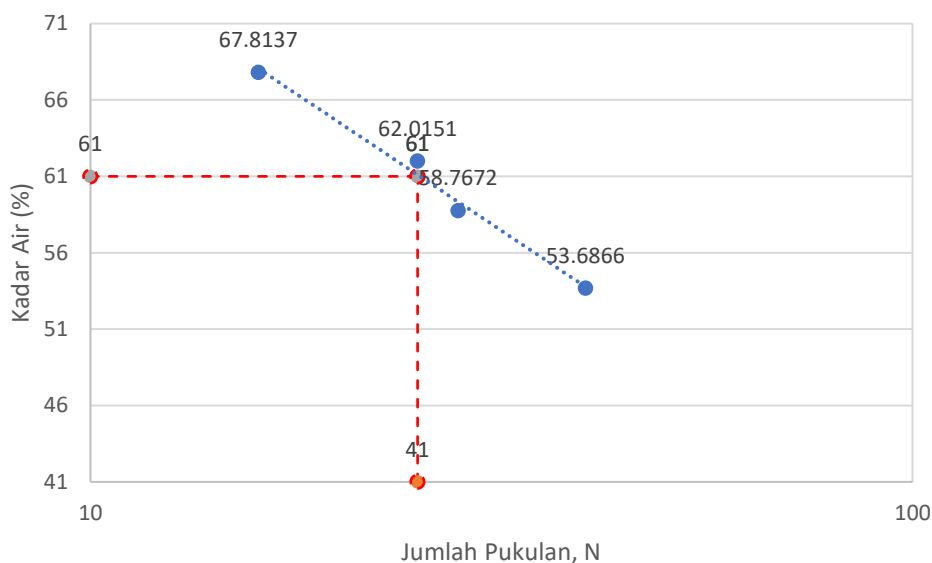


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN BATAS CAIR**  
**ASTM D 4318-00**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 22 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Sampel 2



Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)

## Perhitungan Pengujian Batas Cair

### 1. Perhitungan Batas Cair Sampel 1

#### a. Berat Air

Berat Air = berat cawan tanah basah – berat cawan tanah kering

$$\text{Berat air (1)} = 24,2 - 19,74 = 4,46 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (2)} = 21,38 - 18,03 = 3,35 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (3)} = 24,55 - 20,07 = 4,48 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (4)} = 21,71 - 18,81 = 3,53 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (5)} = 22,75 - 18,89 = 3,86 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (6)} = 19,43 - 16,81 = 2,62 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (7)} = 24,79 - 20,22 = 4,57 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (8)} = 21,68 - 18,38 = 3,3 \text{ gr}$$

#### b. Berat Tanah Kering

Berat Tanah Kering = berat cawan tanah kering – berat cawan

$$\text{Berat tanah kering (1)} = 19,74 - 13,08 = 6,66 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (2)} = 18,03 - 12,98 = 3,35 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (3)} = 20,07 - 13,13 = 6,94 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (4)} = 18,18 - 12,69 = 5,49 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (5)} = 18,89 - 12,84 = 6,05 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (6)} = 16,81 - 12,64 = 4,17 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (7)} = 20,22 - 12,73 = 7,49 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (8)} = 18,83 - 12,98 = 5,4 \text{ gr}$$

#### c. Kadar Air

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Tanah Kering}} \times 100$$

$$\text{Kadar air (1)} = \frac{4,46}{6,66} \times 100 = 66,97 \%$$

$$\text{Kadar air (2)} = \frac{3,35}{5,05} \times 100 = 66,34 \%$$

$$\text{Kadar air (3)} = \frac{4,48}{6,94} \times 100 = 64,55\%$$

$$\text{Kadar air (4)} = \frac{3,53}{5,49} \times 100 = 64,30\%$$

$$\text{Kadar air (5)} = \frac{3,85}{6,05} \times 100 = 63,80\%$$

$$\text{Kadar air (6)} = \frac{2,62}{4,17} \times 100 = 62,83\%$$

$$\text{Kadar air (7)} = \frac{4,57}{7,49} \times 100 = 61,01\%$$

$$\text{Kadar air (8)} = \frac{3,3}{5,4} \times 100 = 61,11\%$$

## d. Kadar Air Rata Rata

$$\text{Kadar Air Rata - rata} = \frac{\text{Kadar air 1} + \text{kadar air 2}}{2}$$

$$\text{Kadar Air Rata - rata (1)} = \frac{66,97 + 66,34}{2} = 66,652\%$$

$$\text{Kadar Air Rata - rata (2)} = \frac{64,55 + 64,30}{2} = 64,426\%$$

$$\text{Kadar Air Rata - rata (3)} = \frac{63,80 + 62,83}{2} = 63,316\%$$

$$\text{Kadar Air Rata - rata (4)} = \frac{61,01 + 61,11}{2} = 61,063\%$$

## 2. Perhitungan Batas Cair Sampel 2

## a. Berat Air

Berat Air = berat cawan tanah basah – berat cawan tanah kering

$$\text{Berat air (1)} = 18,02 - 16,04 = 1,98 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (2)} = 19 - 16,45 = 2,55 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (3)} = 18,36 - 16,27 = 2,09 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (4)} = 16,34 - 14,91 = 1,43 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (5)} = 19,16 - 16,9 = 2,26 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (6)} = 22,06 - 18,73 = 3,33 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (7)} = 17,59 - 15,89 = 1,7 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (8)} = 17,26 - 15,77 = 1,49 \text{ gr}$$

## b. Berat Tanah Kering

Berat Tanah Kering = berat cawan tanah kering – berat cawan

$$\text{Berat tanah kering (1)} = 16,04 - 13,12 = 2,92 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (2)} = 16,45 - 12,69 = 3,76 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (3)} = 16,27 - 12,83 = 3,44 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (4)} = 14,91 - 12,65 = 2,26 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (5)} = 16,9 - 13,09 = 3,81 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (6)} = 18,73 - 13,01 = 5,72 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (7)} = 17,59 - 12,74 = 3,15 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (8)} = 15,77 - 12,98 = 2,79 \text{ gr}$$

## c. Kadar Air

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Tanah Kering}} \times 100$$

$$\text{Kadar air (1)} = \frac{1,98}{2,92} \times 100 = 67,81\%$$

$$\text{Kadar air (2)} = \frac{2,55}{3,76} \times 100 = 67,82\%$$

$$\text{Kadar air (3)} = \frac{2,09}{3,44} \times 100 = 62,02\%$$

$$\text{Kadar air (4)} = \frac{1,43}{2,26} \times 100 = 63,27\%$$

$$\text{Kadar air (5)} = \frac{2,26}{3,81} \times 100 = 59,32\%$$

$$\text{Kadar air (6)} = \frac{3,33}{5,72} \times 100 = 58,22\%$$

$$\text{Kadar air (7)} = \frac{1,7}{3,15} \times 100 = 53,97\%$$

$$\text{Kadar air (8)} = \frac{1,49}{2,79} \times 100 = 53,41\%$$

d. Kadar Air Rata rata

$$\text{Kadar Air Rata - rata} = \frac{\text{Kadar air 1} + \text{kadar air 2}}{2}$$

$$\text{Kadar Air Rata - rata (1)} = \frac{67,81 + 67,82}{2} = 67,814\%$$

$$\text{Kadar Air Rata - rata (2)} = \frac{60,76 + 63,27}{2} = 62,015\%$$

$$\text{Kadar Air Rata - rata (3)} = \frac{59,32 + 58,22}{2} = 58,767\%$$

$$\text{Kadar Air Rata - rata (4)} = \frac{53,97 + 53,41}{2} = 53,687\%$$

UNIVERSITAS  
INDONESIA  
الجامعة الإسلامية  
الاستد الاندو

## Perhitungan Pengujian Batas Plastis

### 1. Perhitungan Batas Plastis Sampel 1

#### a. Berat Air sampel 1

Berat Air = berat cawan tanah basah – berat cawan tanah kering

$$\text{Berat air (1)} = 10,2 - 9,99 = 0,23 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (2)} = 13,7 - 13,48 = 0,22 \text{ gr}$$

#### b. Berat Tanah Kering sampel 1

Berat Tanah Kering = berat cawan tanah kering – berat cawan

$$\text{Berat tanah kering (1)} = 9,99 - 9,37 = 0,67 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (2)} = 13,48 - 12,88 = 0,6 \text{ gr}$$

#### c. Kadar Air sampel 1

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Tanah Kering}} \times 100$$

$$\text{Kadar air (1)} = \frac{0,23}{0,67} \times 100 = 37,1\%$$

$$\text{Kadar air (2)} = \frac{0,22}{0,6} \times 100 = 36,67\%$$

#### d. Kadar Air Rata-rata sampel 1

$$\text{Kadar Air Rata - rata} = \frac{\text{Kadar air 1} + \text{kadar air 2}}{2}$$

$$\text{Kadar Air Rata - rata} = \frac{37,1 + 36,67}{2} = 36,882\%$$

### 2. Perhitungan Batas Plastis Sampel 2

#### a. Berat Air sampel 2

Berat Air = berat cawan tanah basah – berat cawan tanah kering

$$\text{Berat air (1)} = 10,18 - 9,95 = 0,23 \text{ gr}$$

$$\text{Berat air (2)} = 13,5 - 13,33 = 0,17 \text{ gr}$$

#### b. Berat Tanah Kering sampel 2

Berat Tanah Kering = berat cawan tanah kering – berat cawan

$$\text{Berat tanah kering (1)} = 9,95 - 9,36 = 0,59 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (2)} = 13,33 - 12,88 = 0,45 \text{ gr}$$

#### c. Kadar Air sampel 2

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Tanah Kering}} \times 100$$

$$\text{Kadar air (1)} = \frac{0,23}{0,59} \times 100 = 38,98\%$$

$$\text{Kadar air (2)} = \frac{0,17}{0,45} \times 100 = 37,78\%$$

d. Kadar Air Rata-rata sampel 2

$$\text{Kadar Air Rata - rata} = \frac{\text{Kadar air 1} + \text{kadar air 2}}{2}$$

$$\text{Kadar Air Rata - rata} = \frac{38,98 + 37,78}{2} = 38,380\%$$

3. Perhitungan Batas Plastis Rata-rata

$$\text{Batas Plastis Rata - rata} = \frac{\text{Batas Plastis sampel 1} + \text{Batas plastis sampel 2}}{2}$$

$$\text{Batas Plastis Rata - rata} = \frac{36,882 + 38,380}{2} = 37,631\%$$





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN BATAS SUSUT TANAH**  
**ASTM D 424-74**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 22 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Sampel 1

a. Kadar Air

No	Pengujian		I	II
1	Berat cawan susut	W1, gr	37,87	42,31
2	Berat cawan susut + tanah basah	W2, gr	61,2	64,74
3	Berat cawan susut + tanah kering	W3, gr	51,91	55,76
4	Berat tanah kering	gr	14,04	13,45
5	Kadar air, $w = (W2-W3)/(W3-W1) \times 100\%$	%	66,168	66,766

b. Volume Tanah Basah = Volume Cawan Susut

No	Pengujian		I	II
1	Diameter ring	d, cm	4,170	4,180
2	Tinggi ring	t, cm	1,090	1,12
3	Volume ring	V, cm <sup>3</sup>	14,879	15,362

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
 Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN BATAS SUSUT TANAH**  
**ASTM D 424-74**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 22 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Sampel 1

No	Pengujian		I	II
1	Berat air raksa yang terdesak tanah kering	W4, gr	166,19	172,36
2	Berat gelas ukur	W5, gr	60,52	60,52
3	Berat air raksa	W6, gr	105,67	111,84
4	Berat tanah kering	Wo, gr	14,04	13,45
5	Volume tanah kering	Vo, cm <sup>3</sup>	7,770	8,224
6	Batas susut tanah	%	15,534	13,694
7	Batas susut tanah rata-rata	%	14,498	

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN BATAS SUSUT TANAH**  
**ASTM D 424-74**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 22 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Sampel 2

a. Kadar Air

No	Pengujian		I	II
1	Berat cawan susut	W1, gr	37,88	42,32
2	Berat cawan susut + tanah basah	W2, gr	60,91	65,34
3	Berat cawan susut + tanah kering	W3, gr	51,74	56,13
4	Berat tanah kering	gr	13,86	13,81
5	Kadar air, $w = (W2-W3)/(W3-W1) \times 100\%$	%	66,162	66,691

b. Volume Tanah Basah = Volume Cawan Susut

No	Pengujian		I	II
1	Diameter ring	d, cm	4,170	4,180
2	Tinggi ring	t, cm	1,090	1,12
3	Volume ring	V, cm <sup>3</sup>	14,879	15,362

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN BATAS SUSUT TANAH**  
**ASTM D 424-74**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 22 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Sampel 2

No	Pengujian		I	II
1	Berat air raksa yang terdesak tanah kering	W4, gr	169,51	168,48
2	Berat gelas ukur	W5, gr	60,52	60,52
3	Berat air raksa	W6, gr	108,99	107,96
4	Berat tanah kering	Wo, gr	14,04	13,45
5	Volume tanah kering	Vo, cm <sup>3</sup>	8,014	7,938
6	Batas susut tanah	%	17,267	11,498
7	Batas susut tanah rata-rata	%	14,382	

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)

## Perhitungan Pengujian Batas Susut

### 1. Perhitungan Batas Susut Sampel 1

#### a. Berat Tanah Kering

Berat Tanah Kering = berat cawan tanah kering – berat cawan

$$\text{Berat Tanah Kering (1)} = 51,91 - 37,87 = 14,04 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tanah Kering (2)} = 55,76 - 42,31 = 13,45 \text{ gr}$$

#### b. Kadar Air (w)

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Tanah Kering}} \times 100$$

$$\text{Kadar air (1)} = \frac{61,2 - 51,91}{14,04} \times 100 = 66,168\%$$

$$\text{Kadar air (2)} = \frac{64,74 - 55,76}{13,45} \times 100 = 66,766\%$$

#### c. Volume Ring

$$\text{Volume ring} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$$

$$\text{Volume ring 1} = \frac{1}{4} \times \pi \times 4,170^2 \times 1,090 = 14,879 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume ring 2} = \frac{1}{4} \times \pi \times 4,180^2 \times 1,12 = 15,362 \text{ cm}^3$$

#### d. Volume Tanah Kering (Vo)

$$\text{Volume Tanah Kering, } V_o = \frac{\text{Berat Air Raksa}}{13,6}$$

$$\text{Volume Tanah Kering, } V_{o1} = \frac{105,67}{13,6} = 7,770 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume Tanah Kering, } V_{o2} = \frac{111,84}{13,6} = 8,224 \text{ cm}^3$$

#### e. Batas Susut Tanah (SL)

$$\text{Berat Susut Tanah, } SL = \text{kadar air} - \left( \frac{\text{Volume Ring} - \text{Volume Tanah Kering}}{\text{Berat Tanah kering}} \times 100 \right)$$

$$\text{Berat Susut Tanah, } SL_1 = 66,168 - \left( \frac{14,879 - 7,770}{14,04} \times 100 \right) = 15,534\%$$

$$\text{Berat Susut Tanah, } SL_2 = 66,766 - \left( \frac{15,362 - 8,224}{13,45} \times 100 \right) = 13,694\%$$

#### f. Berat Susut Tanah Rata-rata Sampel 1 (SLrata)

$$\text{SL rata - rata sampel 1} = \frac{SL_1 + SL_2}{2}$$

$$\text{SL rata - rata sampel 1} = \frac{15,534 + 13,694}{2} = 14,614\%$$

## 2. Perhitungan Batas Susut Sampel 2

## a. Berat Tanah Kering

Berat Tanah Kering = berat cawan tanah kering – berat cawan

$$\text{Berat Tanah Kering (1)} = 51,74 - 37,88 = 13,86 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tanah Kering (2)} = 56,13 - 42,32 = 13,81 \text{ gr}$$

## b. Kadar Air

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Tanah Kering}} \times 100$$

$$\text{Kadar air (1)} = \frac{60,91 - 51,74}{13,86} \times 100 = 66,162\%$$

$$\text{Kadar air (2)} = \frac{65,34 - 42,32}{13,81} \times 100 = 66,691\%$$

## c. Volume Ring (V)

$$\text{Volume ring} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$$

$$\text{Volume ring 1} = \frac{1}{4} \times \pi \times 4,170^2 \times 1,090 = 14,879 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume ring 2} = \frac{1}{4} \times \pi \times 4,180^2 \times 1,120 = 15,362 \text{ cm}^3$$

## d. Volume Tanah Kering (Vo)

$$\text{Volume Tanah Kering, } V_o = \frac{\text{Berat Air Raksa}}{13,6}$$

$$\text{Volume Tanah Kering, } V_{o1} = \frac{108,99}{13,6} = 8,014 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume Tanah Kering, } V_{o2} = \frac{107,96}{13,6} = 7,938 \text{ cm}^3$$

## e. Batas Susut Tanah (SL)

$$\text{Berat Susut Tanah, } SL = \text{kadar air} - \left( \frac{\text{Volume Ring} - \text{Volume Tanah Kering}}{\text{Berat Tanah kering}} \times 100 \right)$$

$$\text{Berat Susut Tanah, } SL_1 = 66,162 - \left( \frac{14,879 - 8,014}{13,86} \times 100 \right) = 17,267\%$$

$$\text{Berat Susut Tanah, } SL_2 = 66,691 - \left( \frac{15,362 - 7,938}{13,45} \times 100 \right) = 11,498\%$$

## f. Berat Susut Tanah Sampel 2 Rata-rata (SLrata)

$$\text{SL rata - rata sampel 1} = \frac{SL_1 + SL_2}{2}$$

$$\text{SL rata - rata sampel 1} = \frac{17,267 + 11,498}{2} = 14,398\%$$

## 3. Perhitungan Batas Susut Tanah Asli Rata-rata

$$\text{Berat Susut Tanah Rata - rata, } SL = \frac{\text{Berat susut 1} - \text{Berat susut 2}}{2}$$

$$\text{Berat Susut Tanah Rata - rata, } SL = \frac{14,614 - 14,382}{2} = 14,498\%$$





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH**  
**ASTM D 698-00**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 26 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Sampel 1

MOLD			HAMMER		
1	Diameter ( $\emptyset$ ) cm	10,2	1	Berat, gram	2520
2	Tinggi (H) cm	11,56	2	Lapis	3
3	Volume (V) cm <sup>2</sup>	944,6003	3	Jumlah pukulan (n)	15
4	Berat, gram	1756	4	Tinggi jatuh (cm)	30,48

**Penambahan air**

1	Berat sampel tanah, gr	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula, %	6,945	6,945	6,945	6,945	6,945
3	Penambahan air, %	5	10	15	20	25
4	Penambahan air, ml	100	200	300	400	500

**Berat volume tanah,  $\gamma$**

1	No. sampel	1	2	3	4	5
2	Berat cetakan + tanah basah	3037	3091	3052	3463	3162
3	Berat tanah basah	1281	1335	1296	1707	1406
4	Berat volume tanah basah, $\gamma$	1.356	1.413	1.372	1.807	1.488

**Kadar air tanah**

1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
		a	b	a	b	a	B	a	b	a	b
3	Berat cawan	6.78	6.92	6.86	6.66	6.8	6.86	6.64	6.26	12.98	12.78
4	Berat cawan + tanah basah	17.96	18.5	19.2	15.56	17.91	17	34.66	28.27	41.83	35.32
5	Berat cawan + tanah kering	17.02	17.51	17.73	14.52	16.14	15.47	29.19	23.7	35.13	29.52
6	Berat air	0.94	0.99	1.47	1.04	1.77	1.53	5.47	4.57	6.7	5.8
7	Berat tanah kering	10.24	10.59	10.87	7.86	9.34	8.61	22.55	17.44	22.15	16.74
8	Kadar air	9.18	9.35	13.52	13.23	18.95	17.77	24.26	26.20	30.25	34.65

9	Kadar air rata-rata	9.264	13.378	18.360	25.231	32.448
10	Berat volume tanah kering, $\gamma_d$	1.241	1.247	1.159	1.443	1.124



Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH**  
**ASTM D 698-00**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 29 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Sampel 2

MOLD			HAMMER		
1	Diameter ( $\emptyset$ ) cm	10,23	1	Berat, gram	2520
2	Tinggi (H) cm	11,55	2	Lapis	3
3	Volume (V) cm <sup>2</sup>	949,343	3	Jumlah pukulan (n)	25
4	Berat, gram	1711	4	Tinggi jatuh (cm)	30,48

Penambahan air						
1	Berat sampel tanah, gr	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula, %	7,427	7,427	7,427	7,427	7,427
3	Penambahan air, %	5	10	15	20	25
4	Penambahan air, ml	100	200	300	400	500
Berat volume tanah, $\gamma$						
1	No. sampel	1	2	3	4	5
2	Berat cetakan + tanah basah	2990	3035	3038	3603	3202
3	Berat tanah basah	1279	1324	1327	1892	1491
4	Berat volume tanah basah, $\gamma$	1.347	1.395	1.398	1.993	1.57

Kadar air tanah											
1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	6.78	6.64	6.97	6.26	6.81	6.66	6.64	6.86	8.76	8.86
4	Berat cawan + tanah basah	23.39	22.72	14.73	17.14	16.23	22	28.65	31.4	28.04	36.96
5	Berat cawan + tanah kering	21.76	21.16	13.76	15.77	14.67	19.33	24.06	26.47	23.23	30.36
6	Berat air	1.63	1.56	0.97	1.37	1.56	2.67	4.59	4.93	4.81	6.6
7	Berat tanah kering	14.98	14.52	6.79	9.51	7.86	12.67	17.42	19.61	14.47	21.5
8	Kadar air	10.88	10.74	14.29	14.41	19.85	21.07	26.35	25.14	33.24	30.70




9	Kadar air rata-rata	10.812	14.346	20.460	25.745	31.969
10	Berat volume tanah kering, $\gamma_d$	1.216	1.220	1.160	1.585	1.190



Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

  
(Tri Yani Rinawati)

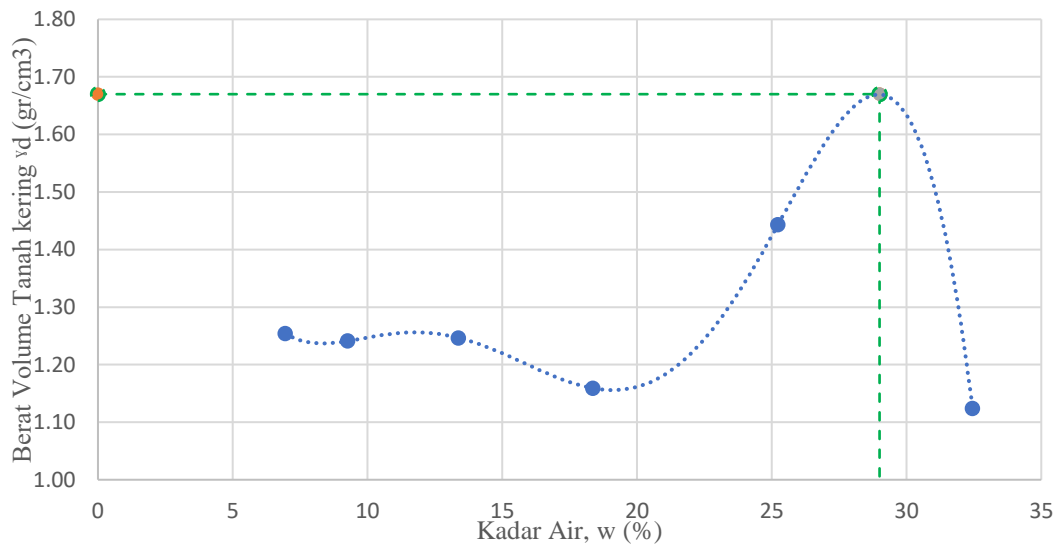


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH**  
**ASTM D 698-00**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 26 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Sampel 1



Uraian	Simbol	Satuan	Nilai
Kadar Air Optimum	$w_{opt}$	%	29
Berat Volume Kering Maksimum	$\gamma_d \text{ max}$	gram/cm <sup>3</sup>	1,67

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)

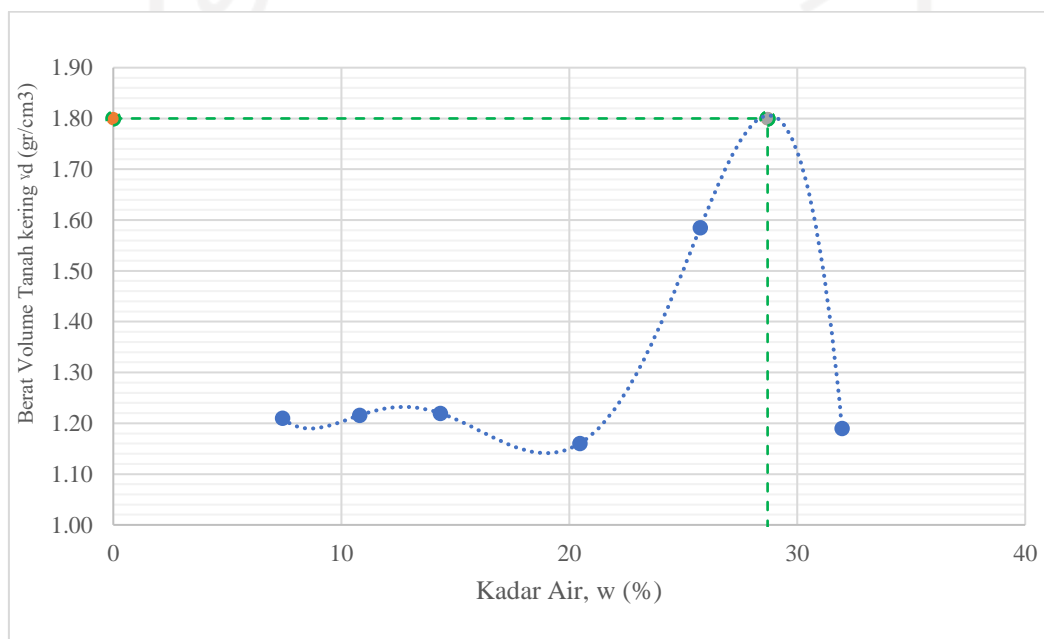


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH**  
**ASTM D 698-00**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 29 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli Sampel 2



Uraian	Simbol	Satuan	Nilai
Kadar Air Optimum	$w_{opt}$	%	28,7
Berat Volume Kering Maksimum	$\gamma_d \max$	gram/cm <sup>3</sup>	1,8

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)

## Perhitungan Pengujian Pemadatan Tanah

### 1. Perhitungan Berat Volume Tanah Asli Sampel 1

#### a. Volume Mold

$$\begin{aligned} \text{Volume mold, } V &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 10,2^2 \times 11,56 \\ &= 944,6003 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

#### b. Pendambahan Air (%)

$$\text{Penambahan Air, } (\%) = \frac{\text{Penambahan air (ml)}}{\text{Berat sampel tanah (gram)}} \times 100$$

$$\text{Penambahan Air 1, } (\%) = \frac{100}{2000} \times 100 = 5\%$$

$$\text{Penambahan Air 2, } (\%) = \frac{200}{2000} \times 100 = 10\%$$

$$\text{Penambahan Air 3, } (\%) = \frac{300}{2000} \times 100 = 15\%$$

$$\text{Penambahan Air 4, } (\%) = \frac{400}{2000} \times 100 = 20\%$$

$$\text{Penambahan Air 5, } (\%) = \frac{500}{2000} \times 100 = 25\%$$

#### c. Berat Tanah Basah (Wtb)

$$\text{berat tanah basah (Wtb)} = (\text{Berat Mold} + \text{tanah basah}) - \text{berat mold}$$

$$\text{Berat Tanah Basah, Wtb1} = 3037 - 1756 = 1281 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tanah Basah, Wtb2} = 3091 - 1756 = 1335 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tanah Basah, Wtb3} = 3052 - 1756 = 1296 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tanah Basah, Wtb4} = 3453 - 1756 = 1707 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tanah Basah, Wtb5} = 3162 - 1756 = 1406 \text{ gr}$$

#### d. Berat Volume Tanah Basah ( $\gamma_b$ )

$$\text{berat Volume tanah basah } (\gamma_b) = \frac{\text{berat tanah basah (wtb)}}{\text{volume mold (V)}}$$

$$\text{berat Volume tanah basah, } \gamma_{b1} = \frac{1281}{944,6003} = 1,356 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{berat Volume tanah basah, } \gamma_{b2} = \frac{1335}{944,6003} = 1,413 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{berat Volume tanah basah, } \gamma_{b3} = \frac{1296}{944,6003} = 1,372 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{berat Volume tanah basah, } \gamma_{b4} = \frac{1707}{944,6003} = 1,807 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{berat Volume tanah basah, } \gamma_{b5} = \frac{1406}{944,6003} = 1,488 \text{ gr/cm}^3$$

#### e. Berat Air (Ww)

$$, Ww = (\text{Berat cawan} + \text{tanah basah}) - (\text{berat cawan} + \text{tanah kering})$$

$$W_{w1a} = 17,96 - 17,02 = 0,94 \text{ gram}$$

$$W_{w1b} = 18,5 - 17,51 = 0,99 \text{ gram}$$

$$W_{w2a} = 19,2 - 17,73 = 1,47 \text{ gram}$$

$$W_{w2b} = 15,56 - 14,52 = 1,04 \text{ gram}$$

$$W_{w3a} = 17,91 - 16,14 = 1,77 \text{ gram}$$

$$W_{w3b} = 17 - 15,47 = 1,53 \text{ gram}$$

$$W_{w4a} = 34,66 - 29,19 = 5,47 \text{ gram}$$

$$W_{w4b} = 28,27 - 23,7 = 4,57 \text{ gram}$$

$$W_{w5a} = 41,83 - 35,13 = 6,7 \text{ gram}$$

$$W_{w5b} = 35,32 - 29,52 = 5,8 \text{ gram}$$

f. Berat Tanah Kering (Wtk)

*berat tanah kering, Wtk = (Berat cawan + tanah kering) – berat cawan*

$$\text{Berat tanah kering, } W_{tk1a} = 17,02 - 6,78 = 10,24 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tanah kering, } W_{tk1b} = 17,51 - 6,92 = 10,59 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tanah kering, } W_{tk2a} = 17,73 - 6,86 = 10,87 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tanah kering, } W_{tk2b} = 14,52 - 6,66 = 7,86 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tanah kering, } W_{tk3a} = 16,14 - 6,8 = 9,34 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tanah kering, } W_{tk3b} = 15,47 - 6,86 = 8,61 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tanah kering, } W_{tk4a} = 29,19 - 6,64 = 22,55 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tanah kering, } W_{tk4b} = 23,7 - 6,26 = 17,44 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tanah kering, } W_{tk5a} = 35,13 - 12,98 = 22,15 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tanah kering, } W_{tk5b} = 29,52 - 12,78 = 16,74 \text{ gram}$$

g. Kadar Air (w)

$$\text{Kadar air, } w = \frac{\text{Berat air, } W_w}{\text{Berat tanah kering, } W_{tk}} \times 100$$

$$\text{Kadar air, } w_{1a} = \frac{0,94}{10,24} \times 100 = 9,18 \%$$

$$\text{Kadar air, } w_{1b} = \frac{0,99}{10,59} \times 100 = 9,35 \%$$

$$\text{Kadar air, } w_{2a} = \frac{1,47}{10,87} \times 100 = 13,52 \%$$

$$\text{Kadar air, } w_{2b} = \frac{1,04}{7,86} \times 100 = 13,23 \%$$

$$\text{Kadar air, } w_{3a} = \frac{1,77}{9,34} \times 100 = 18,95 \%$$

$$\text{Kadar air, } w_{3b} = \frac{1,53}{8,61} \times 100 = 17,77 \%$$

$$\text{Kadar air, } w_{4a} = \frac{5,47}{22,55} \times 100 = 24,26 \%$$

$$\text{Kadar air, } w_{4b} = \frac{4,57}{17,44} \times 100 = 26,20 \%$$

$$\text{Kadar air, } w_{5a} = \frac{6,7}{22,15} \times 100 = 30,25 \%$$

$$\text{Kadar air, } w_{5b} = \frac{5,8}{16,74} \times 100 = 34,65 \%$$

## h. Kadar Air rata-rata (wrata-rata)

$$\text{Kadar air rata - rata, wrata} = \frac{wa + wb}{2}$$

$$\text{Kadar air rata - rata, wrata1} = \frac{9,18 + 9,35}{2} = 9,264 \%$$

$$\text{Kadar air rata - rata, wrata2} = \frac{13,52 + 13,23}{2} = 13,378 \%$$

$$\text{Kadar air rata - rata, wrata3} = \frac{18,95 + 17,77}{2} = 18,360 \%$$

$$\text{Kadar air rata - rata, wrata4} = \frac{24,26 + 26,20}{2} = 25,231 \%$$

$$\text{Kadar air rata - rata, wrata5} = \frac{30,25 + 34,65}{2} = 32,448 \%$$

i. Berat Volume Tanah Kering ( $\gamma_d$ )

$$\text{Berat volume tanah kering, } \gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + \text{kadar air (w)}}$$

$$\text{Berat volume tanah kering, } \gamma_{d1} = \frac{1,356}{1 + 9,264\%} = 1,241 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat volume tanah kering, } \gamma_{d2} = \frac{1,413}{1 + 13,378\%} = 1,247 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat volume tanah kering, } \gamma_{d3} = \frac{1,372}{1 + 18,360\%} = 1,159 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat volume tanah kering, } \gamma_{d4} = \frac{1,807}{1 + 25,231\%} = 1,443 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat volume tanah kering, } \gamma_{d5} = \frac{1,488}{1 + 32,448\%} = 1,124 \text{ gr/cm}^3$$

## 2. Perhitungan Berat Volume Tanah Asli Sampel 2

Untuk langkah dan cara perhitungan berat volume tanah sampel 2 pada pengujian pemadatan tanah sama seperti perhitungan berat volume tanah sampel 1.



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

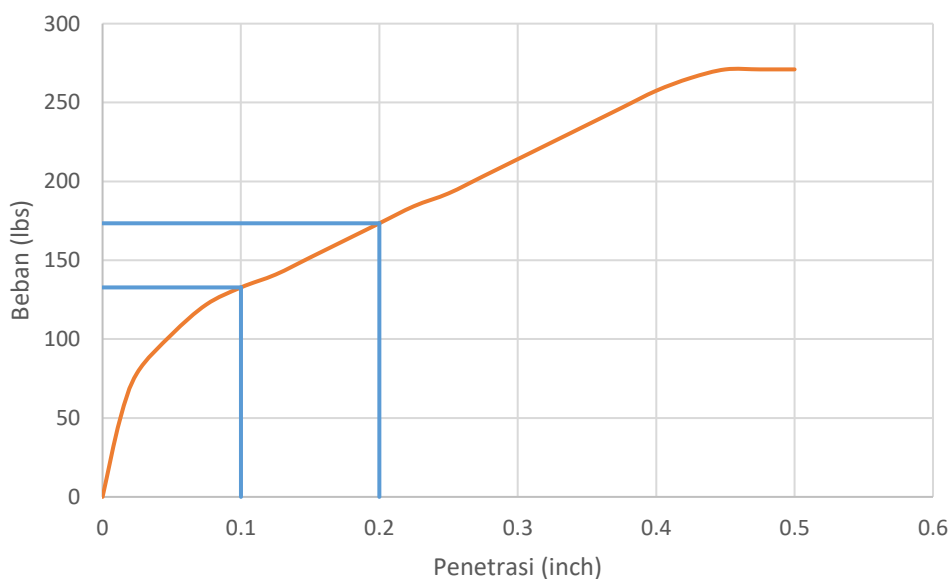
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 6 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 0% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7123	Berat cawan (gr)	6.68	6.65
Berat mold (gr)	4001	Berat cawan + tanah basah (gr)	24.3	25.34
Berat tanah basah (gr)	3122	Berat cawan + tanah kering (gr)	20.61	21.45
Diameter (cm)	15.24	Berat air (gr)	3.69	3.89
Tinggi (cm)	17.725	Berat tanah kering (gr)	13.93	14.8
Volume (cm <sup>3</sup> )	3233,3	Kadar air (%)	26.490	26.284
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0,9656	Kadar air rata-rata (%)	26.387	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.764	Kalibrasi alat	27.1	

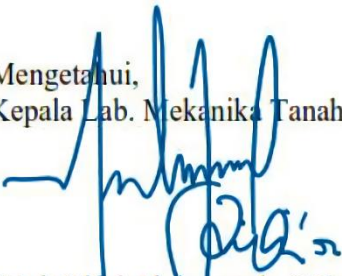
Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	1.8		48.78	
0.5	0.025	0.64	2.9		78.59	
1	0.050	1.27	3.8		102.98	
1.5	0.075	1.91	4.5		121.95	
2	0.100	2.55	4.9		132.79	
2.5	0.125	3.18	5.2		140.92	
3	0.150	3.82	5.6		151.76	
3.5	0.175	4.45	6		162.6	
4	0.200	5.09	6.4		173.44	
4.5	0.225	5.73	6.8		184.28	
5	0.250	6.36	7.1		192.41	

5.5	0.275	7	7.5		203.25	
6	0.300	7.64	7.9		214.09	
6.5	0.325	8.27	8.3		224.93	
7	0.350	8.91	8.7		235.77	
7.5	0.375	9.54	9.1		246.61	
8	0.400	10.18	9.5		257.45	
8.5	0.425	10.82	9.8		265.58	
9	0.450	11.45	10		271	
9.5	0.475	12.09	10		271	
10	0.500	12.73	10		271	




Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	4,426	3,854

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

  
(Tri Yani Rinawati)





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

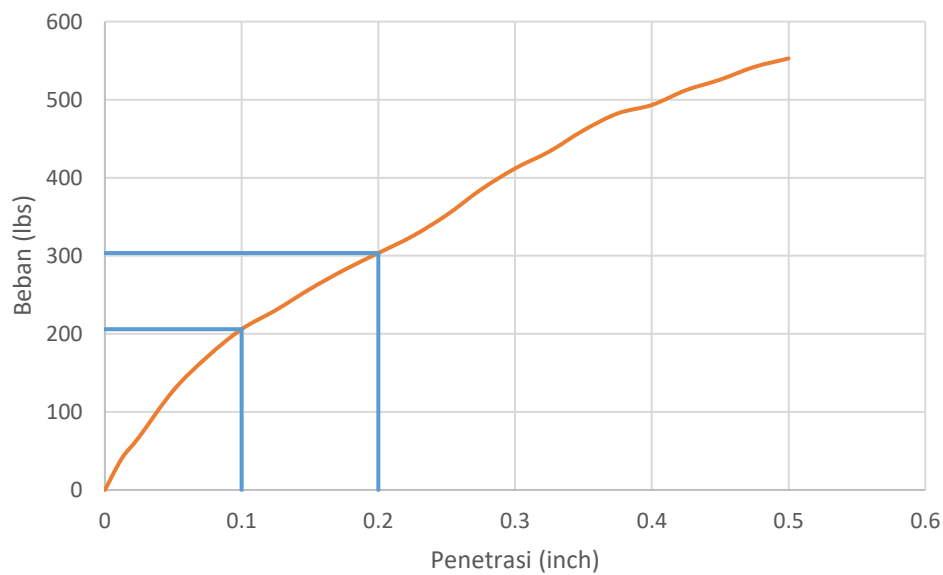
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 16 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 0% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	6880	Berat cawan (gr)	7.06	6.83
Berat mold (gr)	3782	Berat cawan + tanah basah (gr)	29.64	32.44
Berat tanah basah (gr)	3098	Berat cawan + tanah kering (gr)	25.51	27.89
Diameter (cm)	15.185	Berat air (gr)	4.13	4.55
Tinggi (cm)	17.75	Berat tanah kering (gr)	18.45	21.06
Volume (cm <sup>3</sup> )	3214.53	Kadar air (%)	22.385	21.605
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.96375	Kadar air rata-rata (%)	21.995	
Berat volume tanah kering (cm <sup>3</sup> /gr <sup>3</sup> )	0.76254	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	1.5		40.65	
0.5	0.025	0.64	2.5		67.75	
1	0.050	1.27	4.7		127.37	
1.5	0.075	1.91	6.3		170.73	
2	0.100	2.55	7.6		205.96	
2.5	0.125	3.18	8.5		230.35	
3	0.150	3.82	9.5		257.45	
3.5	0.175	4.45	10.4		281.84	
4	0.200	5.09	11.2		303.52	
4.5	0.225	5.73	12		325.2	
5	0.250	6.36	13		352.3	

5.5	0.275	7	14.2		384.82	
6	0.300	7.64	15.2		411.92	
6.5	0.325	8.27	16		433.6	
7	0.350	8.91	17		460.7	
7.5	0.375	9.54	17.8		482.38	
8	0.400	10.18	18.2		493.22	
8.5	0.425	10.82	18.9		512.19	
9	0.450	11.45	19.4		525.74	
9.5	0.475	12.09	20		542	
10	0.500	12.73	20.4		552.84	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	6,865	6,745

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2020  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

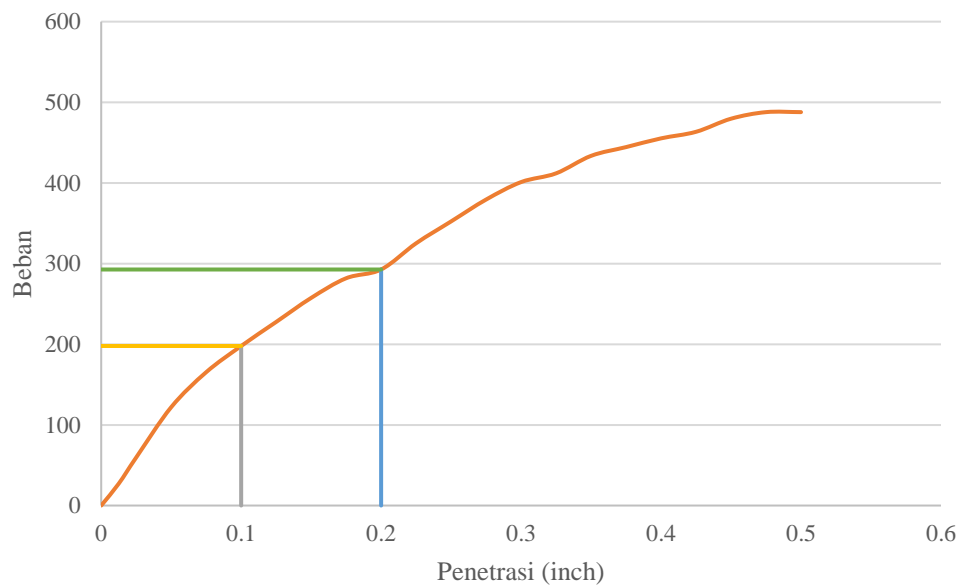
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 6 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7112	Berat cawan (gr)	6.88	6.8
Berat mold (gr)	4182	Berat cawan + tanah basah (gr)	29.26	20.93
Berat tanah basah (gr)	2930	Berat cawan + tanah kering (gr)	24.44	18.11
Diameter (cm)	15.2	Berat air (gr)	4.82	2.82
Tinggi (cm)	17.74	Berat tanah kering (gr)	17.56	11.31
Volume (cm <sup>3</sup> )	3219.07	Kadar air (%)	27.449	24.934
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.9102	Kadar air rata-rata (%)	26.191	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.72017	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	1		27.1	
0.5	0.025	0.64	2.2		59.62	
1	0.050	1.27	4.5		121.95	
1.5	0.075	1.91	6.1		165.31	
2	0.100	2.55	7.5		197.83	
2.5	0.125	3.18	8.4		227.64	
3	0.150	3.82	9.5		257.45	
3.5	0.175	4.45	10.4		281.84	
4	0.200	5.09	11.1		292.68	
4.5	0.225	5.73	12		325.2	
5	0.250	6.36	13		352.3	

5.5	0.275	7	14		379.4	
6	0.300	7.64	14.8		401.08	
6.5	0.325	8.27	15.2		411.92	
7	0.350	8.91	16		433.6	
7.5	0.375	9.54	16.4		444.44	
8	0.400	10.18	16.8		455.28	
8.5	0.425	10.82	17.1		463.41	
9	0.450	11.45	17.7		479.67	
9.5	0.475	12.09	18		487.8	
10	0.500	12.73	18		487.8	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	6,594	6,504

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

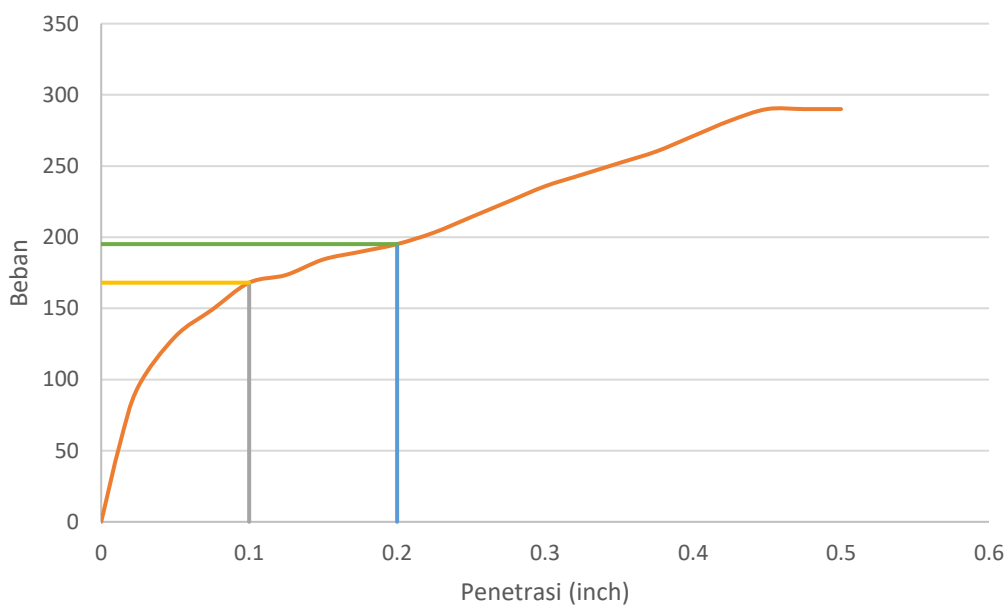
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 6 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	6310	Berat cawan (gr)	6.94	6.28
Berat mold (gr)	3555	Berat cawan + tanah basah (gr)	26.39	28.6
Berat tanah basah (gr)	2755	Berat cawan + tanah kering (gr)	22.29	24.29
Diameter (cm)	15.18	Berat air (gr)	4.1	4.31
Tinggi (cm)	17.69	Berat tanah kering (gr)	15.35	18.01
Volume (cm <sup>3</sup> )	3201.56	Kadar air (%)	26.710	23.931
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.86052	Kadar air rata-rata (%)	25.321	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.68086	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	2		54.2	
0.5	0.025	0.64	3.5		94.85	
1	0.050	1.27	4.8		130.08	
1.5	0.075	1.91	5.5		149.05	
2	0.100	2.55	6		162.6	
2.5	0.125	3.18	6.4		173.44	
3	0.150	3.82	6.8		184.28	
3.5	0.175	4.45	7		189.7	
4	0.200	5.09	7.2		195.12	
4.5	0.225	5.73	7.5		203.25	
5	0.250	6.36	7.9		214.09	

5.5	0.275	7	8.3		224.93	
6	0.300	7.64	8.7		235.77	
6.5	0.325	8.27	9		243.9	
7	0.350	8.91	9.3		252.03	
7.5	0.375	9.54	9.6		260.16	
8	0.400	10.18	10		271	
8.5	0.425	10.82	10.4		281.84	
9	0.450	11.45	10.7		289.97	
9.5	0.475	12.09	10.7		289.97	
10	0.500	12.73	10.7		289.97	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	5,60	4,336

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

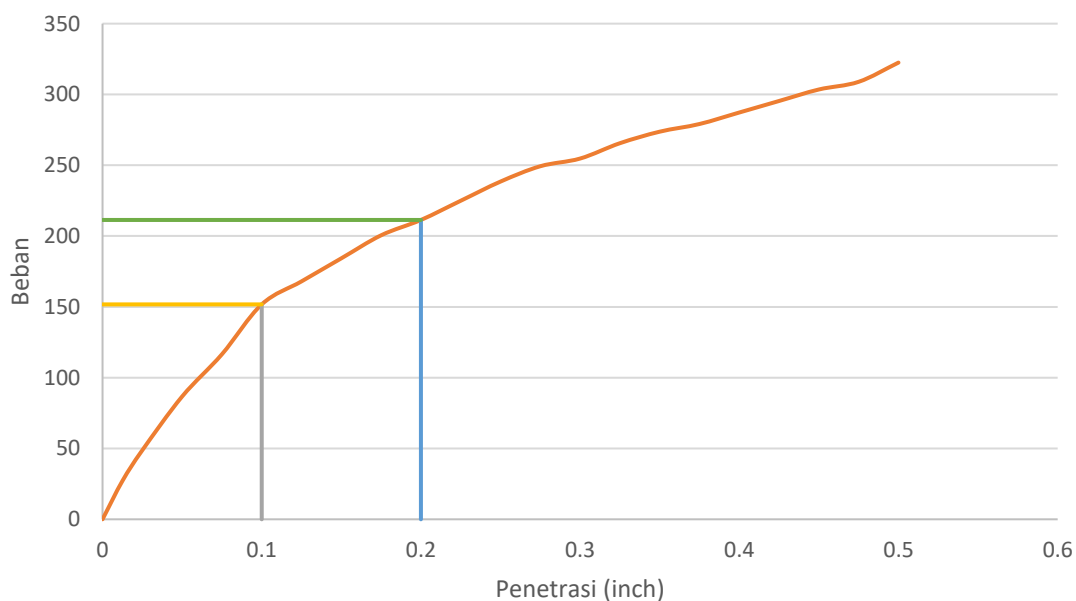
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 6 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7031	Berat cawan (gr)	6.88	6.65
Berat mold (gr)	4214	Berat cawan + tanah basah (gr)	19.29	31.14
Berat tanah basah (gr)	2817	Berat cawan + tanah kering (gr)	16.98	26.32
Diameter (cm)	15.22	Berat air (gr)	2.31	4.82
Tinggi (cm)	17.83	Berat tanah kering (gr)	10.1	19.67
Volume (cm <sup>3</sup> )	3243.92	Kadar air (%)	22.871	24.504
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.86839	Kadar air rata-rata (%)	23.688	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.68709	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	1		27.1	
0.5	0.025	0.64	1.8		48.78	
1	0.050	1.27	3.2		86.72	
1.5	0.075	1.91	4.3		116.53	
2	0.100	2.55	5.6		151.76	
2.5	0.125	3.18	6.2		168.02	
3	0.150	3.82	6.8		184.28	
3.5	0.175	4.45	7.4		200.54	
4	0.200	5.09	7.8		211.38	
4.5	0.225	5.73	8.3		224.93	
5	0.250	6.36	8.8		238.48	

5.5	0.275	7	9.2		249.32	
6	0.300	7.64	9.4		254.74	
6.5	0.325	8.27	9.8		265.58	
7	0.350	8.91	10.1		273.71	
7.5	0.375	9.54	10.3		279.13	
8	0.400	10.18	10.6		287.26	
8.5	0.425	10.82	10.9		295.39	
9	0.450	11.45	11.2		303.52	
9.5	0.475	12.09	11.4		308.94	
10	0.500	12.73	11.9		322.49	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	5,059	4,697

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

*Tri Yani Rinawati*

(Tri Yani Rinawati)





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

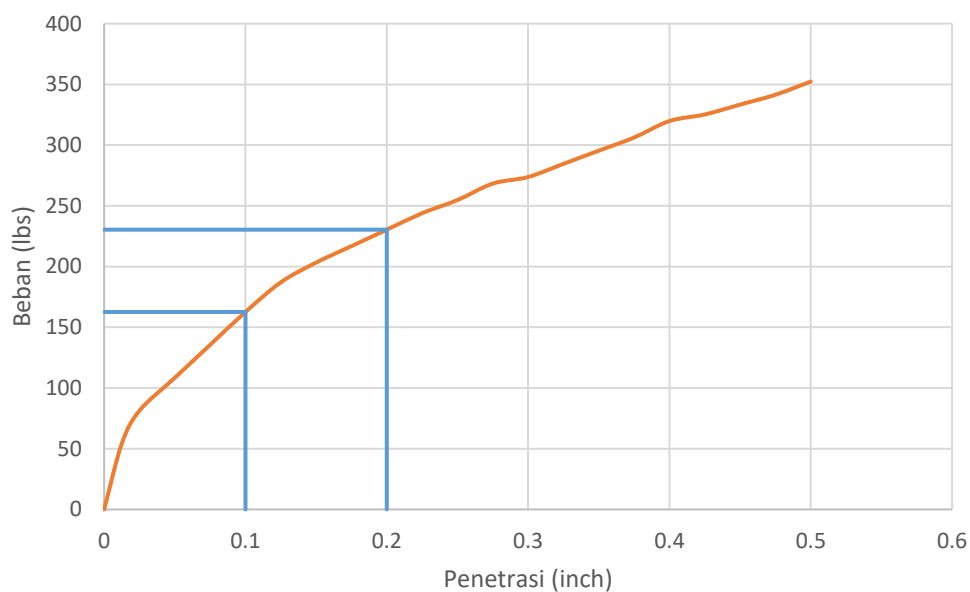
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 6 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	6809	Berat cawan (gr)	13.02	13.06
Berat mold (gr)	4132	Berat cawan + tanah basah (gr)	26.64	45.46
Berat tanah basah (gr)	2677	Berat cawan + tanah kering (gr)	24.31	39.32
Diameter (cm)	15.27	Berat air (gr)	2.33	6.14
Tinggi (cm)	17.78	Berat tanah kering (gr)	11.29	26.26
Volume (cm <sup>3</sup> )	3256.11	Kadar air (%)	20.638	23.382
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.82215	Kadar air rata-rata (%)	22.010	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.6505	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	Atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	2		54.2	
0.5	0.025	0.64	3		81.3	
1	0.050	1.27	4		108.4	
1.5	0.075	1.91	5		135.5	
2	0.100	2.55	5.8		157.18	
2.5	0.125	3.18	6.7		181.57	
3	0.150	3.82	7.5		203.25	
3.5	0.175	4.45	7.9		214.09	
4	0.200	5.09	8.5		230.35	
4.5	0.225	5.73	9		243.9	
5	0.250	6.36	9.4		254.74	

5.5	0.275	7	9.9		268.29	
6	0.300	7.64	10.1		273.71	
6.5	0.325	8.27	10.5		284.55	
7	0.350	8.91	10.9		295.39	
7.5	0.375	9.54	11.3		306.23	
8	0.400	10.18	11.8		319.78	
8.5	0.425	10.82	12		325.2	
9	0.450	11.45	12.3		333.33	
9.5	0.475	12.09	12.6		341.46	
10	0.500	12.73	13		352.3	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	5,24	5,12

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

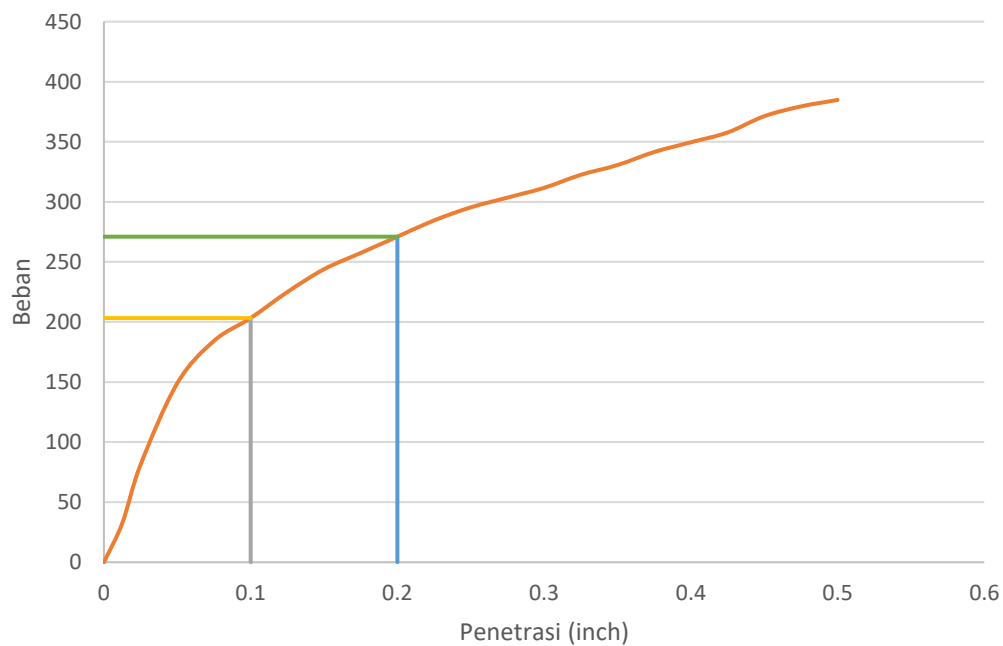
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 6 April 2022
Sampel	: Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7021	Berat cawan (gr)	8.42	8.49
Berat mold (gr)	4311	Berat cawan + tanah basah (gr)	26.84	31.71
Berat tanah basah (gr)	2710	Berat cawan + tanah kering (gr)	23.05	27.17
Diameter (cm)	15.185	Berat air (gr)	3.79	4.54
Tinggi (cm)	17.8	Berat tanah kering (gr)	14.63	18.68
Volume (cm <sup>3</sup> )	3223.59	Kadar air (%)	25.906	24.304
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.84068	Kadar air rata-rata (%)	25.105	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.66516	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	1.2		32.52	
0.5	0.025	0.64	3		81.3	
1	0.050	1.27	5.5		149.05	
1.5	0.075	1.91	6.8		184.28	
2	0.100	2.55	7.5		203.25	
2.5	0.125	3.18	8.3		224.93	
3	0.150	3.82	9		243.9	
3.5	0.175	4.45	9.5		257.45	
4	0.200	5.09	10		271	
4.5	0.225	5.73	10.5		284.55	
5	0.250	6.36	10.9		295.39	

5.5	0.275	7	11.2		303.52	
6	0.300	7.64	11.5		311.65	
6.5	0.325	8.27	11.9		322.49	
7	0.350	8.91	12.2		330.62	
7.5	0.375	9.54	12.6		341.46	
8	0.400	10.18	12.9		349.59	
8.5	0.425	10.82	13.2		357.72	
9	0.450	11.45	13.7		371.27	
9.5	0.475	12.09	14		379.4	
10	0.500	12.73	14.2		384.82	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	6,775	6,022

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

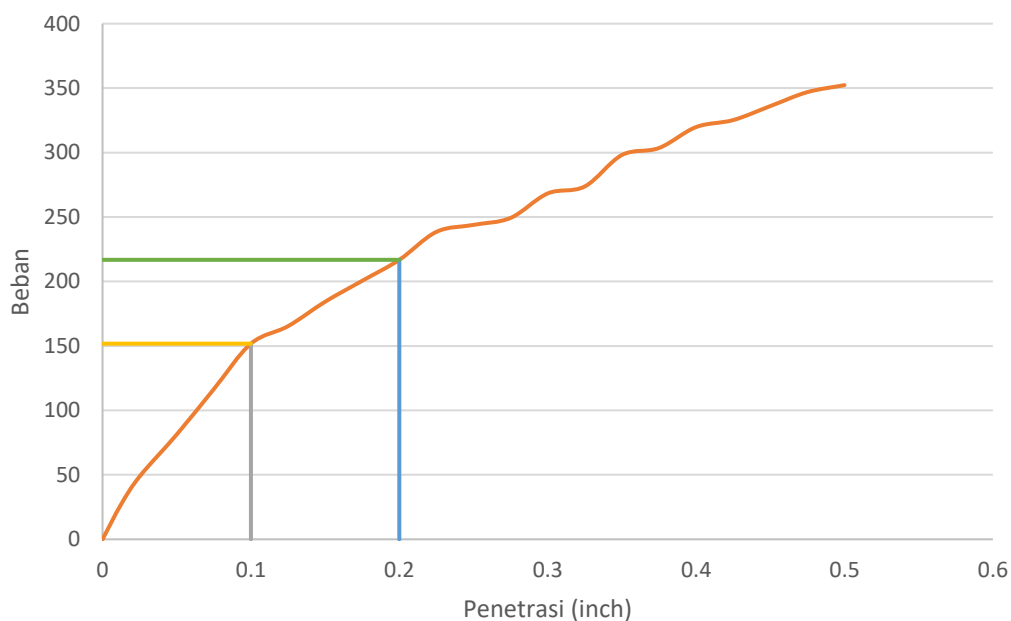
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 6 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 0 hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	6834	Berat cawan (gr)	8.24	8.29
Berat mold (gr)	4019	Berat cawan + tanah basah (gr)	32.12	26.81
Berat tanah basah (gr)	2815	Berat cawan + tanah kering (gr)	27.13	22.65
Diameter (cm)	15.25	Berat air (gr)	4.99	4.16
Tinggi (cm)	17.73	Berat tanah kering (gr)	18.89	14.36
Volume (cm <sup>3</sup> )	3238.46	Kadar air (%)	26.416	28.969
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.86924	Kadar air rata-rata (%)	27.693	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.68776	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	Atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	1		27.1	
0.5	0.025	0.64	1.8		48.78	
1	0.050	1.27	3		81.3	
1.5	0.075	1.91	4.3		116.53	
2	0.100	2.55	5.6		151.76	
2.5	0.125	3.18	6.1		165.31	
3	0.150	3.82	6.8		184.28	
3.5	0.175	4.45	7.4		200.54	
4	0.200	5.09	8		216.8	
4.5	0.225	5.73	8.8		238.48	
5	0.250	6.36	9		243.9	

5.5	0.275	7	9.2		249.32	
6	0.300	7.64	9.9		268.29	
6.5	0.325	8.27	10.1		273.71	
7	0.350	8.91	11		298.1	
7.5	0.375	9.54	11.2		303.52	
8	0.400	10.18	11.8		319.78	
8.5	0.425	10.82	12		325.2	
9	0.450	11.45	12.4		336.04	
9.5	0.475	12.09	12.8		346.88	
10	0.500	12.73	13		352.3	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	5,059	4,812

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

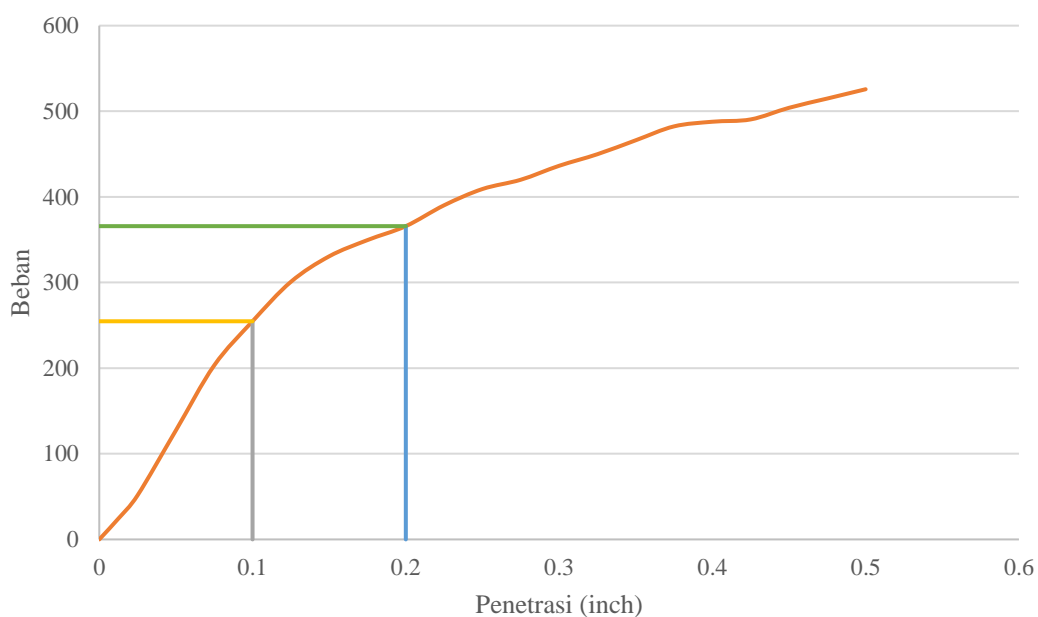
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 12 April 2022
Sampel	: Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 3 hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7084	Berat cawan (gr)	12.75	6.78
Berat mold (gr)	4182	Berat cawan + tanah basah (gr)	30.02	26.27
Berat tanah basah (gr)	2902	Berat cawan + tanah kering (gr)	27.03	22.23
Diameter (cm)	15.2	Berat air (gr)	2.99	4.04
Tinggi (cm)	17.74	Berat tanah kering (gr)	14.28	15.45
Volume (cm <sup>3</sup> )	3219.07	Kadar air (%)	20.938	26.149
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.9015	Kadar air rata-rata (%)	23.544	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.71968	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	0.9		24.39	
0.5	0.025	0.64	1.9		51.49	
1	0.050	1.27	4.7		127.37	
1.5	0.075	1.91	7.5		203.25	
2	0.100	2.55	9.4		254.74	
2.5	0.125	3.18	11.1		300.81	
3	0.150	3.82	12.2		330.62	
3.5	0.175	4.45	12.9		349.59	
4	0.200	5.09	13.5		365.85	
4.5	0.225	5.73	14.4		390.24	
5	0.250	6.36	15.1		409.21	

5.5	0.275	7	15.5		420.05	
6	0.300	7.64	16.1		436.31	
6.5	0.325	8.27	16.6		449.86	
7	0.350	8.91	17.2		466.12	
7.5	0.375	9.54	17.8		482.38	
8	0.400	10.18	18		487.8	
8.5	0.425	10.82	18.1		490.51	
9	0.450	11.45	18.6		504.06	
9.5	0.475	12.09	19		514.9	
10	0.500	12.73	19.4		525.74	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	8,491	8,13

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

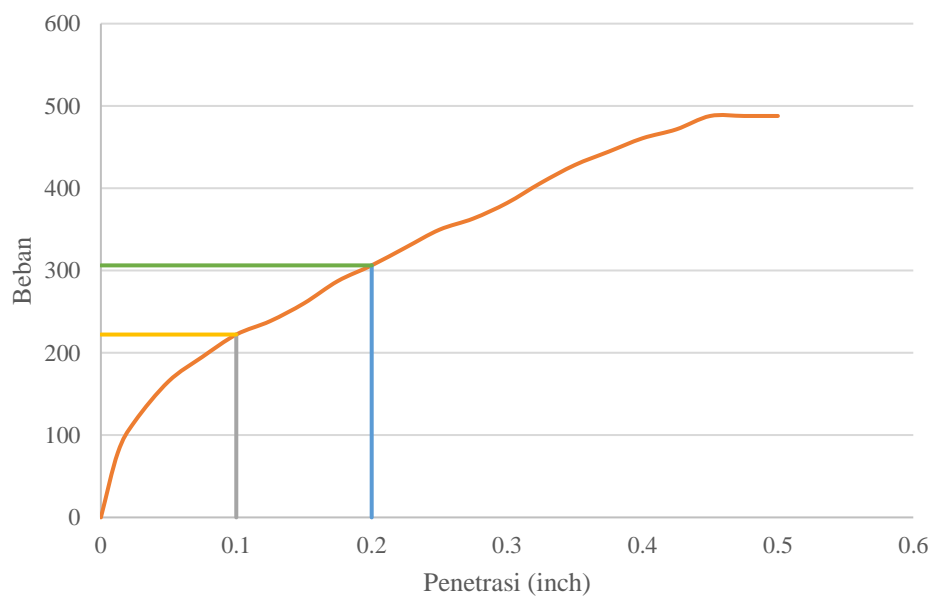
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 12 April 2022
Sampel	: Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 3 hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	6350	Berat cawan (gr)	13.03	6.49
Berat mold (gr)	3555	Berat cawan + tanah basah (gr)	31.42	24.4
Berat tanah basah (gr)	2795	Berat cawan + tanah kering (gr)	27.91	20.86
Diameter (cm)	15.18	Berat air (gr)	3.51	3.54
Tinggi (cm)	17.69	Berat tanah kering (gr)	14.88	14.37
Volume (cm <sup>3</sup> )	3201.56	Kadar air (%)	23.589	24.635
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.87301	Kadar air rata-rata (%)	24.112	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.69694	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	2.9		78.59	
0.5	0.025	0.64	4.3		116.53	
1	0.050	1.27	6.1		165.31	
1.5	0.075	1.91	7.2		195.12	
2	0.100	2.55	8.2		222.22	
2.5	0.125	3.18	8.8		238.48	
3	0.150	3.82	9.6		260.16	
3.5	0.175	4.45	10.6		287.26	
4	0.200	5.09	11.3		306.23	
4.5	0.225	5.73	12.1		327.91	
5	0.250	6.36	12.9		349.59	

5.5	0.275	7	13.4		363.14	
6	0.300	7.64	14.1		382.11	
6.5	0.325	8.27	15		406.5	
7	0.350	8.91	15.8		428.18	
7.5	0.375	9.54	16.4		444.44	
8	0.400	10.18	17		460.7	
8.5	0.425	10.82	17.4		471.54	
9	0.450	11.45	18		487.8	
9.5	0.475	12.09	18		487.8	
10	0.500	12.73	18		487.8	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	7,407	6,805

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

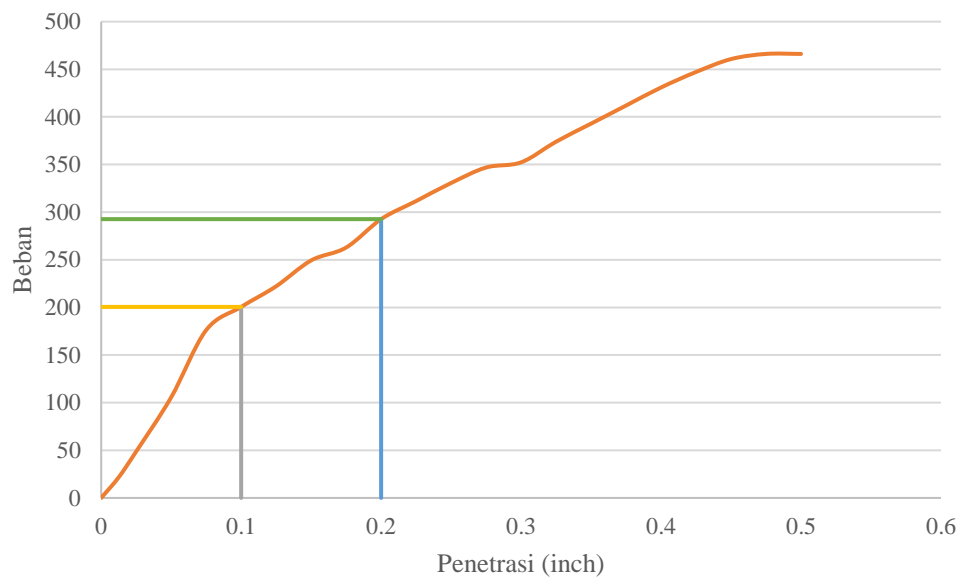
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 12 April 2022
Sampel	: Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 3 hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	6965	Berat cawan (gr)	12.98	6.9
Berat mold (gr)	4214	Berat cawan + tanah basah (gr)	29.38	26.82
Berat tanah basah (gr)	2751	Berat cawan + tanah kering (gr)	25.94	22.92
Diameter (cm)	15.22	Berat air (gr)	3.44	3.9
Tinggi (cm)	17.83	Berat tanah kering (gr)	12.96	16.02
Volume (cm <sup>3</sup> )	3243.92	Kadar air (%)	26.543	24.345
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.84805	Kadar air rata-rata (%)	25.444	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.67701	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	0.8		21.68	
0.5	0.025	0.64	1.8		48.78	
1	0.050	1.27	3.9		105.69	
1.5	0.075	1.91	6.5		176.15	
2	0.100	2.55	7.4		200.54	
2.5	0.125	3.18	8.2		222.22	
3	0.150	3.82	9.2		249.32	
3.5	0.175	4.45	9.7		262.87	
4	0.200	5.09	10.8		292.68	
4.5	0.225	5.73	11.5		311.65	
5	0.250	6.36	12.2		330.62	

5.5	0.275	7	12.8		346.88	
6	0.300	7.64	13		352.3	
6.5	0.325	8.27	13.8		373.98	
7	0.350	8.91	14.5		392.95	
7.5	0.375	9.54	15.2		411.92	
8	0.400	10.18	15.9		430.89	
8.5	0.425	10.82	16.5		447.15	
9	0.450	11.45	17		460.7	
9.5	0.475	12.09	17.2		466.12	
10	0.500	12.73	17.2		466.12	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	6,685	6,504

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

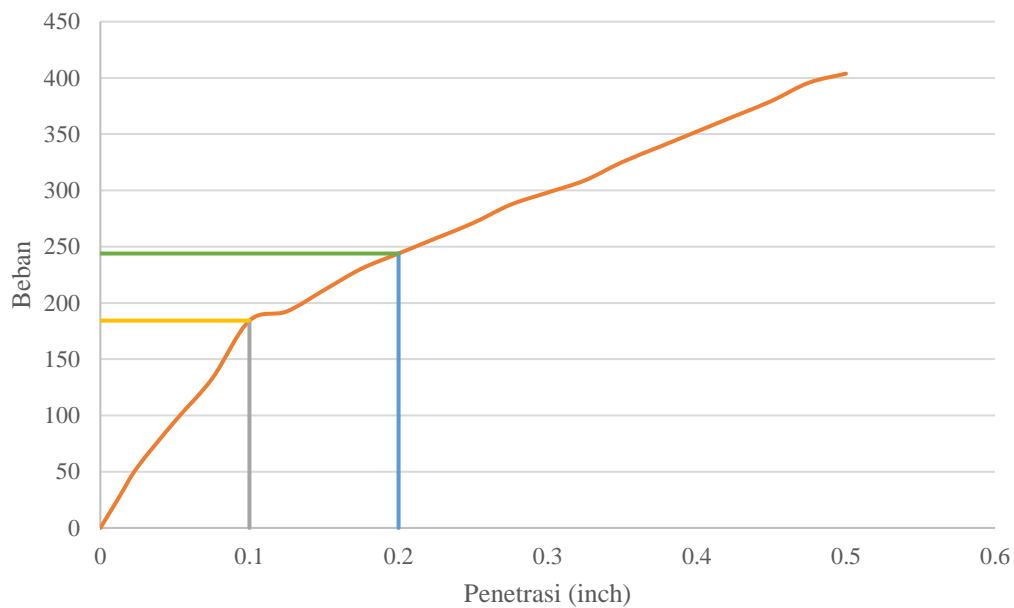
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 12 April 2022
Sampel	: Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 3 hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	6984	Berat cawan (gr)	13.13	7.52
Berat mold (gr)	4132	Berat cawan + tanah basah (gr)	29.58	29.2
Berat tanah basah (gr)	2852	Berat cawan + tanah kering (gr)	26.22	24.77
Diameter (cm)	15.27	Berat air (gr)	3.36	4.43
Tinggi (cm)	17.78	Berat tanah kering (gr)	13.09	17.25
Volume (cm <sup>3</sup> )	3256.11	Kadar air (%)	25.668	25.681
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.87589	Kadar air rata-rata (%)	25.675	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.69924	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	1		27.1	
0.5	0.025	0.64	2		54.2	
1	0.050	1.27	3.5		94.85	
1.5	0.075	1.91	4.9		132.79	
2	0.100	2.55	6.8		184.28	
2.5	0.125	3.18	7.1		192.41	
3	0.150	3.82	7.8		211.38	
3.5	0.175	4.45	8.5		230.35	
4	0.200	5.09	9		243.9	
4.5	0.225	5.73	9.5		257.45	
5	0.250	6.36	10		271	

5.5	0.275	7	10.6		287.26	
6	0.300	7.64	11		298.1	
6.5	0.325	8.27	11.4		308.94	
7	0.350	8.91	12		325.2	
7.5	0.375	9.54	12.5		338.75	
8	0.400	10.18	13		352.3	
8.5	0.425	10.82	13.5		365.85	
9	0.450	11.45	14		379.4	
9.5	0.475	12.09	14.6		395.66	
10	0.500	12.73	14.9		403.79	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	6,142	5,42

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

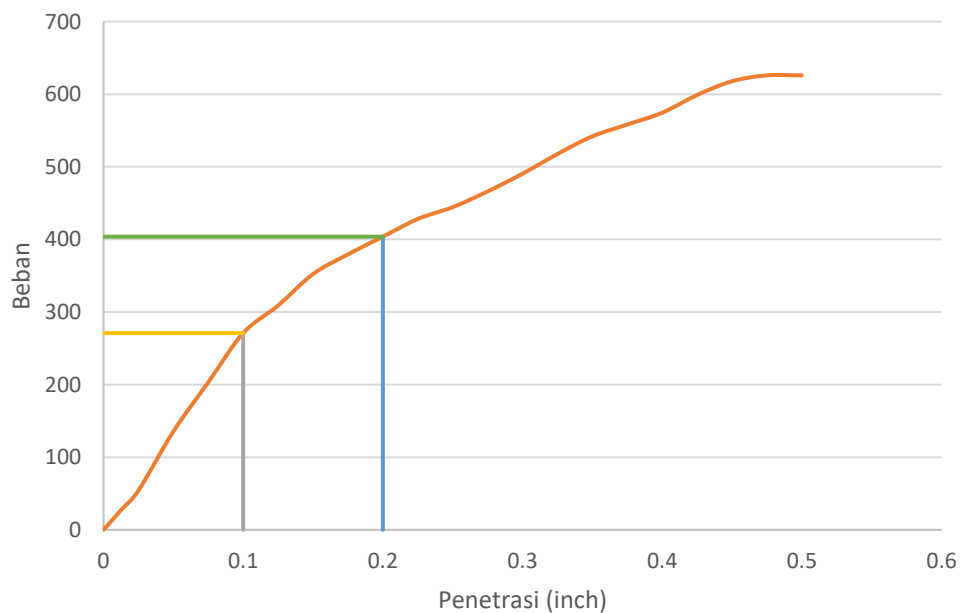
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 12 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 3 hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7357	Berat cawan (gr)	12.76	7.44
Berat mold (gr)	4311	Berat cawan + tanah basah (gr)	41.54	25.65
Berat tanah basah (gr)	3046	Berat cawan + tanah kering (gr)	35.7	21.87
Diameter (cm)	15.185	Berat air (gr)	5.84	3.78
Tinggi (cm)	17.8	Berat tanah kering (gr)	22.94	14.43
Volume (cm <sup>3</sup> )	3223.59	Kadar air (%)	25.458	26.195
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.94491	Kadar air rata-rata (%)	25.827	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.75434	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	Atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	1		27.1	
0.5	0.025	0.64	2		54.2	
1	0.050	1.27	5		135.5	
1.5	0.075	1.91	7.5		203.25	
2	0.100	2.55	10		271	
2.5	0.125	3.18	11.4		308.94	
3	0.150	3.82	13		352.3	
3.5	0.175	4.45	14		379.4	
4	0.200	5.09	14.9		403.79	
4.5	0.225	5.73	15.8		428.18	
5	0.250	6.36	16.4		444.44	

5.5	0.275	7	17.2		466.12	
6	0.300	7.64	18.1		490.51	
6.5	0.325	8.27	19.1		517.61	
7	0.350	8.91	20		542	
7.5	0.375	9.54	20.6		558.26	
8	0.400	10.18	21.2		574.52	
8.5	0.425	10.82	22.1		598.91	
9	0.450	11.45	22.8		617.88	
9.5	0.475	12.09	23.1		626.01	
10	0.500	12.73	23.1		626.01	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	9,033	8,973

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

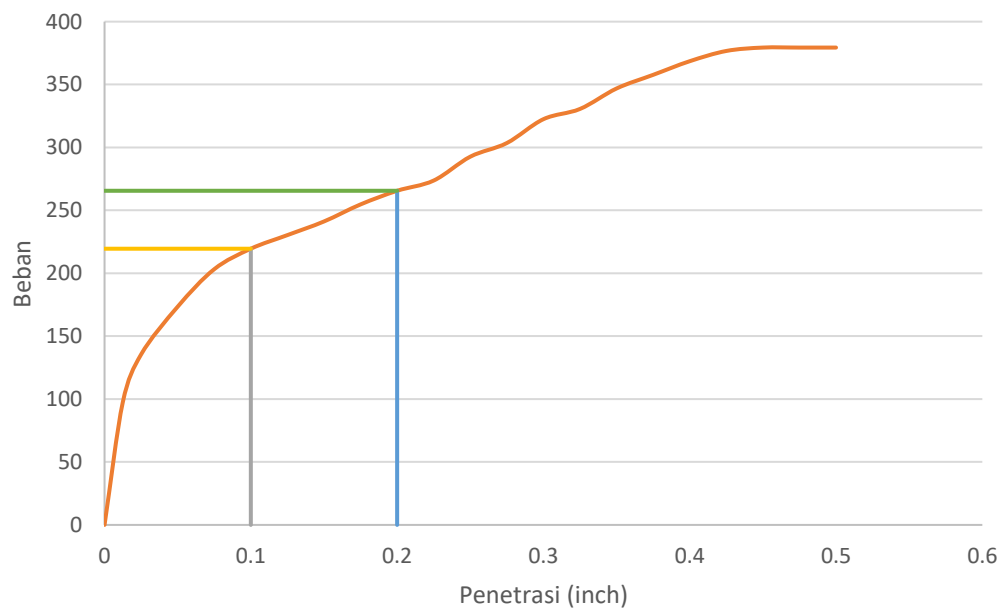
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 12 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 3 hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	6848	Berat cawan (gr)	12.78	7.49
Berat mold (gr)	4019	Berat cawan + tanah basah (gr)	33.87	29.43
Berat tanah basah (gr)	2829	Berat cawan + tanah kering (gr)	29.43	25.2
Diameter (cm)	15.25	Berat air (gr)	4.44	4.23
Tinggi (cm)	17.73	Berat tanah kering (gr)	16.65	17.71
Volume (cm <sup>3</sup> )	3238.46	Kadar air (%)	26.667	23.885
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.87356	Kadar air rata-rata (%)	25.276	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.69738	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	3.6		97.56	
0.5	0.025	0.64	5		135.5	
1	0.050	1.27	6.4		173.44	
1.5	0.075	1.91	7.5		203.25	
2	0.100	2.55	8.1		219.51	
2.5	0.125	3.18	8.5		230.35	
3	0.150	3.82	8.9		241.19	
3.5	0.175	4.45	9.4		254.74	
4	0.200	5.09	9.8		265.58	
4.5	0.225	5.73	10.1		273.71	
5	0.250	6.36	10.8		292.68	

5.5	0.275	7	11.2		303.52	
6	0.300	7.64	11.9		322.49	
6.5	0.325	8.27	12.2		330.62	
7	0.350	8.91	12.8		346.88	
7.5	0.375	9.54	13.2		357.72	
8	0.400	10.18	13.6		368.56	
8.5	0.425	10.82	13.9		376.69	
9	0.450	11.45	14		379.4	
9.5	0.475	12.09	14		379.4	
10	0.500	12.73	14		379.4	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	7,317	5,902

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

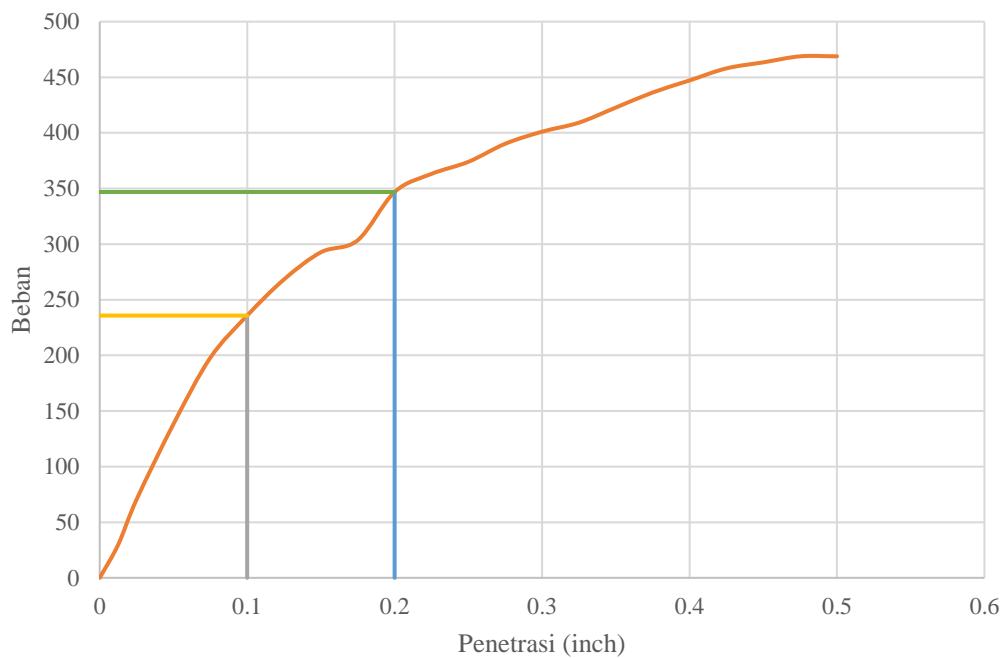
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 17 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 7 hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7392	Berat cawan (gr)	6.88	6.78
Berat mold (gr)	4558	Berat cawan + tanah basah (gr)	25.92	34.99
Berat tanah basah (gr)	2834	Berat cawan + tanah kering (gr)	22.16	29.42
Diameter (cm)	15.21	Berat air (gr)	3.76	5.57
Tinggi (cm)	18	Berat tanah kering (gr)	15.28	22.64
Volume (cm <sup>3</sup> )	3270.55	Kadar air (%)	24.607	24.602
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.86652	Kadar air rata-rata (%)	24.605	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.68156	Kalibrasi alat	27.1	

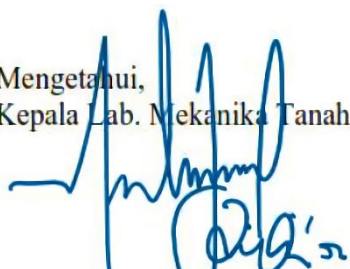
Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	Atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	1.1		29.81	
0.5	0.025	0.64	2.6		70.46	
1	0.050	1.27	5.1		138.21	
1.5	0.075	1.91	7.3		197.83	
2	0.100	2.55	8.7		235.77	
2.5	0.125	3.18	9.9		268.29	
3	0.150	3.82	10.8		292.68	
3.5	0.175	4.45	11.2		303.52	
4	0.200	5.09	12.8		346.88	
4.5	0.225	5.73	13.4		363.14	
5	0.250	6.36	13.8		373.98	

5.5	0.275	7	14.4		390.24	
6	0.300	7.64	14.8		401.08	
6.5	0.325	8.27	15.1		409.21	
7	0.350	8.91	15.6		422.76	
7.5	0.375	9.54	16.1		436.31	
8	0.400	10.18	16.5		447.15	
8.5	0.425	10.82	16.9		457.99	
9	0.450	11.45	17.1		463.41	
9.5	0.475	12.09	17.3		468.83	
10	0.500	12.73	17.3		468.83	




Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	7,859	7,708

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

  
(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

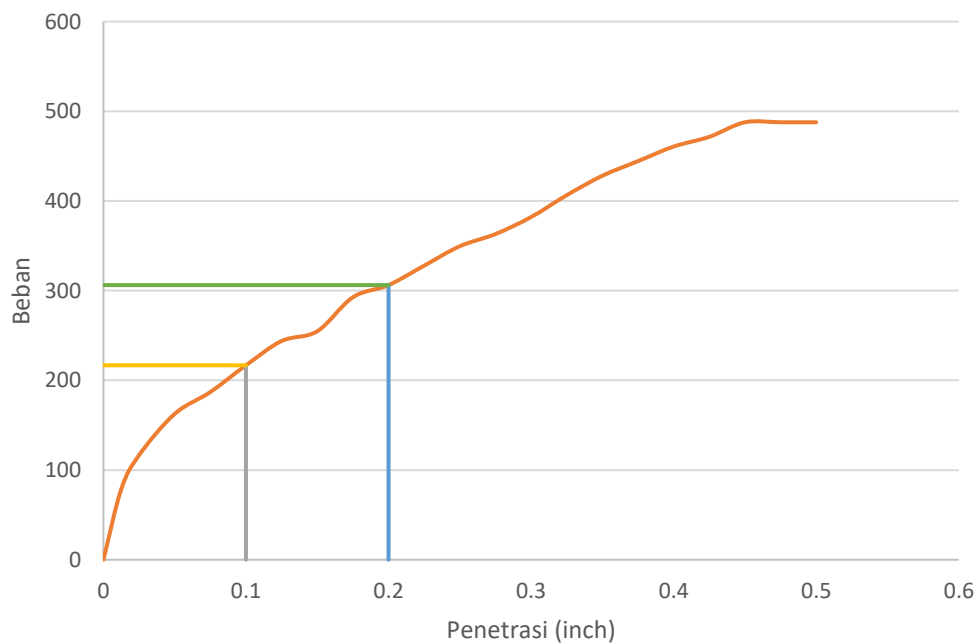
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 17 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 7 hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	6925	Berat cawan (gr)	6.94	6.28
Berat mold (gr)	4032	Berat cawan + tanah basah (gr)	25.25	36.22
Berat tanah basah (gr)	2893	Berat cawan + tanah kering (gr)	21.56	30.39
Diameter (cm)	15.28	Berat air (gr)	3.69	5.83
Tinggi (cm)	17.77	Berat tanah kering (gr)	14.62	24.11
Volume (cm <sup>3</sup> )	3258.55	Kadar air (%)	25.239	24.181
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.88782	Kadar air rata-rata (%)	24.710	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.69831	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	2.9		78.59	
0.5	0.025	0.64	4.3		116.53	
1	0.050	1.27	6		162.6	
1.5	0.075	1.91	6.9		186.99	
2	0.100	2.55	8		216.8	
2.5	0.125	3.18	9		243.9	
3	0.150	3.82	9.4		254.74	
3.5	0.175	4.45	10.8		292.68	
4	0.200	5.09	11.3		306.23	
4.5	0.225	5.73	12.1		327.91	
5	0.250	6.36	12.9		349.59	

5.5	0.275	7	13.4		363.14	
6	0.300	7.64	14.1		382.11	
6.5	0.325	8.27	15		406.5	
7	0.350	8.91	15.8		428.18	
7.5	0.375	9.54	16.4		444.44	
8	0.400	10.18	17		460.7	
8.5	0.425	10.82	17.4		471.54	
9	0.450	11.45	18		487.8	
9.5	0.475	12.09	18		487.8	
10	0.500	12.73	18		487.8	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	7,227	6,805

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

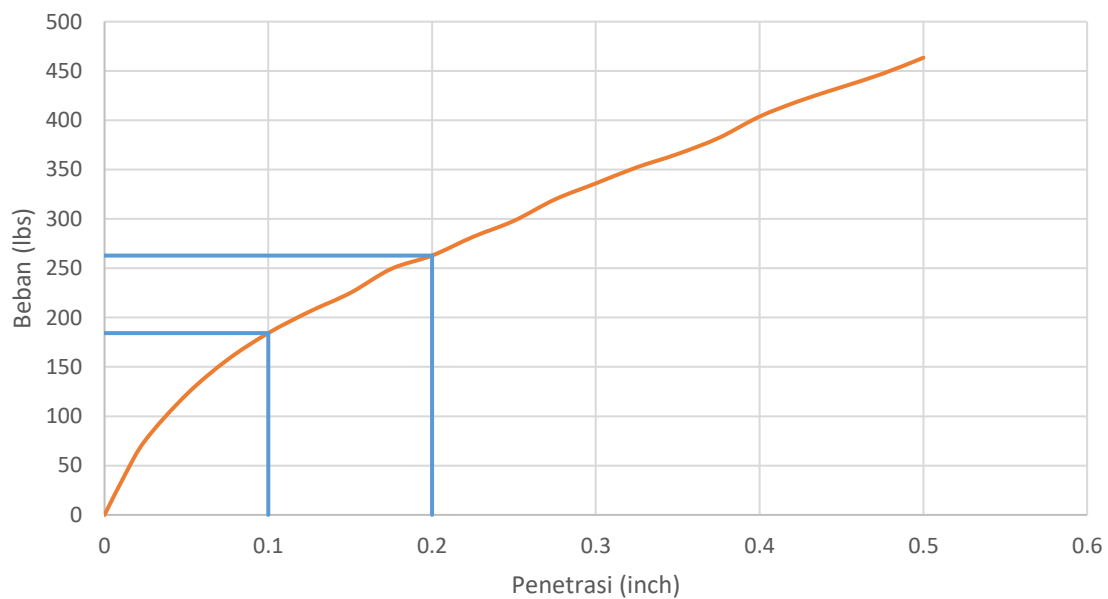
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 16 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 7 hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7070	Berat cawan (gr)	6.88	6.66
Berat mold (gr)	4554	Berat cawan + tanah basah (gr)	19.61	25.7
Berat tanah basah (gr)	2516	Berat cawan + tanah kering (gr)	17.05	21.74
Diameter (cm)	15.2	Berat air (gr)	2.56	3.96
Tinggi (cm)	17.74	Berat tanah kering (gr)	10.17	15.08
Volume (cm <sup>3</sup> )	3219.07	Kadar air (%)	25.172	26.260
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.78159	Kadar air rata-rata (%)	25.716	
Berat volume tanah kering (cm <sup>3</sup> /gr <sup>3</sup> )	0.61476	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	1.5		40.65	
0.5	0.025	0.64	2.8		75.88	
1	0.050	1.27	4.5		121.95	
1.5	0.075	1.91	5.8		157.18	
2	0.100	2.55	6.8		184.28	
2.5	0.125	3.18	7.6		205.96	
3	0.150	3.82	8.3		224.93	
3.5	0.175	4.45	9.2		249.32	
4	0.200	5.09	9.7		262.87	
4.5	0.225	5.73	10.4		281.84	
5	0.250	6.36	11		298.1	

5.5	0.275	7	11.8		319.78	
6	0.300	7.64	12.4		336.04	
6.5	0.325	8.27	13		352.3	
7	0.350	8.91	13.5		365.85	
7.5	0.375	9.54	14.1		382.11	
8	0.400	10.18	14.9		403.79	
8.5	0.425	10.82	15.5		420.05	
9	0.450	11.45	16		433.6	
9.5	0.475	12.09	16.5		447.15	
10	0.500	12.73	17.1		463.41	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	6,143	5,841

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

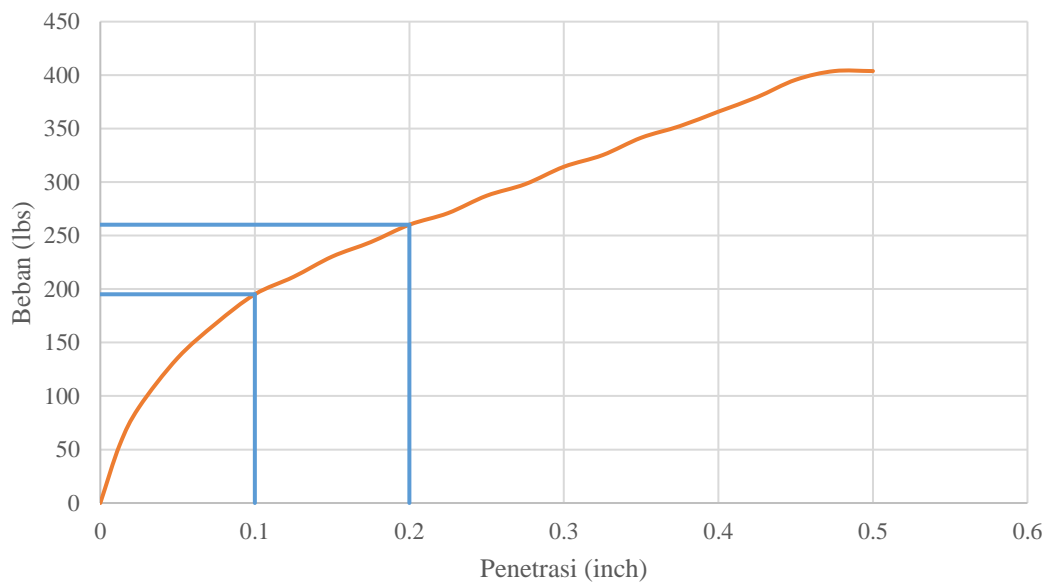
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 16 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 7 hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7127	Berat cawan (gr)	13.02	13.06
Berat mold (gr)	4051	Berat cawan + tanah basah (gr)	35.75	32.03
Berat tanah basah (gr)	3076	Berat cawan + tanah kering (gr)	30.84	27.54
Diameter (cm)	15.22	Berat air (gr)	4.91	4.49
Tinggi (cm)	17.715	Berat tanah kering (gr)	17.82	14.48
Volume (cm <sup>3</sup> )	3223	Kadar air (%)	27.553	31.008
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.95439	Kadar air rata-rata (%)	29,281	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.75068	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	2		54.2	
0.5	0.025	0.64	3.3		89.43	
1	0.050	1.27	5		135.5	
1.5	0.075	1.91	6.2		168.02	
2	0.100	2.55	7.2		195.12	
2.5	0.125	3.18	7.8		211.38	
3	0.150	3.82	8.5		230.35	
3.5	0.175	4.45	9		243.9	
4	0.200	5.09	9.6		260.16	
4.5	0.225	5.73	10		271	
5	0.250	6.36	10.6		287.26	

5.5	0.275	7	11		298.1	
6	0.300	7.64	11.6		314.36	
6.5	0.325	8.27	12		325.2	
7	0.350	8.91	12.6		341.46	
7.5	0.375	9.54	13		352.3	
8	0.400	10.18	13.5		365.85	
8.5	0.425	10.82	14		379.4	
9	0.450	11.45	14.6		395.66	
9.5	0.475	12.09	14.9		403.79	
10	0.500	12.73	14.9		403.79	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	6,504	5,781

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

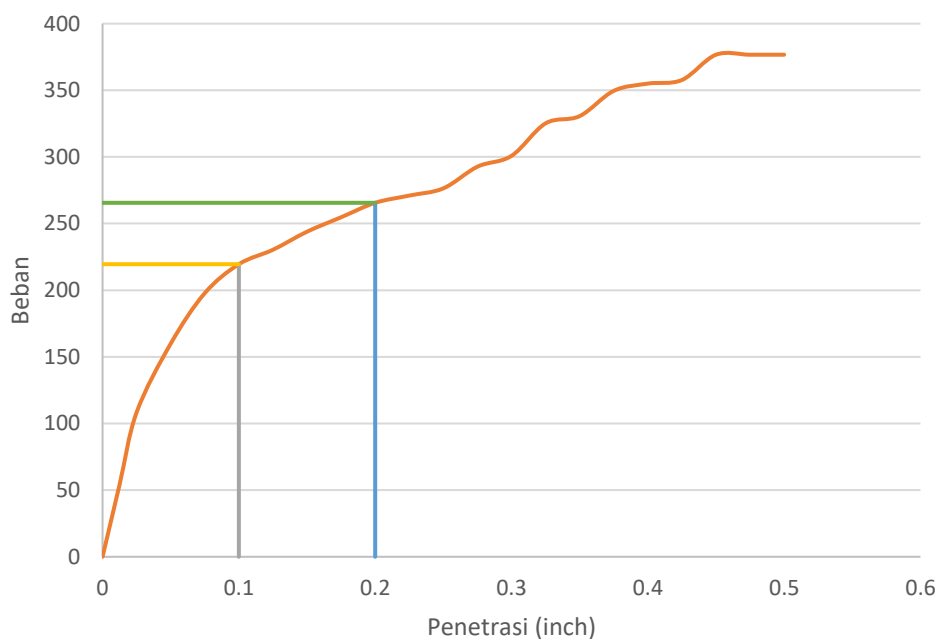
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 16 Maret 2021
Sampel	: Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 7 hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	6974	Berat cawan (gr)	8.42	8.49
Berat mold (gr)	4137	Berat cawan + tanah basah (gr)	20.12	28.51
Berat tanah basah (gr)	2837	Berat cawan + tanah kering (gr)	17.58	24.23
Diameter (cm)	15.23	Berat air (gr)	2.54	4.28
Tinggi (cm)	17.8	Berat tanah kering (gr)	9.16	15.74
Volume (cm <sup>3</sup> )	3242.72	Kadar air (%)	27.729	27.192
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.87488	Kadar air rata-rata (%)	27.461	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.68814	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	2		54.2	
0.5	0.025	0.64	4		108.4	
1	0.050	1.27	5.9		159.89	
1.5	0.075	1.91	7.3		197.83	
2	0.100	2.55	8.1		219.51	
2.5	0.125	3.18	8.5		230.35	
3	0.150	3.82	9		243.9	
3.5	0.175	4.45	9.4		254.74	
4	0.200	5.09	9.8		265.58	
4.5	0.225	5.73	10		271	
5	0.250	6.36	10.2		276.42	

5.5	0.275	7	10.8		292.68	
6	0.300	7.64	11.1		300.81	
6.5	0.325	8.27	12		325.2	
7	0.350	8.91	12.2		330.62	
7.5	0.375	9.54	12.9		349.59	
8	0.400	10.18	13.1		355.01	
8.5	0.425	10.82	13.2		357.72	
9	0.450	11.45	13.9		376.69	
9.5	0.475	12.09	13.9		376.69	
10	0.500	12.73	13.9		376.69	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	7,317	5,902

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

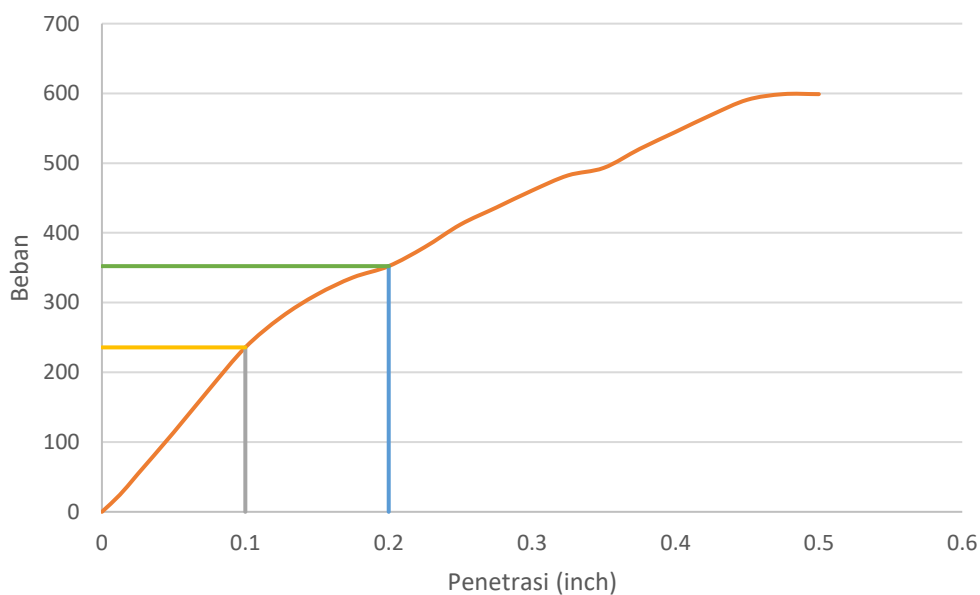
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 17 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum Unsoaked</i> Pemeraman 7 hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7122	Berat cawan (gr)	8.24	8.29
Berat mold (gr)	4185	Berat cawan + tanah basah (gr)	27.51	20.96
Berat tanah basah (gr)	2937	Berat cawan + tanah kering (gr)	23.29	18.38
Diameter (cm)	15.22	Berat air (gr)	4.22	2.58
Tinggi (cm)	13.77	Berat tanah kering (gr)	15.05	10.09
Volume (cm <sup>3</sup> )	2505.26	Kadar air (%)	28.040	25.570
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	1.17233	Kadar air rata-rata (%)	26,805	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.9221	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	0.9		24.39	
0.5	0.025	0.64	2		54.2	
1	0.050	1.27	4.2		113.82	
1.5	0.075	1.91	6.5		176.15	
2	0.100	2.55	8.7		235.77	
2.5	0.125	3.18	10.3		279.13	
3	0.150	3.82	11.5		311.65	
3.5	0.175	4.45	12.4		336.04	
4	0.200	5.09	13		352.3	
4.5	0.225	5.73	14		379.4	
5	0.250	6.36	15.2		411.92	

5.5	0.275	7	16.1		436.31	
6	0.300	7.64	17		460.7	
6.5	0.325	8.27	17.8		482.38	
7	0.350	8.91	18.2		493.22	
7.5	0.375	9.54	19.2		520.32	
8	0.400	10.18	20.1		544.71	
8.5	0.425	10.82	21		569.1	
9	0.450	11.45	21.8		590.78	
9.5	0.475	12.09	22.1		598.91	
10	0.500	12.73	22.1		598.91	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	7,859	7,829

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

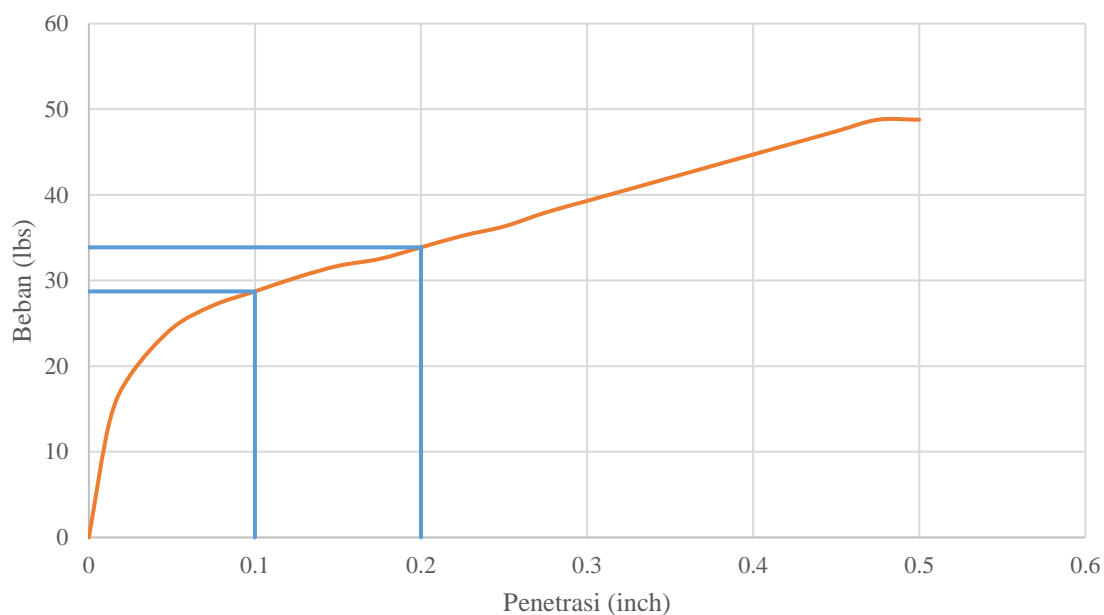
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 3 Mei 2021
Sampel	: Tanah Asli + 0% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7446	Berat cawan (gr)	12.75	7.44
Berat mold (gr)	4311	Berat cawan + tanah basah (gr)	35.42	28.23
Berat tanah basah (gr)	3135	Berat cawan + tanah kering (gr)	27.85	21.66
Diameter (cm)	15.24	Berat air (gr)	7.57	6.57
Tinggi (cm)	17.725	Berat tanah kering (gr)	15.1	14.22
Volume (cm <sup>3</sup> )	3233.3	Kadar air (%)	50.132	46.203
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	0.9696	Kadar air rata-rata (%)	48.167	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.81199	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	0.5		13.55	
0.5	0.025	0.64	0.7		18.97	
1	0.050	1.27	0.9		24.39	
1.5	0.075	1.91	1		27.1	
2	0.100	2.55	1.06		28.726	
2.5	0.125	3.18	1.12		30.352	
3	0.150	3.82	1.17		31.707	
3.5	0.175	4.45	1.2		32.52	
4	0.200	5.09	1.25		33.875	
4.5	0.225	5.73	1.3		35.23	
5	0.250	6.36	1.34		36.314	

5.5	0.275	7	1.4		37.94	
6	0.300	7.64	1.45		39.295	
6.5	0.325	8.27	1.5		40.65	
7	0.350	8.91	1.55		42.005	
7.5	0.375	9.54	1.6		43.36	
8	0.400	10.18	1.65		44.715	
8.5	0.425	10.82	1.7		46.07	
9	0.450	11.45	1.75		47.425	
9.5	0.475	12.09	1.8		48.78	
10	0.500	12.73	1.8		48.78	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	0,958	0,752

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

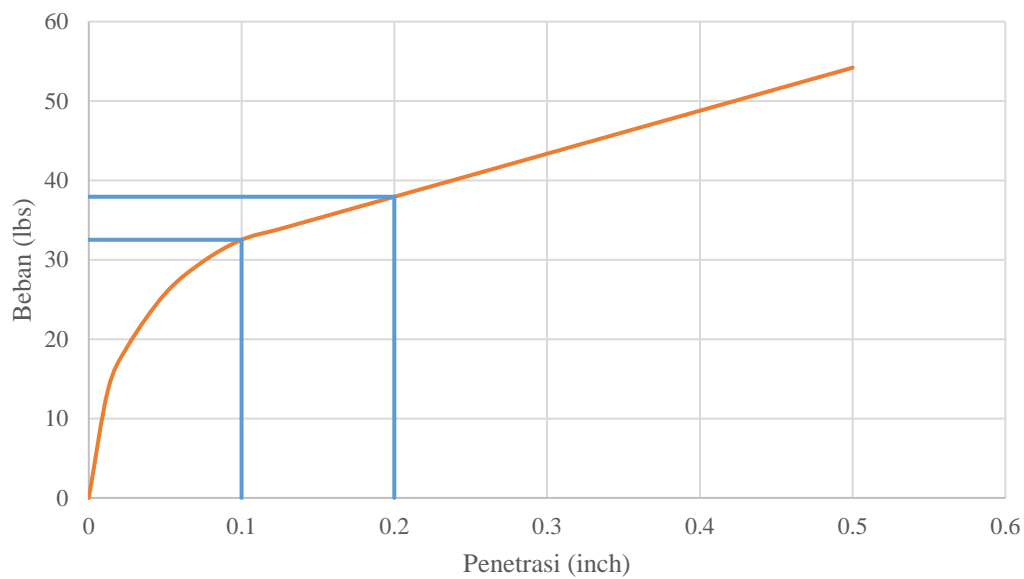
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 3 Mei 2021
Sampel	: Tanah Asli + 0% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7615	Berat cawan (gr)	12.71	6.7
Berat mold (gr)	3782	Berat cawan + tanah basah (gr)	23.44	31.52
Berat tanah basah (gr)	3833	Berat cawan + tanah kering (gr)	20.24	23.29
Diameter (cm)	15.185	Berat air (gr)	3.2	8.23
Tinggi (cm)	17.75	Berat tanah kering (gr)	7.53	16.59
Volume (cm <sup>3</sup> )	3214.53	Kadar air (%)	42.497	49.608
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	1.1924	Kadar air rata-rata (%)	46.052	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.99858	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	0.5		13.55	
0.5	0.025	0.64	0.7		18.97	
1	0.050	1.27	0.95		25.745	
1.5	0.075	1.91	1.1		29.81	
2	0.100	2.55	1.2		32.52	
2.5	0.125	3.18	1.25		33.875	
3	0.150	3.82	1.3		35.23	
3.5	0.175	4.45	1.35		36.585	
4	0.200	5.09	1.4		37.94	
4.5	0.225	5.73	1.45		39.295	
5	0.250	6.36	1.5		40.65	

5.5	0.275	7	1.55		42.005	
6	0.300	7.64	1.6		43.36	
6.5	0.325	8.27	1.65		44.715	
7	0.350	8.91	1.7		46.07	
7.5	0.375	9.54	1.75		47.425	
8	0.400	10.18	1.8		48.78	
8.5	0.425	10.82	1.85		50.135	
9	0.450	11.45	1.9		51.49	
9.5	0.475	12.09	1.95		52.845	
10	0.500	12.73	2		54.2	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	1.084	0,843

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

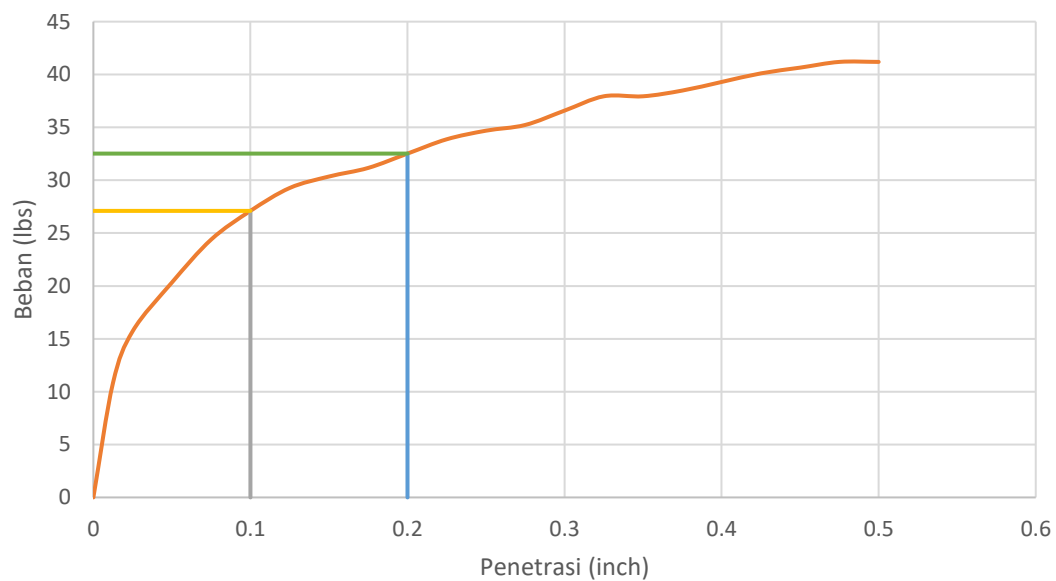
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 29 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7684	Berat cawan (gr)	6.88	6.8
Berat mold (gr)	4182	Berat cawan + tanah basah (gr)	39.18	23.38
Berat tanah basah (gr)	3502	Berat cawan + tanah kering (gr)	27.7	17.61
Diameter (cm)	15.2	Berat air (gr)	11.48	5.77
Tinggi (cm)	17.74	Berat tanah kering (gr)	20.82	10.81
Volume (cm <sup>3</sup> )	3219.07	Kadar air (%)	55.139	53.377
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	1.08789	Kadar air rata-rata (%)	54.258	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.91106	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	0.4		10.84	
0.5	0.025	0.64	0.58		15.718	
1	0.050	1.27	0.75		20.325	
1.5	0.075	1.91	0.9		24.39	
2	0.100	2.55	1		27.1	
2.5	0.125	3.18	1.08		29.268	
3	0.150	3.82	1.12		30.352	
3.5	0.175	4.45	1.15		31.165	
4	0.200	5.09	1.2		32.52	
4.5	0.225	5.73	1.25		33.875	
5	0.250	6.36	1.28		34.688	

5.5	0.275	7	1.3		35.23	
6	0.300	7.64	1.35		36.585	
6.5	0.325	8.27	1.4		37.94	
7	0.350	8.91	1.4		37.94	
7.5	0.375	9.54	1.42		38.482	
8	0.400	10.18	1.45		39.295	
8.5	0.425	10.82	1.48		40.108	
9	0.450	11.45	1.5		40.65	
9.5	0.475	12.09	1.52		41.192	
10	0.500	12.73	1.52		41.192	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	0,903	0,723

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

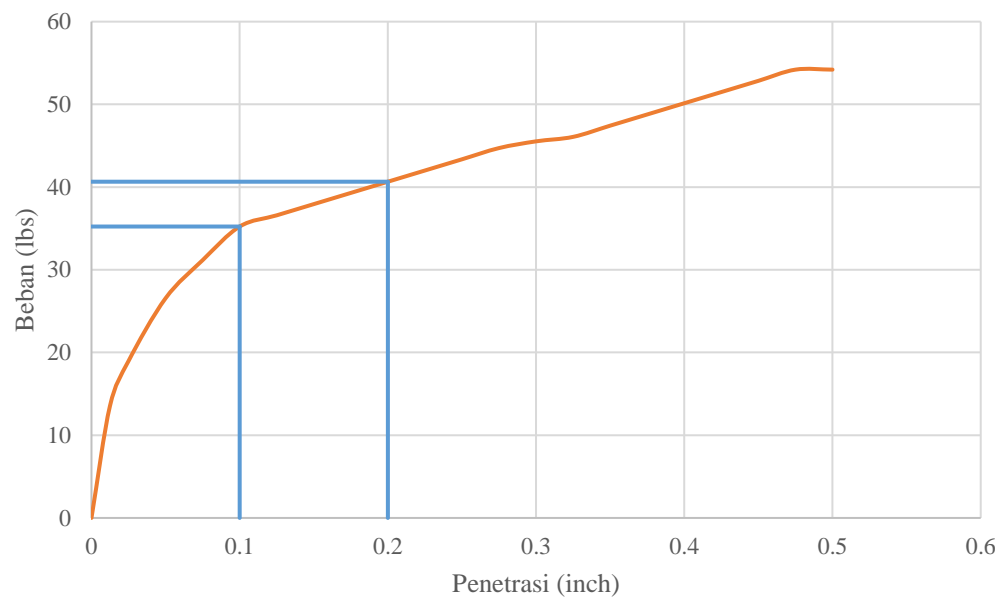
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 29 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7072	Berat cawan (gr)	6.95	6.28
Berat mold (gr)	3555	Berat cawan + tanah basah (gr)	29.88	22.6
Berat tanah basah (gr)	3517	Berat cawan + tanah kering (gr)	21.91	17.01
Diameter (cm)	15.18	Berat air (gr)	7.97	5.59
Tinggi (cm)	17.69	Berat tanah kering (gr)	14.96	10.73
Volume (cm <sup>3</sup> )	3201.56	Kadar air (%)	53.275	52.097
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	1.09853	Kadar air rata-rata (%)	52.686	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.91997	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	0.5		13.55	
0.5	0.025	0.64	0.7		18.97	
1	0.050	1.27	0.98		26.558	
1.5	0.075	1.91	1.15		31.165	
2	0.100	2.55	1.3		35.23	
2.5	0.125	3.18	1.35		36.585	
3	0.150	3.82	1.4		37.94	
3.5	0.175	4.45	1.45		39.295	
4	0.200	5.09	1.5		40.65	
4.5	0.225	5.73	1.55		42.005	
5	0.250	6.36	1.6		43.36	

5.5	0.275	7	1.65		44.715	
6	0.300	7.64	1.68		45.528	
6.5	0.325	8.27	1.7		46.07	
7	0.350	8.91	1.75		47.425	
7.5	0.375	9.54	1.8		48.78	
8	0.400	10.18	1.85		50.135	
8.5	0.425	10.82	1.9		51.49	
9	0.450	11.45	1.95		52.845	
9.5	0.475	12.09	2		54.2	
10	0.500	12.73	2		54.2	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	1,174	0,903

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

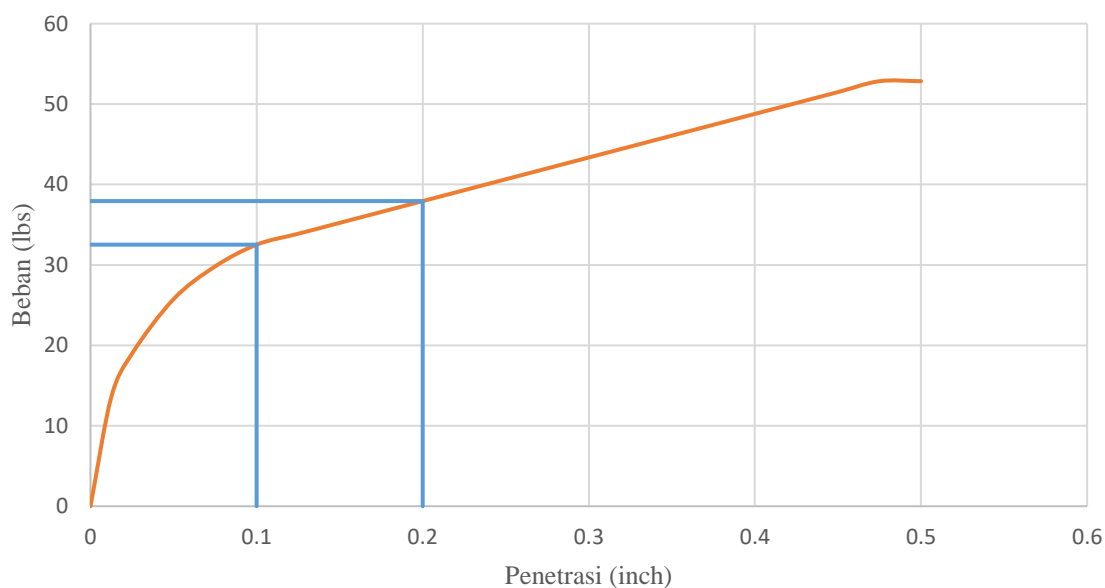
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 29 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7690	Berat cawan (gr)	6.88	6.65
Berat mold (gr)	4214	Berat cawan + tanah basah (gr)	25.98	36.75
Berat tanah basah (gr)	3476	Berat cawan + tanah kering (gr)	19.8	26.52
Diameter (cm)	15.22	Berat air (gr)	6.18	10.23
Tinggi (cm)	17.83	Berat tanah kering (gr)	12.92	19.87
Volume (cm <sup>3</sup> )	3243.92	Kadar air (%)	47.833	51.485
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	1.07154	Kadar air rata-rata (%)	49.659	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.89737	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	Atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	1.5		40.65	
0.5	0.025	0.64	2.8		75.88	
1	0.050	1.27	4.5		121.95	
1.5	0.075	1.91	5.8		157.18	
2	0.100	2.55	6.8		184.28	
2.5	0.125	3.18	7.6		205.96	
3	0.150	3.82	8.3		224.93	
3.5	0.175	4.45	9.2		249.32	
4	0.200	5.09	9.7		262.87	
4.5	0.225	5.73	10.4		281.84	
5	0.250	6.36	11		298.1	

5.5	0.275	7	11.8		319.78	
6	0.300	7.64	12.4		336.04	
6.5	0.325	8.27	13		352.3	
7	0.350	8.91	13.5		365.85	
7.5	0.375	9.54	14.1		382.11	
8	0.400	10.18	14.9		403.79	
8.5	0.425	10.82	15.5		420.05	
9	0.450	11.45	16		433.6	
9.5	0.475	12.09	16.5		447.15	
10	0.500	12.73	17.1		463.41	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	1,084	0,843

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

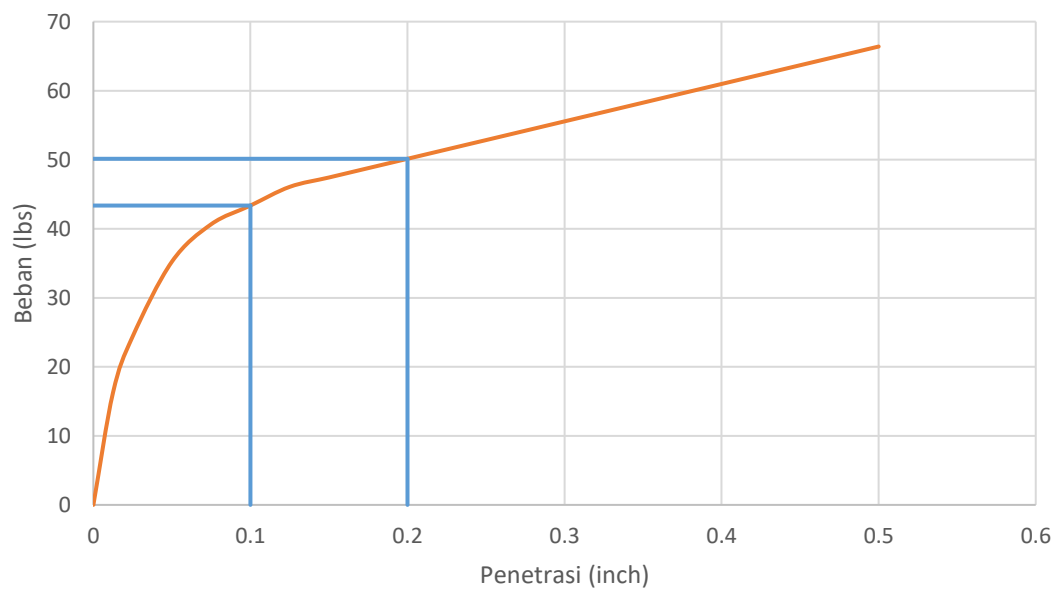
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 29 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7762	Berat cawan (gr)	13.01	13.06
Berat mold (gr)	4132	Berat cawan + tanah basah (gr)	32.73	27.98
Berat tanah basah (gr)	3630	Berat cawan + tanah kering (gr)	25.55	23.2
Diameter (cm)	15.27	Berat air (gr)	7.18	4.78
Tinggi (cm)	17.78	Berat tanah kering (gr)	12.54	10.14
Volume (cm <sup>3</sup> )	3256.11	Kadar air (%)	57.257	47.140
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	1.11483	Kadar air rata-rata (%)	52.198	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.93362	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	0.6		16.26	
0.5	0.025	0.64	0.9		24.39	
1	0.050	1.27	1.3		35.23	
1.5	0.075	1.91	1.5		40.65	
2	0.100	2.55	1.6		43.36	
2.5	0.125	3.18	1.7		46.07	
3	0.150	3.82	1.75		47.425	
3.5	0.175	4.45	1.8		48.78	
4	0.200	5.09	1.85		50.135	
4.5	0.225	5.73	1.9		51.49	
5	0.250	6.36	1.95		52.845	

5.5	0.275	7	2		54.2	
6	0.300	7.64	2.05		55.555	
6.5	0.325	8.27	2.1		56.91	
7	0.350	8.91	2.15		58.265	
7.5	0.375	9.54	2.2		59.62	
8	0.400	10.18	2.25		60.975	
8.5	0.425	10.82	2.3		62.33	
9	0.450	11.45	2.35		63.685	
9.5	0.475	12.09	2.4		65.04	
10	0.500	12.73	2.45		66.395	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	1,445	1,114

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

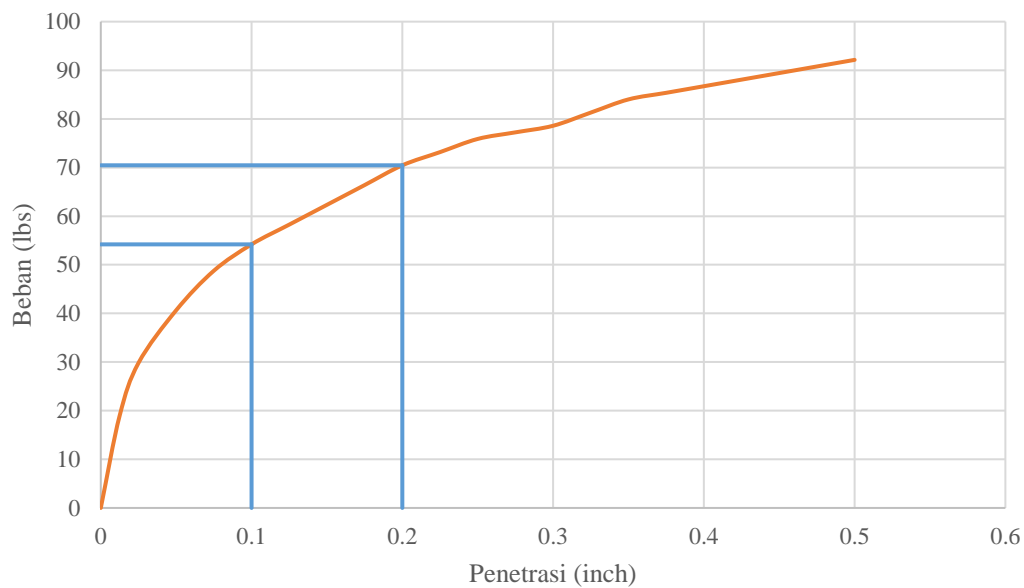
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 29 April 2022
Sampel	: Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 1

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7753	Berat cawan (gr)	8.43	8.47
Berat mold (gr)	4311	Berat cawan + tanah basah (gr)	35.88	27.32
Berat tanah basah (gr)	3442	Berat cawan + tanah kering (gr)	25.66	21.08
Diameter (cm)	15.185	Berat air (gr)	10.22	6.24
Tinggi (cm)	17.8	Berat tanah kering (gr)	17.23	12.61
Volume (cm <sup>3</sup> )	3223.59	Kadar air (%)	59.315	49.485
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	1.06775	Kadar air rata-rata (%)	54.400	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.8942	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	0.7		18.97	
0.5	0.025	0.64	1.1		29.81	
1	0.050	1.27	1.5		40.65	
1.5	0.075	1.91	1.8		48.78	
2	0.100	2.55	2		54.2	
2.5	0.125	3.18	2.15		58.265	
3	0.150	3.82	2.3		62.33	
3.5	0.175	4.45	2.45		66.395	
4	0.200	5.09	2.6		70.46	
4.5	0.225	5.73	2.7		73.17	
5	0.250	6.36	2.8		75.88	

5.5	0.275	7	2.85		77.235	
6	0.300	7.64	2.9		78.59	
6.5	0.325	8.27	3		81.3	
7	0.350	8.91	3.1		84.01	
7.5	0.375	9.54	3.15		85.365	
8	0.400	10.18	3.2		86.72	
8.5	0.425	10.82	3.25		88.075	
9	0.450	11.45	3.3		89.43	
9.5	0.475	12.09	3.35		90.785	
10	0.500	12.73	3.4		92.14	




Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	1,807	1,566

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

  
(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

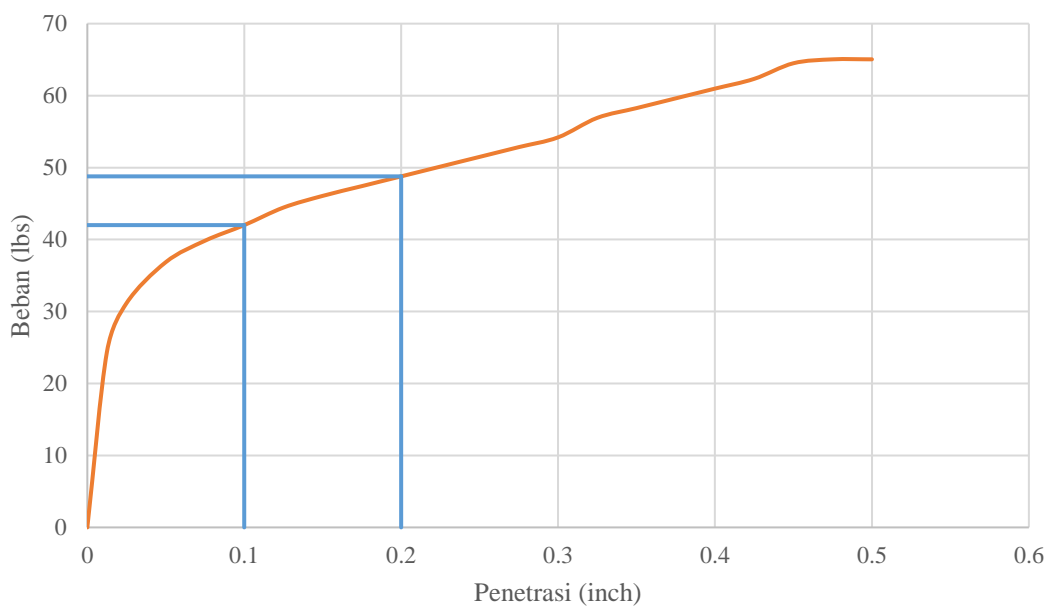
**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO**  
**ASTM D 1883-73**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 29 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari Sampel 2

Berat Volume Tanah, $\gamma$		Keterangan	Kadar Air	
		No. cawan	1	2
Berat tanah + mold (gr)	7498	Berat cawan (gr)	8.24	8.28
Berat mold (gr)	4019	Berat cawan + tanah basah (gr)	32.75	14.82
Berat tanah basah (gr)	3479	Berat cawan + tanah kering (gr)	24.35	12.44
Diameter (cm)	15.25	Berat air (gr)	8.4	2.38
Tinggi (cm)	17.73	Berat tanah kering (gr)	16.11	4.16
Volume (cm <sup>3</sup> )	3238.46	Kadar air (%)	52.142	57.212
Berat volume tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	1.07428	Kadar air rata-rata (%)	54.677	
Berat volume tanah kering (cm/gr <sup>3</sup> )	0.89966	Kalibrasi alat	27.1	

Pembebanan						
Waktu (mn)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban (Div)		Beban (lbs)	
	(Inch)	(mm)	atas	bawah	atas	bawah
0	0.000	0	0		0	
0.25	0.013	0.32	0.9		24.39	
0.5	0.025	0.64	1.15		31.165	
1	0.050	1.27	1.36		36.856	
1.5	0.075	1.91	1.47		39.837	
2	0.100	2.55	1.55		42.005	
2.5	0.125	3.18	1.64		44.444	
3	0.150	3.82	1.7		46.07	
3.5	0.175	4.45	1.75		47.425	
4	0.200	5.09	1.8		48.78	
4.5	0.225	5.73	1.85		50.135	
5	0.250	6.36	1.9		51.49	

5.5	0.275	7	1.95		52.845	
6	0.300	7.64	2		54.2	
6.5	0.325	8.27	2.1		56.91	
7	0.350	8.91	2.15		58.265	
7.5	0.375	9.54	2.2		59.62	
8	0.400	10.18	2.25		60.975	
8.5	0.425	10.82	2.3		62.33	
9	0.450	11.45	2.38		64.498	
9.5	0.475	12.09	2.4		65.04	
10	0.500	12.73	2.4		65.04	



Nilai CBR		
Penetrasi	0,1 "	0,2"
%	1,4	1,084

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN SWELLING**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 3 Mei 2021
Sampel	: Tanah Asli + 0% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari

Uji Pengembangan	Tanah Asli Sampel 1	
	0 Hari	4 Hari
Pembacaan Dial, $\Delta h$ (mm)	0	7,47
Tinggi Sampel, $L_0$ (cm)	12,725	12,725
Pengembangan (%)	0	5,87

Uji Pengembangan	Tanah Asli Sampel 2	
	0 Hari	4 Hari
Pembacaan Dial, $\Delta h$ (mm)	0	5.86
Tinggi Sampel, $L_0$ (cm)	12,75	12,75
Pengembangan (%)	0	4,60

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN SWELLING**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 29 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari

Uji Pengembangan	Tanah Asli Sampel 1	
	0 Hari	4 Hari
Pembacaan Dial, $\Delta h$ (mm)	0	3,952
Tinggi Sampel, $L_0$ (cm)	12,74	12,74
Pengembangan (%)	0	3,10

Uji Pengembangan	Tanah Asli Sampel 2	
	0 Hari	4 Hari
Pembacaan Dial, $\Delta h$ (mm)	0	3,778
Tinggi Sampel, $L_0$ (cm)	12,69	12,69
Pengembangan (%)	0	2,98

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)





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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN SWELLING**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 29 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari

Uji Pengembangan	Tanah Asli Sampel 1	
	0 Hari	4 Hari
Pembacaan Dial, $\Delta h$ (mm)	0	3,402
Tinggi Sampel, $L_0$ (cm)	12,83	12,83
Pengembangan (%)	0	2,65

Uji Pengembangan	Tanah Asli Sampel 2	
	0 Hari	4 Hari
Pembacaan Dial, $\Delta h$ (mm)	0	4,23
Tinggi Sampel, $L_0$ (cm)	12,78	12,78
Pengembangan (%)	0	3,31

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN SWELLING**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 29 April 2021
Sampel	: Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari

Uji Pengembangan	Tanah Asli Sampel 1	
	0 Hari	4 Hari
Pembacaan Dial, $\Delta h$ (mm)	0	3,99
Tinggi Sampel, $L_0$ (cm)	12,725	12,725
Pengembangan (%)	0	3,14

Uji Pengembangan	Tanah Asli Sampel 2	
	0 Hari	4 Hari
Pembacaan Dial, $\Delta h$ (mm)	0	1,548
Tinggi Sampel, $L_0$ (cm)	12,73	12,73
Pengembangan (%)	0	1,22

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)

## Perhitungan Pengujian *Swelling*

Pengujian *Swelling* (*Sw*)

$$Sw = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

Berikut perhitungan pengujian *Swelling*

1. Tanah Asli + 0% Limbah *Gypsum*

$$Sw1 = \frac{7,47 \times 0,1}{12,725} \times 100\% = 5,87 \%$$

$$Sw2 = \frac{5,86 \times 0,1}{12,75} \times 100\% = 4,60 \%$$

$$Swrata = \frac{5,87 + 4,60}{2} = 5,23 \%$$

2. Tanah Asli + 3% Limbah *Gypsum*

$$Sw1 = \frac{3,952 \times 0,1}{12,74} \times 100\% = 3,10 \%$$

$$Sw2 = \frac{3,778 \times 0,1}{12,69} \times 100\% = 2,98 \%$$

$$Swrata = \frac{3,10 + 2,98}{2} = 3,04 \%$$

3. Tanah Asli + 6% Limbah *Gypsum*

$$Sw1 = \frac{3,402 \times 0,1}{12,83} \times 100\% = 2,65 \%$$

$$Sw2 = \frac{4,23 \times 0,1}{12,78} \times 100\% = 3,31 \%$$

$$Swrata = \frac{2,65 + 3,31}{2} = 2,98 \%$$

4. Tanah Asli + 10% Limbah *Gypsum*

$$Sw1 = \frac{3,99 \times 0,1}{12,725} \times 100\% = 3,14 \%$$

$$Sw2 = \frac{1,548 \times 0,1}{12,73} \times 100\% = 1,22 \%$$

$$Swrata = \frac{3,14 + 1,22}{2} = 2,18 \%$$



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

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**REKAPITULASI PENGUJIAN *CBR* LABORATORIUM  
 DAN SWELLING**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mulusan, Kec. Paliyan, Kab. Gunung Kidul, Yogyakarta
Dikerjakan	: Tri Yani Rinawati
Tanggal	: 3 Mei 2021
Sampel	: Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum Soaked</i> Rendaman 4 Hari

Sampel	CBR (%)
Tanah Asli Tanpa Rendaman	5,65
Tanah Asli Rendaman	1,02

Sampel	Pemeraman 0 hari (%)	Pemeraman 3 hari (%)	Pemeraman 7 hari (%)	CBR Rendamana (%)
Tanah + 0% Limbah <i>Gypsum</i>	5,646	-	-	1,021
Tanah + 3% Limbah <i>Gypsum</i>	6,098	7,849	7,543	1,039
Tanah + 6% Limbah <i>Gypsum</i>	5,149	6,414	6,323	1,265
Tanah + 10% Limbah <i>Gypsum</i>	5,917	8,175	7,588	1,603

Sampel	Swelling (%)
Tanah Asli + 0% Limbah <i>Gypsum</i>	5,23
Tanah Asli + 3% Limbah <i>Gypsum</i>	3,04
Tanah Asli + 6% Limbah <i>Gypsum</i>	2,98
Tanah Asli + 10% Limbah <i>Gypsum</i>	2,18

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, April 2022  
Peneliti

(Tri Yani Rinawati)