

TUGAS AKHIR

**PENGARUH STABILISASI TANAH PASIR CANDI
PRAMBANAN MENGGUNAKAN TANAH BUTIRAN HALUS
DAN KAPUR**

***(THE EFFECT OF PRAMBANAN TEMPLE SOIL
STABILIZATION WITH FINE-GRAINED AND HYDRATED
LIME)***

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



**Muhammad Annan Prapanca
18511219**

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

**PENGARUH STABILISASI TANAH PASIR CANDI
PRAMBANAN MENGGUNAKAN TANAH BERBUTIR HALUS
DAN KAPUR
(THE EFFECT OF PRAMBANAN TEMPLE SOIL
STABILIZATION WITH FINE-GRAINED AND HYDRATED
LIME)**

Disusun oleh

Muhammad Anan Prapanca

18511219

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

Diuji pada tanggal:

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Ir. Ahmad Marzuko, M.T.

NIK: 885110107

Penguji I

Anisa Nur Amalina, S.T., M. Eng.

NIK: 215111305

Penguji II

Lalu Makrup, Dr. Ir., M.T.

NIK: 885110106

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Zaharia Muntafi, S.F., M.T., Ph.D.Eng.
NIK: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan proposal tugas akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan tugas akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan proposal tugas akhir ini bukan karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundangundangan yang berlaku.

Yogyakarta, 26 Februari 2022

Yang membuat pernyataan



Muhammad Annan Prapanca

(18511219)

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, serta shalawat serta salam kepada baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarga. Sahabat, dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tugas akhir semester ini. Adapun judul proposal tugas akhir ini adalah “PENGARUH STABILISASI TANAH PASIR CANDI PRAMBANAN MENGGUNAKAN TANAH BUTIRAN HALUS DAN KAPUR”. Selama melaksanakan dan menyusun laporan, penyusun telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

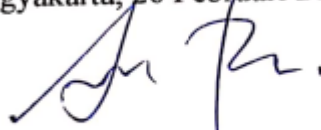
1. Akhmad Marzuko Ir., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir saya.
2. Orang Tua, yang selalu memberikan saya inspirasi dan motivasi
3. Keluarga, Ndaru Wisnu Murti S.T., selaku paman saya yang banyak memberikan banyak pengetahuan terkait uji coba laboratorium dan mekanika tanah.
4. Semua pihak yang telah membantu terlaksananya tugas akhir sekaligus menyelesaikan laporan ini.

“Against criticism a man can neither protest nor defend himself; he must act in spite of it, and then it will gradually yield to him,” merupakan salah satu kutipan dari Goethe yang memiliki arti bahwa saya sebagai manusia tidak mungkin kebal dari *criticism* orang lain sehingga saya berusaha untuk menerimanya dan memperbaiki diri saya perlahan agar

menjadi lebih baik. Hal yang sama juga berlaku untuk laporan ini bahwasannya tidak sempurna dan pasti memiliki banyak kesalahan.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 26 Februari 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mu Annan Prapanca', written in a cursive style.

Muhammad Annan Prapanca

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xxiii
<i>ABSTARCT</i>	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.2.1 Penelitian Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Kapur	6
2.2.2 Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur Dengan Parameter CBR	8
2.2.3 Stabilisasi Tanah Menggunakan Campuran Tanah Lempung dan Tanah Pasir Dengan Kapur	8
2.2.4 Stabilisasi Tanah Menggunakan Campuran Tanah Lempung dan Tanah Pasir Dengan Kapur	10
2.3 Keaslian Penelitian	14

2.4 Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya	14
BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1 Tanah	15
3.1.1 Tanah Kohesif dan Non Kohesif	16
3.2 Plastisitas dan Struktur Tanah	16
3.2.1 Batas Cair/LL (<i>Liquid Limit</i>)	17
3.2.2 Batas Plastis/PL (<i>Plastic Limit</i>)	20
3.2.3 Batas Susut/SL (<i>Shrinkage Limit</i>)	22
3.2.4 Struktur Tanah Non-Kohesif	23
3.2.5 Struktur Tanah Kohesif	25
3.3 Klasifikasi Tanah	26
3.3.1 USCS (<i>Unified Soil Classification System</i>)	27
3.4 Kompaksi Tanah	29
3.5 Kuat Geser Tanah	31
3.6 Tanah Ekspansif	37
3.7 Permeabilitas	40
3.8 Stabilisasi Tanah	42
3.8.1 Pengertian Stabilisasi Tanah	42
3.8.2 Stabilisasi Kimiawi	43
BAB IV METODE PENELITIAN	45
4.1 Jenis Penelitian	45
4.2 Lokasi Penelitian	45
4.3 Bahan dan Benda Uji	45
4.3.1 Bahan	45
4.3.2 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel	46
4.4 Bagan Alir Penelitian	49
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	51
5.1 Hasil Penelitian	51

5.1.1 Pengujian Kadar Air	51
5.1.2 Pengujian Berat Volume	52
5.1.3 Pengujian Berat Jenis	53
5.1.4 Pengujian Analisa Saringan	55
5.1.5 Pengujian Batas-Batas Konsistensi	70
5.1.6 Pengujian Standar Proktor	76
5.1.7 Pengujian Permeabilitas	89
5.1.8 Geser Langsung	92
5.1.9 Pengujian Triaksial UU	97
5.2 Pembahasan	103
5.2.1 Tanah Asli	103
5.2.2 Sifat Mekanik Tanah	109
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	120
6.1 Kesimpulan	120
6.2 Saran	121
DAFTAR PUSTAKA	122
LAMPIRAN	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan Persentase Kadar Kapur Terhadap kepadatan Maksimun	6
Gambar 2.2	Hubungan Persentase Kadar kapur Terhadap Kadar Air Optimum	7
Gambar 2.3	Grafik Persentase Kapur Terhadap Kekuatan Tanah	8
Gambar 2.4	Kurva Kompaksi	9
Gambar 2.5	Grafik Triaksial	10
Gambar 2.6	Grafik Kuat Geser Tanah	11
Gambar 3.1	Grafik Konsistensi Hubungan Volume Tanah Terhadap Persentase Kadar Air	17
Gambar 3.2	Alat <i>Cassagrande</i>	18
Gambar 3.3	<i>Flat Grooving Tool</i>	18
Gambar 3.4	<i>Wedge Grooving Tool</i>	18
Gambar 3.5	Sampel Tanah Sebelum dan Setelah Tes	19
Gambar 3.6	Grafik Hubungan Persentase Kadar Air Terhadap Jumlah Pukulan, N	20
Gambar 3.7	Perubahan Volume Pengujian Batas Susut	23
Gambar 3.8	Struktur Butiran Tunggal Renggang dan Padat	24
Gambar 3.9	Struktur Sarang Lebah	24
Gambar 3.10	Struktur Tanah Lempung	25
Gambar 3.11	Grafik Hubungan Persentase Kadar Air Terhadap Kepadatan Tanah	30
Gambar 3.12	Alat Uji Proctor Standar	31
Gambar 3.13	Garis Keruntuhan Tanah	34
Gambar 3.14	Alat Uji Geser Langsung	35
Gambar 3.15	Alat Uji Triaksial	36
Gambar 3.16	Diagram Mohr	37
Gambar 3.17	Diagram Skema Struktur	38

Gambar 3.18	Interaksi Ionik Air	39
Gambar 3.19	Peran Hidrasi Kation pada Ekspansi Tanah	39
Gambar 3.20	Grafik Hubungan v dan i	50
Gambar 4.1	Bagan Alir	55
Gambar 5.1	Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah Candi Prawara	63
Gambar 5.2	Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah Merapi	63
Gambar 5.3	Grafik Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus	69
Gambar 5.4	Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1	72
Gambar 5.5	Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 2	72
Gambar 5.6	Grafik Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 1 dengan 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	81
Gambar 5.7	Grafik Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 2 dengan 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	81
Gambar 5.8	Grafik Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 1 dengan 80% Pasir dan 20% Butiran Halus	83
Gambar 5.9	Grafik Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 2 dengan 80% Pasir dan 20% Butiran Halus	83
Gambar 5.10	Grafik Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 1 dengan 70% Pasir dan 30% Butiran Halus	85
Gambar 5.11	Grafik Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 2 dengan 70% Pasir dan 30% Butiran Halus	85
Gambar 5.12	Hasil <i>Proctor Standard</i> dengan Variasi Campuran Tanah	87
Gambar 5.13	Grafik Hubungan Antara Variasi Pasir dengan <i>MDD</i>	88
Gambar 5.14	Grafik Hubungan Antara Variasi Butiran Halus dengan <i>MDD</i>	88
Gambar 5.15	Grafik Hubungan Antara Variasi Pasir dengan <i>OMC</i>	89
Gambar 5.16	Grafik Hubungan Variasi Butiran Halus dengan <i>OMC</i>	89
Gambar 5.17	Grafik Hubungan Tegangan Geser dan Regangan Tanah Asli Variasi Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	92

Gambar 5.18 Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser Maksimum Tanah Asli dengan Variasi Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Uji Geser Langsung	94
Gambar 5.19 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Tanah Asli Variasi Campuran Tanah 90% dan 10% Butiran Halus Uji Triaksial UU	98
Gambar 5.20 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli dengan Variasi Campuran Tanah 90% Pasir dan 10% Butiran Halus Uji Triaksial UU	99
Gambar 5.21 Grafik Karakteristik Tanah Asli <i>USCS</i>	107
Gambar 5.22 Hubungan Aktifitas dengan Persentase Butiran Halus	108
Gambar 5.23 Pengaruh Kadar Kapur Terhadap Nilai Kohesi Pengujian Geser Langsung	110
Gambar 5.24 Grafik Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi Pengujian Geser Langsung	111
Gambar 5.25 Pengaruh Kadar Kapur Terhadap Nilai Kohesi Uji Triaksial UU	112
Gambar 5.26 Grafik Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Kohesi Pengujian Triaksial UU	114
Gambar 5.27 Pengaruh Kadar Kapur Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pengujian Geser Langsung	115
Gambar 5.28 Grafik Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Sudut Geser Dalam Pengujian Geser Langsung	116
Gambar 5.29 Pengaruh Kadar Kapur Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pengujian Triaksial UU	117
Gambar 5.30 Grafik Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Sudut Geser Dalam Pengujian Triaksial UU	118

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Hubungan Nilai pH Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah	7
Tabel 2.2	Perbandingan Penelitian Yang Akan Dilakukan Dengan Penelitian Sebelumnya	12
Tabel 3.1	Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Ukuran Butiran	15
Tabel 3.2	Nilai Tipikal Daripada Batas Cair, Batas Plastis, Dan Aktivitas Dari Beberapa Tanah Lempung	21
Tabel 3.3	Klasifikasi Indeks Plastisitas Secara Quantitatif	22
Tabel 3.4	Klasifikasi Tanah <i>USCS</i>	28
Tabel 3.5	Nilai Konduktivitas Hidraulik Pada Tanah Tersaturasi	42
Tabel 4.1	Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel	46
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Pasir	51
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Berbutir Halus	52
Tabel 5.3	Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Pasir	52
Tabel 5.4	Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Berbutir Halus	53
Tabel 5.5	Hasil Pengujian Berat Jenis Sampel Pasir	54
Tabel 5.6	Hasil Pengujian Berat Jenis Sampel Berbutir Halus	54
Tabel 5.7	Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Candi Perwara Sampel 1	56
Tabel 5.8	Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Candi Perwara Sampel 2	57
Tabel 5.9	Hasil Pengujian Analisa Saringan Rata-Rata Candi Perwara	58
Tabel 5.10	Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Merapi Sampel 1	58
Tabel 5.11	Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Merapi Sampel 2	59
Tabel 5.12	Hasil Pengujian Analisa Saringan Rata-Rata Tanah	59

Merapi

Tabel 5.13 Hasil Uji Hidrometer Candi Perwara Sampel 1	60
Tabel 5.14 Hasil Uji Hidrometer Candi Perwara Sampel 2	61
Tabel 5.15 Hasil Uji Hidrometer Rata-Rata Candi Perwara	61
Tabel 5.16 Hasil Uji Hidrometer Tanah Merapi Sampel 1	61
Tabel 5.17 Hasil Uji Hidrometer Tanah Merapi Sampel 2	62
Tabel 5.18 Hasil Uji Hidrometer Rata-Rata Tanah Merapi	62
Tabel 5.19 Persentase Fraksi Butiran Tanah Candi Perwara	64
Tabel 5.20 Persentase Fraksi Butiran Tanah Merapi	64
Tabel 5.21 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus Sampel 1	65
Tabel 5.22 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus Sampel 2	66
Tabel 5.23 Hasil Pengujian Analisa Saringan Rata-Rata	67
Tabel 5.24 Hasil Uji Hidrometer Butiran Halus Sampel 1	68
Tabel 5.25 Hasil Uji Hidrometer Butiran Halus Sampel 2	68
Tabel 5.26 Hasil Uji Hidrometter Butiran Halus Rata-Rata	68
Tabel 5.27 Persentase Fraksi Butiran Tanah	69
Tabel 5.28 Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Sampel 1	71
Tabel 5.29 Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Sampel 2	71
Tabel 5.30 Rekapitulasi Kadar Air Pengujian Batas Cair Dan Batas Plastis	73
Tabel 5.31 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 1	74
Tabel 5.32 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 2	74
Tabel 5.33 Hasil Rekapitulasi Pengujian <i>Atterberg Limit</i>	75
Tabel 5.34 Persentase Campuran Tanah Pasir dan Tanah Berbutir Halus	76
Tabel 5.35 Penambahan Air Sampel Tanah 1 Dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	77
Tabel 5.36 Penambahan Air Sampel Tanah 1 Dengan Campuran	77

	Pasir 80% dan Butiran Halus 20%	
Tabel 5.37	Penambahan Air Sampel Tanah 1 Dengan Campuran Pasir 70% dan Butiran Halus 30%	77
Tabel 5.38	Penambahan Air Sampel Tanah 2 Dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	78
Tabel 5.39	Penambahan Air Sampel Tanah 2 Dengan Campuran Pasir 80% dan Butiran Halus 20%	78
Tabel 5.40	Penambahan Air Sampel Tanah 2 Dengan Campuran Pasir 70% dan Butiran Halus 30%	79
Tabel 5.41	Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 1 Dengan 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	80
Tabel 5.42	Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 2 Dengan 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	80
Tabel 5.43	Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 1 Dengan 80% Pasir dan 20% Butiran Halus	82
Tabel 5.44	Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 2 Dengan 80% Pasir dan 20% Butiran Halus	82
Tabel 5.45	Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 1 Dengan 70% Pasir dan 30% Butiran Halus	84
Tabel 5.46	Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 2 Dengan 70% Pasir dan 30% Butiran Halus	84
Tabel 5.47	Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Rata-Rata	86
Tabel 5.48	Nilai Koefisien Permeabilitas Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 1	90
Tabel 5.49	Nilai Koefisien Permeabilitas Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 2	91
Tabel 5.50	Tegangan Normal dan Tegangan Geser Maksimum Uji Geser Lansung Tanah Asli Variasi Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	93
Tabel 5.51	Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli	94
Tabel 5.52	Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan	95

	Kapur Padam Usia Pemeramam 1 Hari	
Tabel 5.53	Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Kapur Padam Usia Pemeramam 3 Hari	96
Tabel 5.54	Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Kapur Padam Usia Pemeramam 7 Hari	96
Tabel 5.55	Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung	98
Tabel 5.56	Tegangan Deviator dan Tegangan Utama Tanah Asli Dengan Variasi Campuran Tanah 90% pasir dan 10% Butiran Halus Uji Triaksial UU	99
Tabel 5.57	Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaxial UU Tanah Asli	100
Tabel 5.58	Hasil Pengujian Triaksial UU dengan Kapur Waktu Pemeramam 1 Hari	101
Tabel 5.59	Hasil Pengujian Triaksial UU dengan Kapur Waktu Pemeramam 3 Hari	101
Tabel 5.60	Hasil Pengujian Triaksial UU dengan Kapur Waktu Pemeramam 7 Hari	102
Tabel 5.61	Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU	102
Tabel 5.62	Rekapitulasi Hasil Pengujian Propertis Tanah	103
Tabel 5.63	Data Untuk Klasifikasi <i>USCS</i>	104
Tabel 5.64	Klasifikasi Tanah Metode <i>USCS</i>	106
Tabel 5.65	Klasifikasi Tanah Metode <i>USCS</i>	107
Tabel 5.66	Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi Uji Geser Langsung	109
Tabel 5.67	Pengaruh Waktu Pemeramam Terhadap Kohesi Pengujian Geser Langsung	111
Tabel 5.68	Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi Uji Triaksial UU	112
Tabel 5.69	Pengaruh Waktu Pemeramam Terhadap Kohesi Pengujian Triaksial UU	113
Tabel 5.70	Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Sudut Geser	

	Dalam Pengujian Geser Langsung	115
Tabel 5.71	Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Sudut Geser Dalam Pengujian Geser Langsung	116
Tabel 5.72	Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Sudut Geser Dalam Pengujian Triaksial UU	117
Tabel 5.73	Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Sudut Geser Dalam Pengujian Triaksial UU	118

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Pasir	126
Lampiran 2 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Berbutir Halus	127
Lampiran 3 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Pasir	128
Lampiran 4 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Berbutir Halus	129
Lampiran 5 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Pasir	130
Lampiran 6 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Berbutir Halus	131
Lampiran 7 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Candi Prambanan Sampel 1	132
Lampiran 8 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Candi Prambanan Sampel 2	133
Lampiran 9 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Candi Prambanan Rata-Rata	134
Lampiran 10 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Pasir Sampel 1	135
Lampiran 11 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Pasir Sampel 2	136
Lampiran 12 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Pasir Rata-Rata	137
Lampiran 13 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus Sampel 1	138
Lampiran 14 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus Sampel 2	139
Lampiran 15 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus Rata- Rata	140
Lampiran 16 Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Candi Prambanan Sampel 1	141
Lampiran 17 Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Candi Prambanan Sampel 2	142
Lampiran 18 Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Candi Prambanan Rata-Rata	143

Lampiran 19 Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Pasir Sampel 1	144
Lampiran 20 Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Pasir Sampel 2	145
Lampiran 21 Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Pasir Rata-Rata	146
Lampiran 22 Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Berbutir Halus Sampel 1	147
Lampiran 23 Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Berbutir Halus Sampel 2	148
Lampiran 24 Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Berbutir Halus Rata-Rata	149
Lampiran 25 Grafik Hasil Pengujian Analisa Butiran Tanah Candi Prambanan Rata-Rata	150
Lampiran 26 Rekapitulasi Hasil Analisa Tanah Candi Prambanan	151
Lampiran 27 Grafik Hasil Pengujian Analisa Butiran Tanah Pasir Rata-Rata	152
Lampiran 28 Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan Tanah Pasir	153
Lampiran 29 Grafik Hasil Pengujian Analisa Butiran Tanah Berbutir Halus Rata-Rata	154
Lampiran 30 Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus	155
Lampiran 31 Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Asli Sampel 1	156
Lampiran 32 Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Asli Sampel 2	157
Lampiran 33 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1	158
Lampiran 34 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 2	159
Lampiran 35 Data Awal Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 1	160

Lampiran 36 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 1	161
Lampiran 37 Data Awal Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 2	162
Lampiran 38 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 2	163
Lampiran 39 Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli Sampel 1	164
Dengan 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	
Lampiran 40 Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli Sampel 1	166
Dengan 80% Pasir dan 20% Butiran Halus	
Lampiran 41 Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli Sampel 1	168
Dengan 70% Pasir dan 30% Butiran Halus	
Lampiran 42 Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli Sampel 2	170
Dengan 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	
Lampiran 43 Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli Sampel 2	172
Dengan 80% Pasir dan 20% Butiran Halus	
Lampiran 44 Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli Sampel 2	174
Dengan 70% Pasir dan 30% Butiran Halus	
Lampiran 45 Grafik Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli	176
Sampel 1 dengan 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	
Lampiran 46 Grafik Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli	177
Sampel 1 dengan 80% Pasir dan 20% Butiran Halus	
Lampiran 47 Grafik Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli	178
Sampel 1 dengan 70% Pasir dan 30% Butiran Halus	
Lampiran 48 Grafik Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli	179
Sampel 2 dengan 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	
Lampiran 49 Grafik Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli	180
Sampel 2 dengan 80% Pasir dan 20% Butiran Halus	
Lampiran 50 Grafik Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli	181
Sampel 2 dengan 70% Pasir dan 30% Butiran Halus	
Lampiran 51 Data Pengujian Permeabilitas <i>Falling Head</i> Tanah	182
Asli dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus	
10%	

Lampiran 52 Data Pengujian Permeabilitas <i>Falling Head</i> Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	183
Lampiran 53 Data Pengujian Permeabilitas <i>Falling Head</i> Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	184
Lampiran 54 Data Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	185
Lampiran 55 Hasil Pengujian Geser Langsung Beban 1 kg Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	186
Lampiran 56 Hasil Pengujian Geser Langsung Beban 2 kg Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	187
Lampiran 57 Hasil Pengujian Geser Langsung Beban 3 kg Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	188
Lampiran 58 Grafik Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	189
Lampiran 59 Data Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	190
Lampiran 60 Hasil Pengujian Geser Langsung Beban 1 kg Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	191
Lampiran 61 Hasil Pengujian Geser Langsung Beban 2 kg Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	192
Lampiran 62 Hasil Pengujian Geser Langsung Beban 3 kg Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	193

Lampiran 63 Grafik Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%	194
Lampiran 64 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 1% Masa Peram 1 Hari	195
Lampiran 65 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 2% Masa Peram 1 Hari	196
Lampiran 66 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 3% Masa Peram 1 Hari	197
Lampiran 67 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 1% Masa Peram 3 Hari	198
Lampiran 68 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 2% Masa Peram 3 Hari	199
Lampiran 69 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 3% Masa Peram 3 Hari	200
Lampiran 70 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 1% Masa Peram 7 Hari	201
Lampiran 71 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 2% Masa Peram 7 Hari	202
Lampiran 72 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 3% Masa Peram 7 Hari	203
Lampiran 73 Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung	204
Lampiran 74 Data Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1 Dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	205
Lampiran 75 Hasil Uji Triaksial UU Beban 0.5 kg/cm ² Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	206
Lampiran 76 Hasil Uji Triaksial UU Beban 1 kg/cm ² Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	207

Lampiran 77 Hasil Uji Triaksial UU Beban 1.5 kg/cm ² Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	208
Lampiran 78 Grafik Lingkaran Mohr Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	209
Lampiran 79 Data Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Sampel 2 Dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	210
Lampiran 80 Hasil Uji Triaksial UU Beban 0.5 kg/cm ² Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	211
Lampiran 81 Hasil Uji Triaksial UU Beban 1 kg/cm ² Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	212
Lampiran 82 Hasil Uji Triaksial UU Beban 1.5 kg/cm ² Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	213
Lampiran 83 Grafik Lingkaran Mohr Triaksial UU Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus	214
Lampiran 84 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 1% Masa Peram 1 Hari	215
Lampiran 85 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 1% Masa Peram 3 Hari	216
Lampiran 86 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 1% Masa Peram 7 Hari	217
Lampiran 87 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 2% Masa Peram 1 Hari	218
Lampiran 88 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 2% Masa Peram 3 Hari	219

Lampiran 89 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 2% Masa Peram 7 Hari	220
Lampiran 90 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 3% Masa Peram 1 Hari	221
Lampiran 91 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 3% Masa Peram 3 Hari	222
Lampiran 92 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 3% Masa Peram 7 Hari	223
Lampiran 93 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU	224

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi :

c	= Kohesi (kg/cm^2)
φ	= Sudut Geser Dalam ($^\circ$)
γ_d	= Berat Volume Tanah Kering (gr/cm^3)
γ	= Berat Volume Tanah Basah (gr/cm^3)
$\gamma_{d \text{ max}}$	= Berat Volume Tanah Kering Maksimum (gr/cm^3)
w_{opt}	= Kadar Air Optimum (%)
W_w	= Berat Air (gram)
W_s	= Berat Tanah Kering (gram)
W	= Berat (gram)
V	= Volume (cm^3)
G_s	= Berat Jenis
$t^\circ\text{C}$	= Suhu dalam Celcius ($^\circ\text{C}$)
C_u	= Koefisien Seragam
C_c	= Koefisien Gradasi
W_1	= Berat Cawan (gram)
W_2	= Berat Tanah Basah + Cawan (gram)
W_3	= Berat Tanah Kering + Cawan (gram)
n	= Jumlah Pukulan
k	= Koefisien Permeabilitas (cm/dt)

Singkatan :

<i>USCS</i>	= <i>Unified Soil Classification System</i>
<i>MDD</i>	= <i>Maximum Dry Density</i>
<i>OMC</i>	= <i>Optimum Moisture Content</i>
<i>LL</i>	= <i>Liquid Limit</i>

<i>PL</i>	= <i>Plastic Limit</i>
<i>IP</i>	= <i>Indeks Plasticity</i>
<i>SL</i>	= <i>Shrinkage Limit</i>
<i>UU</i>	= <i>Unconsolidated Undrained</i>
TA	= Tanah Asli

ABSTRAK

Perkuatan tanah yang dilakukan pada Candi Prambanan dilakukan untuk memperkuat lereng yang akan dijadikan limpasan air hujan sehingga tidak terjadi erosi. Pada penelitian tugas akhir ini perkuatan dilakukan dengan mencampur tanah berpasir dan tanah berbutir halus dengan persentase tanah berpasir 90%, 80%, 70%, dan tanah berbutir halus 10%, 20%, 30% berturut-turut yang akan diuji menggunakan pengujian proctor standard. Persentase campuran yang memiliki nilai kepadatan kering maksimum ($\gamma_{d \max}$) dan kadar air optimum (W_{opt}) terbesar distabilisasi menggunakan kapur padam sebanyak 1%, 2%, dan 3% dengan usia pemeramam 1 hari, 3 hari, dan 7 hari yang akan diuji parameter kuat gesernya menggunakan pengujian geser langsung dan triaksial UU.

Hasil dari penelitian didapatkan nilai kepadatan kering maksimum maksimum ($\gamma_{d \max}$) dengan variasi campuran tanah berpasir dan tanah berbutir halus 90% & 10%, 80% & 20%, dan 70% & 10% berturut-turut adalah 1.789 gr/cm³, 1.756 gr/cm³, serta 1.612 gr/cm³ dan kadar air optimum (W_{opt}) berturut-turut 16.51%, 19.545%, dan 21.985%, serta pada pengujian geser langsung dan triaksial UU diperoleh peningkatan nilai sudut geser tanah dan kohesi dengan penambahan kapur serta seiring lamanya waktu pemeramam.

Kata Kunci : *Proctor Standard*, Candi Prambanan, Sudut Geser Tanah, Kohesi

ABSTRACT

Soil reinforcement carried out at Prambanan Temple was carried out to strengthen the slopes that would be used as rainwater runoff so that erosion did not occur. In this final project, reinforcement was carried out by mixing sandy soil and fine-grained soil with a percentage of the sandy soil of 90%, 80%, 70%, and 10%, 20%, and 30% of fine-grained soil, respectively, which will be tested using standard proctor testing. The percentage of the mixture that has the maximum dry density value (γ_d max) and the largest optimum moisture content (W_{opt}) is stabilized using extinguished lime as much as 1%, 2%, and 3% with a ripening age of 1 day, 3 days, and 7 days which will be tested for parameters. the shear strength using direct shear test and UU triaxial.

The results of the study showed that the maximum dry density value (γ_d max) with variations in the mixture of sandy soil and fine-grained soil 90% & 10%, 80% & 20%, and 70% & 10% respectively was 1.789 gr/cm³, 1.756 gr/cm³, and 1,612 gr/cm³ and the optimum moisture content (W_{opt}) of 16.51%, 19.545%, and 21.985%, respectively, and the direct shear and triaxial test of UU obtained an increase in the value of the soil shear angle and cohesion with the addition of lime and along the length of curing time.

Keyword: Proctor Standard, Prambanan Temple, Cohesion, Internal Friction Angle

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Belum lama ini banyak dilakukan penelitian terkait teknologi dan inovasi milik leluhur nenek moyang untuk mengetahui budaya dan kemajuan peradaban mereka. Sebagai contoh, beton milik peradaban romawi kuno akhir-akhir ini diteliti kembali karena beton tersebut mampu bertahan lebih dari 1.500 tahun. Banyak ilmu pengetahuan milik nenek moyang yang menghilang disebabkan mereka belum menciptakan budaya tulis-menulis (historiografi). Artefak Antikythera belum lama ini dibongkar kegunaannya oleh peneliti dan ilmuwan bahwa artefak tersebut merupakan komputer pertama di dunia yang berfungsi untuk menghitung rotasi dan revolusi planet. (Diolatzis dan Pavlogeorgatos, 2018)

Penelitian yang dilakukan di Candi Prambanan membuktikan juga bahwa terdapat banyak ilmu/teknologi milik nenek moyang yang tidak turun ke generasi saat ini. Teknologi nenek moyang Candi Prambanan dapat terbilang sangat kompleks dan rumit dikarenakan mereka tidak memiliki alat berat atau teknologi untuk mempermudah pekerjaan mereka. Sebagai contoh, ilmu matematis atau probabilitas yang mereka gunakan untuk menyusun batu untuk setiap candi sehingga tidak roboh atau teknik yang mereka gunakan untuk membuat pondasi candi sehingga tidak terjadi penurunan dapat dikatakan menakjubkan.

Penelitian yang diambil oleh peneliti pada Candi Prambanan, terutama di kompleks Candi Perwara, bertujuan untuk mengetahui teknologi atau ilmu mekanika tanah milik leluhur dalam menstabilisasikan lereng sehingga ketika terjadi hujan deras lereng dapat dijadikan sebagai permukaan *runoff* arus hujan dan metode kerja yang dilakukan oleh mereka untuk mempertahankan kekuatan lereng sehingga lereng tidak terkikis ketika hujan terjadi.

Penelitian pada kompleks Candi Perwara dapat dikatakan menarik untuk dipelajari lebih lanjut karena ilmu yang akan didapatkan lebih luas dari sudut pandang geoteknik. Untuk mempermudah penelitian, peneliti hanya mengamati dan melakukan riset pada sudut pandang geoteknik saja yaitu, untuk mengetahui persentase tanah campuran pasir dan lempung (gradasi penuh) dengan kapur untuk mengetahui kapasitas kekuatan tanah dalam melawan beban yang diberikan padanya.

Selain itu, penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh tanah campuran pasir dan lempung dengan kapur pada properti tanah. Uji laboratorium dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh persentase tanah campuran yang bervariasi terhadap kuat geser tanah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana klasifikasi tanah pada halaman Candi Perwara?
2. Bagaimana pengaruh persentase tanah campuran pasir dan butiran halus pada pengujian standar proctor terhadap nilai *MDD* dan *OMC*?
3. Bagaimana pengaruh persentase tanah campuran pasir dan butiran halus terhadap parameter kuat geser tanah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui klasifikasi jenis tanah di daerah pengambilan sampel yang diuji di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia.
2. Mengetahui pengaruh persentase tanah campuran pasir dan butiran halus terhadap kuat geser tanah yang diuji menggunakan pengujian geser langsung.
3. Mengetahui pengaruh persentase tanah campuran pasir dan butiran halus terhadap nilai *MDD* dan *OMD* pada pengujian *Proctor Standard Test*.
4. Mengetahui pengaruh persentase tanah campuran pasir dan butiran halus terhadap kuat geser tanah yang diuji menggunakan *Triaxial UU*

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dapat mengetahui sifat fisik serta sifat mekanik pada tanah sampel yang digunakan.
2. Dapat mengetahui pengaruh persentase campuran pasir dan butiran halus terhadap nilai *Maximum Dry Density* dan *Optimum Moisture Content*.
3. Dapat mengetahui pengaruh stabilisasi menggunakan tanah campuran pasir dan butiran halus dengan kapur terhadap nilai parameter kuat geser tanah.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan sesuai dengan tujuan dan fokus terhadap permasalahan yang dibahas maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut,

1. Tanah pada penelitian yang dilakukan menggunakan sampel tanah diambil pada pemukiman Candi Perwara.
2. Pengujian yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia berupa:
 - a. pengujian propertis tanah
 - b. pengujian batas-batas Atterberg
 - c. pengujian analisa saringan dan hidrometri
 - d. pengujian standar proctor
 - e. pengujian permeabilitas
 - f. pengujian geser langsung
 - g. pengujian triaxial UU
3. Pengujian dilakukan untuk membandingkan parameter kuat geser antara tanah asli dengan tanah yang distabilisasi menggunakan tanah campuran pasir dan butiran halus dengan kapur.
4. Kadar air yang digunakan pada uji triaxial UU menggunakan kadar air optimum dari hasil uji standar proctor.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Menurut Nelson, dkk (2015) karakteristik ekspansif tanah dapat ditinjau dari dua skala, yaitu skala mikro dan skala makro. Pada skala mikro factor-faktor yang memengaruhi ekspansif tanah antara lain: mineralogi, *pore fluid chemistry*, dan struktur matrix tanah. Faktor-faktor skala mikro tersebut akan memengaruhi sifat fisik skala makro seperti nilai plastisitas, kepadatan, dan kadar air untuk memberikan opsi yang perlu dipertimbangkan untuk merencanakan tanah terhadap perilaku tanah yang diperoleh.

Tanah yang akan ditinjau pada studi ini berupa campuran tanah lempung dan pasir. Hal ini dikarenakan tanah campuran memiliki sifat permeabilitas dan kompresibilitas yang unik sekaligus untuk mengetahui konduktivitas tanah campuran. Sifat kompresibilitas tanah sangat penting dikarenakan suatu struktur atau fondasi yang dibangun di atas tanah akan mengalami *settlement*, yaitu struktur mengalami penurunan akibat kadar air yang mengisi pori-pori tanah berkurang sehingga volume tanah juga mengecil akibat beban mekanik yang diberikan oleh struktur. Untuk memperkecil sifat kompresibilitas ini dilakukan *densification* atau konsolidasi untuk mengurangi kadar air pada pori-pori tanah dengan tekanan yang stabil, maka parameter laju *settlement* sangat penting untuk pertimbangan desain.

Selain itu, sifat ekspansif dan susut yang besar juga terdapat pada tanah lempung. Ekspansif tanah menjadi tinggi dikarenakan volume pori-pori tanah yang terisi penuh dengan kadar air, jika parameter tersebut tidak dipertimbangkan maka akan terjadi *upheaval*, yaitu fenomena dimana tanah yang terdapat dibawah struktur mendorong dan menekan secara vertical dikarenakan tekanan yang diberikan oleh pori-pori tanah yang terisi oleh air. Fenomena ini dapat membahayakan suatu

struktur jika tidak segera diremediasi. Permasalahan kedua yang muncul yaitu, susut dimana akibat terjadi perbedaan konsentrasi kadar air pada air yang mengisi pori tanah, air akan berpindah pada daerah yang memiliki kadar air yang rendah. Fenomena ini dapat “menenggelamkan suatu struktur” akibat pori-pori tanah yang sebelumnya terisi oleh air menjadi kosong sehingga dengan spontan terisi oleh partikel tanah di atasnya.

Beberapa parameter lain yang perlu diketahui pada tanah lempung yaitu indeks plastisitas yang secara langsung juga memengaruhi sudut gaya gesek internal tanah. Tanah memiliki kuat geser yang rendah diakibatkan sudut gaya gesek internal yang kecil. Menurut Kenney (1959) sudut gaya gesek internal berkurang dengan meningkatnya indeks plastisitas tanah. Maka, merekayasa indeks plastisitas tanah sangat penting dicapai untuk membesar kuat geser tanah.

Secara umum, tanah lempung dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu, kaolinite, illite, dan montmorillonite. Ketiga tanah lempung tersebut memiliki ikatan kimia yang berbeda. Ikatan kimia yang berbeda ini menyebabkan ketiga tanah tersebut memiliki sifat ekspansif yang berbeda. Pada Bab III akan dibahas lebih lanjut mengenai ikatan kimia tersebut.

Untuk mencegah resiko yang mungkin timbul akibat sifat tanah yang kurang bagus, dilakukan stabilisasi tanah untuk memperbaiki kondisi tanah sehingga tanah mampu menahan beban mekanik yang diberikan oleh struktur. Selanjutnya akan dibahas mengenai beberapa hasil penelitian sejenis yang sebelumnya sudah dilaksanakan sebagai referensi pustaka, bahan pertimbangan, dan referensi untuk penelitian, sekaligus menghindari duplikasi pada penelitian yang dilakukan.

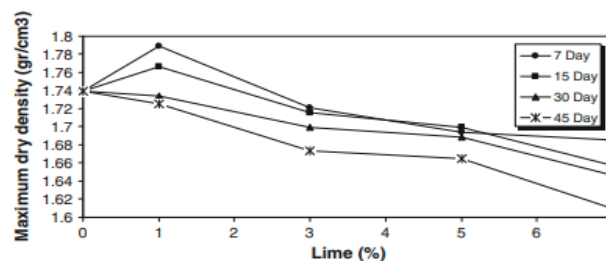
2.2 Penelitian Terdahulu

Dalam tinjauan pustaka ini penulis menyertakan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Penelitian yang ditinjau akan digunakan sebagai bahan referensi serta bahan perbandingan penelitian.

2.2.1 Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Bahan Tambah Kapur

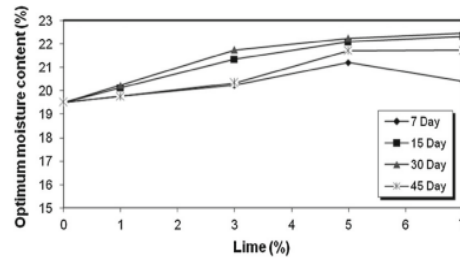
Ghobadi, dkk (2014), dalam studinya melakukan investigasi tanah yang distabilisasikan menggunakan kapur yang sampel tanahnya diambil pada *Hamedan City, Iran*, untuk menunjukkan dari variasi pH terhadap parameter kuat geser tanah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa parameter kuat geser tanah tidak terkuras (*undrained*) untuk tanah yang tidak distabilisasi meningkat jika tekanan pori bawah tanahnya memiliki kandungan pH yang tinggi (pH= 9) atau rendah (pH=3). Lebih dari itu, juga diketahui untuk tanah yang distabilisasikan nilai kohesi dan sudut gesek dalam memiliki nilai terbesar pada pH= 9.

Karakteristik kompaksi tanah yang diuji pada laboratorium menggunakan proktor standar berdasarkan ASTM D698 bertujuan untuk menentukan efek dari persentase kadar kapur terhadap kepadatan maksimum dan kadar air optimum yang dilakukan selama 7 hari, 15 hari, 30 hari, dan 45 hari, setelah melakukan penambahan kapur sebanyak 1%, 3%, 5%, dan 7% berdasarkan berat kering. Hasil menunjukkan bahwa dengan meningkatnya kadar kapur terjadi penurunan terhadap kepadatan maksimum dan peningkatan kadar air optimum. Gambar 2.1 dan 2.2 berikut ini memberikan grafik hubungan persentase kapur terhadap kepadatan maksimum dan kadar air optimum.



Gambar 2.1 Hubungan Persentase Kadar Kapur Terhadap Kepadatan Maksimum

(Sumber: Ghobadi, dkk, 2014)



Gambar 2.2 Hubungan Persentase Kadar Kapur Terhadap Kadar Air Optimum

(Sumber: Ghobadi, dkk, 2014)

Untuk mengetahui efek pH pada tanah yang distabilisasi menggunakan kapur, tanah di peram selama 30 hari dan digunakan persentase kadar kapur sebesar 7%. Pengujian untuk mengetahui parameter kekuatan tanah dilakukan pengujian geser langsung dengan nilai pH tekanan pori air yang bervariasi (pH= 3, 5, 7, dan 9). Hasil menunjukkan dengan menurunnya nilai pH, ion Ca^{2+} yang bergerak bebas mulai meleleh (*leach*) dan pada akhirnya Ca^{2+} yang menempel pada tanah liat meleleh. Perubahan tersebut menyebabkan penurunan yang signifikan terhadap kekuatan tanah yang distabilisasi. Nilai terbesar kohesi dan sudut gesek dalam terbesar didapatkan pada pH= 9. Ini menunjukkan bahwa bahan alkali merupakan agen yang efektif untuk menstabilisasikan tanah lempung. Tabel 2.1 ini menunjukkan hubungan antara nilai pH terhadap parameter kuat geser tanah.

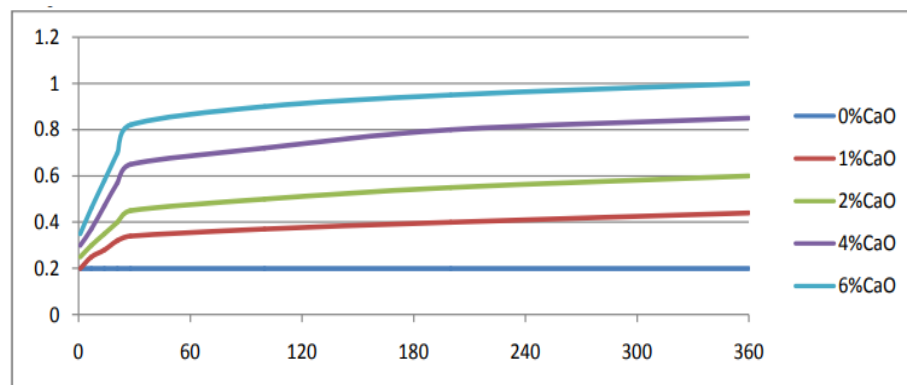
Tabel 2.1 Tabel Hubungan Nilai pH Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah

pH	Cohesion (KPa)	Friction angle (deg)
3	19.2	23
5	18	22
7	23	26
9	35.17	31

(Sumber: Ghobadi, dkk, 2014)

2.2.2 Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur Dengan Parameter CBR

Negi, dkk (2013), dalam studinya menunjukkan bahwa dengan menambahkan kapur (*lime*) terjadi peningkatan kekuatan dan pengurangan plastisitas dalam tanah. Penurunan indeks plastisitas ini akan mempermudah pelaksanaan pemadatan tanah dikarenakan tanah yang memiliki sifat plastis yang tinggi memiliki perilaku lengket dan mudah terdeformasi. Selain itu, terjadi penurunan kepadatan maksimum tanah sedangkan kadar air optimum pada tanah meningkat sehingga tanah lebih mudah dikompaksi karena memiliki karakteristik lembab. Terlebih lagi terjadi peningkatan yang signifikan pada nilai CBR, dimana tanah memiliki kekuatan antara 4 dan lebih dari 10 persen dari tanah yang tidak distabilisasi. Berikut merupakan Gambar 2.1 menunjukan grafik hubungan kadar kapur terhadap kekuatan tanah.



Gambar 2.3 Grafik Persentase Kapur Terhadap Kekuatan tanah

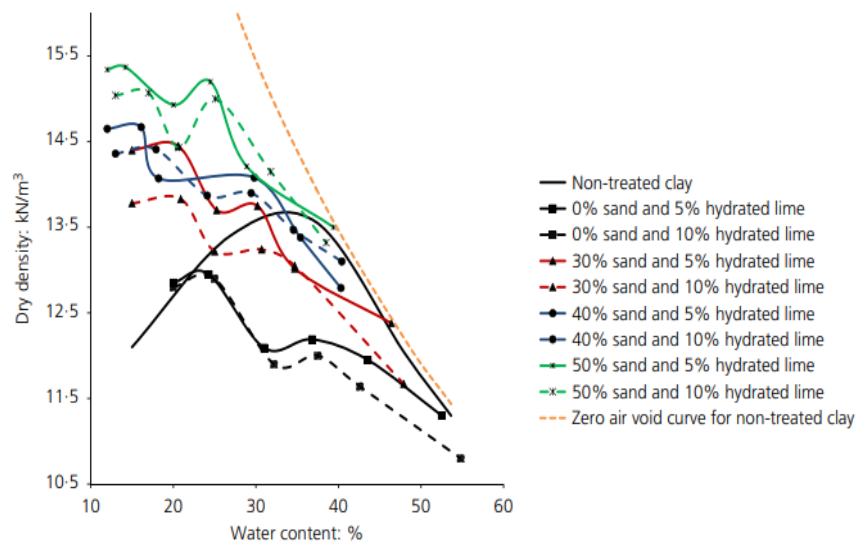
(Sumber: Negi, dkk, 2013)

2.2.3 Stabilisasi Tanah Menggunakan Campuran Tanah Lempung dan Tanah Pasir Dengan Kapur

Schanz dan Elsayy (2017), dalam studinya melakukan stabilisasi tanah untuk meningkatkan kekuatan tanah dan mengurangi ekspansi tanah menggunakan campuran pasir dan kapur dengan fraksi kapur yang bervariasi pada tanah lempung. Campuran pasir dan kapur menyebabkan pengurangan *swelling* yang signifikan.

Nilai *swelling* yang terdapat pada tanah lempung berkurang dengan peningkatnya kadar kapur dan pasir. Potensi *swelling* tekanan *swelling* hampir menghilang ketika tanah distabilisasikan dengan 10% kapur dan 50% pasir.

Test kompaksi tanah berdasarkan ASSHTO dilakukan pada sampel tanah lempung ekspansif, kapur-lempung ekspansif, dan kapur-pasir-lempung ekspansif. Sampel memiliki proporsi kapur sebanyak 5% dan 10% dan fraksi pasir sebesar 30%, 40%, dan 50%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa meningkatnya kadar kapur akan menurunkan kepadatan maksimum tanah dan meningkatkan kadar air optimum tanah. Hasil tersebut terbukti benar pada sampel campuran pasir dan lempung dengan kadar kapur yang besar. Maka, menggunakan kapur sebagai bahan stabilisasi akan mengurangi energi kompaksi yang dibutuhkan dan kuantitas kompaksi pada tanah ekspansif dan pasir. Gambar 2.4 berikut ini menunjukkan kurva kompaksi untuk jenis sampel tanah yang berbeda

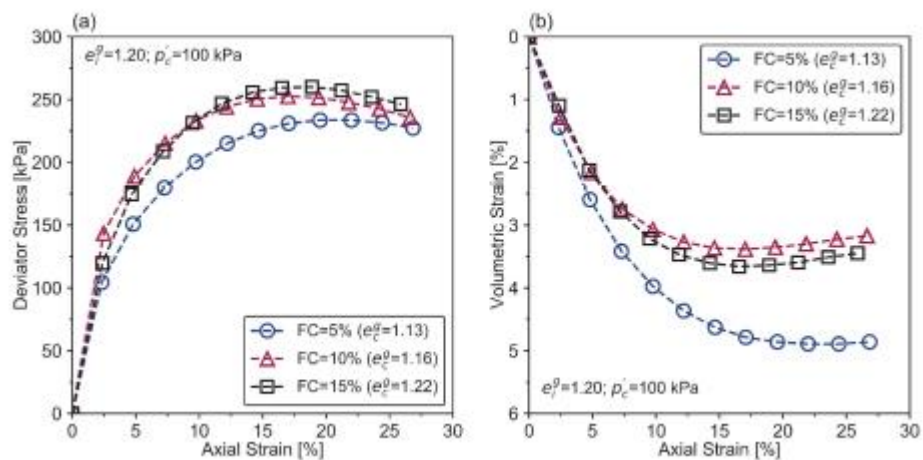


Gambar 2.4 Kurva Kompaksi

(Sumber: Schanz dan Elsawy, 2017)

2.2.4 Stabilisasi Tanah Menggunakan Campuran Pasir dan Lempung Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah

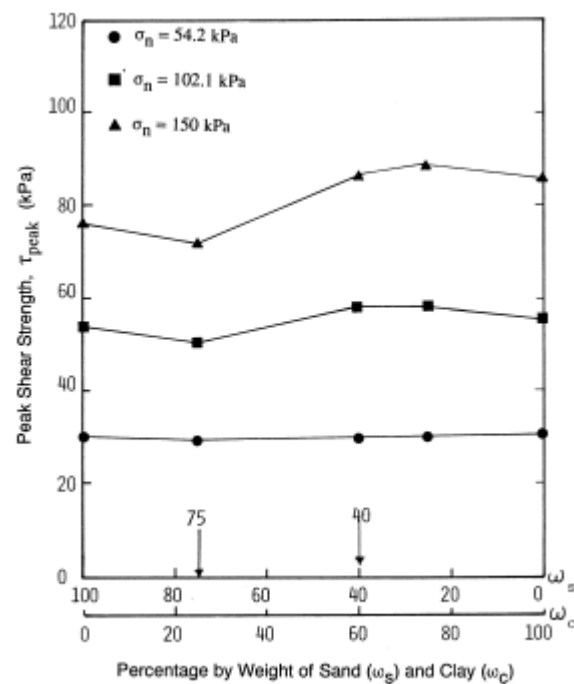
Yin, dkk (2021), dalam studinya memberikan gambaran dan konsep terkait pengaruh dari campuran tanah pasir dan tanah lempung terhadap struktur permukaan tanah yang diuji dengan pengujian geser langsung. Tinjauan dari penelitian mereka adalah komposisi dari tanah lempung yang dicampur dengan tanah pasir. Fraksi tanah lempung yang dicampur dengan tanah pasir memengaruhi perilaku propertis mekanika tanah sehingga perlu dikontrol untuk menghasilkan sampel yang terbaik. Campuran tanah pasir dan tanah lempung dapat berperilaku seperti tanah pasir dengan kadar tanah lempung pada campuran rendah, begitu juga sebaliknya. Pada pengujian triaksial yang diuji oleh Benahmed, dkk, yang menyiapkan sampel dengan kadar lempung sebesar 5%, 10%, dan 15% menghasilkan sedikit peningkatan kekuatan daya dukung tanah yang terkuras (*drained shear strength*) dengan meningkatnya kadar lempung. Gambar 2.5 berikut ini memberikan grafik dari pengujian yang dilakukan oleh Benahmed, dkk.



Gambar 2.5 Grafik Triaksial

(sumber: Benahmed, 2015)

Sedangkan menurut, Vallejo, dkk (2000), dalam studinya menguji campuran pasir yang diambil di Ottawa dan tanah lempung kaolite untuk menentukan kuat geser tanah yang diuji dengan pengujian geser langsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan yang signifikan pada campuran tanah pasir dan lempung dengan kadar lempung antara 40% dan 75%. Setelah hasil tersebut dianalisa mengindikasikan bahwa kuat geser tanah daripada campuran dipengaruhi oleh konsentrasi pasir. konsentrasi tanah pasir kurang dari >75%, kuat geser tanah dari campuran berperilaku sama dengan kuat geser tanah pada tanah murni pasir, begitu juga sebaliknya. Pada nilai antara 40% dan 75%, terjadi peningkatan kuat geser tanah yang dimana butiran tanah lempung mengisi pori-pori pada butiran tanah pasir. Gambar 2.6 berikut ini menjelaskan grafik kuat geser tanah terhadap komposisi tanah pasir dan tanah lempung yang berbeda.



Gambar 2.6 Grafik Kuat Geser tanah

(sumber: Vallejo dan Mawby, 2000)

Tabel 2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

Aspek	Penelitian Terdahulu					Penelitian Sekarang
	Ghobadi dkk (2014)	Negi dkk (2013)	Schanz dan Elsawy (2017)	Yin, dkk (2021)	Vallejo dan Mawby (2000)	Penulis (2022)
Judul	<i>Stabilization of Clay Soils Using Lime and Effect of pH Variations on Shear Strength.</i>	<i>Soil Stabilization Using Raw Lime.</i>	<i>Stabilization of Highly Swelling Clay Using Lime-Sand Mixtures.</i>	<i>Review of Sand-Clay Mixture and Soil-Structure Interface Direct Shear test</i>	<i>Porosity Influence on The Shear Strength of Granular Material-Clay Mixtures</i>	Pengaruh Stabilisasi Tanah Pasir Candi Prambanan Menggunakan Tanah Butiran Halus Dan Kapur
Tanah	Lempung	Lempung	Lempung	Lempung	Lempung	Pasir
Bahan Tambah	Kapur	Kapur	Pasir dan Kapur	Pasir	Pasir	Kapur dan Berbutir Halus

Sumber : (Ghobadi, 2014), (Negi, 2013), (Schanz dan Elsawy, 2017), (Yin, 2021), dan (Vallejo dan Mawby, 2000)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

Aspek	Penelitian Terdahulu					Penelitian Sekarang
	Ghobadi dkk (2014)	Negi dkk (2013)	Schanz dan Elsayy (2017)	Yin dkk (2021)	Vallejo dan Mawby (2000)	Peneliti (2022)
Metode	<i>Proctor standard dan triaksial</i>	CBR	<i>Compaction Test</i>	Triaksial	Geser Langsung	Geser Langsung dan Triaksial UU
Hasil	Meningkatannya kadar pH akan meningkatkan nilai kohesi dan sudut dalam tanah yaitu 35.17 KPa dan 31 derajat.	Terlebih lagi terjadi peningkatan yang signifikan pada nilai CBR, dimana tanah memiliki kekuatan antara 4 dan lebih dari 10 persen dari tanah yang tidak distabilisasikan.	Hasil Pengujian menunjukan bahwa meningkatnya kadar kapur akan menurunkan kepadatan maksimum tanah dan meningkatkan kadar air optimum tanah.	Hasil pengujian sedikit peningkatan kekuatan daya dukung tanah yang terkuras (<i>drained shear strength</i>) dengan meningkatnya kadar lempung.	Hasil tersebut mengindikasikan pada nilai antara 40% dan 75%, terjadi peningkatan kuat geser tanah yang dimana butiran tanah lempung mengisi pori-pori pada butiran tanah pasir.	

Sumber : (Ghobadi, 2014), (Negi, 2013), (Schanz dan Elsayy, 2017), (Yin, 2021), dan (Vallejo dan Mawby, 2000)

2.3 Keaslian Penelitian

Berdasarkan tinjauan dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, penelitian mengenai tanah campuran pasir dan lempung dengan kapur terhadap parameter kuat geser tanah pada kompleks Candi Perwara belum pernah dilakukan. Sampel tanah yang diuji diambil pada Cangkringan dan Imogiri yang menunjukkan kemiripan dengan tanah yang terdapat pada Candi Perwara.

2.4 Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian yang dilakukan adalah menggunakan tanah campuran pasir dan lempung yang dicari batas-batas konsistensinya, kemudian diuji dengan proctor standart untuk mengetahui nilai berat tanah kering maksimum serta kadar air optimum namun dengan variasi persentase tanah campuran yang berbeda agar menghasilkan nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum yang bervariasi, selain sebagai pembandingan, juga untuk mencari nilai terbaik. Setelah itu dilakukan uji geser langsung dan uji triaxial UU dengan tujuan membandingkan parameter kuat geser tanah aslinya dengan tanah yang sudah diberi bahan tambah berupa kapur sebanyak 1%, 2% dan 3% dengan masa peram selama 1, 3, 7, dan 28 hari.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

Tanah dapat didefinisikan sebagai “material tidak terkonsolidasi yang berada di atas batuan padat.” Tanah terbentuk dari proses pelapukan *rock crust* pada matrik tanah. Volume tanah yang berada di lapangan terdiri dari udara, air, dan material padat (tanah). Untuk tujuan rekayasa bangunan, tanah dipadatkan sehingga air dan udara yang mengisi pori-pori tanah dapat dikeluarkan untuk meningkatkan gesekan antar partikel tanah. (Bowles, 1979)

Menurut Das (2010), tanah dapat diartikan berdasarkan ukuran partikel yang membentuk tanah secara keseluruhan. Secara umum jenis tanah yang sering ditemui di lapangan antara lain: *gravel*, *sand*, *silt*, dan *clay*, tergantung ukuran partikel dominan yang terdapat dalam tanah. Pembagian jenis tanah berdasarkan ukuran partikel dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Ukuran Butiran

Table 2.3 Particle-Size Classifications

Name of organization	Grain size (mm)			
	Gravel	Sand	Silt	Clay
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	>2	2 to 0.06	0.06 to 0.002	<0.002
U.S. Department of Agriculture (USDA)	>2	2 to 0.05	0.05 to 0.002	<0.002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76.2 to 2	2 to 0.075	0.075 to 0.002	<0.002
Unified Soil Classification System (U.S. Army Corps of Engineers, U.S. Bureau of Reclamation, and American Society for Testing and Materials)	76.2 to 4.75	4.75 to 0.075	Fines (i.e., silts and clays) <0.075	

Sumber: Das (2010)

3.1.1 Tanah Kohesif dan Non-Kohesif

Jika karakteristik yang terdapat pada massa butiran tanah dalam keadaan basah kemudian dikeringkan, butiran tanah akan terikat satu sama lain sehingga dibutuhkan gaya yang besar untuk memisahkan tanah tersebut pada kondisi kering, maka tanah tersebut dikatakan memiliki sifat kohesif. Namun, jika butiran tanah mudah dipisahkan pada kondisi kering dan terikat hanya pada kondisi basah dikarenakan tegangan permukaan pada air, maka tanah dapat dikatakan memiliki sifat non-kohesif. (Bowles 1979)

Secara umum, tanah kohesif (butiran halus) adalah tanah yang memiliki karakteristik seperti lempung dan tanah non-kohesif (butiran kasar) memiliki karakteristik seperti pasir. Tanah bersifat kohesif sangat dipengaruhi oleh kadar air dikarenakan tanah tersebut memiliki permeabilitas yang tinggi. Selain itu, tanah bersifat kohesif memiliki massa jenis relatif yang besar dibandingkan dengan tanah non-kohesif. disebabkan oleh ukuran butiran tanah yang berbeda. Dikarenakan tanah non-kohesif memiliki sifat konduktivitas hidraulik yang besar maka tanah memiliki sudut gesek internal yang kecil, akan tetapi untuk mengimbangi kekurangan tersebut tanah memiliki nilai kohesivitas yang besar.

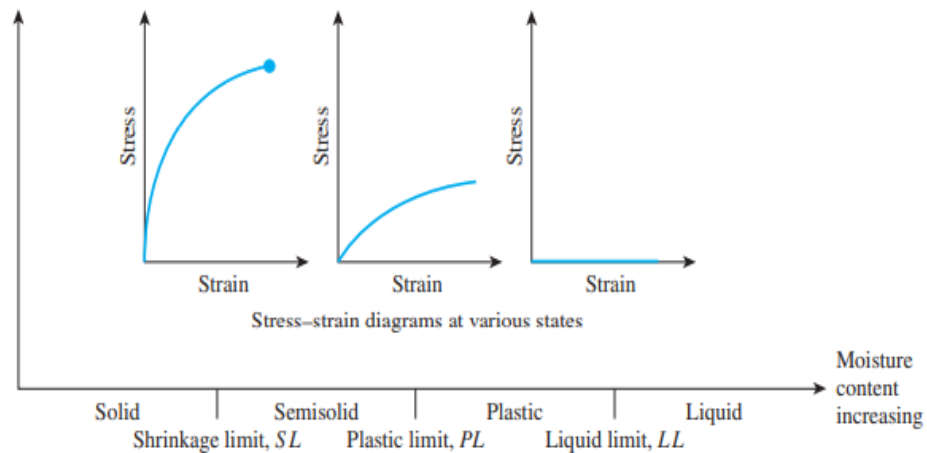
3.2 Plastisitas dan Struktur Tanah

Tanah berbutir halus (kohesif) memiliki konduktivitas hidraulik yang tinggi sehingga kondisi tanah dapat berubah-ubah tergantung persentase kadar air yang terdapat pada tanah. Kondisi tersebut menyebabkan volume tanah tidak dalam keadaan “tetap” disebabkan potensi tanah terpapar air cukup besar jika tanah tidak dilindungi oleh bahan adiktif untuk mencegah air memasuki pori-pori tanah. Atterberg mengembangkan metode untuk mengetahui konsistensi tanah berbutir halus dengan persentasi kadar air yang bervariasi. Maka, tergantung dengan kadar air yang terdapat pada tanah, konsistensi tanah dapat dibagi menjadi empat kondisi antara lain: padat, semi padat, plastis, dan cair.

1. Peralihan dari padat ke semi padat disebut batas susut/ SL (*shrinkage limit*)
2. Peralihan dari semi padat ke plastis disebut batas plastis/ PL (*plastic limit*)

3. Peralihan dari plastis ke cair disebut batas cair/ LL (*liquid limit*)

Berikut merupakan Gambar 3.1 yang menjelaskan mengenai konsistensi fisik tanah yang digambarkan berdasarkan perubahan volume tanah terhadap persentase kadar air.



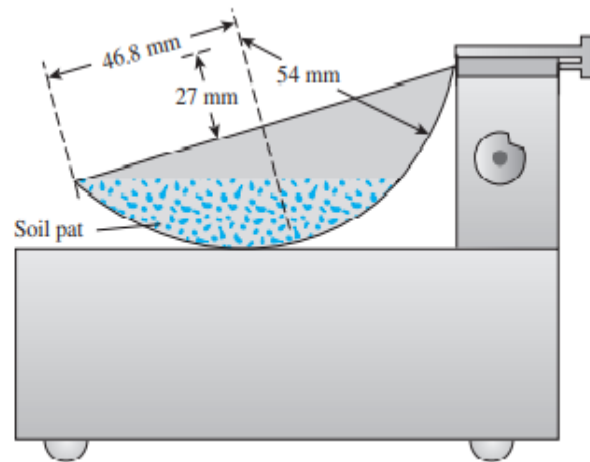
Gambar 3.1 Grafik Konsistensi Hubungan Volume Tanah Terhadap Persentase Kadar Air

(Sumber: Das, 2010)

3.2.1 Batas Cair/LL (*Liquid Limit*)

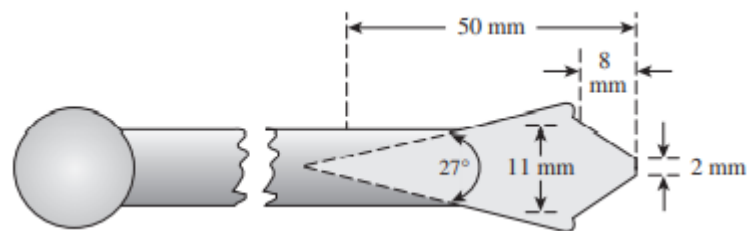
Batas cair adalah suatu kondisi dimana persentase kadar air yang tinggi menyebabkan tanah berperilaku seperti cairan kental (*viscous liquid*). Pada kondisi tersebut kuat dukung tanah mendekati nol. Pada rekayasa tanah, batas cair dapat didefinisikan sebagai kadar air dimana 25 pukulan pada saat tanah diletakkan pada mangkuk *cassagrande* mendekati jarak goresan (yang digores menggunakan *grooving tools*) sebesar 12.7 mm.

Cara mendapatkan jarak goresan adalah dengan memutar tuas sehingga mangkok akan naik dan turun setinggi 10 mm dengan mengamati ketukan pada interval 20 dan 30 dikarenakan memberikan hasil yang bagus. Berikut adalah Gambar 3.2, 3.3, 3.4, dan 3.5 alat yang digunakan untuk pengujian batas cair.



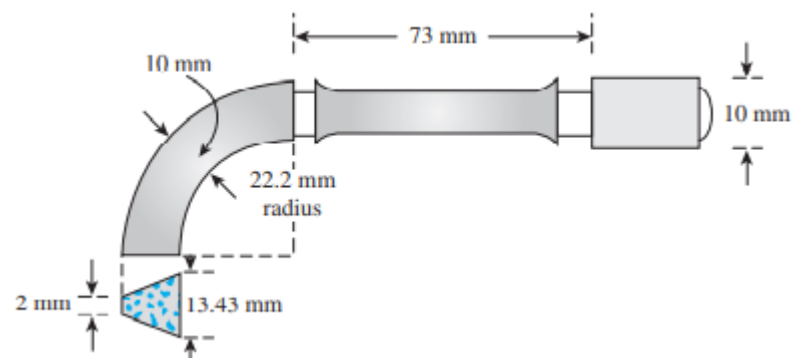
Gambar 3.2 Alat Cassagrande

(Sumber: Das, 2010)



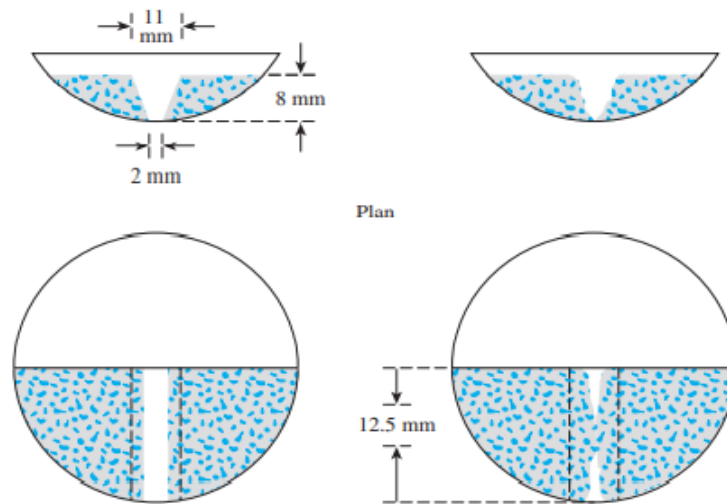
Gambar 3.3 Flat Grooving Tool

(Sumber: Das, 2010)



Gambar 3.4 Wedge Grooving Tool

(Sumber: Das, 2010)



Gambar 3.5 Sampel Tanah Sebelum dan Setelah Tes

(Sumber: Das, 2010)

Data yang telah diperoleh dari pengujian berupa persentase kadar air terhadap jumlah ketukan diplot pada kertas grafik semilogaritma. Hubungan antara kadar air dan $\log N$ dianggap sebagai garis lurus pada kertas grafik semilogaritma. Garis disebut sebagai kurva aliran. Kurva aliran tersebut dapat didefinisikan sebagai indeks aliran dengan menggunakan Persamaan 3.1 berikut.

$$I_F = \frac{w_1 - w_2}{\log\left(\frac{N_2}{N_1}\right)} \quad (3.1)$$

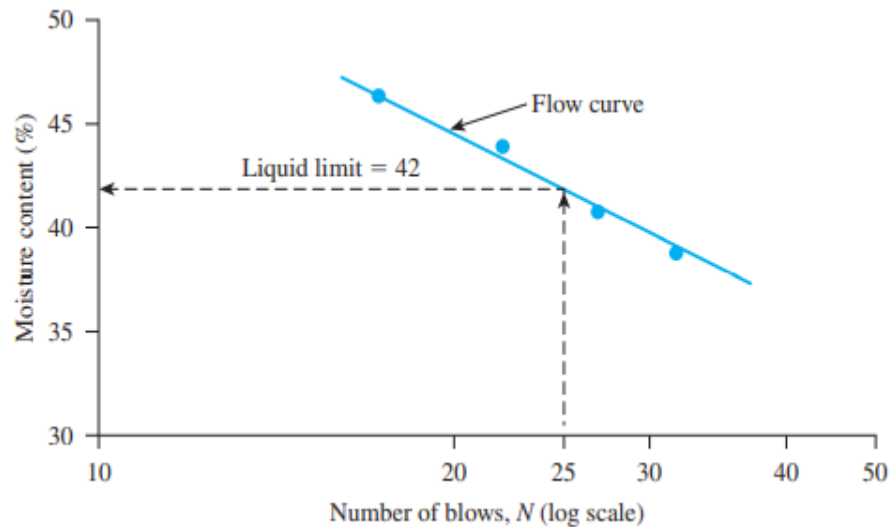
Keterangan :

I_F = Indeks Aliran (*Flow Index*)

w_1 = Persentase kadar air terhadap ketukan N_1

w_2 = Persentase kadar air terhadap ketukan N_2

Berikut adalah Gambar 3.6 yang menjelaskan grafik hubungan persentase kadar air terhadap jumlah pukulan, N .



Gambar 3.6 Grafik Hubungan Persentase Kadar Air Terhadap Jumlah Pukulan, N

(Sumber: Das, 2010)

3.2.2 Batas Plastis/ PL (*Plastic Limit*)

Batas Plastis dapat didefinisikan sebagai persentase kadar air dimana tanah retak ketika digulung-gulung dengan diameter 3.2 mm. Indeks plastisitas/PI (*Plasticity Index*) adalah perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah. Indeks plastisitas yang tinggi menyebabkan tanah mudah terdeformasi dan memiliki sudut gesek internal yang kecil sehingga mengurangi kekuatan dukung tanah. Hal tersebut dikarenakan nilai batas cair yang terlalu besar sehingga dapat dikatakan tanah memiliki kandungan air yang besar. Indeks plastisitas yang tinggi biasanya dijumpai pada tanah lempung pada permukaan tanah, namun indeks plastisitas berkurang pada kedalaman tanah tertentu. Penelitian yang dilakukan oleh USDA pada tanah di Monterey, California membuktikan bahwa indeks plastisitas semakin mengecil dengan membandingkan dua tanah pada kedalaman 1 ft dan 2 ft sehingga sudut gesek internal yang didapatkan bervariasi antara tanah 1 ft dan 2 ft. Pengaruh indeks plastisitas terhadap kuat dukung tanah akan dibahas pada

Subbab 3.6. Persamaan 3.2 berikut ini menjelaskan hubungan LL dan PL yang proportional terhadap indeks plastisitas.

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

Keterangan:

PI = Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

LL = Batas Cair (*Liquid Limit*)

PL = Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Tabel 3.2 memberikan rentang daripada batas cair, batas plastis, dan aktivitas dari beberapa tanah lempung.

Tabel 3.2 Nilai Tipikal daripada Batas Cair, Batas Plastis, dan Aktivitas dari Beberapa tanah Lempung

Mineral	Liquid limit, <i>LL</i>	Plastic limit, <i>PL</i>	Activity, <i>A</i>
Kaolinite	35–100	20–40	0.3–0.5
Illite	60–120	35–60	0.5–1.2
Montmorillonite	100–900	50–100	1.5–7.0
Halloysite (hydrated)	50–70	40–60	0.1–0.2
Halloysite (dehydrated)	40–55	30–45	0.4–0.6
Attapulgite	150–250	100–125	0.4–1.3
Allophane	200–250	120–150	0.4–1.3

(Sumber: Das, 2010)

Variasi nilai LL dan PL pada jenis tanah yang berbeda dikarenakan komposisi dan struktur mineral, kekuatan ikat antar lapis, dan kation adsorpsi dan hidrasi setiap tanah berbeda-beda. Karakteristik dan perilaku tanah pada segi mikroskopis akan dibahas lebih lanjut pada Subbab 3.7. Berikut merupakan Tabel 3.3 yang memberikan gambaran daripada nilai PI terhadap perilaku tanah secara umum.

Tabel 3.3 Klasifikasi Indeks Plastisitas Secara Quantitatif

<i>PI</i>	Description
0	Nonplastic
1–5	Slightly plastic
5–10	Low plasticity
10–20	Medium plasticity
20–40	High plasticity
>40	Very high plasticity

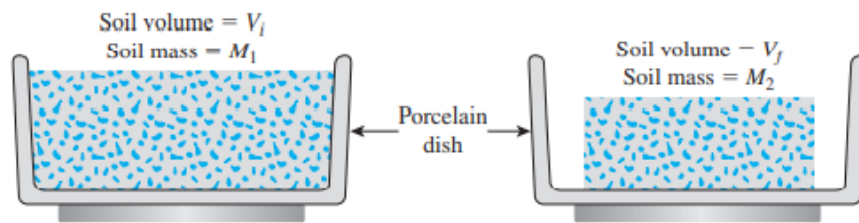
(Sumber: Burmister, 1949)

3.2.3 Batas Susut/ SL (*Shrinkage Limit*)

Tanah menyusut dengan berkurangnya kadar air dalam tanah. Dengan berkurang kadar air secara perlahan tanah akan mencapai keadaan *equilibrium* dimana berkurangnya kadar air tidak akan menyebabkan volume tanah berubah.

Batas susut juga dapat didefinisikan sebagai keadaan tanah saat tersaturasi penuh (100%), dimana volume tanah tidak akan mengalami perubahan jika dikeringkan lebih lama. Menurut Bowles (1979), batas susut cukup penting pada daerah dengan iklim gersang (*arid*). Kecilnya nilai batas susut menyebabkan tanah rentan terhadap perubahan volume (volume tanah akan rentan berubah dengan persentase kadar air yang kecil untuk nilai SL yang kecil). Jika batas susut adalah 5%, maka persentase kadar air *in situ* yang melebihi nilai batas susut tersebut akan menyebabkan tanah berubah volume (ekspansif).

Pengujian batas susut (ASTM (2007)-*Test Designation* D-427) menggunakan mangkuk porselein yang memiliki diameter 44 mm dan tinggi 12.7 mm. Kemudian tanah yang diuji dikeringkan menggunakan oven sehingga didapatkan kadar air sebelum dan perubahan kadar air setelah dioven. Berikut merupakan Gambar 3.7 yang menggambarkan massa dan volume tanah sebelum dan sesudah pengeringan.



Gambar 3.7 Perubahan Volume Pengujian Batas Susut

(Sumber: Das, 2010)

Persamaan 3.3 memberikan gambaran hubungan antara batas susut terhadap massa dan volume tanah.

$$SL = \left(\frac{M_1 - M_2}{M_2} \right) (100) - \left(\frac{V_i - V_f}{M_2} \right) (p_w)(100) \quad (3.3)$$

Keterangan:

M_1 = Massa tanah basah pada awal pengujian

M_2 = Massa tanah kering setelah pengujian

V_i = Volume tanah basah sebelum pengujian

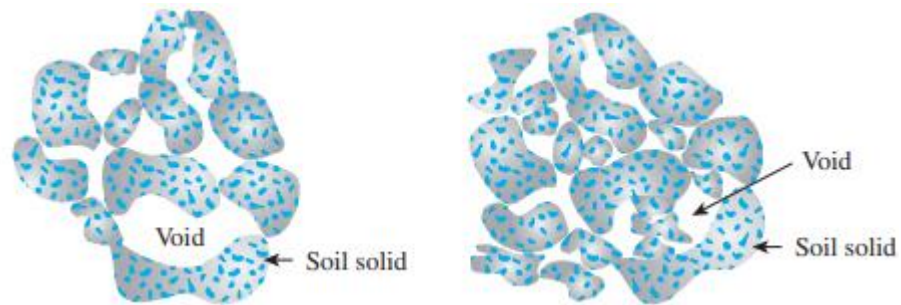
V_f = Volume tanah kering setelah pengujian

P_w = Massa Jenis Air (g/cm^3)

3.2.4 Struktur Tanah Non-Kohesif

Berdasarkan Das (2010), struktur tanah dapat didefinisikan sebagai susunan geometric partikel-partikel tanah terhadap satu sama lain. Struktur tanah non-kohesif dapat dibagi menjadi dua kategori utama yaitu: butiran tunggal (*single grained*) dan sarang lebah (*honeycombed*). Pada struktur tanah butiran tunggal, partikel tanah pada keadaan posisi yang stabil dengan setiap partikel menyentuh partikel-partikel yang mengelilingi partikel tersebut. Bentuk dan ukuran distribusi partikel, terutama posisi mereka yang relative terhadap satu sama lain, akan

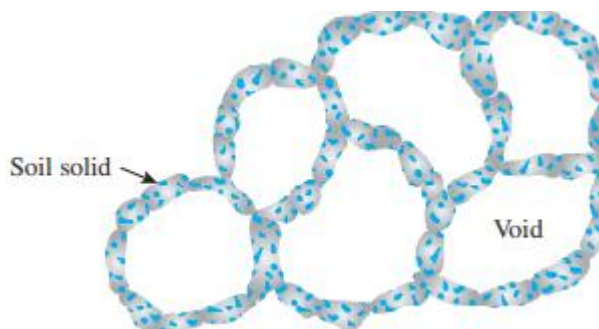
memengaruhi kepadatan pengepakan, terlebih lagi porositas tanah tersebut. Berikut merupakan Gambar 3.8 mengenai struktur butiran tunggal renggang dan padat.



Gambar 3.8 Struktur Butiran Tunggal Renggang dan Padat

(Sumber: Das, 2010)

Pada struktur tanah sarang lebah, pasir halus dan lanau secara relatif membentuk lengkungan kecil dengan setiap partikel mengikat satu sama lain (*chains*). Tanah dengan sarang lebah memiliki ratio ukuran pori-pori yang besar dan mampu menyalurkan beban statis. Akan tetapi, pada beban yang relatif besar atau dikenakan terhadap beban kejut, struktur tanah akan retak sehingga menyebabkan *settlement* dalam jumlah yang sangat besar. Berikut merupakan Gambar 3.9 mengenai struktur sarang lebah.

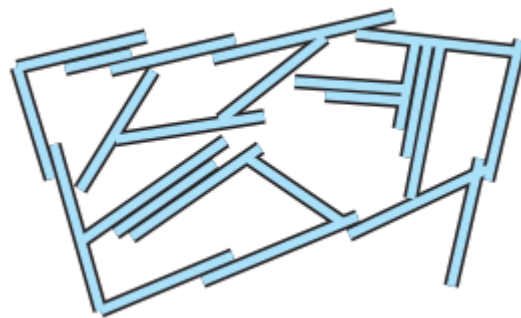


Gambar 3.9 Struktur Sarang Lebah

(Sumber: Das, 2010)

3.2.5 Struktur Tanah Kohesif

Struktur tanah kohesif (tanah lempung) memiliki perilaku yang unik ketika berinteraksi dengan satu sama lain dibawah pengaruh air. Ketika dua partikel tanah lempung yang berada dalam suspensi berinteraksi satu sama lain, perilaku yang terjadi pada dua partikel tanah liat tersebut adalah saling tolak-menolak. Namun, pada waktu yang bersamaan, muncul gaya tarik-menarik yang *exist* diantara dua partikel tersebut yang disebabkan oleh gaya Van Der Waals. Gaya tolak-menolak dan tarik-menarik semakin membesar dengan mengecilnya jarak antar dua partikel tersebut namun dengan kecepatan yang berbeda. Ketika jarak antar dua partikel tersebut sangat kecil, gaya tarik-menarik lebih besar dari gaya tolak-menolak. Berdasarkan Das (2010) gaya tersebut merupakan gaya yang muncul pada teori koloid. Oleh karena itu, jika dua partikel tanah lempung memiliki jarak yang sangat kecil, ion positif yang terdapat pada ujung partikel dapat mengikat ion negatif yang terdapat pada permukaan partikel. Berikut merupakan Gambar 3.10 mengenai struktur tanah lempung.



Gambar 3.10 Struktur Tanah Lempung

(Sumber: Das, 2010)

Pengaruh tanah lempung terhadap potensi ekspansif akan dibahas lebih lanjut pada Subbab 3.7 dikarenakan struktur tanah lempung yang berbeda-beda dan unik memiliki potensi ekspansi yang berbeda, seperti mineral illite memiliki

potensi ekspansi yang rendah dibandingkan mineral montmorillonite. Perbedaan tersebut dapat dijelaskan dengan mengamati perilaku molekul dan partikel tanah lempung.

3.3 Klasifikasi Tanah

Menurut Bowles (1979) sistem klasifikasi tanah bertujuan untuk mengidentifikasi tanah secara sistematis dengan maksud untuk menentukan kesesuaian (*suitability*) ketika merencanakan tanah sesuai dengan rencana yang diinginkan berdasarkan pengalaman terdahulu.

Terlebih lagi sistem klasifikasi juga berfungsi memberikan informasi mengenai kondisi geologi pada daerah geografis yang berbeda sehingga dapat dibangun data dasar dari pengalaman terdahulu. Hal ini dikarenakan tanah memiliki asal asul yang sama dari dekomposisi batuan sehingga faktor komunikasi (data terdahulu) penting untuk dikumpulkan agar dapat memberikan gambaran umum mengenai karakteristik tanah.

Karakteristik fisik tersebut pada akhirnya digunakan untuk memprediksi kesesuaian tanah sebagai material konstruksi untuk tujuan rekayasa, seperti bahan dasar jalan atau bendungan.

Das (2010) membagi sistem klasifikasi menjadi dua kategori yaitu, berdasarkan tekstur tanah dan perilaku tanah untuk tujuan rekayasa. Pada sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tanah, dasar yang digunakan untuk membedakan tanah satu dengan yang lain adalah persentase distribusi ukuran partikel. Sistem klasifikasi tersebut membagi tanah menjadi empat jenis yaitu kerikil, pasir, lanau, dan lempung. Sistem tersebut dikembangkan oleh USDA (*United States Department of Agriculture*). Akan tetapi, sistem klasifikasi tersebut tidak mempertimbangkan plastisitas tanah yang memiliki pengaruh yang besar dalam menentukan karakteristik fisik tanah (terdapat mineral lempung pada tanah). Oleh karena itu, sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur tanah tidak cocok digunakan untuk tujuan rekayasa.

AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) dan USCS (*Unified Soil Classification System*) merupakan dua sistem klasifikasi tanah yang mempertimbangkan distribusi ukuran partikel dan plastisitas tanah. Maka, sistem tersebut dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan keteknisipilan.

3.3.1 USCS (*Unified Soil Classification System*)

USCS banyak digunakan sebagai spesifikasi untuk rekayasa fondasi seperti yang terdapat pada bendungan dan gedung. Namun, secara umum USCS lebih digunakan dalam mendesain landasan pesawat. Asal usul sistem tersebut diajukan oleh Cassagrande pada tahun 1942 untuk membangun landasan pesawat yang akan dikerjakan oleh *Army Corps of Engineers* pada perang dunia ke 2. Sistem tersebut direvisi oleh *U.S Bureau of Reclamation* pada tahun 1952 dan saat ini sistem tersebut banyak digunakan oleh *engineers* sesuai dengan *ASTM Test Designation D-2487*

Pada USCS tanah dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu, butiran kasar dan butiran halus. Pada butiran kasaran, kerikil dan pasir, dimana kurang dari 50% berat total tanah lolos saringan no. 200, symbol yang digunakan untuk kelompok tersebut adalah G atau SG untuk kerikil atau tanah kerikil, dan S untuk pasir. Sedangkan untuk butiran halus, lanau dan lempung, material harus lolos 50% atau lebih dari berat total tanah yang lolos saringan no. 200, symbol yang digunakan untuk kelompok tersebut adalah M untuk lanau anorganik, C untuk lempung anorganik, dan O untuk lempung organik (Das, 2010).

Simbol lain yang digunakan pada USCS antara lain:

1. W = *well graded*
2. P = *poorly graded*
3. L = *low plasticity* (LL kurang dari 50)
4. H = *high plasticity* (LL lebih dari 50)

Berikut dapat dilihat pada Tabel 3.4 tentang klasifikasi tanah berdasarkan USCS

Tabel 3.4 Klasifikasi Tanah USCS

Divisi Utama	Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi	
Tanah berbutir kasar > 50% butiran terahan saringan No. 200	Kerikil 50% ≥ fraksi kasar T erahan saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
	Pasir 50% ≥ fraksi kasar Lolos saringan No. 4	Pasir bersih (banyak pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
			Klasifikasi berdasarkan persentase butiran halus : Kandung dari 5% lolos saringan no.200; GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no.200 : GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan No.200 : batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel	
			Kriteria Klasifikasi	
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3		
Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW		Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$		
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair ≤ 50%	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	
		CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clay</i>)	
		OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
	Lanau dan lempung batas cair ≥ 50%	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	
		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clay</i>)	
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
	Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	<i>Peat</i> (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi
				Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

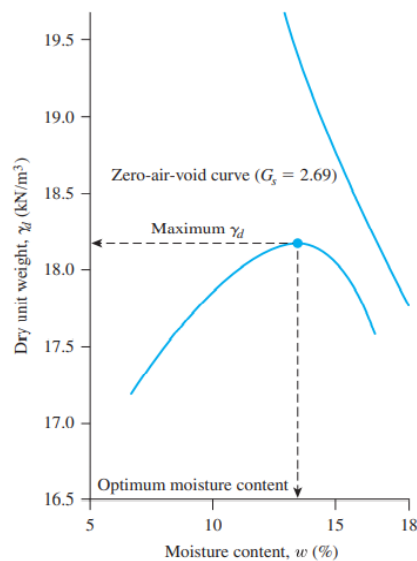
(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

3.4 Kompaksi Tanah

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas dan kekuatan tanah adalah dengan melakukan kompaksi tanah. Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya, tanah memiliki tingkat porositas yang berbeda-beda. Sebagai contoh, tanah lempung, memiliki nilai porositas yang tinggi daripada pasir disebabkan perbedaan terhadap tegangan permukaan, kapilaritas dan struktur yang terdapat pada tanah. Partikel tanah lempung yang memiliki ukuran lebih kecil dari 0.004 mm menyebabkan air terikat pada permukaan partikel dan membentuk ikatan terhadap partikel tanah. Afinitas tanah lempung terhadap air yang tinggi jika tidak diminimalisir yang mengisi secara penuh pori-pori yang terdapat pada tanah sehingga menyebabkan ekspansi pada tanah.

Untuk mengurangi perilaku tanah yang tidak diinginkan dikarenakan afinitas terhadap air yang tinggi, maka tanah harus dikompaksi. Kompaksi tanah tersebut akan meningkatkan kuat geser dan mengurangi permeabilitas pada tanah. Kompaksi akan menyebabkan tanah saling bergesekan satu sama lain dengan mengisi pori-pori yang terdapat pada tanah. Penambahan air pada waktu kompaksi adalah sebagai agen penghalus agar tanah mudah bergeser dan mengisi pori tanah.

Penambahan persentase kadar air akan meningkatkan kepadatan tanah (γ_{dry}) hingga mencapai nilai maksimum. Persentase kadar air pada saat kepadatan tanah mencapai nilai maksimum disebut sebagai kadar air optimum. Perlu diperhatikan bahwa penambahan persentase kadar air setelah mencapai nilai optimum akan menyebabkan nilai kepadatan tanah berkurang. Hal tersebut disebabkan karena kadar air yang berlebihan akan mengisi pori-pori tanah yang seharusnya diisi oleh partikel tanah. Oleh karena itu, nilai kepadatan tanah maksimum sekaligus akan meningkatkan kuat geser tanah disebabkan gesekan antar permukaan tanah membesar (tanah berimpit). Berikut Gambar 3.11 yang menjelaskan hubungan antara persentase kadar air terhadap kepadatan tanah.



Gambar 3.11 Grafik Hubungan Persentase Kadar Air Terhadap Kepadatan Tanah

(Sumber: Das, 2010)

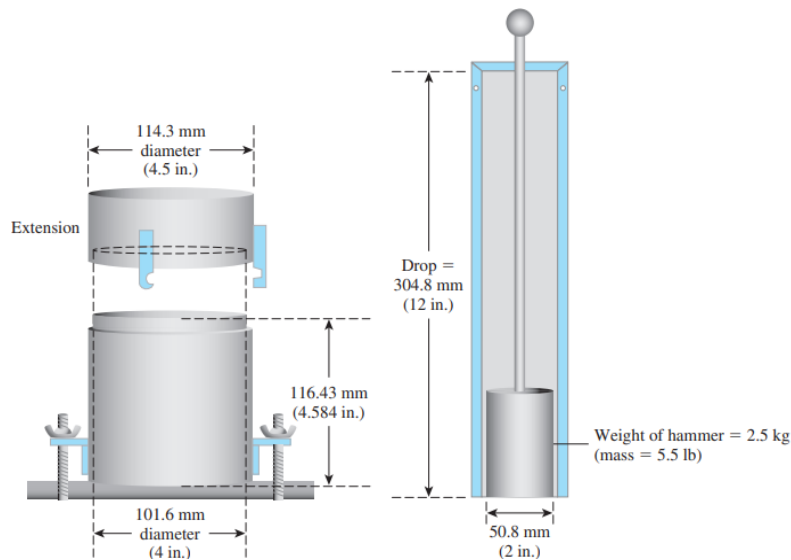
Pengujian yang dilakukan untuk mencari kepadatan tanah adalah dengan melakukan pengujian proktor standar. Pada pengujian proctor tanah dipadatkan pada wadah yang memiliki volume 944 cm³ dan diameter 101.6 mm. Pada waktu pengujian wadah diletakkan pada pelat dasar yang memanjangkan sampai dengan permukaan wadah. Kemudian tanah dicampur dengan kadar air yang berbeda selama kompaksi untuk mendapatkan nilai kepadatan maksimum dengan menggunakan palu yang menumbuk tanah sebanyak 25 tumbukan pada setiap lapis tanah. Palu memiliki massa sebesar 2.5 kg dan dijatuhkan pada ketinggian 30.5 mm. Untuk mengetahui nilai kepadatan tanah dapat ditentukan pada masa pengujian dengan persentase kadar air yang telah diketahui. Berikut Persamaan 3.5 yang menjelaskan hubungan tersebut.

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \frac{w(100\%)}{100}} \quad (3.5)$$

Keterangan:

w = Persentase kadar air

Berikut merupakan Gambar 3.12 yang menggambarkan alat pengujian proctor standar.



Gambar 3.12 Alat Uji Proctor Standar

(sumber: Das, 2010)

3.5 Kuat Geser Tanah

Kekuatan tanah pada dasarnya dipengaruhi oleh dua parameter yaitu kohesivitas dan sudut gesek internal tanah. Nilai kedua parameter tersebut berbeda-beda untuk setiap jenis tanah. Tanah lempung memiliki tingkat kohesivitas yang tinggi namun sudut gesek internalnya kecil. Sudut gesek internal sendiri dipengaruhi oleh indeks plastisitas tanah. Semakin besar indeks plastisitas tanah maka semakin kecil sudut gesek internal yang terdapat dalam tanah. Hubungan berbanding terbalik tersebut disebabkan karena tanah memiliki kandungan kadar air yang tinggi sehingga indeks plastisitas yang dihasilkan menjadi besar.

Kandungan air yang banyak dalam tanah menyebabkan pori-pori tanah terisi oleh air sehingga memperbesar jarak gesek antar partikel tanah. Selain itu, dengan terisinya pori tanah dengan partikel tanah maka akan meningkatkan kekuatan ikat antar partikel tanah (kohesivitas).

Dari penjelasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa kuat geser tanah adalah kekuatan yang memberikan perlawanan terhadap keruntuhan dan kelongsoran tanah di sepanjang permukaan tanah. Persamaan 3.6 berikut ini merupakan persamaan Mohr yang menjelaskan bahwa material pecah diakibatkan oleh kombinasi kritis antara tegangan normal dan tegangan geser. Ketika persamaan tersebut diterapkan pada mekanik tanah, maka tegangan geser yang terjadi di sepanjang permukaan tanah yang runtuh dianggap sebagai fungsi linear terhadap tegangan normal (Coulomb, 1776).

$$\tau_f = C + \sigma \tan \phi \quad (3.6)$$

Keterangan:

C = kohesi

ϕ = sudut gesek internal tanah

σ = tegangan normal

τ_f = kuat geser tanah

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh USDA nilai PI yang semakin besar akan menyebabkan nilai Φ semakin mengecil, sehingga nilai PI yang kecil, nilai LL yang tidak terlalu besar akan menghasilkan nilai Φ yang besar dan mempengaruhi besarnya nilai *shear strength*. Perlu diingat kembali bahwa nilai PI bergantung pada besar-kecilnya kadar air dalam tanah. Oleh karena itu, tidak terkontrolnya kadar air dalam tanah akan mengurangi kekuatan tanah tersebut.

Selain penelitian yang dilakukan oleh USDA yang menyatakan plastisitas tanah mempengaruhi kekuatan tanah, penelitian yang dilakukan oleh Tian dan

Tong menyatakan bahwa efek dari *suction*, terutama *silty clay*, juga mempengaruhi kekuatan tanah. Hal ini menarik karena tinggi rendahnya *suction* dipengaruhi oleh penggunaan *limestone* pada tanah. Namun untuk saat ini akan dijelaskan terlebih dahulu mengenai efek *suction* terhadap kekuatan tanah.

Suction atau *capillary potential* merupakan kondisi tanah dimana tanah mengalami tekanan pori yang kecil atau memiliki *negative pore water pressure* sehingga air yang mengisi pori-pori tanah menjadi naik dan melawan gravitasi. Fenomena ini terjadi karena hubungan partikel antara tanah dan air yang saling mengikat (adhesi). Efek kadar air terhadap kekuatan tanah dipengaruhi oleh perubahan *matrix suction*, dimana tanah kering memberikan tekanan di sekitar partikel tanah untuk mensinkronkan kadar air yang terdapat di kesuruhan blok tanah. Perlu ditegaskan kembali bahwa kekuatan tanah (*shear strength*) sangat krusial dalam menstabilisasikan lapis tanah yang akan menahan total beban kendaraan.

Mengingat kembali rumus *Mohr-Coulomb Failure Criterion* dimana nilai kohesi dipengaruhi oleh dua parameter yaitu:

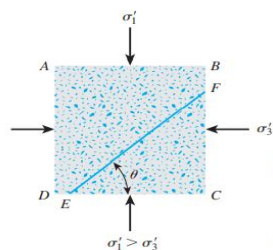
- *soil cementation, which is involved ions carried in groundwater chemically precipitating to form new crystalline material between sedimentary grains. The new pore-filling material forms “bridges” between original sediment grains, thereby binding them together.*
- *van der waals electrostatic interaction, which is the attractive or repulsive interaction between objects having electric charges.*

Berdasarkan hasil penelitian Tian dan Tong, meningkatnya kadar air akan mengurangi nilai *matrix suction*, *soil cohesion*, and *friction angle*. Secara mikroskopis, nilai kohesi terbentuk dari *effective cohesion* dan *capillary cohesion*. *Capillary cohesion* mengacu kepada kontribusi *matrix suction* terhadap kekuatan tanah. Ketika tanah dalam keadaan basah, semua pori-pori tanah terisi oleh air sehingga tanah kehilangan kemampuan untuk menyerap air begitu juga

menyebabkan berkurangnya nilai *matrix suction*. Oleh karena itu, hanya *effective cohesion* yang memberikan nilai kohesi ketika tanah dalam keadaan basah sehingga nilai kohesi total berkendurungan untuk menurun.

Sudut gesek internal berkurang dengan meningkatnya kadar air. Hal ini karena *water film* terbentuk di permukaan partikel tanah sehingga membagi partikel tanah dan menjauhkan partikel tanah antara satu dengan yang lain.

Perlu diperhatikan perbedaan antara kuat geser tanah (*shear strength*) dan tegangan geser tanah (*shear stress*). Kuat geser tanah merupakan kekuatan material yang terdapat pada tanah sedangkan tegangan geser merupakan gaya yang melawan kelongsoran pada tanah akibat dari beban yang diberikan. Dari persamaan diatas dapat dilihat bahwa persamaan diatas terjadi pada tanah yang tersaturasi sehingga untuk menentukan kuat geser tanah yang terjadi akibat beban yang diberikan (tegangan total) maka digunakan tegangan efektif tanah. Berikut merupakan Gambar 3.13 yang memberikan gambaran garis keruntuhan tanah dengan tegangan lateral dan vertical yang menekan tanah.



Gambar 3.13 Garis Keruntuhan Tanah

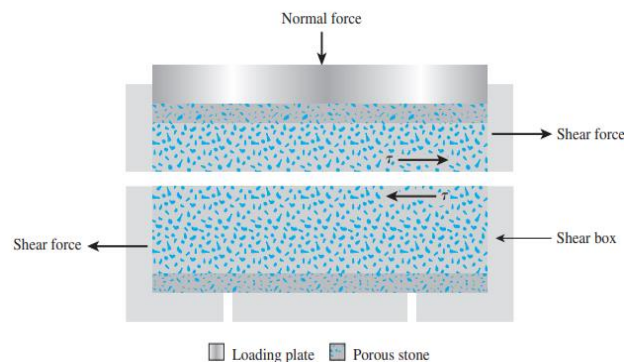
(Sumber: Das, 2010)

Pengujian yang dilakukan untuk mencari parameter kuat geser tanah antara lain, pengujian geser langsung dan pengujian triaksial. Untuk ketelitian dan perbandingan data, peneliti melakukan pengujian menggunakan dua metode tersebut. Sampel tanah yang digunakan untuk melakukan pengujian merupakan

sampel tanah tidak terganggu (*undisturbed*). Berikut akan dibahas mengenai dua pengujian tersebut untuk memberikan gambaran mengenai metode kerja pengujian tersebut.

1. Uji Geser Langsung

Pada pengujian geser langsung, sampel tanah diletakkan ke dalam kotak geser berbentuk silinder. Ukuran tempat geser benda uji memiliki diameter 6.3 cm dengan tinggi 3.6 cm dan terpisah menjadi dua bagian yang sama. Benda uji diberikan tegangan normal pada atas kotak geser serta diberikan tegangan geser pada tengah benda uji, selama pengujian dicatat perpindahan akibat penggeseran (ΔL) dan perubahan tinggi benda uji (Δh). Berikut adalah Gambar 3.14 yang menjelaskan tentang metode kerja uji geser langsung.



Gambar 3.14 Alat Uji Geser Langsung

(Sumber: Das, 2010)

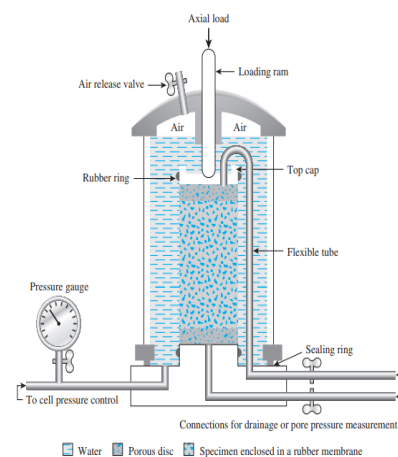
Pada sampel tanah yang tersaturasi, kecepatan beban diberikan secara perlahan sehingga kelebihan tekanan pori air yang terdapat dalam tanah dapat dikuras sampai habis sama sekali. Karena konduktivitas hidraulik pada pasir sangat besar maka kelebihan tekanan pori air dapat dikuras dengan cepat. Sedangkan pada tanah lempung, akibat konduktivitas hidraulik yang kecil, dibutuhkan waktu yang cukup lama agar tanah terkonsolidasi secara penuh.

2. Uji Triaksial UU (*Unconsolidated-Undrained*)

Pada pengujian triaksial kandungan air yang terdapat dalam pori tanah tidak boleh dikeluarkan untuk melihat peningkatan tekanan pori air akibat dari pembatas ruangan (*confining chamber*). Pada saat tegangan deviator semakin meningkat maka tekanan pori tanah semakin meningkat. Hubungan tersebut dapat dilihat pada Persamaan 3.7 berikut ini.

$$U = U_c + \Delta U_d \quad (3.7)$$

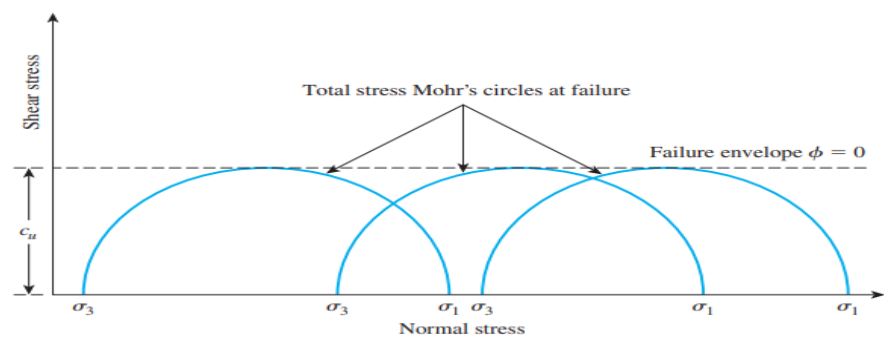
Dikarenakan air tidak boleh keluar dari pori tanah pada waktu pengujian maka parameter tersebut merupakan parameter yang penting untuk menentukan variable dari kuat geser tanah. Tekanan pori tanah yang semakin memperbesar akibat tegangan deviator akan memperbesar tegangan total tanah. Nilai kohesivitas dan sudut gesek internal yang diperoleh dari pengujian triaksial UU menjelaskan kondisi tanah asli tanpa campur tangan konsolidasi dan penurunan kadar air akibat dari kompaksi. Gambar 3.15 memberikan gambar dari alat uji triaksial.



Gambar 3.15 Alat Uji Triaksial

(Sumber: Das, 2010)

Pengujian tersebut cocok untuk sampel tanah lempung yang bergantung pada konsep kekuatan tanah kohesif jika tanah tersaturasi penuh. Akibat dari tanah yang tersaturasi penuh, nilai sudut gesek internal hampir mendekati nol sehingga garis keruntuhan dari tegangan total lingkaran Mohr menjadi horizontal dan disebut sebagai kondisi $\Phi = 0$. Gambar 3.16 menjelaskan ellipsis Mohr untuk kondisi tersebut.



Gambar 3.16 Lingkaran Mohr Kondisi $\Phi = 0$

(Sumber: Das, 2010)

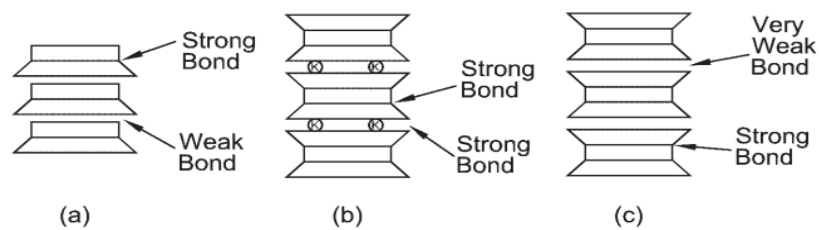
Nilai C_u merupakan nilai dari kuat geser tanah tidak terkuras dan memiliki nilai sama dengan radius lingkaran Mohr.

3.6 Tanah Ekspansif

Menurut Nelson (2015) sifat ekspansif pada tanah terjadi karena komposisi mineral tanah lempung yang berinteraksi dengan kation disebabkan oleh pengaruh kekuatan elektron dan interaksi kation dengan hidrasi air. Partikel padat tanah lempung, kation, dan ikatan air pada akhirnya membentuk sebuah unit yang dijuluki sebagai *micelle*.

Komposisi mineral tanah lempung dapat dibayangkan sebagai blok-blok lego yang menumpuk satu sama lain. Blok-blok lego tersebut memiliki bentuknya sendiri-sendiri tergantung pada struktur atom yang membentuk partikel lempung. Terdapat dua blok lego dasar yang membentuk mineral lempung yaitu *silicon*

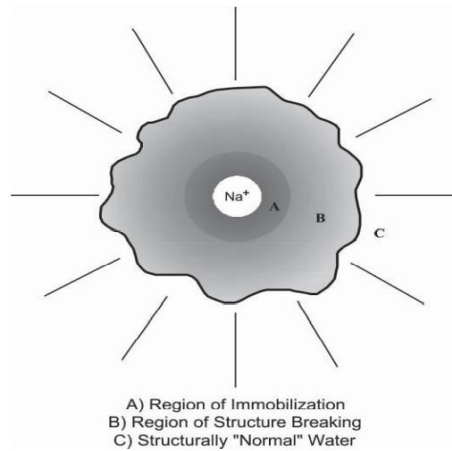
tetrahedron dan *alumino-magnesium octahedron*. Ikatan yang mengikat antar blok lego memiliki kekuatan yang berbeda-beda. Sifat ikatan tersebut akan memengaruhi ukuran partikel mineral lempung. Gambar 3.17 berikut ini menjelaskan kekuatan ikatan yang berbeda antar mineral *kaolite*, *illite*, dan *montmorillonite*.



Gambar 3.17 Diagram Skema Struktur (a) *Kaolite*; (b) *Illite*; (c) *Montmorillonite*

(Sumber: Nelson, 2015)

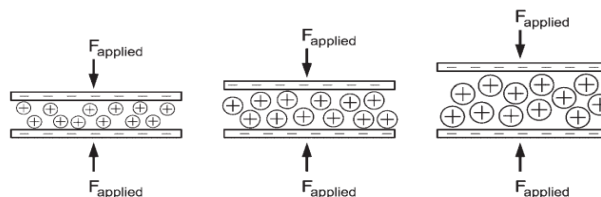
Muatan negatif yang tertarik pada permukaan tanah lempung disetarakan dengan muatan positif yang terdapat pada ujung tanah lempung. Menurut Nelson (2015) adsorpsi dan hidrasi kation memiliki pengaruh yang besar terhadap potensi ekspansi pada tanah. Alasan mengapa tanah lempung yang kering mudah terkena potensi ekspansi yang besar dengan kadar air yang kecil karena kation berada pada tingkat hidrasi yang sangat rendah. Konsep hidrasi dijelaskan menggunakan model Frank dan Wen (1957) pada ion yang terhidrasi seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.18. Pada daerah A yang diberi istilah sebagai *region of immobilization* mengikat molekul air dengan kuat dan menyebabkan molekul air sulit untuk bergerak. Pada daerah B, molekul air memiliki struktur yang tidak rata dan masih terikat dengan ion. Daerah C terisi oleh molekul air dengan struktur yang normal namun molekul air terpolarisasi oleh ikatan ionic yang lemah (Frank dan Wen, 1957). Air yang berada pada daerah A, B, dan C disebut sebagai *water of hydration*.



Gambar 3.18 Interaksi Ionik Air

(Sumber: Frank dan Wen, 1957)

Model tersebut dapat menjelaskan pengaruh hidrasi kation terhadap potensi ekspansi pada tanah. Menurut Nelson (2015) dua partikel lempung yang parallel satu sama lain terpisahkan oleh kation yang memiliki tingkat hidrasi yang rendah. Kation tersebut dapat dikatakan membawa air yang berada pada daerah A. Dikarenakan energi hidrasi yang sangat besar jika air ditambahkan ke dalam tanah maka air memasuki daerah B sehingga pada akhirnya akan memasuki daerah C. Maka, pada kondisi tidak terhidrasi menjadi terhidrasi sepenuhnya menyebabkan ukuran ion meningkat lebih dari tujuh kali. Berikut Gambar 3.19 yang menjelaskan hubungan tersebut.



Gambar 3.19 Peran Hidrasi Kation pada Ekspansi Tanah

(Sumber: Nelson, 2015)

3.7 Permeabilitas

Berdasarkan Das (2010), permeabilitas pada tanah terjadi karena adanya interkoneksi antar pori-pori tanah dimana air mengalir dari energi yang besar ke energi yang rendah. Penting untuk diketahui mengenai tingkat permeabilitas pada tanah untuk menganalisis kestabilan pada lereng. Salah satu parameter utama yang mengontrol kecepatan rembesan antara lain konduktivitas hidraulik atau sebagai mana yang dikenal koefisien permeabilitas.

Hukum Darcy memberikan persamaan sederhana untuk mengetahui kecepatan debit air yang melalui tanah tersaturasi. Gradien hidraulik memengaruhi kecepatan arus yang terjadi pada tanah. Semakin besar gradien hidraulik dalam tanah maka semakin besar kecepatan arus dalam tanah yang mengakibatkan arus bersifat turbulen. Sifat turbulen tersebut dapat terjadi pada mineral pasir dan kerikil. Berikut merupakan Persamaan 3.8 yang menjelaskan hukum Darcy.

$$v = ki \tag{3.8}$$

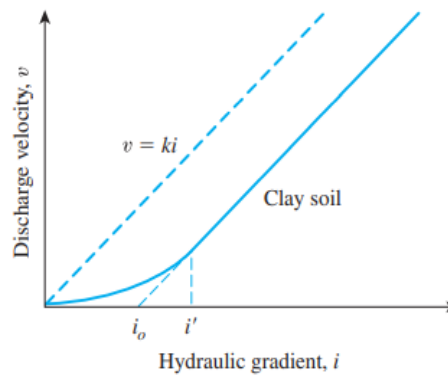
Keterangan:

v = Kecepatan Debit

k = Konduktivitas Hidraulik

i = Gradien Hidraulik

Dari hubungan persamaan 3.8 diatas dapat diambil kesimpulan bahwa parameter yang memengaruhi kecepatan debit yang mengalir melalui pori-pori tanah adalah gradien hidraulik dan konduktivitas hidraulik. Konduktivitas hidraulik merupakan kemampuan tanah dalam menyerap atau mengalirkan air. Berdasarkan Das (2015) dari Hukum Darcy diatas dapat implikasikan bahwa hubungan kecepatan debit dan gradien hidraulik adalah linier. Akan tetapi, nilai gradien hidraulik yang rendah menyebabkan hubungan antara I dan v menjadi nonlinear. Gambar 3.20 berikut ini menjelaskan grafik hubungan v dan i .



Gambar 3.20 Grafik Hubungan v dan i

(Sumber: Das, 2010)

Konduktivitas hidraulik tanah bergantung pada beberapa faktor seperti, viskositas, distribusi ukuran pori, ratio pori-pori, kekasaran partikel mineral, dan kadar saturasi pada tanah. Pada tanah lempung, struktur dan komposisi mineral lempung memiliki pengaruh yang besar dalam membentuk konduktivitas hidraulik. Nilai konduktivitas hidraulik berbeda-beda untuk setiap tanah. Konduktivitas hidraulik pada tanah tak tersaturasi memiliki nilai yang rendah dan meningkat dengan cepat ketika kadar saturasinya ditingkatkan. Persamaan 3.9 berikut ini menjelaskan hubungan konduktivitas hidraulik terhadap properti dari rembesan yang mengalir melalui pori-pori tanah.

$$k = \frac{\gamma_w}{\eta} \bar{K} \quad (3.9)$$

Keterangan:

γ_w = Berat Jenis Air

η = Viskositas Air

K = Permeabilitas Absolut

Tabel 3.5 memberikan nilai konduktivitas hidraulik pada tanah tersaturasi untuk setiap jenis tanah yang berbeda.

Tabel 3.5 Nilai Konduktivitas Hidraulik Pada Tanah Tersaturasi

Soil type	<i>k</i> cm/sec
Clean gravel	100–1.0
Coarse sand	1.0–0.01
Fine sand	0.01–0.001
Silty clay	0.001–0.00001
Clay	<0.000001

(Sumber: Das, 2010)

3.8 Stabilisasi Tanah

Dengan seiringnya waktu tanah mengalami perubahan akibat dari cuaca dan beban sementara yang memberikan tekanan pada tanah sehingga volume dan kekuatan tanah berubah. Untuk tujuan konstruksi dan infrastruktur tanah perlu diperbaiki agar memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban rencana. Salah satu cara untuk memperbaiki tanah adalah dengan stabilisasi. Pada subbab berikut ini akan dibahas mengenai stabilisasi tanah.

3.8.1 Pengertian Stabilisasi Tanah

Stabilisasi merupakan usaha untuk memperbaiki atau meningkatkan kualitas tanah sehingga tanah mampu melawan atau menahan beban yang diberikan. Pada tanah lempung yang memiliki indeks plastisitas yang besar akan menyebabkan tanah mengembang dikarenakan memiliki konduktivitas hidraulik yang tinggi. Maksud plastisitas disini adalah tanah mudah terdeformasi dan berubah bentuk (labil) sehingga berdasarkan karakteristik tersebut tanah harus distabilisasikan.

Selain itu, kompresibilitas dari tanah lempung juga tinggi sehingga penurunan (*settlement*) juga besar dengan durasi waktu yang lama. Maka, perilaku tanah

lempung yang kurang stabil ini perlu dikonsolidasi dan diperkuat agar tidak membahayakan bangunan di atasnya. Pada studi kasus yang diambil oleh peneliti, stabilisasi dilakukan pada lereng yang akan dijadikan *surface runoff*. Untuk menstabilisasikan lereng dikarenakan arus hujan yang deras, maka tanah pada lapis/permukaan longsor akan distabilisasi agar partikel tanah tidak terbawa oleh arus. Stabilisasi sendiri dapat dibedakan menjadi dua yaitu, stabilisasi mekanik dan kimiawi. Untuk pembahasan berikut ini akan dibahas mengenai stabilisasi kimiawi saja karena cangkupan masalah yang diteliti.

3.8.2 Stabilisasi Kimiawi

Tujuan dari stabilisasi kimiawi adalah mengubah struktur mineral tanah sehingga sifat-sifat yang tidak diinginkan dapat dihilangkan. Sebagai contoh, penambahan kapur pada tanah montmorillonite akan mengakibatkan tanah menjadi kedap air, memperkecil pori-pori tanah sehingga memperbesar gesekan internal antar partikel, dan meningkatkan ikatan antar partikel tanah.

Kapur (*limestone*) *Limestone* merupakan kalsium oksida, CaO, yang di manufaktur oleh pecahan batu karbonat yang dipanaskan dengan temperatur tinggi. *Limestone* terdiri dari kalsium, karbon, dan oksigen. Selain itu, *limestone* juga bagus untuk mengurangi *swelling* pada tanah ekspansif. Akan tetapi perlu diperhartikan bahwa penggunaan *limestone* di lapangan dapat menyebabkan kepadatan tanah berkurang, mengubah properti plastisitas tanah, dan menaikkan kekuatan tanah. Menurut Yoder dan Witczak (1975) perubahan atas sifat tanah tersebut disebabkan oleh tiga reaksi kimia:

- *alteration of the water film surrounding the clay mineral. The strength of the linkage between two clay minerals is dependent on the charge, size, and the hydration of attracted ions. The calcium ion (lime) is divalent and serves to bind the soil particles close together. This in turn decreases plasticity and result in a more open and granular structure.*

- *floculation of the soil particles. The amount of lime ordinary used in construction (5 to 10 percent by weight) result in a concentration of calcium ion greater than that actually needed.*
- *reaction of lime with soil components to form new chemicals. The two principal components of soil which react with lime are alumina and silica. This reaction is a long-term one and one that result in greater strength if lime-soil mixtures are cured for a period of time. This reaction is known as “Pozzolanic Reaction”.*

Penggunaan *limestone* wajib dikontrol dan dalam penggunaannya *limestone* minimal harus memberikan kuat tekan sebesar 10% berdasarkan tiga reaksi kimia di atas. Penggunaan *limestone* yang terlalu berlebihan tidak hanya menyebabkan kepadatan tanah berkurang tetapi juga kekuatan tanah dalam menahan beban rencana. Selain meningkatkan kekuatan tanah, penggunaan *limestone* juga memperkecil potensi *swelling* dan menaikkan durabilitas tanah. Terlebih lagi nilai *liquid limit* (LL) dan *plasticity index* (PI) berkurang ketika komposisi *limestone* diperbanyak. Walaupun demikian, besarnya komposisi *limestone*, selain memperkecil kekuatan tanah, juga memperkecil kepadatan tanah. **Sehingga dilakukan kontrol untuk mencegah kelebihan penggunaan *limestone*.**

Sebagai tambahan, penggunaan *limestone* juga mampu memperbesar potensi *suction* dan permeabilitas tanah sehingga mempercepat proses *settlement*, dimana tanah menurun akibat beban vertikal yang terlalu besar.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Tugas Akhir ini yang dikerjakan termasuk dalam membuat sebuah penelitian di laboratorium untuk mengetahui pengaruh campuran pasir dan lempung pada kapur terhadap parameter kuat geser tanah menggunakan pengujian triaksial UU dan geser langsung.

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia. Tanah butiran halus diambil pada Jl. Ngalang Segmen V, kec. Gedang Sari, Kab. Gunung Kidul, DIY, dan Tanah Pasir diambil pada daerah Cangkringan, Sleman, DIY.

4.3 Bahan dan benda Uji

4.3.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah Campuran Pasir dan Lempung dengan Kapur

1. Pasir dan Lempung

Campuran pasir dan lempung berasal dari pemukiman Candi Perwara untuk diuji gradasinya sehingga diketahui karakteristik mineralnya. Peneliti akan mencari mineral pasir dan lempung yang memiliki karakteristik yang mirip dengan karakteristik tanah pada Candi Perwara untuk diuji terhadap parameter kuat gesernya. Sampel diambil pada kondisi terganggu (*disturbed*).

2. Kapur

Pada penelitian yang dilakukan, peneliti menggunakan bahan stabilisasi berupa kapur (*hydrated lime*).

4.3.2 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel

Pada penelitian ini dilakukan pengujian pada beberapa sampel untuk mendapatkan kadar air optimum dan kepadatan maksimum terbesar dengan persentase lempung yang berbeda dicampur dengan pasir untuk pengujian parameter kuat geser tanah yang telah distabilisasi menggunakan kapur dengan kadar yang bervariasi. Berikut merupakan variasi dari Tanah Campuran (TC) dan variasi kapur pada sampel tanah yang akan diuji.

1. Tanah campuran (*disturbed*) pasir + 10% lempung
2. Tanah campuran (*disturbed*) pasir + 20% lempung
3. Tanah campuran (*disturbed*) pasir + 30% lempung
4. Pengujian triaksial UU dan geser langsung dengan TC
5. Pengujian triaksial UU dan geser langsung dengan TC + 1% kapur
6. Pengujian triaksial UU dan geser langsung dengan TC + 2% kapur
7. Pengujian triaksial UU dan geser langsung dengan TC + 3% kapur

Untuk lebih detailnya, jumlah sampel pada pengujian yang akan dilakukan pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel

No	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel	Satuan
1	Uji propertis tanah campuran		
	a. Berat Jenis tanah	2	buah
	b. Berat volume tanah	2	buah
	c. Kadar air dalam tanah	2	buah
	d. Analisa saringan	2	buah
2	Uji batas-batas konsistensi		
	a. Uji batas susut tanah campuran	2	buah
	b. Uji batas plastis tanah campuran	2	buah

c. uji batas cair tanah campuran	2	buah
----------------------------------	---	------

Lanjutan Tabel 4.1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel

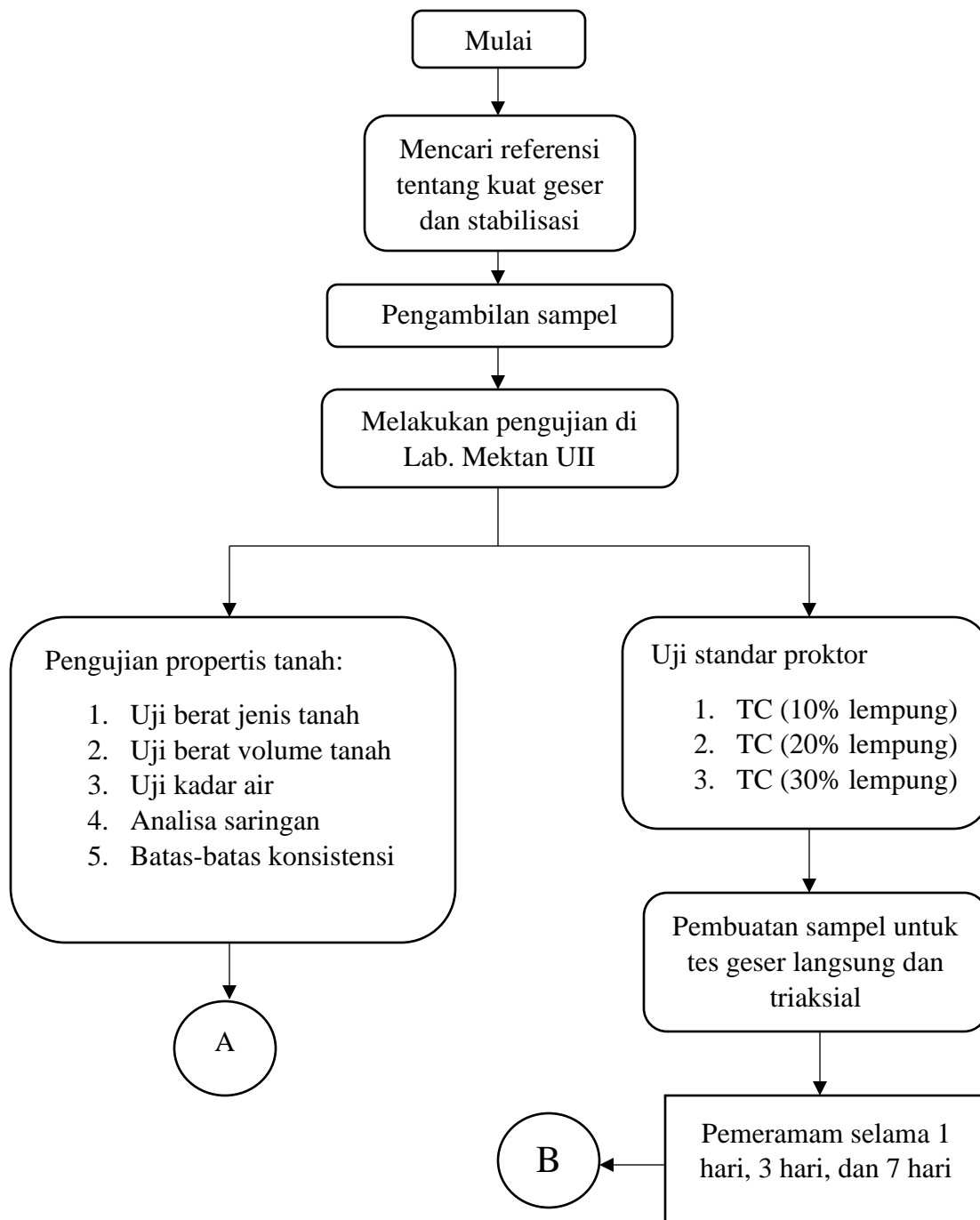
3	Uji standar proktor		
	a. pasir + lempung 10%	2	buah
	b. pasir + lempung 20%	2	buah
	c. pasir + lempung 30%	2	buah
4	Uji geser langsung		
	a. TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt}	2	buah
	d. pemeraman 1 hari		
	1) TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt} + kapur 1%	2	buah
	2) TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt} + kapur 2%	2	buah
	3) TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt} + kapur 3%	2	buah
	e. pemeraman 3 hari		
	1) TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt} + kapur 1%	2	buah
	2) TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt} + kapur 2%	2	buah
	3) TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt} + kapur 3%	2	buah
	f. pemeraman 7 hari		
	1) TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt} + kapur 1%	2	buah
	2) TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt} + kapur 2%	2	buah
	3) TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt} + kapur 3%	2	buah
5	Uji Triaksial UU		
	a. TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt}	2	buah
	d. pemeraman 1 hari		
	1) TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt} + kapur 1%	2	buah
	2) TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt} + kapur 2%	2	buah
	3) TC (10% lempung) dengan γ_d, w_{opt} + kapur 3%	2	buah

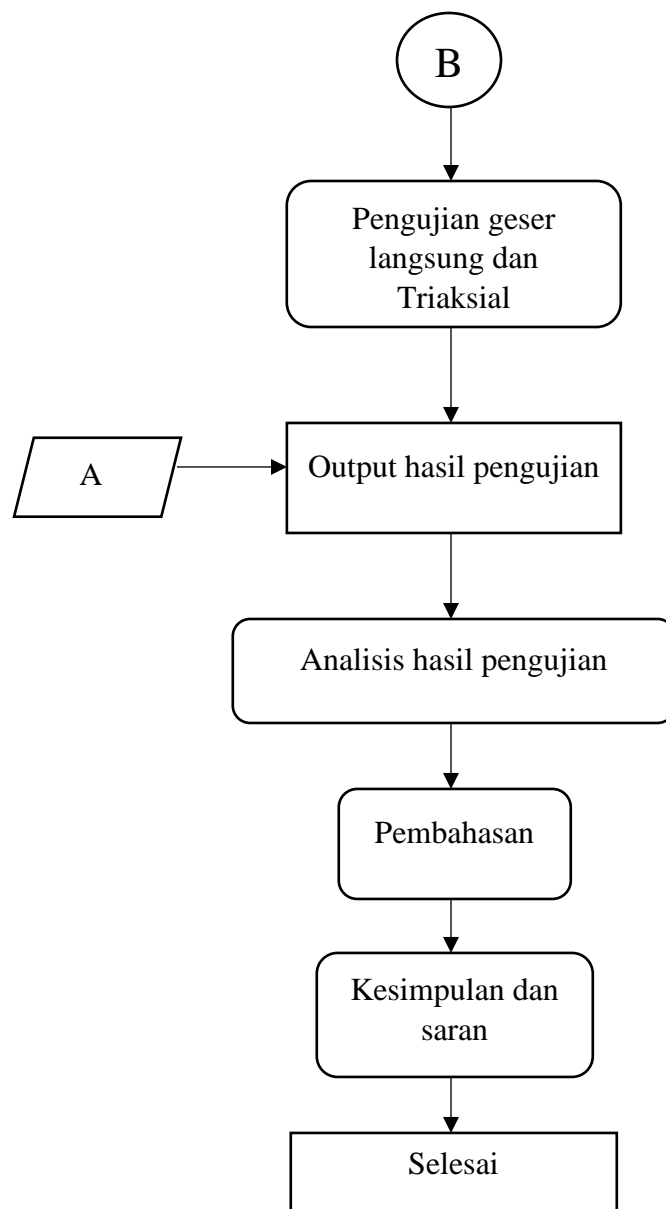
Lanjutan Tabel 4.1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel

	e. pemeraman 3 hari		
	1) TC (10% lempung) dengan γ_d , w_{opt} + kapur 1%	2	buah
	2) TC (10% lempung) dengan γ_d , w_{opt} + kapur 2%	2	buah
	3) TC (10% lempung) dengan γ_d , w_{opt} + kapur 3%	2	buah
	f. pemeraman 7 hari		
	1) TC (10% lempung) dengan γ_d , w_{opt} + kapur 1%	2	buah
	2) TC (10% lempung) dengan γ_d , w_{opt} + kapur 2%	2	buah
	3) TC (10% lempung) dengan γ_d , w_{opt} + kapur 3%	2	buah

4.4 Bagan Alir Penelitian

Berikut adalah Gambar 4.1 bagan alir dari rencana penelitian yang akan dilakukan.





Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia, maka diperoleh hasil dari pengujian tanah berupa uji propertis tanah serta uji geser langsung dan uji triaksial UU untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah yakni, kohesi dan sudut gesek tanah baik dalam keadaan tanah asli maupun dengan campuran tanah berbutir halus dan kasar yang ditambah dengan kapur padam untuk tujuan menstabilisasikan tanah.

5.1.1 Pengujian Kadar Air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air (w) yang terkandung pada sampel yang diuji, kadar air diperoleh dari perbandingan antara berat air (W_w) dengan berat kering (W_s) sampel tanah. Berikut adalah hasil dari pengujian kadar air sampel tanah pasir dan sampel tanah berbutir halus yang dapat dilihat pada Lampiran 1, Lampiran 2, Tabel 5.1 dan Tabel 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Pasir

No	Uraian	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat <i>container</i> (W_1)	gram	13.28	13.03
2	Berat <i>container</i> + tanah basah (W_2)	gram	101.93	97.84
3	Berat <i>container</i> + tanah kering (W_3)	gram	100.37	96.31
4	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gram	1.56	1.53
5	Berat tanah kering ($W_s = W_3 - W_1$)	gram	87.09	83.28
6	Kadar air ($W_w : W_s \times 100\%$)	%	1.79	1.84
7	Kadar air rata-rata (w)	%	1.81	

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Berbutir Halus

No	Uraian	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat <i>container</i> (W_1)	gram	13.28	13.03
2	Berat <i>container</i> + tanah basah (W_2)	gram	44.62	49.15
3	Berat <i>container</i> + tanah kering (W_3)	gram	32.57	34.38
4	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gram	12.05	14.77
5	Berat tanah kering ($W_s = W_3 - W_1$)	gram	19.29	21.35
6	Kadar air ($W_w : W_s \times 100\%$)	%	62.47	69.18
7	Kadar air rata-rata (w)	%	65.82	

Dari hasil pengujian kadar air, maka dapat dilihat bahwa kadar air yang terkandung dalam sampel tanah yang diambil dari wilayah Cangkringan, Sleman dan Jl. Sambipitu, Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, memiliki kadar air rata-rata yaitu, 1.81% dan 65.82%

5.1.2 Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume memiliki tujuan untuk mengetahui nilai berat dari sampel tanah dalam volume tertentu, dimana berat volume dinyatakan sebagai *gamma* (γ) yang dihasilkan dari perbandingan berat tanah (W) dengan volume tanah (V). Berikut adalah hasil dari pengujian berat volume yang dapat dilihat pada Lampiran 3, Lampiran 4, Tabel 5.3, dan Tabel 5.4 dibawah ini.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Pasir

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Diameter ring	d	cm	5.91	5.91
2	Tinggi ring	t	cm	2.00	2.00
3	Volume ring	V	cm ³	54.84	54.84
4	Berat ring	W_1	gram	42.94	42.94

Lanjutan Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Pasir

5	Berat ring + tanah basah	W_2	gram	140.40	138.67
6	Berat tanah basah	$W_3 = W_2 - W_1$	gram	97.46	95.73
7	Berat volume tanah	γ	gram/cm ³	1.777	1.746
8	Berat volume tanah rata-rata	γ rata-rata	gram/cm ³	1.761	

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Berbutir Halus

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Diameter ring	d	cm	5.10	5.10
2	Tinggi ring	t	cm	2.10	2.10
3	Volume ring	V	cm ³	42.90	42.90
4	Berat ring	W_1	gram	40.63	40.63
5	Berat ring + tanah basah	W_2	gram	109.37	108.37
6	Berat tanah basah	$W_3 = W_2 - W_1$	gram	68.74	67.74
7	Berat volume tanah	γ	gram/cm ³	1.602	1.579
8	Berat volume tanah rata-rata	γ rata-rata	gram/cm ³	1.591	

Dari hasil pengujian berat volume, maka dapat dilihat bahwa berat volume yang terkandung dalam sampel tanah yang diambil dari wilayah Cangkringan, Sleman dan Jl. Sambipitu, Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, memiliki nilai berat volume tanah rata-rata sebesar 1.567 gram/cm³ dan 1.567 gram/cm³

5.1.3 Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis (G_s) dilakukan untuk mengetahui nilai perbandingan antara berat tanah kering (γ_d) dengan berat air (γ_w) dengan besaran volume yang

sama dan dilakukan pada tingkatan suhu tertentu. Berikut adalah hasil pengujian berat volume yang dapat dilihat pada Lampiran 5, Lampiran 6, Tabel 5.5 dan Tabel 5.6 dibawah ini

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Berat Jenis Sampel Pasir

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Berat piknometer	W_1	gram	31.83	29.83
2	Berat piknometer + tanah kering	W_2	gram	41.72	39.7
3	Berat piknometer + tanah kering + air penuh	W_3	gram	142.78	141.46
4	Berat piknometer + air penuh	W_4	gram	136.59	135.23
5	Suhu air ($t^{\circ}\text{C}$)		$^{\circ}\text{C}$	27	27
6	$\gamma_w = (t^{\circ}\text{C})$		gram/cm ³	0.9965	0.9965
7	$\gamma_w = (27,5^{\circ}\text{C})$		gram/cm ³	0.9964	0.9964
8	Berat tanah kering	$W_s = W_2 - W_1$	gram	9.89	9.87
9	A	$W_s + W_4$	gram	146.48	145.1
10	I	$A - W_3$	gram	3.7	3.64
11	Berat jenis tanah ($t^{\circ}\text{C}$)	G_s	gram/cm ³	2.67	2.71
12	Berat jenis tanah ($27,5^{\circ}\text{C}$)	G_s	gram/cm ³	2.66	2.70
13	Berat jenis tanah rata-rata ($27,5^{\circ}\text{C}$)	G_s rata-rata	gram/cm ³	2.68	

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Berat Jenis Sampel Berbutir Halus

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Berat piknometer	W_1	gram	38.55	39.31

Lanjutan Tabel 5.6 Hasil Pengujian Berat Jenis Sampel Berbutir Halus

2	Berat piknometer + tanah kering	W_2	gram	65.55	72.11
3	Berat piknometer + tanah kering + air penuh	W_3	gram	155.26	159.48
4	Berat piknometer + air penuh	W_4	gram	138.96	138.95
5	Suhu air ($t^{\circ}\text{C}$)		$^{\circ}\text{C}$	27	27
6	$\gamma_w = (t^{\circ}\text{C})$		gram/cm_3	0.9965	0.9965
7	$\gamma_w = (27,5^{\circ}\text{C})$		gram/cm_3	0.9964	0.9964
8	Berat tanah kering	$W_s = W_2 - W_1$	gram	27	32.8
9	A	$W_s + W_4$	gram	165.96	171.75
10	I	$A - W_3$	gram	10.7	12.27
11	Berat jenis tanah ($t^{\circ}\text{C}$)		gram/cm_3	2.52	2.67
12	Berat jenis tanah ($27,5^{\circ}\text{C}$)	G_s	gram/cm_3	2.51	2.66
13	Berat jenis tanah rata-rata ($27,5^{\circ}\text{C}$)	G_s rata-rata	gram/cm_3	2.59	

Dari hasil pengujian berat jenis, maka dapat dilihat bahwa berat jenis yang terkandung dalam sampel tanah yang diambil dari wilayah Cangkringan, Sleman dan Jl. Sambipitu, Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, memiliki berat jenis tanah rata rata sebesar $2.68 \text{ gram}/\text{cm}^3$ dan $2.59 \text{ gram}/\text{cm}^3$.

5.1.4 Pengujian Analisa Saringan

Pengujian Analisa saringan bertujuan untuk mengetahui ukuran butiran maksimum yang menjadi penyusun komposisi tanah yang digunakan untuk penelitian, dan hasil dari pengujian analisa saringan juga digunakan sebagai acuan pengelompokan jenis tanah yang diuji merupakan jenis tanah yang dilihat sesuai dengan ukuran butiran yang dominan menggunakan sistem USCS (*Unified Soil*

Classification System). Sistem klasifikasi tanah berdasarkan USCS cocok digunakan untuk mengetahui karakteristik tanah yang akan direkayasa sebagai lereng dengan fungsi *runoff* air hujan. Pada pengujian ini digunakan tanah yang diambil dari Candi Prawara untuk diketahui jenis klasifikasi dari tanah tersebut. Hasil dari pengujian Analisa saringan Candi Prawara digunakan sebagai acuan untuk mencari tanah yang memiliki sifat fisik dan karakteristik mendekati dengan tanah Candi Prawara. Hal ini dilakukan karena pengambilan tanah pada situs Candi Prawara membutuhkan ijin dan pada dasarnya tergolong situs kultural historis oleh UNESCO. Peneliti menggunakan Pasir Merapi sebagai sampel tanah yang mendekati karakteristik Candi Prawara. Hasil kedua sampel tanah yang dibandingkan untuk mengetahui kemiripan dari kedua sampel.

Pada pengujian ini dilakukan 4 sampel (2 sampel tanah Candi Prawara dan 2 sampel Pasir Merapi) yang masing-masing beratnya adalah 1000 gram. Berat tanah kering 1 kg tersebut dianggap sudah mewakili keseluruhan karakteristik tanah di lapangan. Hasil dari pengujian Analisa saringan dapat dilihat pada Lampiran 7 sampai dengan Lampiuran 10 serta Tabel 5.7 hingga Tabel 5.12 berikut ini.

**Tabel 5.7 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Candi Prawara
Sampel 1**

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	mm	gram	gram	%	%
1	25.4	0	1000.00	0	100
1/2	13.2	0	1000.00	0	100
3/8	9.5	0	1000.00	0	100
1/4	6.7	0	1000.00	0	100
4	4.76	26.10	973.90	2.61	97.39
10	2	47.00	926.90	4.70	92.69

**Lanjutan Tabel 5.7 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Candi
Prawara Sampel 1**

20	0.84	111.79	815.11	11.18	81.51
40	0.42	186.15	628.96	18.62	62.90
60	0.25	137.68	491.28	13.77	49.13
140	0.105	293.87	197.41	29.39	19.74
200	0.075	70.22	127.19	7.02	12.72
pan		127.19	0	12.72	0
Jumlah		1000.00		100.00	

**Tabel 5.8 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Candi Prawara
Sampel 2**

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	mm	gram	gram	%	%
1	25.4	0	1000.00	0	100
1/2	13.2	0	1000.00	0	100
3/8	9.5	0	1000.00	0	100
1/4	6.7	0	1000.00	0	100
4	4.76	65.67	934.33	6.57	93.43
10	2	112.09	822.24	11.21	82.22
20	0.84	110.83	711.41	11.08	71.14
40	0.42	158.64	552.77	15.86	55.28
60	0.25	118.55	434.22	11.86	43.42
140	0.105	239.89	194.33	23.99	19.43
200	0.075	48.17	146.16	4.82	14.62
pan		146.16	0	14.62	0
Jumlah		1000.00		100.00	

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Analisa Saringan Rata-Rata Candi Prawara

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Presentase Tanah Lolos Sampel 1	Presentase Tanah Lolos Sampel 2	Presentase Tanah Lolos Rata-rata
	mm	gram	gram	%
1	25.4	100	100	100
1/2	13.2	100	100	100
3/8	9.5	100	100	100
1/4	6.7	100	100	100
4	4.76	97.39	93.43	95.41
10	2	92.69	82.22	87.46
20	0.84	81.51	71.14	76.33
40	0.42	62.90	55.28	59.09
60	0.25	49.13	43.42	46.28
140	0.105	19.74	19.43	19.59
200	0.075	12.72	14.62	13.67
pan	-	0	0.00	0

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Merapi Sampel 1

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase 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	4.76	53.41	946.59	5.34	94.66
10	2	88.35	858.24	8.84	85.82
20	0.84	159.28	698.96	15.93	69.90
40	0.42	206.40	492.56	20.64	49.26
60	0.25	149.77	342.79	14.98	34.28
140	0.105	218.17	124.62	21.82	12.46

**Lanjutan Tabel 5.10 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Merapi
Sampel 1**

200	0.075	21.35	103.27	2.14	10.33
pan		103.27	0	10.33	0
Jumlah		1000		100.00	

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Merapi Sampel 2

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase 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	4.76	76.43	923.57	7.643	92.36
10	2	110.18	813.39	11.018	81.34
20	0.84	130.55	682.84	13.055	68.28
40	0.42	193.93	488.91	19.393	48.89
60	0.25	149.56	339.35	14.956	33.94
140	0.105	210.28	129.07	21.028	12.91
200	0.075	17.42	111.65	1.742	11.17
pan		111.65	0	11.165	0
Jumlah		1000		100.00	

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Analisa Saringan Rata Rata Tanah Merapi

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Presentase Tanah Lolos Sampel 1	Presentase Tanah Lolos Sampel 2	Presentase Tanah Lolos Rata-rata
	mm	gram	gram	%
1	25.4	100	100	100
1/2	13.2	100	100	100

**Lanjutan Tabel 5.12 Hasil Pengujian Analisa Saringan Rata Rata
Tanah Merapi**

3/8	9.5	100	100	100
1/4	6.7	100	100	100
4	4.76	94.66	92.36	93.51
10	2	85.82	81.34	83.58
20	0.84	69.90	68.28	69.09
40	0.42	49.26	48.89	49.07
60	0.25	34.28	33.94	34.11
140	0.105	12.46	12.91	12.68
200	0.075	10.33	11.17	10.75
pan	-	0	0	0

Setelah diketahui hasil rata-rata dari keempat sampel tanah maka dilakukan pengujian hidrometer untuk mengetahui kandungan lanau dan lempung yang terdapat pada tanah. Walaupun tanah yang diuji merupakan tanah berbutir kasar dan memiliki kandungan lanau dan lempung yang kecil, tetap dilakukan pengujian hidrometri untuk mengetahui nilai Cc dan Cu sehingga dapat dibandingkan kedua jenis tanah tersebut. Hasil uji hydrometer dapat dilihat pada lampiran Lampiran 11 sampai dengan 14 serta Tabel 5.13 hingga Tabel 5.18 berikut ini

Tabel 5.13 Hasil Uji Hidrometer Candi Prawara Sampel 1

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	27	45	47	10.14	48	8.9	0	0.01293	0
2	27	31	33	7.12	34	11.2	5.600	0.01293	0.03060
5	27	23	25	5.39	26	12.5	2.500	0.01293	0.02044
30	27	10	12	2.59	13	14.7	0.490	0.01293	0.00905
60	27	7	9	1.94	10	15.2	0.253	0.01293	0.00651
250	27	5	7	1.51	8	15.5	0.062	0.01293	0.00322
1440	26	2	4	0.86	5	16	0.011	0.01308	0.00138

Tabel 5.14 Hasil Uji Hidrometer Candi Prawara Sampel 2

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	27	42	44	10.91	45	9.4	0	0.01293	0.0000
2	27	36	38	9.42	39	10.4	5.200	0.01293	0.0295
5	27	30	32	7.94	33	11.4	2.280	0.01293	0.0195
30	27	15	17	4.22	18	13.8	0.460	0.01293	0.0088
60	27	11	13	3.22	14	14.5	0.242	0.01293	0.0064
250	27	5	7	1.74	8	15.5	0.062	0.01293	0.0032
1440	26	2	4	0.99	5	16	0.011	0.01308	0.0014

Tabel 5.15 Hasil Uji Hidrometer Rata-Rata Candi Prawara

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	27	43.5	45.5	10.55	46.5	9.15	0	0.01293	0.0000
2	27	33.5	35.5	8.23	36.5	10.8	5.400	0.01293	0.0300
5	27	26.5	28.5	6.61	29.5	11.95	2.390	0.01293	0.0200
30	27	12.5	14.5	3.36	15.5	14.25	0.475	0.01293	0.0089
60	27	9	11	2.55	12	14.8	0.247	0.01293	0.0064
250	27	5	7	1.62	8	15.5	0.062	0.01293	0.0032
1440	26	2	4	0.93	5	16	0.011	0.01308	0.0014

Tabel 5.16 Hasil Uji Hidrometer Tanah Merapi Sampel 1

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	26	45	47	8.04	48	8.9	0.000	0.01261	0.0000
2	26	31	33	5.65	34	11.2	5.600	0.01261	0.0298
5	26	25	27	4.62	28	12.2	2.440	0.01261	0.0197
30	26	14	16	2.74	17	14	0.467	0.01261	0.0086
60	26	11	13	2.22	14	14.5	0.242	0.01261	0.0062
250	26	4	6	1.03	7	15.6	0.062	0.01261	0.0031

Lanjutan Tabel 5.16 Hasil Uji Hidrometer Tanah Merapi Sampel 1

1440	26	2	4	0.68	5	16	0.011	0.01261	0.0013
------	----	---	---	------	---	----	-------	---------	--------

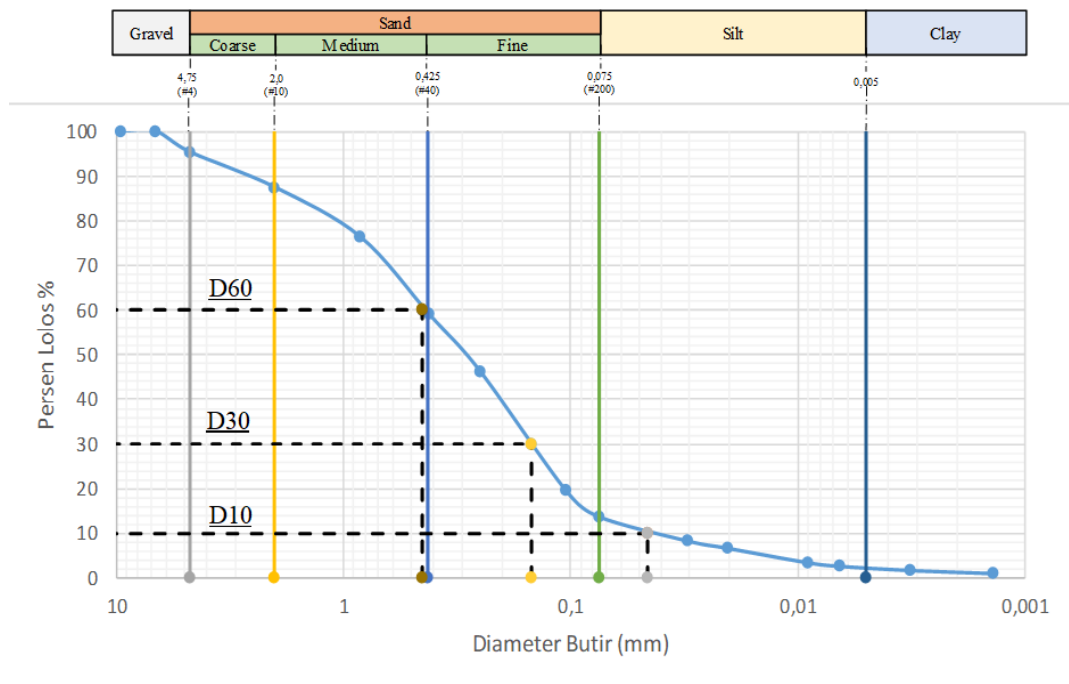
Tabel 5.17 Hasil Uji Hidrometer Tanah Merapi Sampel 2

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	26	43	45	8.32	46	9.2	0.000	0.01261	0.0000
2	26	28	30	5.55	31	11.7	5.850	0.01261	0.0305
5	26	22	24	4.44	25	12.7	2.540	0.01261	0.0201
30	26	13	15	2.77	16	14.2	0.473	0.01261	0.0087
60	26	10	12	2.22	13	14.7	0.245	0.01261	0.0062
250	26	5	7	1.29	8	15.5	0.062	0.01261	0.0031
1440	26	2	4	0.74	5	16	0.011	0.01261	0.0013

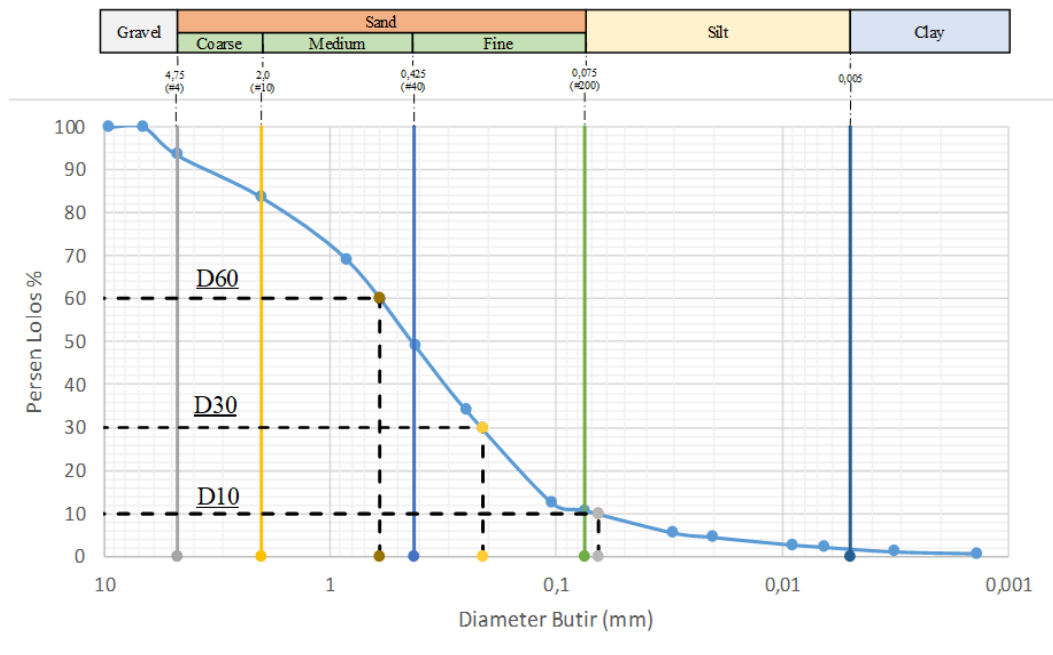
Tabel 5.18 Hasil Uji Hidrometer Rata-Rata Tanah Merapi

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	26	44	46	8.19	47	9.1	0	0.01261	0.0000
2	26	29.5	31.5	5.61	32.5	11.45	5.725	0.01261	0.0302
5	26	23.5	25.5	4.54	26.5	12.45	2.490	0.01261	0.0199
30	26	13.5	15.5	2.76	16.5	14.1	0.470	0.01261	0.0086
60	26	10.5	12.5	2.23	13.5	14.6	0.243	0.01261	0.0062
250	26	4.5	6.5	1.16	7.5	15.55	0.062	0.01261	0.0031
1440	26	2	4	0.71	5	16	0.011	0.01261	0.0013

Dari hasil pengujian analisa saringan dan *hydrometer* kedua jenis tanah diatas, maka didapatkan persentase jenis agregat sesuai ukuran diameter butirannya yang dapat dilihat pada Lampiran 15 hingga Lampiran 16 serta Gambar 5.1 sampai Gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.1 Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah Candi Prawara



Gambar 5.2 Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah Merapi

Dari Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 diatas dapat ditentukan hasil dari persentase pengelompokan berdasarkan ukuran butiran pada pengujian analisa saringan tanah rata-rata. Hasil rekapitulasi persentase dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Lampiran 17 dan Lampiran 18 serta Tabel 5.19 hingga Tabel 5.20 di bawah ini.

Tabel 5.19 Persentase Fraksi Butiran Tanah Candi Prawara

Keterangan	Hasil	Satuan
Tanah lolos ayakan No. 200	13.67	%
Gravel	4.59	%
Sand	81.74	%
Silt	11.53	%
Clay	2.14	%
D10	0.044	mm
D30	0.149	mm
D60	0.45	mm
$Cu = D60/D10$	10.2273	
$Cc = D30^2/(D10 \times D60)$	1.1213	

Tabel 5.20 Persentase Fraksi Butiran Tanah Merapi

Keterangan	Hasil	Satuan
Tanah lolos ayakan No. 200	10.75	%
Gravel	6.49	%
Sand	82.76	%
Silt	8.94	%
Clay	1.81	%
D10	0.065	mm
D30	0.21	mm
D60	0.6	mm
$Cu = D60/D10$	9.2308	

Lanjutan Tabel 5.20 Persentase Fraksi Butiran Tanah Merapi

$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60})$	1.1308	
---	--------	--

Dari Tabel 5.19 diatas menunjukkan nilai persentase berbagai jenis ukuran butiran yang terkandung dalam suatu sampel uji analisa saringan tanah pada tanah Candi Prawara, memiliki kandungan kerikil 4.59%, pasir 81.74%, lanau 11.53%, dan kandungan lempung 2.14% sserta memiliki nilai koefisien seragam (C_u) sebesar 10.2273 dan Koefisien gradasi sebesar 1.1213. Sedangkan pada Tabel 5.20 menunjukkan nilai persentase jenis ukuran butiran yang terkandung pada sampel uji analisa saringan tanah pada tanah Merapi di daerah Cangkringan, memiliki kandungan kerikil 6.49%, pasir 82.76%, lanau 8.94%, dan kandungan lempung 1.81% serta memiliki nilai koefisien seragam (C_u) sebesar 9.2308 dan Koefisien gradasi sebesar 1.308.

Dari hasil perbandingan persentase ukuran butiran kedua jenis tanah diatas maka, dapat disimpulkan bahwa Tanah Merapi memiliki karakteristik dan ukuran butiran yang mendekati Tanah Candi Prawara. Selain kedua jenis tanah tersebut juga dicari analisa gradasi tanah berbutir halus untuk mengetahui jenis tanah. Tanah berbutir halus ini akan digunakan sebagai “pengikat” tanah pasir. Pada pengujian analisa gradasi tanah berbutir halus juga dilakukan pada dua sampel yang masing-masing beratnya 1000 gram. Hasil dari pengujian analisa saringan dapat dilihat pada Lampiran 19 dan Lampiran 20 serta pada Tabel 5.21 hingga Tabel 5.23 dibawah ini.

Tabel 5.21 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus sampel 1

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
----------------	-------------------	----------------------	-------------------	---------------------------	------------------------

**Lanjutan Tabel 5.21 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berbutir
Halus Sampel 1**

	mm	gram	gram	%	%
1	25.4	0	1000.00	0	100
1/2	13.2	0	1000.00	0	100
3/8	9.5	0	1000.00	0	100
1/4	6.7	0	1000.00	0	100
4	4.76	0.00	1000.00	0	100
10	2	2.43	997.57	0.24	99.76
20	0.84	23.38	974.19	2.34	97.42
40	0.42	41.76	932.43	4.18	93.24
60	0.25	34.01	898.42	3.40	89.84
140	0.105	62.33	836.09	6.23	83.61
200	0.075	7.34	828.75	0.73	82.88
pan		828.75	0	82.88	0
Jumlah		1000.00		100.00	

**Tabel 5.22 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus
Sampel 2**

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	mm	gram	gram	%	%
1	25.4	0	1000.00	0	100
1/2	13.2	0	1000.00	0	100
3/8	9.5	0	1000.00	0	100
1/4	6.7	0	1000.00	0	100
4	4.76	0.00	1000.00	0.00	100.00
10	2	5.23	994.77	0.52	99.48
20	0.84	15.61	979.16	1.56	97.92
40	0.42	52.07	927.09	5.21	92.71
60	0.25	27.31	899.78	2.73	89.98
140	0.105	70.67	829.11	7.07	82.91

**Lanjutan Tabel 5.22 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berbutir
Halus Sampel 2**

200	0.075	10.54	818.57	1.05	81.86
pan	8	818.57	0	81.86	0
Jumlah		1000.00		100.00	

Tabel 5.23 Hasil Pengujian Analisa Saringan Rata-Rata

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Presentase Tanah Lolos Sampel 1	Presentase Tanah Lolos Sampel 2	Presentase Tanah Lolos Rata-rata
	mm	gram	gram	%
1	25.4	100	100	100
1/2	13.2	100	100	100
3/8	9.5	100	100	100
1/4	6.7	100	100	100.00
4	4.76	100	100.000	100.00
10	2	99.76	99.48	99.62
20	0.84	97.42	97.92	97.67
40	0.42	93.24	92.71	92.98
60	0.25	89.84	89.98	89.91
140	0.105	83.61	82.91	83.26
200	0.075	82.88	81.86	82.37
pan	-	0	0	0

Dikarenakan sampel tanah yang diambil merupakan tanah berbutir halus, maka dilakukan uji hydrometer untuk mengetahui diameter butiran yang lolos saringan 200 serta mengetahui persentase kadar lanau dan lempung, hasil uji hydrometer dilakukan dua kali untuk membandingkan hasilnya, sampel yang diambil sebanyak 60 gram tanah lolos saringan nomor 200, hasil uji hydrometer dapat dilihat pada Lampiran 21 dan Lampiran 22 serta pada Tabel 5.24 hingga Tabel 5.26 berikut ini.

Tabel 5.24 Hasil Uji Hidrometer Butiran Halus Sampel 1

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	26	55	57	79.68	58	7.3	0.000	0.01295	0.0000
2	26	49	51	71.29	52	8.3	4.150	0.01295	0.0264
5	26	43	45	62.90	46	9.2	1.840	0.01295	0.0176
30	26	29	31	43.33	32	11.5	0.383	0.01295	0.0080
60	26	22	24	33.55	25	12.7	0.212	0.01295	0.0060
250	26	17	19	26.56	20	13.5	0.054	0.01295	0.0030
1440	26	8	10	13.98	11	15	0.010	0.01295	0.0013

Tabel 5.25 Hasil Uji Hidrometer Butiran Halus Sampel 2

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	26	52	54	74.56	55	7.8	0.000	0.01295	0.0000
2	26	44	46	63.51	47	9.1	4.550	0.01295	0.0276
5	26	36	38	52.46	39	10.4	2.080	0.01295	0.0187
30	26	22	24	33.14	25	12.7	0.423	0.01295	0.0084
60	26	15	17	23.47	18	13.8	0.230	0.01295	0.0062
250	26	10	12	16.57	13	14.7	0.059	0.01295	0.0031
1440	26	6	8	11.05	9	15.3	0.011	0.01295	0.0013

Dari kedua sampel uji hydrometer yang sudah dilakukan maka diambil nilai rata-rata dari kedua hasil tersebut. Nilai rata-rata pengujian hydrometer dapat dilihat pada tabel 5.26 dibawah ini.

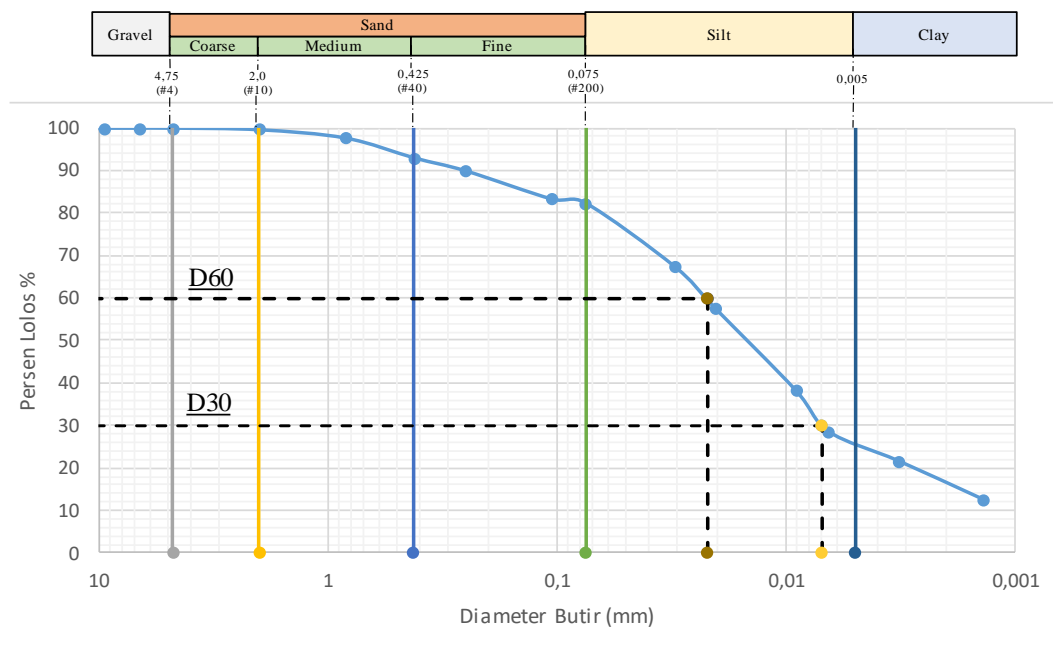
Tabel 5.26 Hasil Uji Hidrometer Butiran Halus Rata-Rata

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	26	53.5	55.5	77.10	56.5	7.5	0	0.01295	0.0000
2	26	46.5	48.5	67.38	49.5	8.7	4.350	0.01295	0.0270

Lanjutan Tabel 5.26 Hasil Uji Hidrometer Butiran Halus Rata-Rata

5	26	39.5	41.5	57.65	42.5	9.8	1.960	0.01295	0.0181
30	26	25.5	27.5	38.20	28.5	12.1	0.403	0.01295	0.0082
60	26	18.5	20.5	28.48	21.5	13.255	0.221	0.01295	0.0061
250	26	13.5	15.5	21.53	16.5	14.7	0.059	0.01295	0.0031
1440	26	7	9	12.50	10	15.2	0.011	0.01295	0.0013

Dari hasil pengujian analisa saringan dan hydrometer tanah asli diatas, maka didapatkan persentase jenis agregat berdasarkan ukuran butirannya yang dapat dilihat pada Lampiran 23 dan Gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5.3 Grafik Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus

Dari Gambar 5.3 diatas dapat dilihat persentase pengelompokan berdasarkan ukuran butiran pada pengujian analisa saringan tanah asli rata-rata. Hasil Rekapitulasi persentase dapat dilihat pada Lampiran 24 dan Tabel 5.27 berikut ini.

Tabel 5.27 Persentase Fraksi Butiran Tanah

Keterangan	Hasil	Satuan
Tanah lolos ayakan No. 200	82.37	%
Gravel	0	%
Sand	17.63	%
Silt	57.36	%
Clay	25.01	%
D10	0	mm
D30	0	mm
D60	0	mm
$Cu = D60/D10$	0	
$Cc = D30^2/(D10 \times D60)$	0	

Dari Tabel 5.27 diatas menunjukkan nilai persentase berbagai jenis ukuran butiran yang terkandung dalam suatu sampel uji analisa saringan tanah bahwa tanah di daerah Jl. Ngalang Segmen V, Kec. Gedang Sari, Kab. Gunung Kidul, DIY, memiliki kandungan pasir 17.63%, lanau 57.36%, serta kandungan lempung 25.01%

5.1.5 Pengujian Batas-Batas Konsistensi (*Atterberg Limit*)

Pengujian batas-batas konsistensi bertujuan untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam sampel tanah berbutir halus yang menyebabkan adanya batas-batas peralihan tanah dari padat, semi padat, plastis dan cair. Berikut merupakan hasil dari pengujian batas-batas konsistensi yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia. Hasil Pengujian dapat dilihat pada Lampiran 24 dan Lampiran 25 serta pada Tabel 5.28 dan 5.29 berikut ini.

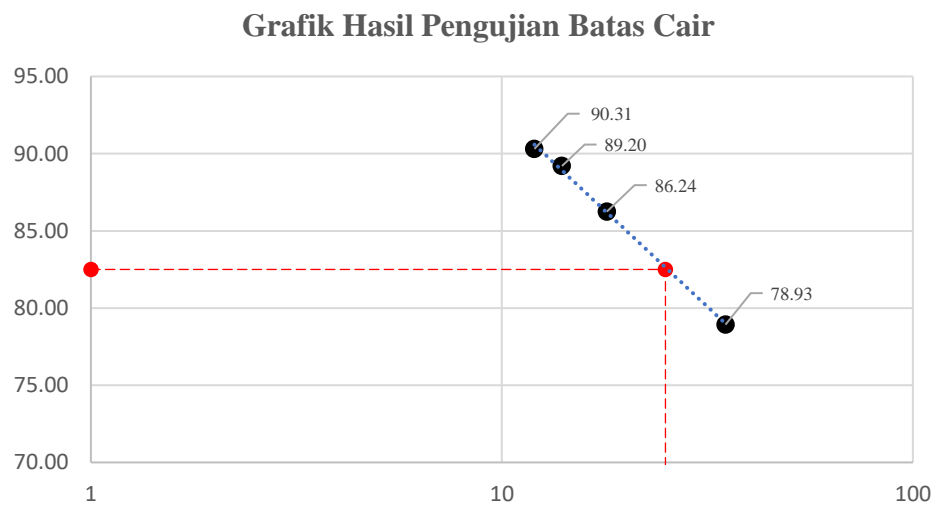
Tabel 5.28 Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Sampel 1

No	Uraian	Sat	I		II		III		IV		Batas Plastis	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	No cawan											
2	Berat cawan	gr	12.88	13.13	13.41	12.95	13.15	13.06	12.78	12.96	12.41	12.87
3	Berat cawan + tanah basah	gr	24.77	26.11	34.45	35.41	27.66	22.44	25.56	30.71	18.47	20.44
4	Berat cawan + tanah kering	gr	19.11	19.97	24.56	24.79	20.92	18.11	19.93	22.87	16.30	17.71
5	Berat air (3) - (4)	gr	5.66	6.14	9.89	10.62	6.74	4.33	5.63	7.84	2.17	2.73
6	Berat tanah kering (4) - (2)	gr	6.23	6.84	11.15	11.84	7.77	5.05	7.15	9.91	3.89	4.84
7	Kadar air = $(5)/(6) \times 100\%$	%	90.85	89.77	88.70	89.70	86.74	85.74	78.74	79.11	55.78	56.40
8	Kadar air rata - rata	%	90.31		89.20		86.24		78.93		56.09	
9	Jumlah pukulan, N		12		14		18		35			

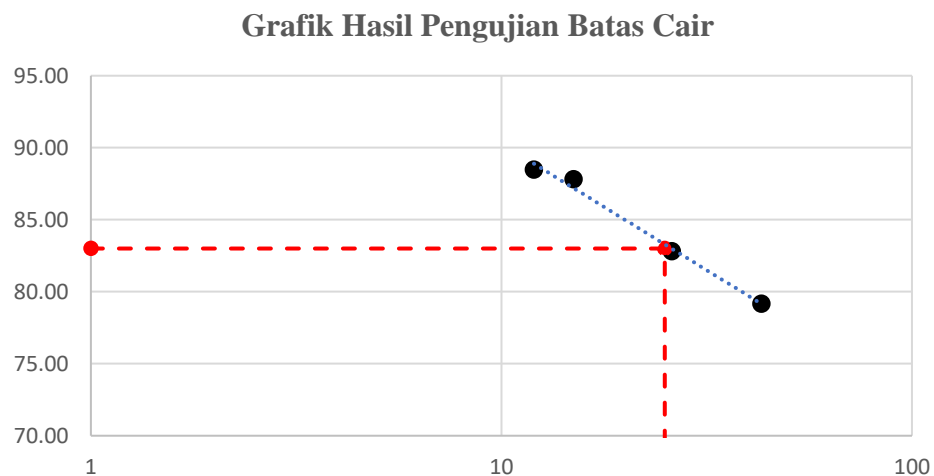
Tabel 5.29 Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Sampel 2

No	Uraian	Sat	I		II		III		IV		Batas Plastis	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	No cawan											
2	Berat cawan	gr	13.67	12.89	12.86	13.00	12.77	13.30	13.02	13.09	12.73	13.18
3	Berat cawan + tanah basah	gr	26.35	27.82	21.71	25.67	24.03	24.36	26.63	24.25	17.10	21.70
4	Berat cawan + tanah kering	gr	20.40	20.81	17.57	19.75	18.94	19.34	20.64	19.30	15.48	18.69
5	Berat air (3) - (4)	gr	5.95	7.01	4.14	5.92	5.09	5.02	5.99	4.95	1.62	3.01
6	Berat tanah kering (4) - (2)	gr	6.73	7.92	4.71	6.75	6.17	6.04	7.62	6.21	2.75	5.51
7	Kadar air = $(5)/(6) \times 100\%$	%	88.41	88.51	87.90	87.70	82.50	83.11	78.61	79.71	58.91	54.63
8	Kadar air rata - rata	%	88.46		87.80		82.80		79.16		56.77	
9	Jumlah pukulan, N		12		15		26		43			

Dari Tabel 5.28 dan 5.29 menunjukkan bahwa hasil pengujian batas cair (*liquid limit*) dapat diperoleh dengan mengambarkan sebuah grafik. Berikut merupakan grafik hasil pengujian batas cair (*liquid limit*) yang dapat dilihat pada Lampiran 26 dan Lampiran 27 serta Gambar 5.4 dan Gambar 5.5



Gambar 5.4 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1



Gambar 5.5 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 2

Dari hasil pengujian batas cair dan batas plastis sampel tanah berbutir halus yang dilakukan di laboratorium maka diperoleh hasil rekapitulasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.30 berikut ini.

Tabel 5.30 Rekapitulasi Kadar Air Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis

Sampel	batas Cair (%)	Batas Platis (%)
Tanah Asli Sampel 1	83.44	56.09
Tanah Asli Sampel 2	82.79	56.77
Rata-Rata	83.12	56.43

Dari hasil Tabel 5.31 rekapitulasi pengujian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa sampel tanah berbutir halus yang diambil dari Jl. Sambipitu, Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, memiliki batas cair rata-rata sebesar 83.12% dan batas plastis rata-rata sebesar 56.43%

Selain pengujian batas cair dan batas plastis, pengujian batas susut tanah juga dilakukan untuk mengetahui batas-batas konsistensi. Pengujian ini (*shrinkage limit*) bertujuan untuk mengetahui persentase kadar air yang terkandung dalam sampel tanah ketika kadar air seiring dengan berjalannya waktu menghilang dikarenakan menguap namun sampel tidak mengalami perubahan volume. Berikut adalah hasil pengujian batas susut yang telah dilakukan di laboratorium mekanika tanah Universitas Islam Indonesia yang dapat dilihat pada Lampiran 28 dan Lampiran 29 serta Tabel 5.31 dan Tabel 5.32 dibawah ini.

Tabel 5.31 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 1

No	Pengujian		I	II
1	Berat cawan susut	W ₁ , gr	42.18	49.54
2	Berat cawan susut + tanah basah	W ₂ , gr	67.02	71.9
3	Berat cawan susut + tanah kering	W ₃ , gr	53.16	57.94
4	Berat tanah kering	gr	10.98	8.4
5	Kadar air, $w = (W_2 - W_3)/(W_3 - W_1) \times 100\%$	%	126.23	166.19
6	Diameter ring	d, cm	4.2	4.6
7	Tinggi ring	t, cm	1.37	1.35
8	Volume ring	V, cm ³	18.9709	22.4243
9	Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur	W ₄ , gr	167.32	204
10	Berat gelas ukur	W ₅ , gr	60.46	60.46
11	Berat air raksa	W ₆ , gr	106.86	143.54
12	Berat tanah kering	W _o , gr	126.23	166.19
13	Volume tanah kering	V _o , cm ³	7.857	10.554
14	Batas susut tanah	%	25.01	24.88
15	Batas susut tanah rata-rata	%	24.95	

Tabel 5.32 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 2

No	Pengujian		I	II
1	Berat cawan susut	W ₁ , gr	42.66	38.21
2	Berat cawan susut + tanah basah	W ₂ , gr	65.68	66.3
3	Berat cawan susut + tanah kering	W ₃ , gr	53.91	54.09
4	Berat tanah kering	gr	11.25	15.88
5	Kadar air, $w = (W_2 - W_3)/(W_3 - W_1) \times 100\%$	%	104.62 2	76.889 2
6	Diameter ring	d, cm	4.17	4.16

Lanjutan Tabel 5.32 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 2

7	Tinggi ring	t, cm	1.34	1.33
8	Volume ring	V, cm ³	18.2914	18.0679
9	Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur	W ₄ , gr	188.32	190.38
10	Berat gelas ukur	W ₅ , gr	60.46	60.46
11	Berat air raksa	W ₆ , gr	127.86	129.92
12	Berat tanah kering	W _o , gr	104.622	76.8892
13	Volume tanah kering	V _o , cm ³	9.401	9.553
14	Batas susut tanah	%	25.60	23.27
15	Batas susut tanah rata-rata	%	24.43	

Dari hasil pembacaan tabel dan grafik diatas maka dapat diperoleh kadar air batas cair, batas plastis, serta batas susut yang dapat dilihat pada Tabel 5.33 berikut ini.

Tabel 5.33 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Atterberg Limit*

Keterangan	Satuan	Hasil
Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>), LL	%	83.12
Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>), PL	%	56.43
Batas Susut (<i>Shrinkage Limit</i>), SL	%	24.69
Indeks Plastisitas (<i>Plastic Index</i>), IP = LL-PL	%	26.69

Dari hasil pengujian batas-batas konsistensi diatas, maka dapat diketahui bahwa sampel tanah yang diambil memiliki nilai batas cair sebesar 83.12%, batas plastis 55.67% serta batas susut sebesar 16.88%.

5.1.6 Pengujian Standar Proktor

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kepadatan maksimum suatu tanah kering (*maximum dry density*) serta kadar air optimum dari tanah (*optimum moisture content*). Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan tiga variasi perbandingan tanah campuran pasir dan tanah lempung dikarenakan campuran tanah pasir dan lempung akan saling mengisi satu sama lain (gradasi penuh) sehingga didapatkan nilai kepadatan maksimum yang tinggi. Perbedaan komposisi campuran tanah pasir dan tanah lempung dimaksudkan untuk mencari nilai kepadatan maksimum terbaik diantara tiga variasi campuran tanah. Berikut merupakan persentase campuran tanah pasir dan lempung yang akan digunakan dalam pengujian proktor standar dapat dilihat pada Tabel 5.34 dibawah ini.

Tabel 5.34 Persentase Campuran Tanah Pasir dan Tanah Lempung

No	Sat	Tanah Pasir	Tanah Lempung
1	%	90	10
2	%	80	20
3	%	70	30

Berdasarkan perbedaan persentase campuran tanah diatas maka diaplikasikan pada pengujian *proctor standart* untuk membandingkan tingkat perbedaan OMC dan MDD pada sampel tanah. Hasil penambahan air pada sampel yang diuji dapat dilihat pada Lampiran 30 hingga Lampiran 35 serta Tabel 5.35 sampai 5.40 berikut ini.

Tabel 5.35 Penambahan Air Sampel Tanah 1 Dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%

Keterangan	Satuan	Sampel 1, (90% & 10%)				
		1	2	3	4	5
Berat sampel tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar air mula-mula	%	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Penambahan air	ml	80	160	240	320	400
Berat cerakan + tanah basah	gram	3477	3564	3693	3721	3700
Berat tanah basah	gram	1732	1819	1948	1976	1955
Berat volume tanah basah, γ	gram/cm ³	1.85	1.94	2.08	2.11	2.09

Tabel 5.36 Penambahan Air Sampel Tanah 1 Dengan Campuran Pasir 80% dan Butiran Halus 20%

Keterangan	Satuan	Sampel 1, (80% & 20%)				
		1	2	3	4	5
Berat sampel tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar air mula-mula	%	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Penambahan air	ml	80	160	240	320	400
Berat cerakan + tanah basah	gram	3419	3568	3685	3716	3631
Berat tanah basah	gram	1674	1823	1940	1971	1886
Berat volume tanah basah, γ	gram/cm ³	1.79	1.95	2.07	2.10	2.01

Tabel 5.37 Penambahan Air Sampel Tanah 1 Dengan Campuran Pasir 70% dan Butiran Halus 30%

Keterangan	Satuan	Sampel 1, (70% & 30%)				
		1	2	3	4	5
Berat sampel tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar air mula-mula	%	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2

**Lanjutan Tabel 5.37 Penambahan Air Sampel Tanah 1 Dengan
Campuran Pasir 70% dan Butiran Halus 30%**

Penambahan air	ml	80	160	240	320	400
Berat cerakan + tanah basah	gram	3403	3574	3599	3610	3560
Berat tanah basah	gram	1658	1829	1854	1865	1815
Berat volume tanah basah, γ	gram/cm ³	1.77	1.95	1.98	1.99	1.94

**Tabel 5.38 Penambahan Air Sampel Tanah 2 Dengan Campuran Pasir
90% dan Butiran Halus 10%**

Keterangan	Satuan	Sampel 2, (90% & 10%)				
		1	2	3	4	5
Berat sampel tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar air mula-mula	%	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Penambahan air	ml	80	160	240	320	400
Berat cerakan + tanah basah	gram	3460	3576	3685	3720	3659
Berat tanah basah	gram	1715	1831	1940	1975	1914
Berat volume tanah basah, γ	gram/cm ³	1.83	1.96	2.07	2.11	2.04

**Tabel 5.39 Penambahan Air Sampel Tanah 2 Dengan Campuran Pasir
80% dan Butiran Halus 20%**

Keterangan	Satuan	Sampel 2, (80% & 20%)				
		1	2	3	4	5
Berat sampel tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar air mula-mula	%	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Penambahan air	ml	80	160	240	320	400
Berat cerakan + tanah basah	gram	3472	3593	3721	3691	3647
Berat tanah basah	gram	1727	1848	1976	1946	1902

**Lanjutan Tabel 5.39 Penambahan Air Sampel Tanah 2 Dengan
Campuran Pasir 80% dan Butiran Halus 20%**

Berat volume tanah basah, γ	gram/cm ³	1.84	1.97	2.11	2.08	2.03
------------------------------------	----------------------	------	------	------	------	------

**Tabel 5.40 Penambahan Air Sampel Tanah 1 Dengan Campuran Pasir
70% dan Butiran Halus 30%**

Keterangan	Satuan	Sampel 2, (70% & 30%)				
		1	2	3	4	5
Berat sampel tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar air mula-mula	%	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Penambahan air	ml	80	160	240	320	400
Berat cerakan + tanah basah	gram	3422	3555	3625	3592	3535
Berat tanah basah	gram	1677	1810	1880	1847	1790
Berat volume tanah basah, γ	gram/cm ³	1.79	1.93	2.01	1.97	1.91

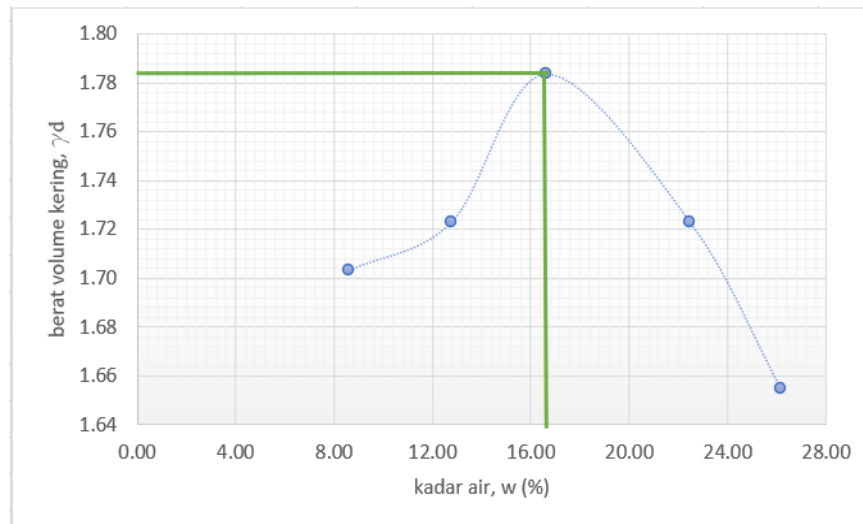
Sampel tanah yang sudah dibuat untuk pengujian pemadatan tanah yang terdiri dari lima benda uji dengan bertambahan air yang bervariasi disetiap benda ujinya dilakukan pengujian dengan variasi campuran tanah yang berbeda-beda hingga mendapatkan berat volume (γ) serta diambil kadar air masing-masing dua untuk setiap satu benda uji, dari berat volume (γ) bisa didapatkan berat volume kering (γ_d) dengan menggunakan persamaan (3.5), berikut adalah hasil perhitungan dari kadar air (w) dan berat volume kering (γ_d) yang dapat dilihat pada Tabel 5.41 sampai dengan Tabel 5.46 berikut serta grafik lampiran hasil pengujian pemadatan tanah (*proctor standard*) dapat dilihat pada Lampiran 36 hingga Lampiran 41 serta pada Gambar 5.6 hingga Gambar 5.11 berikut ini.

Tabel 5.41 Hasil Pengujian *Proctor Standard* Sampel 1 Dengan 90% Pasir Dan 10% Butiran Halus

1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
2	No. Cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	13.07	13.02	13.04	12.83	13.1	13.09	13	12.1	12.72	13.14
4	Berat cawan + tanah basah	70.6	78.68	85.55	84.15	77.26	85.84	86.87	95.78	104.62	121.15
5	Berat cawan + tanah kering	66.02	73.5	77.19	76.23	68.16	75.39	73.16	80.59	85.61	98.65
6	Berat air	4.58	5.18	8.36	7.92	9.1	10.45	13.71	15.19	19.01	22.5
7	Berat tanah	52.95	60.48	64.15	63.4	55.06	62.3	60.16	68.49	72.89	85.51
8	Kadar air	8.65	8.5648	13.03	12.49211	16.5274	16.774	22.79	22.18	26.0804	26.3127
9	Kadar air rata	8.61		12.76		16.65		22.48		26.20	
10	Berat volume tanah kering, γ_d	1.70		1.72		1.78		1.72		1.65	

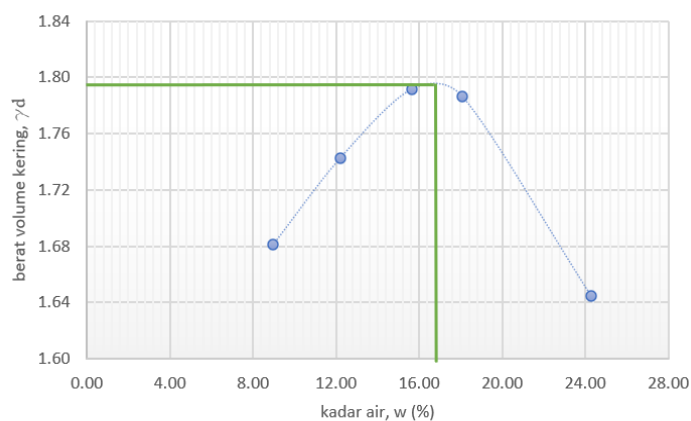
Tabel 5.42 Hasil Pengujian *Proctor Standard* Sampel 2 Dengan 90% Pasir Dan 10% Butiran Halus

1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
2	No. Cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	13.07	13.02	13.04	12.83	13.1	13.09	13	12.1	12.72	13.14
4	Berat cawan + tanah basah	93	58.03	89.37	83.46	89.89	90.01	82.96	74.07	104.36	109.04
5	Berat cawan + tanah kering	86.39	54.36	80.95	75.9	79.6	79.52	72.03	64.78	87.1	89.66
6	Berat air	6.61	3.67	8.42	7.56	10.29	10.49	10.93	9.29	17.26	19.38
7	Berat tanah	73.32	41.34	67.91	63.07	66.5	66.43	59.03	52.68	74.38	76.52
8	Kadar air	9.015	8.8776	12.4	11.98668	15.4737	15.791	18.52	17.63	23.2052	25.3267
9	Kadar air rata	8.95		12.19		15.63		18.08		24.27	
10	Berat volume tanah kering, γ_d	1.68		1.74		1.79		1.79		1.64	



Gambar 5.6 Grafik Pengujian *Proctor Standard* Sampel 1 dengan 90% Pasir dan 10% Lempung

Dari hasil pengujian pemadatan tanah (*proctor standard*) pada tanah sampel 1 dengan campuran tanah 90% pasir dan 10% lempung maka didapatkan berat volume kering maksimum ($\gamma_{d \max}$) sebesar 1.784 gram/cm³, serta kadar air optimum (w_{opt}) sebesar 16.68%



Gambar 5.7 Grafik Pengujian *Proctor Standard* Sampel 2 dengan 90% Pasir dan 10% Lempung

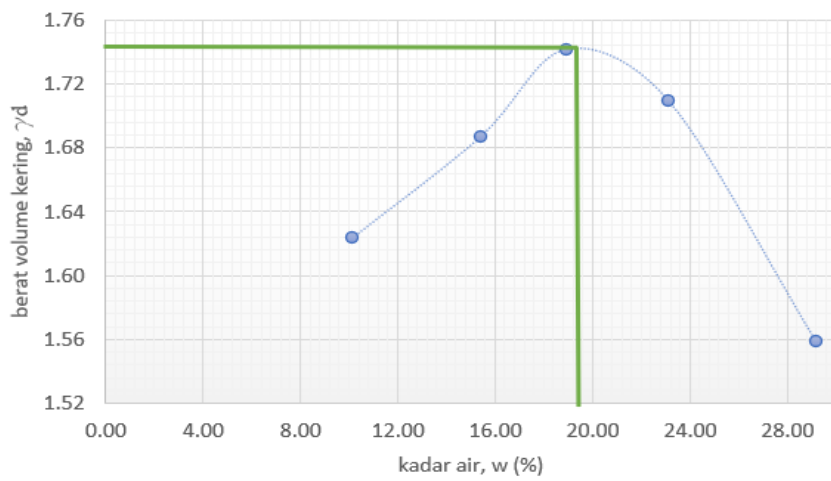
Dari hasil pengujian pemadatan tanah (*proctor standard*) pada tanah sampel 2 dengan campuran tanah 90% pasir dan 10% lempung maka didapatkan berat volume kering maksimum ($\gamma_{d \max}$) sebesar 1.794 gram/cm³, serta kadar air optimum (w_{opt}) sebesar 16.34%

Tabel 5.43 Hasil Pengujian *Proctor Standard* Sampel 1 Dengan 80% Pasir Dan 20% Butiran Halus

1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
2	No. Cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	12.78	12.97	12.85	13	12.99	12.81	12.87	12.61	12.88	13.12
4	Berat cawan + tanah basah	44.9	47.93	61.32	55.63	60.54	49.33	82.44	74.43	66.29	82.51
5	Berat cawan + tanah kering	41.94	44.73	54.7	50.08	52.92	43.56	69	63.15	54.45	66.56
6	Berat air	2.96	3.2	6.62	5.55	7.62	5.77	13.44	11.28	11.84	15.95
7	Berat tanah	29.16	31.76	41.85	37.08	39.93	30.75	56.13	50.54	41.57	53.44
8	Kadar air	10.15	10.076	15.82	14.96764	19.0834	18.764	23.94	22.32	28.4821	29.8466
9	Kadar air rata	10.11		15.39		18.92		23.13		29.16	
10	Berat volume tanah kering, γ_d	1.62		1.69		1.74		1.71		1.56	

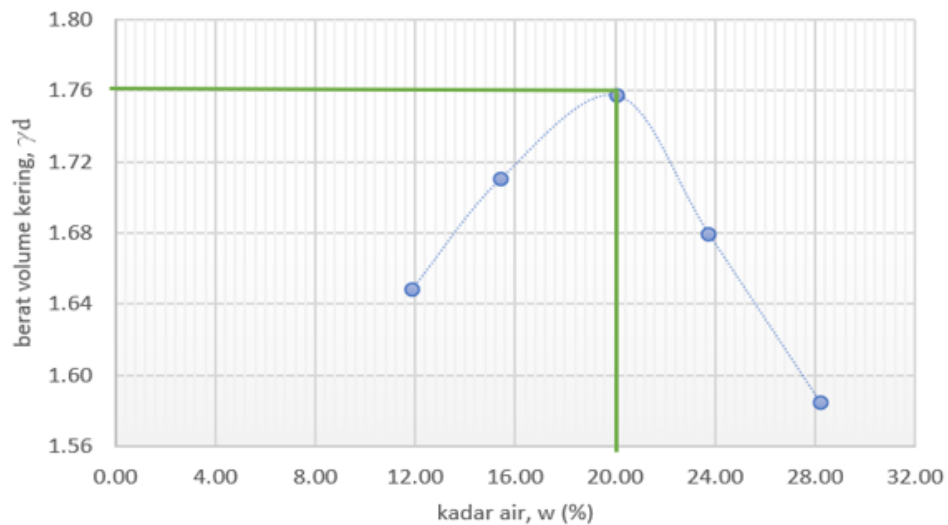
Tabel 5.44 Hasil Pengujian *Proctor Standard* Sampel 2 Dengan 80% Pasir Dan 20% Butiran Halus

1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
2	No. Cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	12.78	12.97	12.85	13	12.99	12.81	12.87	12.61	12.88	13.12
4	Berat cawan + tanah basah	61.08	53.24	65.53	67.74	71.63	63.39	85.99	108.5	109.12	106.36
5	Berat cawan + tanah kering	55.98	48.93	58.53	60.4	61.65	55.08	72.26	89.7	87.98	85.82
6	Berat air	5.1	4.31	7	7.34	9.98	8.31	13.73	18.76	21.14	20.54
7	Berat tanah	43.2	35.96	45.68	47.4	48.66	42.27	59.39	77.09	75.1	72.7
8	Kadar air	11.81	11.986	15.32	15.48523	20.5097	19.659	23.12	24.34	28.1491	28.2531
9	Kadar air rata	11.90		15.40		20.08		23.73		28.20	
10	Berat volume tanah kering, γ_d	1.65		1.71		1.76		1.68		1.58	



Gambar 5.8 Grafik Pengujian *Proctor Standard* Sampel 1 dengan 80% Pasir dan 20% Lempung

Dari hasil pengujian pemadatan tanah (*proctor standard*) pada tanah sampel 1 dengan campuran tanah 80% pasir dan 20% lempung maka didapatkan berat volume kering maksimum ($\gamma_{d \max}$) sebesar 1.752 gram/cm³, serta kadar air optimum (w_{opt}) sebesar 19.01%



Gambar 5.9 Grafik Pengujian *Proctor Standard* Sampel 2 dengan 80% Pasir dan 20% Lempung

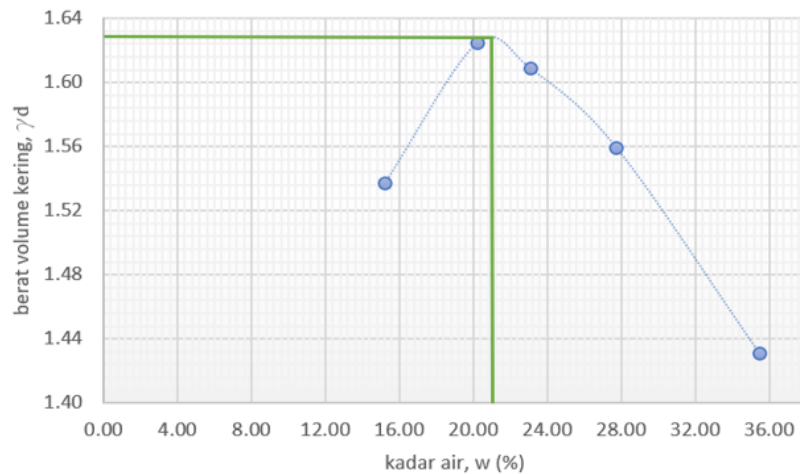
Dari hasil pengujian pemadatan tanah (*proctor standard*) pada tanah sampel 1 dengan campuran tanah 80% pasir dan 20% lempung maka didapatkan berat volume kering maksimum ($\gamma_{d \max}$) sebesar 1.76 gram/cm³, serta kadar air optimum (w_{opt}) sebesar 20.08%

Tabel 5.45 Hasil Pengujian Proctor Standard Sampel 1 Dengan 70% Pasir Dan 30% Butiran Halus

1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
2	No. Cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	13.28	12.91	12.73	13.36	12.67	13.11	12.83	13.07	12.88	12.8
4	Berat cawan + tanah basah	52.82	64.86	53.62	71.22	57.39	67.09	69.05	89.2	73.2	65.39
5	Berat cawan + tanah kering	47.63	57.97	46.74	61.49	49	56.98	56.89	72.62	58.02	51.12
6	Berat air	5.19	6.89	6.88	9.73	8.39	10.11	12.16	16.58	15.18	14.27
7	Berat tanah	34.35	45.06	34.01	48.13	36.33	43.87	44.06	59.55	45.14	38.32
8	Kadar air	15.11	15.291	20.23	20.21608	23.0939	23.045	27.6	27.84	33.6287	37.239
9	Kadar air rata	15.20		20.22		23.07		27.72		35.43	
10	Berat volume tanah kering, γ_d	1.54		1.62		1.61		1.56		1.43	

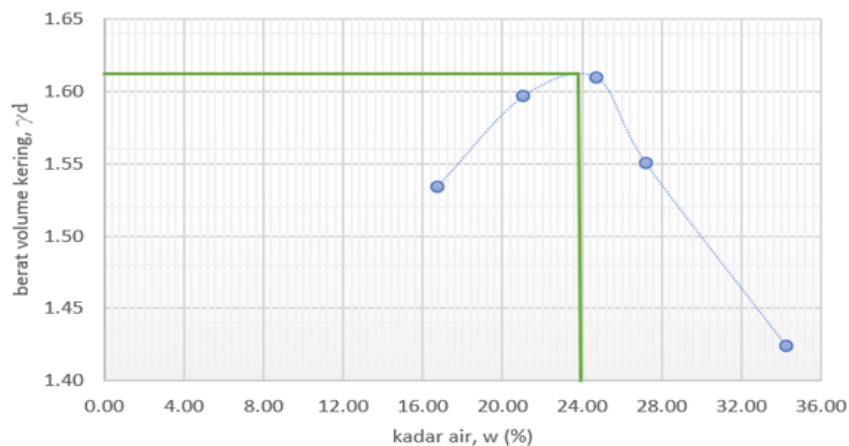
Tabel 5.46 Hasil Pengujian Proctor Standard Sampel 2 Dengan 70% Pasir Dan 30% Butiran Halus

1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
2	No. Cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	13.28	12.91	12.73	13.36	12.67	13.11	12.83	13.07	12.88	12.8
4	Berat cawan + tanah basah	76.78	83.93	75.62	63.11	89.23	87.55	66.28	96.43	141.45	90.85
5	Berat cawan + tanah kering	67.7	73.74	64.64	54.5	74.04	72.81	55.02	78.35	109.35	70.53
6	Berat air	9.08	10.19	10.98	8.61	15.19	14.74	11.26	18.08	32.1	20.32
7	Berat tanah	54.42	60.83	51.91	41.14	61.37	59.7	42.19	65.28	96.47	57.73
8	Kadar air	16.69	16.752	21.15	20.92854	24.7515	24.69	26.69	27.7	33.2746	35.1983
9	Kadar air rata	16.72		21.04		24.72		27.19		34.24	
10	Berat volume tanah kering, γ_d	1.53		1.60		1.61		1.55		1.42	



Gambar 5.10 Grafik Pengujian *Proctor Standard* Sampel 1 dengan 70% Pasir dan 30% Lempung

Dari hasil pengujian pemadatan tanah (*proctor standard*) pada tanah sampel 1 dengan campuran tanah 70% pasir dan 30% lempung maka didapatkan berat volume kering maksimum ($\gamma_{d \text{ max}}$) sebesar 1.623 gram/cm³, serta kadar air optimum (w_{opt}) sebesar 23.31%



Gambar 5.11 Grafik Pengujian *Proctor Standard* Sampel 2 dengan 70% Pasir dan 30% Lempung

Dari hasil pengujian pemadatan tanah (*proctor standard*) pada tanah sampel 1 dengan campuran tanah 70% pasir dan 30% lempung maka didapatkan berat volume kering maksimum ($\gamma_{d \text{ maks}}$) sebesar 1.621 gram/cm³, serta kadar air optimum (w_{opt}) sebesar 23.89%.

Berdasarkan perhitungan dan grafik diatas, maka rekapitulasi nilai berat volume kering maksimum ($\gamma_{d \text{ maks}}$) dna kadar air optimum (w_{opt}) dapat dilihat pada Tabel 5.47 berikut ini.

Tabel 5.47 Hasil Pengujian *Proctor Standard* Rata-Rata

Jumlah Variasi Campuran tanah	Sampel 1		Sampel 2		Rata-Rata	
	w opt (%)	$\gamma_{d \text{ maks}}$ (gr/cm ³)	w opt (%)	$\gamma_{d \text{ maks}}$ (gr/cm ³)	w opt (%)	$\gamma_{d \text{ maks}}$ (gr/cm ³)
(90% & 10%)	16.68	1.784	16.34	1.794	16.51	1.789
(80% & 20%)	19.01	1.752	20.08	1.76	19.545	1.756
(70% & 30%)	20.08	1.623	23.89	1.601	21.985	1.612

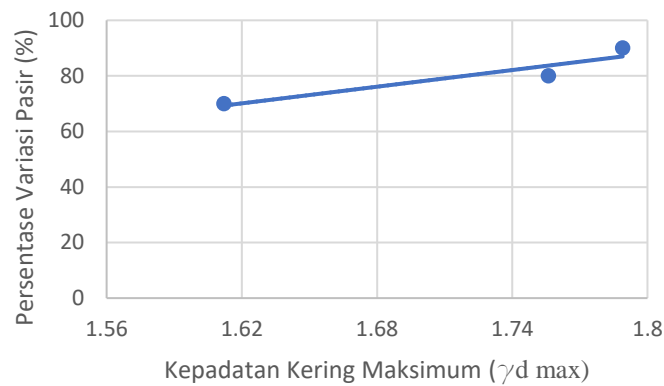
Dari hasil pengujian pemadatan tanah (*proctor standard*) dengan variasi campuran tanah yang berbeda-beda yaitu, (90% pasir & 10% lempung), (80% pasir & 20% lempung), dan (70% pasir & 30% lempung), maka diperoleh grafik hubungan berat volume kering (γ_{d}) dan kadar air (w) yang digabungkan dari masing-masing hasil analisis menjadi seperti Gambar 5.12 berikut ini.



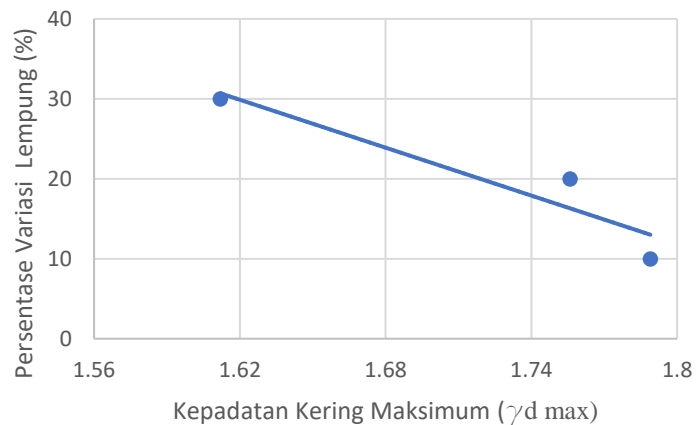
Gambar 5.12 Hasil *proctor standard* dengan variasi campuran tanah

Dari hasil pengujian pemadatan tanah (*proctor standard*) dengan variasi campuran (90% pasir & 10% lempung), (80% pasir & 20% lempung), dan (70% pasir & 30% lempung) berturut-turut dengan sampel tanah yang diambil pada daerah Cangkringan serta Jl. Sambipitu, Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, maka didapatkan nilai berat volume kering maksimum ($\gamma_{d \max}$) rata-rata sebesar 1.789 gram/cm³, 1.756 gram/cm³, dan 1.612 gram/cm³ dan kadar air optimum (w_{opt}) sebesar 16.51%, 19.545%, dan 21.985%.

Berdasarkan dari hasil pengujian *proctor standard*, maka dapat digambarkan grafik hubungan antara variasi campuran tanah dengan kepadatan kering maksimum ($\gamma_{d \max}$) seperti pada Gambar 5.13 dan Gambar 5.14 berikut ini.

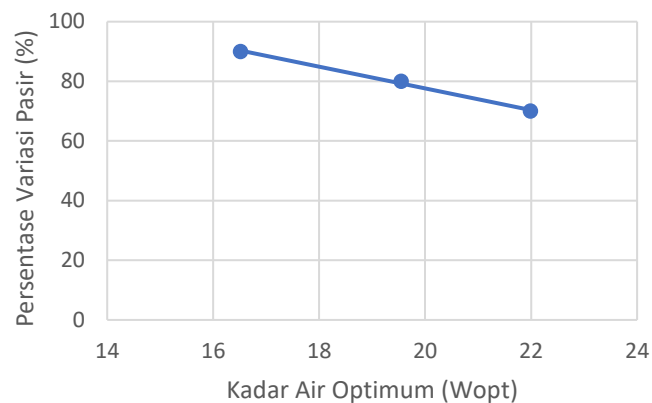


Gambar 5.13 Grafik Hubungan Antara Variasi Pasir Dengan MDD

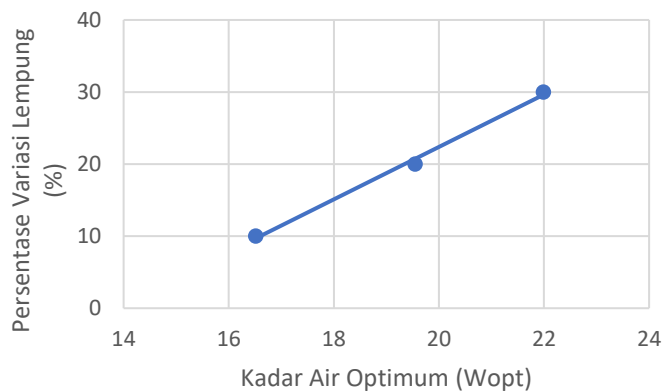


Grafik 5.14 Grafik Hubungan Antara Variasi Lempung Dengan MDD

Dari hasil uji *proctor standard* dengan variasi campuran tanah pasir dan lempung yang telah dilakukan maka dapat digambarkan grafik hubungan antara jumlah variasi campuran tanah dan nilai kepadatan maksimum ($\gamma_d \text{ max}$), dari Gambar 5.15 dan Gambar 5.16 diatas dapat dilihat bahwa semakin banyak pasir dan sedikit lempung, maka kepadatan tanah akan semakin meningkat.



Gambar 5.15 Grafik Hubungan Antara Variasi Pasir Dengan OMC



Gambar 5.16 Grafik Hubungan Antara Variasi Lempung Dengan OMC

Dari hasil uji *proctor standard* didapatkan grafik hubungan variasi campuran tanah pasir dan lempung dengan kadar air optimum, berdasarkan Gambar 5.15 dan Gambar 5.16 diatas, maka dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya lempung dan berkurangnya pasir, maka kadar air semakin menurun

5.1.7 Pengujian Permeabilitas

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai koefisien permeabilitas yang terdapat pada tanah campuran pasir 90% dan lempung 10% dikarenakan campuran tersebut memiliki nilai kepadatan kering maksimum terbesar diantara tiga variasi

tanah. Nilai koefisien permeabilitas dipengaruhi oleh kerapatan butiran tanah, diameter butiran tanah, dan porositas tanah. Uji yang dilakukan untuk mengetahui koefisien permeabilitas adalah dengan menggunakan metode *falling head* sesuai dengan ASTM 5084. Nilai koefisien permeabilitas tanah akan digunakan untuk mengetahui kemudahan aliran air yang melalui pori-pori tanah memiliki sifat *laminar* atau *turbulent*. Berikut adalah besarnya nilai koefisien permeabilitas pada tanah campuran dapat dilihat pada Lampiran 42 hingga Lampiran 43 dan Tabel 5.48 serta Tabel 5.49 berikut ini.

Tabel 5.48 Nilai Koefisien Permeabilitas Campuran Pasir 90% dan Lempung 10% Sampel 1

No	Uraian	T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	Waktu Pengamatan (s)	0	60	120	180	240	300
2	Tinggi muka air (cm)	33	31	28.6	16.9	25.4	23.9
3	Koefisien Permeabilitas, k (cm/dt)	0	1.29E-04	1.48E-04	4.61E-04	1.35E-04	1.33E-04
4	Rata-Rata Koefisien Permeabilitas, k (cm/dt)	1.68E-04					
5	Koefisien Permeabilitas suhu 20 C, k (cm/dt)	1.46E-04					
6	V _t	0.00874					
7	V _T	0.01005					

Tabel 5.49 Nilai Koefisien Permeabilitas Campuran Pasir 90% dan Berbutir halus 10% Sampel 2

No	Uraian	T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	Waktu Pengamatan (s)	0	60	120	180	240	300
2	Tinggi muka air (cm)	31	28	24	20	15.3	13
3	Koefisien Permeabilitas, k (cm/dt)	0	2.10E-04	2.64E-04	3.02E-04	3.65E-04	3.59E-04
4	Rata-Rata Koefisien Permeabilitas, k (cm/dt)	2.50E-04					
5	Koefisien Permeabilitas suhu 20 C, k (cm/dt)	2.17E-04					
6	Vt	0.00874					
7	VT	0.01005					

Pada Tabel 5.48 dan Tabel 5.49 didapatkan hasil dari koefisien permeabilitas variasi tanah campuran pasir sebesar 90% dan berbutir halus 10% berturut-turut 0.000146 cm/dt dan 0.000217 cm/dt. Hasil keduanya setelah dirata-rata menjadi 0.000182 cm/dt.

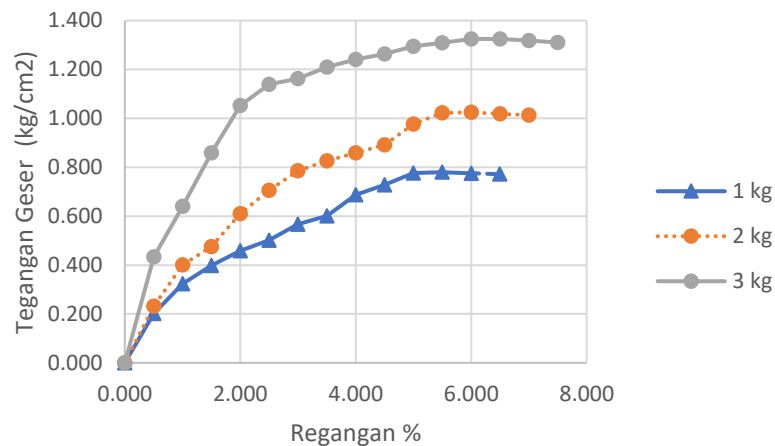
5.1.8 Pengujian Geser Langsung

Pengujian geser langsung (*direct shear test*) dimaksudkan untuk memperoleh nilai parameter geser tanah yakni, sudut gesek tanah (φ) dan kohesi (c), pada penelitian yang dilakukan untuk tugas akhir ini digunakan tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi menggunakan kapur padam dengan variasi penambahan kapur

sebanyak 1%, 2%, 3%, dan menggunakan masa pemeraman selama 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Pada uji geser langsung ini digunakan tanah campuran pasir dan berbutir halus dengan variasi campuran 90% dan 10% dikarenakan memiliki nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum pada uji *proctor standard*, pengujian ini akan dilakukan masing-masing 2 sampel dengan setiap sampel terdiri dari 3 benda uji dengan diberi beban berturut-turut sebanyak 1 kg, 2kg, dan 3 kg pada alat uji geser langsung.

a. Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*) pada Tanah Asli

Pada hasil pengujian geser langsung yang sudah dilakukan di laboratorium mekanika tanah dengan sampel tanah yang didesain ulang sesuai dengan nilai *MDD* dan *OMC* pada *proctor standard* dengan variasi campuran tanah 90% pasir dan 10% butiran halus karena memiliki nilai *MDD* dan *OMC* terbesar diantara 3 variasi campuran tanah yang sudah diuji pada *proctor standard*, maka data perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 44 sehingga dapat digambarkan grafik hubungan antara tegangan geser dan regangan yang dapat dilihat pada Gambar 5.16 berikut ini.



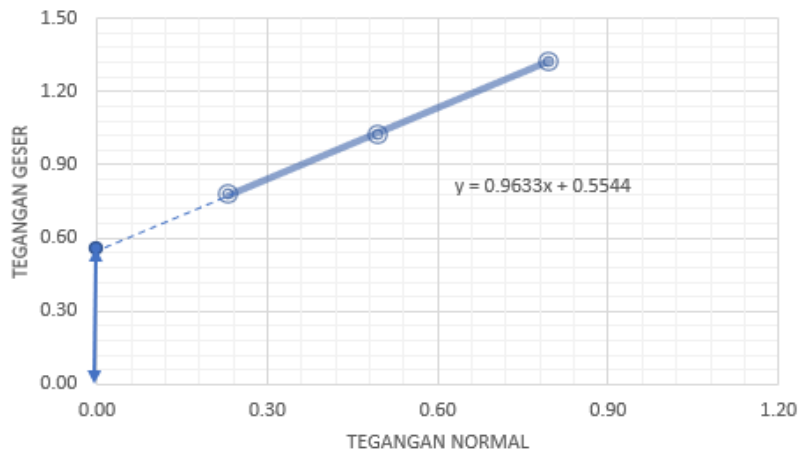
Gambar 5.17 Grafik Hubungan Tegangan Geser dan Regangan Tanah Asli Variasi Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus

Sesuai dengan grafik diatas, maka dapat diketahui nilai tegangan normal dan tegangan geser maksimum pada setiap pembebanan, diperoleh hasil dari tegangan normal dan tegangan geser maksimum dapat dilihat pada Tabel 5.50 berikut ini.

Tabel 5.50 Tegangan Normal dan Tegangan Geser Maksimum Uji Geser Langsung Tanah Asli Variasi Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus

Uraian	Simbol	Satuan	Benda Uji		
			I	II	III
Tegangan Normal	σ	kg/cm ²	0.23	0.495	0.796
Tegangan Geser Maksimum	τ	kg/cm ²	0.78	1.024	1.325

Dari hasil perhitungan diatas maka diperoleh nilai dari tegangan normal dan tegangan geser maksimum seperti pada Tabel 5.48 diatas, maka dapat digambarkan titik-titik yang akan dihubungkan sehingga didapatkan nilai kohesi dan nilai sudut geser secara grafis. Grafik hubungan antara tegangan geser dan tegangan normal dapat dilihat pada Lampiran 45 serta pada Gambar 5.18 berikut ini.



Gambar 5.18 Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser Maksimum Tanah Asli dengan Variasi Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Uji Geser Langsung

Berdasarkan dari grafik diatas maka diperoleh besarnya nilai parameter dari kuat geser tanah asli sampel 1 berupa kohesi sebesar 0.554 kg/cm^2 dan sudut geser dalamnya sebesar 43.944° , begitu juga untuk sampel keduanya. Hasil dari pengujian tanah asli dapat dilihat pada Lampiran 46 dan Tabel 5.51 rekapitulasi perhitungan geser langsung tanah asli berikut ini.

Tabel 5.51 Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli

Variasi Sampel	Sampel	Kohesi, c (kg/cm^2)	Rata-Rata	Sudut Geser Dalam, ϕ ($^\circ$)	Rata-Rata
(90% & 10%)	1	0.554	0.5815	43.944	42.1095
	2	0.609		40.275	

Dari hasil pengujian geser langsung pada pembuatan sampel berdasarkan variasi campuran tanah pasir 90% dan butiran halus sebesar 10% maka, campuran tanah asli memiliki nilai parameter sudut geser dalam pada sampel tanah sebesar 42.1095° dan kohesi 0.5815 kg/cm^2 .

- b. Pengujian Geser Langsung dengan Kapur Padam pada lama pemeraman 1 hari

Hasil parameter kuat geser tanah yang diperoleh pada uji geser langsung pada tanah yang telah distabilisasikan menggunakan kapur dengan proses pemeraman 1 hari dapat dilihat pada Lampiran 47, 48, dan 49 serta terdapat pada Tabel 5.52 dibawah ini.

Tabel 5.52 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Kapur Padam Usia Pemeraman 1 Hari

Ragam Bahan Tambah	Parameter Kuat Geser tanah	
	c (kg/cm ²)	ϕ (°)
Tanah Campuran +1% Kapur Padam	0.6595	46.0655
Tanah Campuran +2% Kapur Padam	0.862	48.281
Tanah Campuran +3% Kapur Padam	0.9145	51.102

- c. Pengujian Geser Langsung dengan Kapur Padam pada lama pemeraman 3 hari

Hasil parameter dari kuat geser tanah yang diperoleh dari pengujian geser langsung tanah yang telah distabilisasikan menggunakan kapur dengan proses pemeraman 3 hari dapat dilihat pada Lampiran 50, 51, dan 52 serta terdapat pada Tabel 5.53 dibawah ini

Tabel 5.53 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Kapur Padam Usia Pemeraman 3 Hari

Ragam Bahan Tambah	Parameter Kuat Geser tanah	
	c (kg/cm ²)	ϕ (°)
Tanah Campuran +1% Kapur Padam	0.7635	51.5255
Tanah Campuran +2% Kapur Padam	0.932	53.5455
Tanah Campuran +3% Kapur Padam	1.104	54.0065

- d. Pengujian Geser Langsung dengan Kapur Padam pada lama pemeraman 7 hari

Hasil parameter dari kuat geser tanah yang diperoleh dari pengujian geser langsung tanah yang telah distabilisasikan menggunakan kapur dengan masa proses pemeraman 7 hari dapat dilihat pada Lampiran 53, 54, dan 55 serta Tabel 5.54 dibawah ini.

Tabel 5.54 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Kapur Padam Usia Pemeraman 7 Hari

Ragam Bahan Tambah	Parameter Kuat Geser tanah	
	c (kg/cm ²)	ϕ (°)
Tanah Campuran +1% Kapur Padam	1.017	52.1895
Tanah Campuran +2% Kapur Padam	1.146	54.1555
Tanah Campuran +3% Kapur Padam	1.222	55.075

- e. Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung

Berikut merupakan hasil dari rekapitulasi uji geser langsung tanah asli dan campuran tanah yang sudah ditambah dengan kapur padam dapat dilihat pada Lampiran 56 dan Tabel 5.55 dibawah ini

Tabel 5.55 Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung

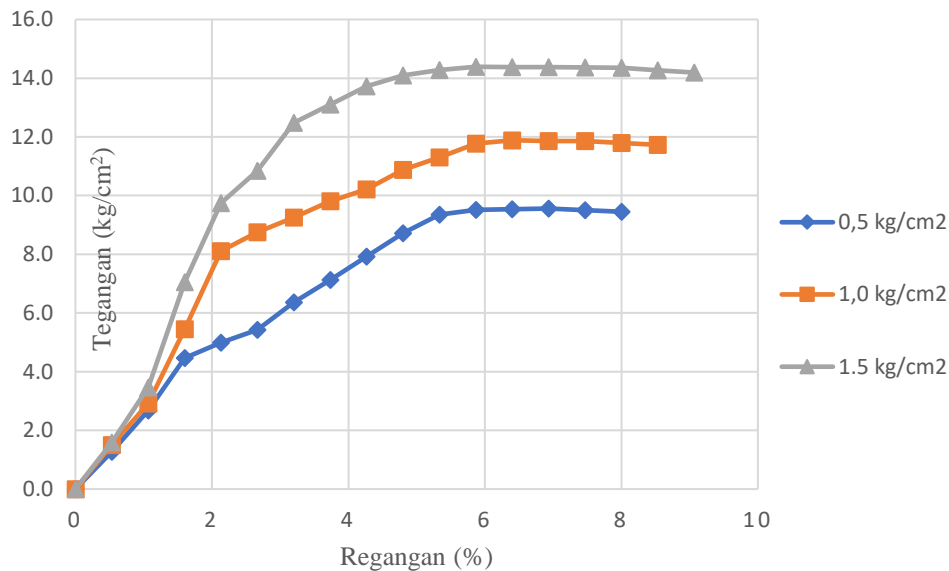
pemeraman	Variasi	Parameter Kuat Geser Tanah	
		c (kg/cm ²)	φ (°)
0 Hari	Tanah Asli 90% Pasir & 10% Butiran Halus	0.5815	42.109
1 Hari	Tanah Asli + 1% Kapur Padam	0.659	46.065
	Tanah Asli + 2% Kapur Padam	0.862	48.281
	Tanah Asli + 3% Kapur Padam	0.915	51.102
3 Hari	Tanah Asli + 1% Kapur Padam	0.764	51.525
	Tanah Asli + 2% Kapur Padam	0.932	53.545
	Tanah Asli + 3% Kapur Padam	1.104	54.006
7 Hari	Tanah Asli + 1% Kapur Padam	1.017	52.189
	Tanah Asli + 2% Kapur Padam	1.146	54.1555
	Tanah Asli + 3% Kapur Padam	1.222	55.075

5.1.9 Pengujian Triaksial UU (*Unconsolidated Undrained*)

Pada pengujian triaxial UU memiliki tujuan untuk memperoleh nilai parameter dari kuat geser tanah berupa kohesi (c) dan sudut geser dalam (φ). Pada penelitian untuk Tugas akhir ini dilakukan stabilisasi tanah asli dengan kapur padam berturut-turut 1%, 2%, dan 3% serta menggunakan masa pemeraman selama 1 hari, 3 hari, dan 7 hari dengan menggunakan variasi campuran tanah 90% pasir dan 10% butiran halus dimana pengujian ini dilakukan masing-masing sebanyak dua sampel dengan setiap sampel terdiri dari tiga benda uji dengan tekanan sel berbeda sebanyak 0.5 kg/cm², 1 kg/cm², dan 1.5 kg/cm² pada alat pengujian triaxial UU.

1. Pengujian Triaxial UU Tanah Asli

Dari hasil pengujian triaxial UU yang sudah dilakukan pada laboratorium mekanika tanah dengan menggunakan sampel tanah yang di desain menggunakan acuan dari *MDD* dan *OMC* pada pengujian *proctor standard* dengan variasi campuran tanah 90% pasir dan 10% butiran halus. Data perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 57 sehingga dapat digambarkan grafik hubungan antara tegangan geser dan regangan yang dapat dilihat pada Gambar 5.19 berikut ini.



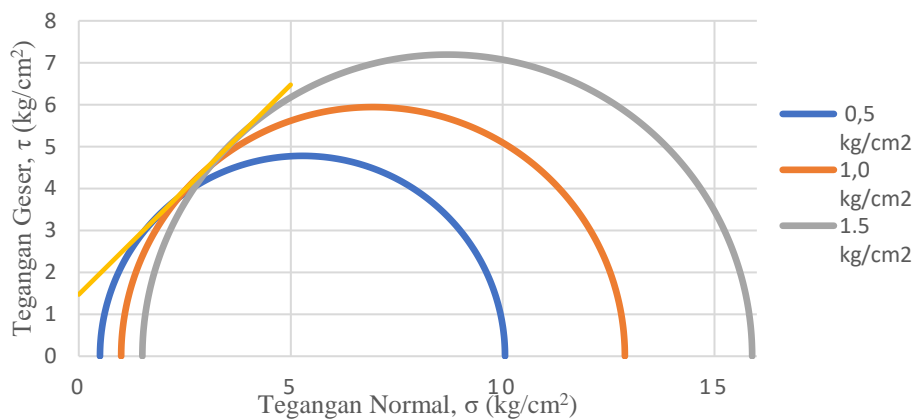
Gambar 5.19 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Tanah Asli Variasi Campuran Tanah 90% Pasir dan 10% Butiran Halus Uji Triaxial UU

Berdasarkan Gambar 5.19 diatas, maka dapat diperoleh tegangan deviator dan tegangan utama pada setiap tekanan sel, hasil dari tegangan deviator dan tegangan utama tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.56 berikut ini.

Tabel 5.56 Tegangan Deviator dan Tegangan Utama Tanah Asli dengan Variasi Campuran Tanah 90% Pasir dan 10% Butiran Halus Uji Triaxial UU

Uraian	Simbol	Satuan	Benda Uji		
			I	II	III
Tekanan Sel	σ_3	kg/cm ²	0.5	1	1.5
Tegangan Deviator	$\Delta\sigma$	kg/cm ²	9.558	11.885	14.389
Tegangan Utama	σ_1	kg/cm ²	10.058	12.885	15.889

Dari hasil perhitungan maka diperoleh nilai dari tegangan normal dan tegangan geser seperti Tabel 5.56 diatas, maka dapat digambarkan lingkaran mohr dan kemudian didapatkan nilai sudut geser dan nilai kohesi dalam secara grafis. Grafik hubungan antara tegangan geser dan tegangan normal dapat dilihat pada Lampiran 58 dan Gambar 5.20 berikut ini.



Gambar 5.20 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli dengan Variasi Campuran Tanah 90% Pasir dan 10% Butiran Halus Uji Triaxial UU

Berdasarkan dari Gambar 5.20 diatas dapat diperoleh hubungan tegangan geser dan tegangan normal maka didapatkan besarnya nilai parameter kuat geser tanah campuran variasi 90% pasir dan 10% butiran halus sampel 1 sebesar 45.015° untuk sudut gesek dalamnya dan 1.472 kg/cm^2 untuk kohesinya, begitu juga untuk sampel keduanya. Hasil dari pengujian tanah asli dapat dilihat pada Lampiran 59 dan Tabel 5.57 rekapitulasi perhitungan geser langsung tanah asli berikut ini.

Tabel 5.57 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaxial UU Tanah Asli

Variasi Sampe l	Sampel	Kohesi, c (kg/cm ²)	Rata-Rata	Sudut Gesek Dalam, ϕ (°)	Rata-Rata
(90% & 10%)	1	1.472	1.3905	45.015	45.594
	2	1.309		46.173	

Dari hasil pengujian triaxial UU pada pembuatan sampel berdasarkan variasi campuran tanah pasir 90% dan butiran halus sebesar 10% maka, campuran tanah asli memiliki nilai parameter sudut geser dalam pada sampel tanah sebesar 45.594° dan kohesi 1.3905 kg/cm^2 .

2. Pengujian Triaxial UU dengan Kapur Padam Pada Lama Pemeraman 1 Hari
Hasil parameter kuat geser tanah yang didapatkan dari uji triaksial UU tanah yang telah distabilisasikan menggunakan kapur padam dengan waktu pemeramam 1 hari dapat dilihat pada Lampiran 60, 61, dan 62 serta terdapat pada tabel 5.58 dibawah ini.

Tabel 5.58 Hasil Pengujian Triaksial UU dengan Kapur Waktu Pemeraman 1 Hari

Variasi Bahan Tambah	Parameter Kuat Geser Tanah	
	c (kg/cm ²)	φ (°)
Tanah Asli + 1% Kapur	1.997	52.385
Tanah Asli + 2% Kapur	2.277	53.129
Tanah Asli + 3% Kapur	3.224	53.843

3. Pengujian Triaxial UU dengan Kapur Padam Pada Lama Pemeraman 3 Hari Hasil parameter kuat geser tanah yang didapatkan dari uji triaksial UU tanah yang telah distabilisasikan menggunakan kapur padam dengan waktu pemeraman 3 hari dapat dilihat pada Lampiran 63, 64, dan 65 serta terdapat pada tabel 5.59 dibawah ini.

Tabel 5.59 Hasil Pengujian Triaksial UU dengan Kapur Waktu Pemeraman 3 Hari

Variasi Bahan Tambah	Parameter Kuat Geser Tanah	
	c (kg/cm ²)	φ (°)
Tanah Asli + 1% Kapur	2.268	53.263
Tanah Asli + 2% Kapur	2.511	53.692
Tanah Asli + 3% Kapur	3.313	54.656

4. Pengujian Triaxial UU dengan Kapur Padam Pada Lama Pemeraman 7 Hari Hasil parameter kuat geser tanah yang didapatkan dari uji triaksial UU tanah yang telah distabilisasikan menggunakan kapur padam dengan waktu pemeraman 7 hari dapat dilihat pada Lampiran 66, 67, dan 68 serta terdapat pada tabel 5.60 dibawah ini.

Tabel 5.60 Hasil Pengujian Triaksial UU dengan Kapur Waktu Pemeraman 7 Hari

Variasi Bahan Tambah	Parameter Kuat Geser Tanah	
	c (kg/cm ²)	φ (°)
Tanah Asli + 1% Kapur	2.596	53.336
Tanah Asli + 2% Kapur	3.294	54.414
Tanah Asli + 3% Kapur	2.401	55.303

5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU

Berikut adalah hasil rekapitulasi pengujian triaksial UU tanah asli dengan tanah yang telah distabilisasikan dengan kapur padam dapat dilihat pada Lampiran 69 dan Tabel 5.61 dibawah ini.

Tabel 5.61 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU

pemeraman	Variasi	Parameter Kuat Geser Tanah	
		c (kg/cm ²)	φ (°)
0 Hari	Tanah Asli 90% Pasir & 10% Butiran Halus	1.390	45.594
1 Hari	Tanah Asli + 1% Kapur Padam	1.980	52.385
	Tanah Asli + 2% Kapur Padam	2.141	53.129
	Tanah Asli + 3% Kapur Padam	2.528	53.843
3 Hari	Tanah Asli + 1% Kapur Padam	2.371	53.263
	Tanah Asli + 2% Kapur Padam	2.502	53.692
	Tanah Asli + 3% Kapur Padam	3.242	54.656
7 Hari	Tanah Asli + 1% Kapur Padam	3.189	53.336
	Tanah Asli + 2% Kapur Padam	3.293	54.414
	Tanah Asli + 3% Kapur Padam	3.351	55.303

5.2 Pembahasan

Subbab ini akan membahas beberapa hal terkait dengan karakteristik fisik yang dimiliki oleh sampel tanah yang sudah distabilisasikan menggunakan kapur padam dan campuran tanah asli yang diambil pada daerah Cangkringan, Sleman, dan Jl. Tawang-Ngalang Segmen V, Sambiputi, Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan di laboratorium mekanika tanah dan data yang diperoleh pada subbab sebelumnya.

5.2.1 Tanah Asli

1. Sifat Fisik pada Tanah

Berikut merupakan hasil rekapitulasi dari karakteristik tanah asli dan sifat fisik sampel hasil pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 5.62 dibawah ini.

Tabel 5.62 Rekapitulasi Hasil Pengujian Propertis Tanah

Pengujian		Simbol	Satuan	Hasil
Kadar Air		w	%	4.21
Berat Volume		γ	gram/cm ³	1.62
Berat Jenis		G_s	gram/cm ³	2.67
Analisa Saringan	Pasir Merapi	Kerikil	%	6.49
		Pasir	%	82.76
		Lanau	%	8.94
		Lempung	%	1.81
	Butiran Halus	Kerikil	%	0
		Pasir	%	17.63
		Lanau	%	57.36
		Lempung	%	25.01
Atterberg Limit	Batas Susut	SL	%	24.43
	Batas Plastis	PL	%	56.43
	Batas Cair	LL	%	83.12

Lanjutan Tabel 5.62 Rekapitulasi Hasil Pengujian Propertis Tanah

<i>Proctor Standard</i>	OMC, 90% Pasir & 10% Butiran Halus	w_{opt}	gram/cm ³	16.51
	OMC, 80% Pasir & 20% Butiran Halus	w_{opt}	gram/cm ³	19.54
	OMC, 70% Pasir & 30% Butiran Halus	w_{opt}	gram/cm ³	21.98
	MDD, 90% Pasir & 10% Butiran Halus	$\gamma_{d_{max}}$	gram/cm ³	1.789
	MDD, 80% Pasir & 20% Butiran Halus	$\gamma_{d_{max}}$	gram/cm ³	1.756
	MDD, 70% Pasir & 30% Butiran Halus	$\gamma_{d_{max}}$	gram/cm ³	1.612
Permeabilitas		k	cm/dt	0.00018

2. Klasifikasi Tanah Menurut *USCS (Unified Soil Classification System)*

Klasifikasi tanah menurut *USCS* dapat diketahui berdasarkan dari Tabel 3.4 dengan menganalisis karakteristik dari sifat fisik tanah. Untuk mengetahui klasifikasi tanah dibutuhkan beberapa data diantara lainnya, nilai-nilai dari batas-batas konsistensi (*Atterberg Limit*) serta persentase tanah yang lolos pada saringan no. 200 untuk tanah berbutir halus, dan nilai C_c serta C_u diperlukan untuk mengetahui klasifikasi tanah berbutir kasar, maka untuk menentukan klasifikasi tanah berdasarkan *USCS* dapat melihat pada data Tabel 5.63 dibawah ini.

Tabel 5.63 Data untuk Klasifikasi *USCS*

Pengujian		Simbol	Satuan	Hasil
Analisa Saringan	Pasir Merapi	Lolos saringan no. 200	%	10.75
		Kerikil	%	6.49
		Pasir	%	82.76
		Lanau	%	8.94
		Lempung	%	1.81

Lanjutan Tabel 5.63 Data untuk Klasifikasi *USCS*

Pengujian		Simbol	Satuan	Hasil
Analisa Saringan	Butiran Halus	Lolos saringan no. 200	%	83.27
		Kerikil	%	0
		Pasir	%	17.63
		Lanau	%	57.36
		Lempung	%	25.01
<i>Atterberg Limit</i>	Batas Susut	<i>SL</i>	%	24.43
	Batas Plastis	<i>PL</i>	%	56.43
	Batas Cair	<i>LL</i>	%	83.12
Indeks Plastisitas		<i>PL</i>	%	26.69

Berdasarkan dari Tabel 5.63 diatas, maka dapat ditentukan klasifikasi dari tanah yang diambil pada daerah Cangkringan, Sleman, dan Jl. Tawang-Ngalang Segmen V, Sambiputi, Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, maka pembahasan terkait klasifikasi tanah akan dibagi menjadi dikarenakan dua jenis tanah yang dicampur memiliki sifat fisik dan karakteristik yang berbeda. Berikut ini merupakan analisis klasifikasi tanah menggunakan metode *USCS*.

a. Tanah Berbutir Kasar

Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan pada tanah berbutir kasar maka sampel tanah memiliki nilai persentase lolos saringan no.200 sebanyak 10.75% sehingga tanah masuk pada kategori utama tanah pasir 50% atau lebih lolos saringan no. 4 dan berupa *clean sands* karena memiliki 1.81% butiran halus. Dari Tabel 5.20 diatas maka diketahui nilai C_u dan C_c berturut turut adalah 9.2308 serta 1.1308. Berikut merupakan hasil penentuan pada bagian kategori metode *USCS* dapat dilihat pada Tabel 5.63 dibawah ini.

Tabel 5.64 Klasifikasi Tanah Metode *USCS*

Table 5.2 Unified Soil Classification System (Based on Material Passing 76.2-mm Sieve)

Criteria for assigning group symbols				Group symbol
Coarse-grained soils More than 50% of retained on No. 200 sieve	Gravels More than 50% of coarse fraction retained on No. 4 sieve	Clean Gravels	$C_u \geq 4$ and $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
		Less than 5% fines ^a	$C_u < 4$ and/or $C_c < 1$ or $C_c > 3^c$	GP
	Sands 50% or more of coarse fraction passes No. 4 sieve	Clean Sands	$C_u \geq 6$ and $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
		Less than 5% fines ^b	$C_u < 6$ and/or $C_c < 1$ or $C_c > 3^c$	SP
Fine-grained soils 50% or more passes No. 200 sieve	Sands with Fines More than 12% fines ^{a,d}		$PI < 4$ or plots below "A" line (Figure 5.3)	GM
			$PI > 7$ and plots on or above "A" line (Figure 5.3)	GC
	Silt and clays Liquid limit less than 50	Inorganic	$PI > 7$ and plots on or above "A" line (Figure 5.3) ^f	CL
		Organic	$PI < 4$ or plots below "A" line (Figure 5.3) ^f	ML
Silt and clays Liquid limit 50 or more	Inorganic	Liquid limit—oven dried Liquid limit—not dried	< 0.75 ; see Figure 5.3; OL zone	OL
	Organic	PI plots on or above "A" line (Figure 5.3) PI plots below "A" line (Figure 5.3)		CH MH
Highly organic soils	Primarily organic matter, dark in color, and organic odor			Pt

(Sumber: Das. 2010)

Berdasarkan Tabel 5.64 diatas didapatkan nama simbol kelompok metode *USCS* yaitu SW dikarenakan nilai C_u sebesar 9.2308 diatas 6 dan C_c sebesar 1.1308 diatas 1 serta memiliki butiran halus dibawah 5%. Dari pembacaan Tabel 5.63 diatas jenis tanah masuk pada kategori *well-graded sand* (SW) tanpa kerikil karena memiliki 6.49% kerikil atau persentase kerikil dibawah 15%.

b. Tanah Berbutir Halus

Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan dan batas-batas konsistensi, maka sampel tanah yang memiliki nilai persentase lolos saringan no 200 sebanyak 83.27% sehingga masuk ke dalam kategori utama tanah berbutir halus 50% atau lebih banyak yang lolos saringan no 200 serta diperoleh batas cair sebesar 83.12% sesuai dengan ketentuan bahwa lanau dan lempung memiliki batas cair $>50\%$. Berikut adalah hasil penentuan pada bagian kategori divisi utama metode *USCS* dapat dilihat pada Tabel 5.65 berikut ini.

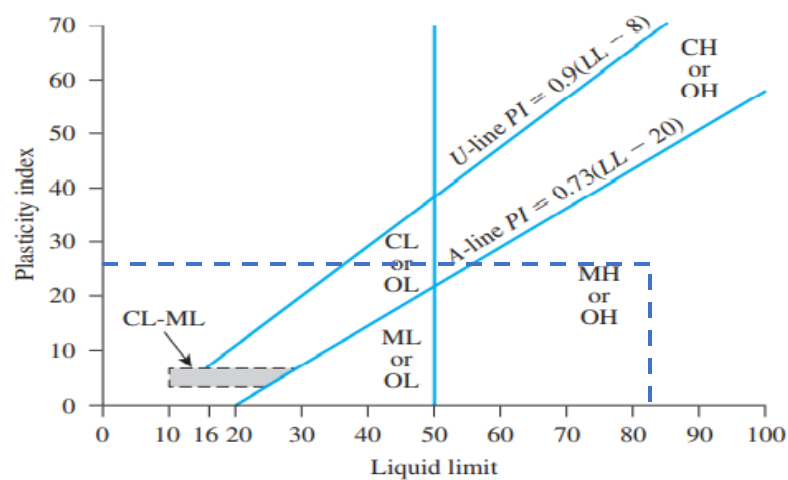
Tabel 5.65 Klasifikasi Tanah Metode USCS

Table 5.2 Unified Soil Classification System (Based on Material Passing 76.2-mm Sieve)

Criteria for assigning group symbols				Group symbol
Coarse-grained soils More than 50% of coarse fraction retained on No. 4 sieve	Gravels	Clean Gravels	$C_u \geq 4$ and $1 \leq C_c \leq 3^e$	GW
	More than 50% of coarse fraction retained on No. 4 sieve	Less than 5% fines ^d	$C_u < 4$ and/or $C_c < 1$ or $C_c > 3^e$	GP
		Gravels with Fines	$PI < 4$ or plots below "A" line (Figure 5.3)	GM
		More than 12% fines ^d	$PI > 7$ and plots on or above "A" line (Figure 5.3)	GC
Sands 50% or more of coarse fraction passes No. 4 sieve	Clean Sands	$C_u \geq 6$ and $1 \leq C_c \leq 3^e$	SW	
	Less than 5% fines ^b	$C_u < 6$ and/or $C_c < 1$ or $C_c > 3^e$	SP	
	Sands with Fines	$PI < 4$ or plots below "A" line (Figure 5.3)	SM	
	More than 12% fines ^{b,d}	$PI > 7$ and plots on or above "A" line (Figure 5.3)	SC	
Fine-grained soils 50% or more passes No. 200 sieve	Silts and clays Liquid limit less than 50	Inorganic	$PI > 7$ and plots on or above "A" line (Figure 5.3) ^f $PI < 4$ or plots below "A" line (Figure 5.3) ^f	CL ML
		Organic	$\frac{\text{Liquid limit—oven dried}}{\text{Liquid limit—not dried}} < 0.75$; see Figure 5.3; OL zone	OL
	Silts and clays Liquid limit 50 or more	Inorganic	PI plots on or above "A" line (Figure 5.3) PI plots below "A" line (Figure 5.3)	CH MH
		Organic	$\frac{\text{Liquid limit—oven dried}}{\text{Liquid limit—not dried}} < 0.75$; see Figure 5.3; OH zone	OH
Highly organic soils	Primarily organic matter, dark in color, and organic odor			Pt

(Sumber: Das, 2010)

Berdasarkan uji batas-batas konsistensi, maka didapatkan nilai batas cair (LL) sebesar 83.12%, batas plastis (PL) sebesar 56.43%, dan indeks plastisitas (PI) sebesar 26.69% dengan demikian didapatkan nama simbol kelompok metode USCS dari Gambar 5.21 dibawah ini.



(Sumber: Das, 2010)

Gambar 5.21 Grafik Karakteristik Tanah Asli USCS

Berdasarkan dari pembacaan Gambar 5.20 grafik hubungan batas cair dan batas plastis, maka dapat ditentukan nama simbol kelompok sampel tanah adalah MH yang berupa lanau tak organik atau pasir halus, lanau elastis

3. Sifat Ekspansifitas Tanah Asli

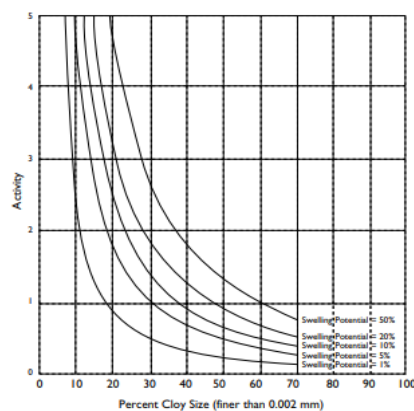
Dalam penelitian Tugas Akhir ini dilakukan juga analisa tentang peningkatan potensi ekspansif tanah berdasarkan beberapa teori dan menggunakan metode tidak langsung yaitu menggunakan nilai batas-batas konsistensi (*Atterberg limit*), dengan demikian dapat diperoleh nilai aktivitas yang didapatkan dari persentase lempung sebesar 25.01% dan indeks plastisitas 26.69% maka potensi pengembangan dapat ditentukan pada perhitungan berikut ini.

$$\text{Activity (A)} = PI/C$$

$$\text{Activity (A)} = 26.69/25.01$$

$$\text{Activity (A)} = 1.067$$

Dari persamaan diatas maka dapat digambarkan grafik hubungan antara persentase lempung dengan nilai aktivitas yang dapat dilihat pada Gambar 5.22 dibawah ini.



(Sumber: Seed et al, 1962)

Gambar 5.22 Hubungan Aktifitas dengan Persentase Lempung

Dari Gambar 5.21 diatas maka diperoleh potensi ekspansif tanah (*swelling potential*) berada diantara 1% sampai dengan 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa potensi pengembangan memiliki potensi medium.

5.2.2 Sifat Mekanik Tanah

Sifat mekanik tanah asli dan yang sudah distabilisasikan pada penelitian Tugas Akhir ini merupakan parameter dari kuat geser tanah berupa kohesi (c) dan sudut geser dalam (φ). Pada tanah yang telah distabilisasikan digunakan nilai *MDD* maka berhubungan dengan hal tersebut akan dicari nilai masing-masing parameter kuat geser tersebut menggunakan alat uji geser langsung dan triaksial UU.

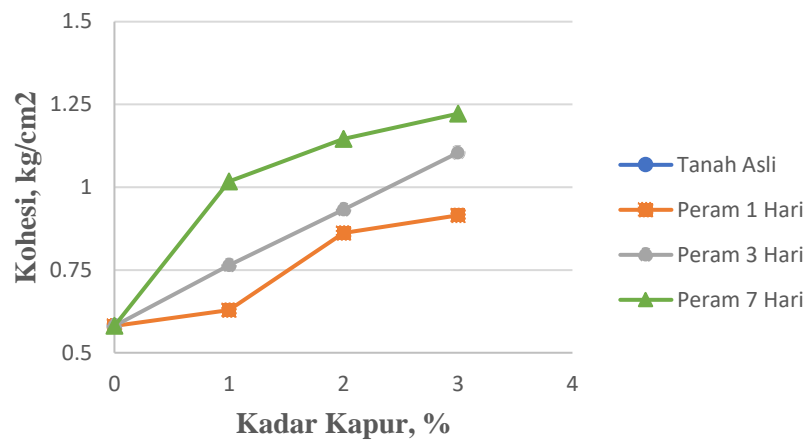
1. Kohesi (c)

a. Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Pengaruh penambahan kapur terhadap pengujian geser langsung pada nilai kohesi dapat dilihat pada Tabel 5.66 dibawah ini

Tabel 5.66 Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi Uji Geser Langsung

Variasi	Kohesi (c), kg/cm^2		
	Lama Pemeraman (Hari)		
	1	3	7
Tanah Asli (90% pasir & 10% Butiran Halus)	0.581	0.581	0.581
Tanah Asli + 1% Kapur Padam	0.629	0.764	1.017
Tanah Asli + 2% Kapur Padam	0.862	0.932	1.146
Tanah Asli + 3% Kapur Padam	0.915	1.104	1.222

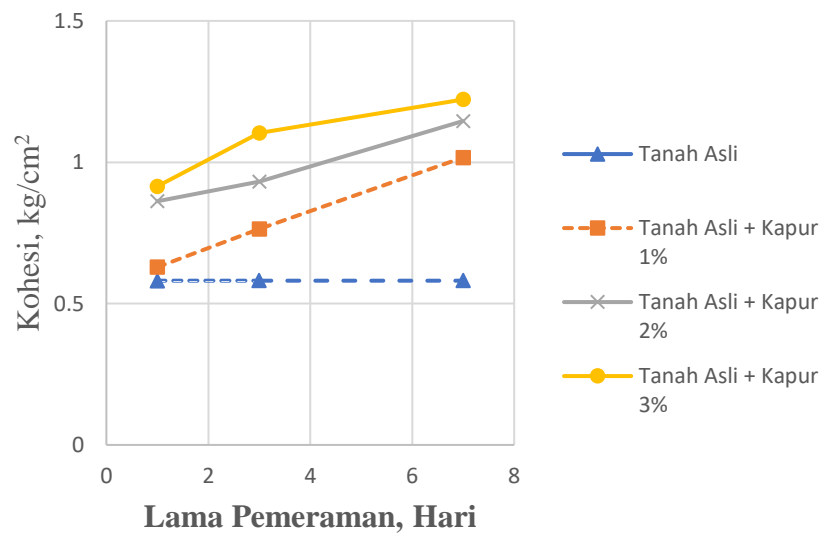


Gambar 5.23 Pengaruh Kadar Kapur Terhadap Nilai Kohesi Uji Geser Langsung

Berdasarkan Gambar 5.23 diatas maka penambahan kapur terhadap tanah asli akan meningkatkan nilai kohesi seiring dengan bertambahnya waktu peram, pada kondisi tanah asli yang diberi kapur sebanyak 1% maka akan terjadi peningkatan nilai kohesi sebesar 8.262%, 48.365%, dan 57.487%, pada penambahan kapur 2% maka terjadi peningkatan kohesi sebesar 31.497%, 60.413%, dan 90.017%, serta pada penambahan kapur 3% maka terjadi peningkatan kohesi sebesar 75.043%, 97.246%, dan 110.327% semua terhadap tanah asli dengan waktu pemeraman selama 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Dari angka persentase kenaikan nilai kohesi tersebut maka dapat disimpulkan bahwa nilai kohesi paling signifikan mengalami kenaikan ketika kadar kapur yang dicampurkan ke tanah asli sebesar 3% dari setiap pemeraman. Hasil peningkatan kohesi terhadap lama pemeraman dapat dilihat pada Tabel 5.67 berikut ini.

Tabel 5.67 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Kohesi Pengujian Geser Langsung

Lama Pemeraman (Hari)	Kohesi (c), kg/cm ²			
	Tanah Asli	Tanah Asli + Kapur 1%	Tanah Asli + Kapur 2%	Tanah Asli + Kapur 3%
1	0.581	0.629	0.862	0.915
3	0.581	0.764	0.932	1.104
7	0.581	1.017	1.146	1.222



Gambar 5.24 Grafik Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Kohesi Pengujian Geser Langsung

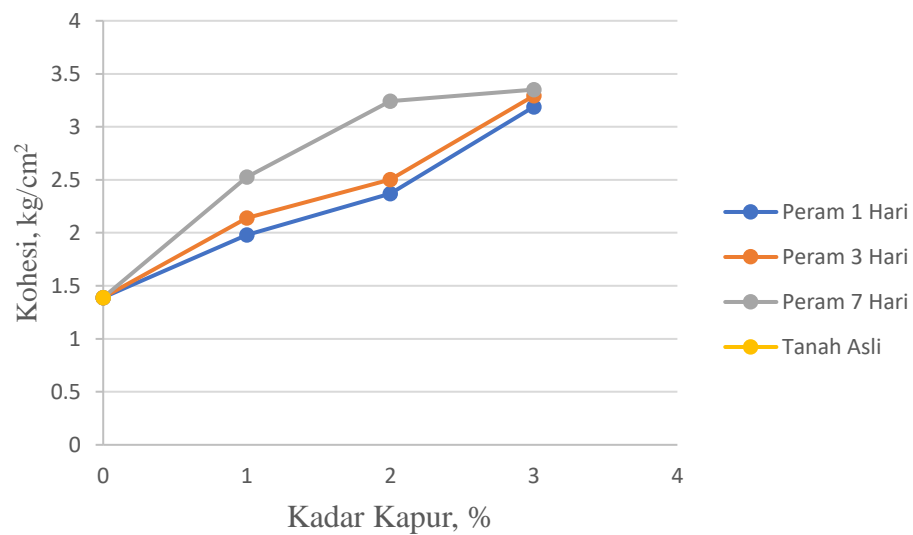
Berdasarkan Gambar 5.24 diatas maka dapat dinilai bahwa waktu pemeraman memiliki peran yang penting guna menaikkan nilai kohesi pada pengujian geser langsung, peningkatan nilai kohesi signifikan terjadi pada saat pemeraman 7 hari dibandingkan dengan 1 hari dan 3 hari.

b. Pengujian Triaksial UU (*Unconsolidated Undrained*)

Pengaruh penambahan kapur pada pengujian triaksial UU terhadap nilai kohesi dapat dilihat pada Tabel 5.68 dan Gambar 5.25 dibawah ini.

Tabel 5.68 Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi Uji Triaksial UU

Variasi	Kohesi (c), kg/cm ²		
	Lama Pemeraman (Hari)		
	1	3	7
Tanah Asli (90% pasir & 10% Butiran Halus)	1.39	1.39	1.39
Tanah Asli + 1% Kapur Padam	1.980	2.141	2.528
Tanah Asli + 2% Kapur Padam	2.371	2.502	3.242
Tanah Asli + 3% Kapur Padam	3.189	3.293	3.351

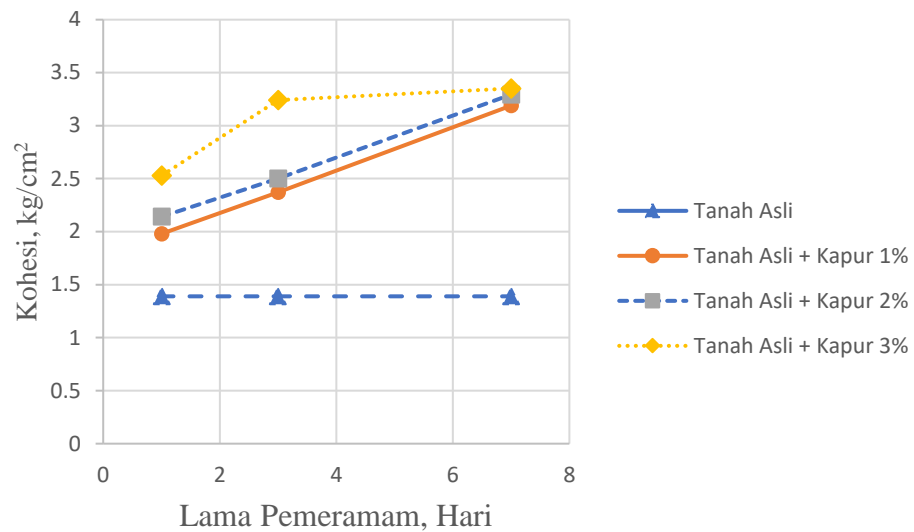


Gambar 5.25 Pengaruh Kadar Kapur Terhadap Nilai Kohesi Uji Triaksial UU

Berdasarkan Gambar 5.25 diatas maka penambahan kapur terhadap tanah asli akan meningkatkan nilai kohesi seiring dengan bertambahnya waktu peram, pada kondisi tanah asli yang diberi kapur sebanyak 1% maka akan terjadi peningkatan nilai kohesi sebesar 42.446%, 70.575%, dan 129.434%, pada penambahan kapur 2% maka terjadi peningkatan kohesi sebesar 54.029%, 80%, dan 136.906%, serta pada penambahan kapur 3% maka terjadi peningkatan kohesi sebesar 81.871%, 133.237%, dan 141.079% semua terhadap tanah asli dengan waktu pemeraman selama 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Dari angka persentase kenaikan nilai kohesi tersebut maka dapat disimpulkan bahwa nilai kohesi paling signifikan mengalami kenaikan ketika kadar kapur yang dicampurkan ke tanah asli sebesar 3% dari setiap pemeraman. Hasil peningkatan kohesi terhadap lama pemeraman dapat dilihat pada Tabel 5.69 berikut ini.

Tabel 5.69 Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi Triaksial UU

Lama Pemeraman (Hari)	Kohesi (c), kg/cm ²			
	Tanah Asli	Tanah Asli + Kapur 1%	Tanah Asli + Kapur 2%	Tanah Asli + Kapur 3%
1	1.39	1.980	2.141	2.528
3	1.39	2.371	2.502	3.242
7	1.39	3.189	3.293	3.351



Gambar 5.26 Grafik Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Kohesi Pengujian Triaksial UU

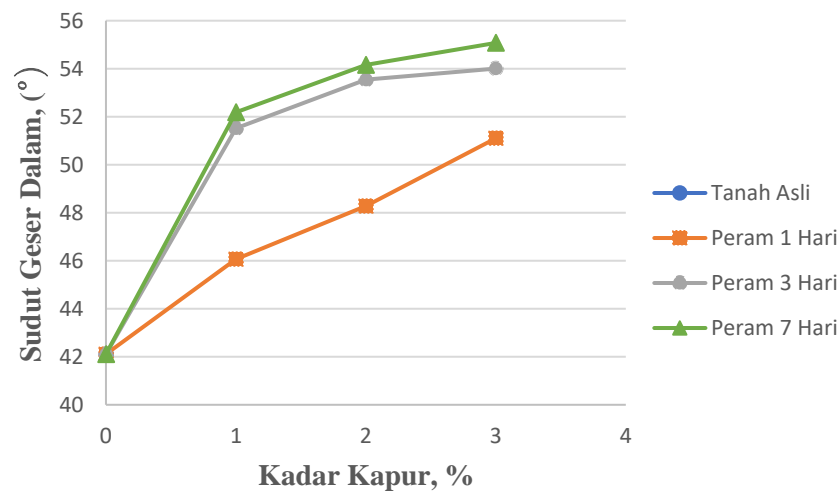
Berdasarkan hasil perhitungan dan grafik diatas, maka dapat disimpulkan bahwa waktu pemeraman sangat dibutuhkan agar kapur dapat bereaksi dengan tanah asli dan meningkatkan kohesi pada uji triaksial UU, hal ini hampir serupa dengan sampel yang digunakan untuk uji geser langsung yang memberikan peningkatan nilai kohesi pada setiap waktu pemeraman

2. Sudut Geser Dalam (φ)
 - a. Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Strength*)

Pengaruh penambahan kapur padam terhadap pengujian geser langsung akan menghasilkan sudut geser dalam yang dapat dilihat pada Tabel 5.70 dan Gambar 5.26 berikut ini.

Tabel 5.70 Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Sudut Geser Dalam Pengujian Geser Langsung

Variasi	Sudut Geser Dalam (°)		
	Lama Pemeraman (Hari)		
	1	3	7
Tanah Asli (90% pasir & 10% Butiran Halus)	42.109	42.109	42.109
Tanah Asli + 1% Kapur Padam	46.065	51.525	52.189
Tanah Asli + 2% Kapur Padam	48.281	53.545	54.155
Tanah Asli + 3% Kapur Padam	51.102	54.006	55.075



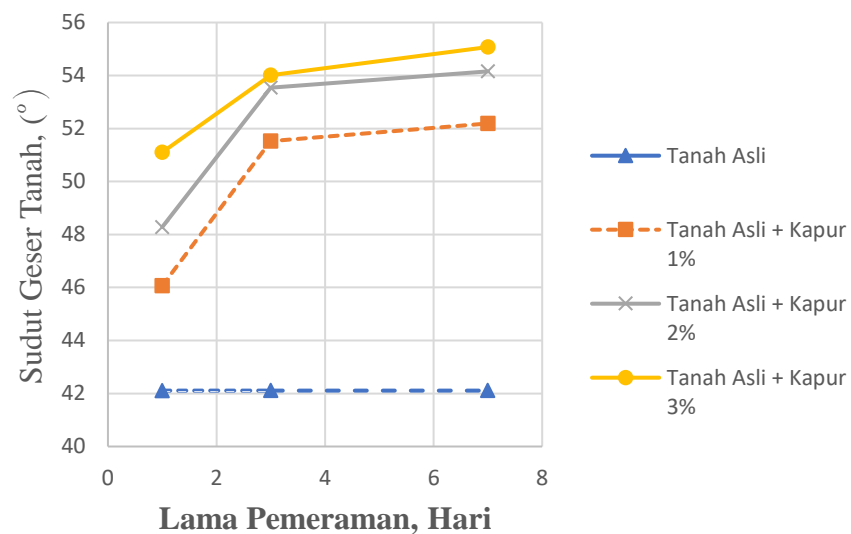
Gambar 5.27 Pengaruh Kadar Kapur Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pengujian Geser Langsung

Berdasarkan Gambar 5.27 diatas, maka diperoleh nilai penambahan kapur padam terhadap parameter kuat geser tanah yaitu sudut geser dalam (φ) terjadi peningkatan 9.395%, 14.657%, dan 21.356% untuk kapur 1%, kemudian untuk kadar kapur 2% terjadi peningkatan sebesar 22.361%, 27.158%, dan 28.253% serta pada kapur 3% terjadi peningkatan sebesar 23.938%, 28.607%, dan 30.789%. Hasil perubahan sudut geser terhadap

waktu pemeraman dapat dilihat pada Tabel 5.71 dan Gambar 5.28 dibawah ini.

Tabel 5.71 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Sudut Geser Dalam Pengujian Geser Langsung

Lama Pemeraman (Hari)	Sudut Geser Dalam ($^{\circ}$)			
	Tanah Asli	Tanah Asli + Kapur 1%	Tanah Asli + Kapur 2%	Tanah Asli + Kapur 3%
1	42.109	46.065	48.281	51.102
3	42.109	51.525	53.545	54.006
7	42.109	52.189	54.155	55.074



Gambar 5.28 Grafik Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Sudut Geser Dalam Pengujian Geser Langsung

Berdasarkan Tabel 5.71 dan Gambar 5.28 diatas terjadi peningkatan pada parameter kuat geser tanah yaitu sudut geser dalam yang

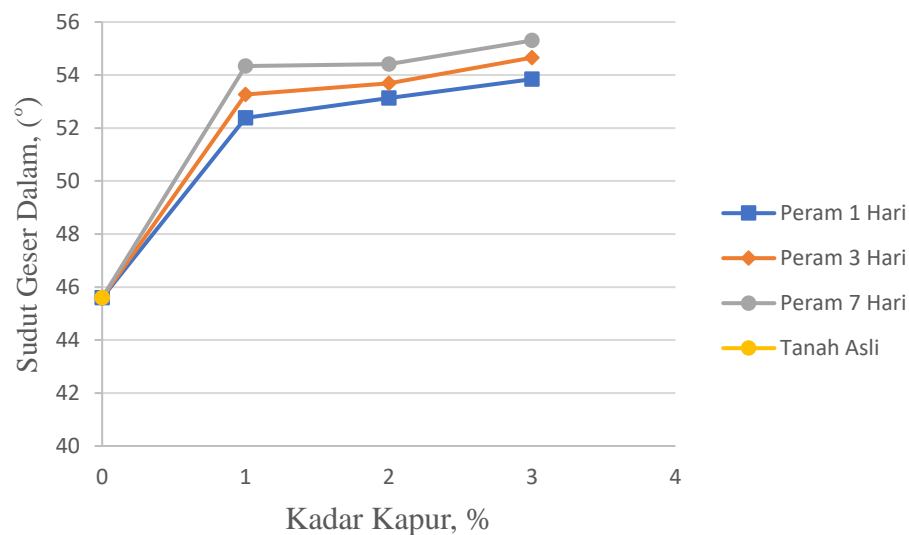
meningkatkan seiring penambahan kapur padam 1%, 2%, dan 3% berturut-turut.

b. Pengujian Triaksial UU (*Unconsolidated Undrained*)

Pengaruh penambahan kapur pada pengujian triaksial UU terhadap sudut geser dalam dilihat pada Tabel 5.72 dan Gambar 5.28 berikut ini.

Tabel 5.72 Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Sudut Geser Dalam Pengujian Triaksial UU

Variasi	Sudut Geser Dalam (°)		
	Lama Pemeraman (Hari)		
	1	3	7
Tanah Asli (90% pasir & 10% Butiran Halus)	45.594	45.594	45.594
Tanah Asli + 1% Kapur Padam	52.385	53.263	54.336
Tanah Asli + 2% Kapur Padam	53.129	53.692	54.414
Tanah Asli + 3% Kapur Padam	53.843	54.656	55.303

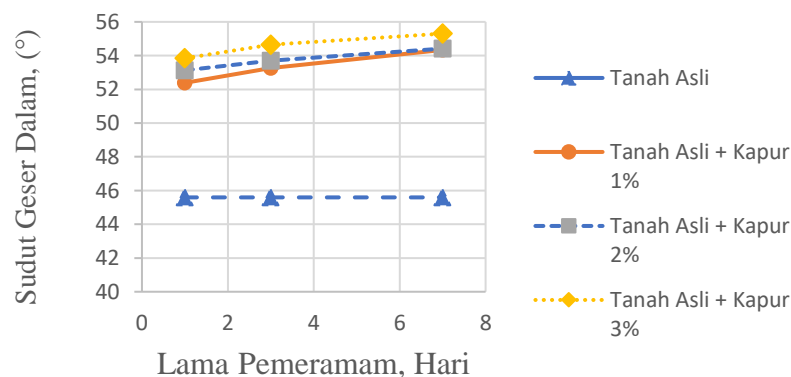


Gambar 5.29 Pengaruh Kadar Kapur Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pengujian Triaksial UU

Berdasarkan dari Tabel 5.72 dan Gambar 5.29 diatas, maka dapat dilihat bahwa sudut geser tanah yang distabilisasikan menggunakan kapur mengalami peningkatan dari sudut geser tanah asli. Pada kapur 1% yang di peram selama 1 hari, 3 hari, dan 7 hari mengalami peningkatan sebesar 14.895%, 16.523%, dan 18.092% untuk kadar kapur 2% mengalami peningkatan sebesar 16.820%, 17.761%, dan 19.875% serta dalam keadaan kadar kapur 3% mengalami peningkatan sebesar 19.174%, 19.345%, dan 21.294%. Hasil perubahan sudut geser terhadap waktu pemeraman dapat dilihat pada Tabel 5.73 dan Gambar 5.30 dibawah ini.

Tabel 5.73 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Sudut Geser Dalam Pengujian Triaksial UU

Lama Pemeraman (Hari)	Sudut Geser Dalam (°)			
	Tanah Asli	Tanah Asli + Kapur 1%	Tanah Asli + Kapur 2%	Tanah Asli + Kapur 3%
1	45.594	52.385	53.129	53.843
3	45.594	53.263	53.692	54.656
7	45.594	54.336	54.414	55.303



Gambar 5.29 Grafik Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Sudut Geser Dalam Pengujian Triaksial UU

Berdasarkan grafik diatas maka dapat dilihat bahwa waktu pemeraman selama 1 hari, 3 hari, dan 7 hari meningkatkan sudut geser dalam pada sampel dengan kadar kapur 1%, 2%, dan 3% waktu pemeraman setelah 3 hari meningkat secara signifikan daripada pemeraman kurang dari 3 hari.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian laboratorium yang telah dianalisis terkait pengaruh campuran pasir dan butiran halus serta penambahan kapur padam pada tanah asli maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan dengan uji analisa saringan, maka sampel tanah yang diambil dari Cangkringan, Sleman dan Jl. Sambipitu, Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, berdasarkan metode *USCS* sampel tanah tersebut berupa *high-plasticity silt* (MH) atau lanau tak organik untuk butiran halus dan pasir bersih (*clean sands*) karena memiliki nilai C_u diatas 6 serta C_c diantara 1 dan 3 untuk butiran kasar.
2. Berdasarkan pengujian *Proctor Standard* yang menggunakan variasi campuran pasir dan butiran halus didapatkan nilai *maximum dry desity*, *MDD* dan *optimum moisture content*, *OMC* terbaik pada variasi campuran pasir 90% dan butiran halus 10%. Pada variasi campuran pasir 80% dan butiran halus 20% terjadi penurunan *MDD* sebesar 1.844% namun sebaliknya nilai *OMC* semakin meningkat. Pada campuran pasir 70% dan butiran halus 30% *MDD* menurun sebesar 9.893% dan *OMC* meningkat sebesar 33.162%. Maka, dapat disimpulkan dengan berkurangnya pasir dan meningkatnya persentase butiran halus nilai *MDD* menurun dan *OMC* meningkat.
3. Pada campuran pasir 90% dan butiran halus 10% yang diberi bahan stabilisasi berupa kapur padam karena memiliki nilai *MDD* terbesar dan *OMC* terbaik, hasil dari analisa data menunjukkan peningkatan kuat geser tanah pada pengujian geser langsung dan triaksial UU yang diuji pada laboratorium

mekanika tanah seiring dengan bertambahnya waktu pemeraman. Dan peningkatan signifikan terjadi pada pemeraman 7 hari.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian Tugas akhir ini adalah sebagai berikut

1. Penelitian selanjutnya dapat mencoba variasi campuran persentase pasir dan butiran halus yang berbeda terkait nilai *MDD* dan *OMC*.
2. Penelitian selanjutnya dapat mencoba meningkatkan kadar kapur padam lebih tinggi untuk mengetahui titik optimumnya.
3. Penelitian dapat menambah atau menggunakan bahan stabilisasi yang lain namun dengan yang sama untuk membandingkan hasilnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Advanced Engineering Geology & Geotechnics. 2004. *Correlations Between Soil Plasticity and Shear Parameter*. USDA. GE 441.
- American Society for Testing and Materials. 1989. *Standard Test Method of Test for Shrinkage Limit of Soil*. ASTM designation: D 424-74, Philadelphia. PA.
- Benahmed, N. et al. 2014. *Experimental Investigation into The Effects of Low Plastic Fines Content on The Behavior of Sand/Silt Mixtures*. Eur. J. Enviro. Civ. Eng. 109-128. Marseille.
- Bowles. J.E. 1979. *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. McGraw-Hill.
- Burmister, D. M. 1949. *Principles and Techniques of Soil Identification*. Proceedings, Annual Highway Research Board Meeting, National Research Council. Washington D.C., Vol. 29, 402-434.
- Das, B.M. 2010. *Principles of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning. Stamford.
- Diolatzis, Ioannis S., Pavlogeorgatos, Gerasimos. 2018. *Deepening to Antikythera Mechanism Via Its Interactivity*. Elsevier. Digital Application in Archeology and Cultural Heritage. Mytilene.
- Duncan, Michael J., Wright, Stephen G., Brandon, Thomas L. 2014. *Soil Strength and Slope Stability*. Wiley. New Jersey.
- Frank, H.S., Wen, W.Y. 1957. *Structural Aspects of Ion-Solvent Interaction in Aqueous Solutions: A Suggested Picture of Water Structures*. Faraday Society Discussions 24, 133-140.

- Ghobadi, M.H., Abdilor, Y., Babazadeh, R. 2013. *Stabilization of Clay Soils Using Lime and Effect of pH variations on Shear Strength Parameters*. Springer. Bull Eng. Geo. Environ. 73, 611-79. Verlag Berlin Heidelberg.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah I*. Dalam: *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah II*. Dalam: *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Macfarlane, Jackson. Vanario, Tiziana. Monteiro, Paulo J. M. 2021. *Multiscale imaging, strength and permeability measurement: understanding the durability of Roman marine concrete*. Elsevier: Construction and Building Materials. California.
- Negi, Ankit Singh et al. 2013. *Soil Stabilization Using Lime*. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 2, 448-453.
- Nelson, John D. et al. 2015. *Foundation Engineering for Expansive Soils*. Wiley. New Jersey.
- Schanz, Tom. Elsayy, Mohamd B. D. 2015. *Swelling Characteristics and Shear Strength of Highly Expansive Clay-Lime Mixtures: A Comparative Study*. Arab J Geosci 8, 7919-7927.
- Sweeney, D. A. et al. 1988. *Effect of Lime on Highly Plastic Clay with Special Effect on Aging*. Transportation Research Record No. 1190, Artificial Ground Freezing and Soil Stabilization.
- Terzaghi, Karl. Peck, Ralph B. Mesri, Gholamreza. 1996. *Soil Mechanics in Engineering Practice*. Wiley-Interscience Publication.
- Tian, Weijing. Tong, Fuguo. 2018. *The Effect of Suction on Shear Strength of Silty Clay*. In: Hu, L., Gu, X., Tao, J., Zhou, A. (eds) Proceedings of GeoShanghai 2018 International Conference: Multi-physics Processes in

- Soil Mechanics and Advances in Geotechnical Testing. GSIC 2018. Springer, Singapore.
- Vallejo, Luis. Mawby, Roger. 2000. *Porosity influence on the shear strength of granular material-clay mixtures*. Engineering Geology. 58. 125-136.
- Yin, K. et al. 2021. *A Review of Sand–Clay Mixture and Soil–Structure Interface Direct Shear Test*. Geotechnics. 1. 260-306.
- Yoder, E. J. Witczak, M. W. 1975. *Principles of Pavement Design*. Wiley-Interscience Publication.

Lampiran 1. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Pasir



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN KADAR AIR
ASTM D 2216-71

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Plosokarep, Kel. Umbulharjo, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 21 Februari 2022
Sample : Tanah Asli

No	Uraian	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat <i>container</i> (W_1)	gram	13.28	13.03
2	Berat <i>container</i> + tanah basah (W_2)	gram	101.93	97.84
3	Berat <i>container</i> + tanah kering (W_3)	gram	100.37	96.31
4	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gram	1.56	1.53
5	Berat tanah kering ($W_s = W_3 - W_1$)	gram	87.09	83.28
6	Kadar air ($W_w : W_s \times 100\%$)	%	1.79	1.84
7	Kadar air rata-rata (w)	%	1.81	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 2. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Berbutir Halus



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN KADAR AIR
ASTM D 2216-71

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 21 Februari 2022
Sample : Tanah Asli

No	Uraian	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat <i>container</i> (W_1)	gram	13.28	13.03
2	Berat <i>container</i> + tanah basah (W_2)	gram	44.62	49.15
3	Berat <i>container</i> + tanah kering (W_3)	gram	32.57	34.38
4	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gram	12.05	14.77
5	Berat tanah kering ($W_s = W_3 - W_1$)	gram	19.29	21.35
6	Kadar air ($W_w : W_s \times 100\%$)	%	62.47	69.18
7	Kadar air rata-rata (w)	%	65.82	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 3. Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Pasir



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BERAT VOLUME
ASTM D 2216

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Plosokarep, Kel. Umbulharjo, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 21 Februari 2022
Sample : Tanah Asli

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Diameter ring	d	cm	5.91	5.91
2	Tinggi ring	t	cm	2.00	2.00
3	Volume ring	V	cm ³	54.84	54.84
4	Berat ring	W ₁	gram	42.94	42.94
5	Berat ring + tanah basah	W ₂	gram	140.40	138.67
6	Berat tanah basah	W ₃ = W ₂ -W ₁	gram	97.46	95.73
7	Berat volume tanah	γ	gram/cm ³	1.777	1.746
8	Berat volume tanah rata-rata	γ rata-rata	gram/cm ³	1.761	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 4. Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Berbutir Halus



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BERAT VOLUME
ASTM D 2216

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 21 Februari 2022
Sample : Tanah Asli

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Diameter ring	d	cm	5.10	5.10
2	Tinggi ring	t	cm	2.10	2.10
3	Volume ring	V	cm ³	42.90	42.90
4	Berat ring	W ₁	gram	40.63	40.63
5	Berat ring + tanah basah	W ₂	gram	109.37	108.37
6	Berat tanah basah	W ₃ = W ₂ -W ₁	gram	68.74	67.74
7	Berat volume tanah	γ	gram/cm ³	1.602	1.579
8	Berat volume tanah rata-rata	γ rata-rata	gram/cm ³	1.591	

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 5. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Pasir



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BERAT JENIS
ASTM D 854-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Plosokarep, Kel. Umbulharjo, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 21 Februari 2022
Sample : Tanah Asli

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Berat piknometer	W_1	gram	31.83	29.83
2	Berat piknometer + tanah kering	W_2	gram	41.72	39.7
3	Berat piknometer + tanah kering + air penuh	W_3	gram	142.78	141.46
4	Berat piknometer + air penuh	W_4	gram	136.59	135.23
5	Suhu air ($t^{\circ}\text{C}$)		$^{\circ}\text{C}$	27	27
6	$\gamma_w = (t^{\circ}\text{C})$		gram/cm ³	0.9965	0.9965
7	$\gamma_w = (27,5^{\circ}\text{C})$		gram/cm ³	0.9964	0.9964
8	Berat tanah kering	$W_s = W_2 - W_1$	gram	9.89	9.87
9	A	$W_s + W_4$	gram	146.48	145.1
10	I	$A - W_3$	gram	3.7	3.64
11	Berat jenis tanah ($t^{\circ}\text{C}$)	G_s	gram/cm ³	2.67	2.71
12	Berat jenis tanah ($27,5^{\circ}\text{C}$)	G_s	gram/cm ³	2.66	2.70
13	Berat jenis tanah rata-rata ($27,5^{\circ}\text{C}$)	G_s rata-rata	gram/cm ³	2.68	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 6. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Berbutir Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BERAT JENIS
ASTM D 854-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 21 Februari 2022
Sample : Tanah Asli

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Berat piknometer	W_1	gram	38.55	39.31
2	Berat piknometer + tanah kering	W_2	gram	65.55	72.11
3	Berat piknometer + tanah kering + air penuh	W_3	gram	155.26	159.48
4	Berat piknometer + air penuh	W_4	gram	138.96	138.95
5	Suhu air ($t^{\circ}C$)		$^{\circ}C$	27	27
6	$\gamma_w = (t^{\circ}C)$		gram/cm ³	0.9965	0.9965
7	$\gamma_w = (27,5^{\circ}C)$		gram/cm ³	0.9964	0.9964
8	Berat tanah kering	$W_s = W_2 - W_1$	gram	27	32.8
9	A	$W_s + W_4$	gram	165.96	171.75
10	I	$A - W_3$	gram	10.7	12.27
11	Berat jenis tanah ($t^{\circ}C$)		gram/cm ³	2.52	2.67
12	Berat jenis tanah ($27,5^{\circ}C$)	G_s	gram/cm ³	2.51	2.66
13	Berat jenis tanah rata-rata ($27,5^{\circ}C$)	G_s rata-rata	gram/cm ³	2.59	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 7. Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Candi Prambanan Sampel 1



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Candi Prambanan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 9 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	mm	gram	gram	%	%
1	25.4	0	1000.00	0	100
1/2	13.2	0	1000.00	0	100
3/8	9.5	0	1000.00	0	100
1/4	6.7	0	1000.00	0	100
4	4.76	26.10	973.90	2.61	97.39
10	2	47.00	926.90	4.70	92.69
20	0.84	111.79	815.11	11.18	81.51
40	0.42	186.15	628.96	18.62	62.90
60	0.25	137.68	491.28	13.77	49.13
140	0.105	293.87	197.41	29.39	19.74
200	0.075	70.22	127.19	7.02	12.72
pan		127.19	0	12.72	0
Jumlah		1000.00		100.00	

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 8. Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Candi Prambanan Sampel 2



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Candi Prambanan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 9 Februari
Sample : Tanah Asli Sampel 2

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	mm	gram	gram	%	%
1	25.4	0	1000.00	0	100
1/2	13.2	0	1000.00	0	100
3/8	9.5	0	1000.00	0	100
1/4	6.7	0	1000.00	0	100
4	4.76	65.67	934.33	6.57	93.43
10	2	112.09	822.24	11.21	82.22
20	0.84	110.83	711.41	11.08	71.14
40	0.42	158.64	552.77	15.86	55.28
60	0.25	118.55	434.22	11.86	43.42
140	0.105	239.89	194.33	23.99	19.43
200	0.075	48.17	146.16	4.82	14.62
pan		146.16	0	14.62	0
Jumlah		1000.00		100.00	

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 9. Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Candi Prambanan Rata-Rata



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Candi Prambanan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 9 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Rata-Rata

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Presentase Tanah Lolos Sampel 1	Presentase Tanah Lolos Sampel 2	Presentase Tanah Lolos Rata-rata
	mm	gram	gram	%
1	25.4	100	100	100
1/2	13.2	100	100	100
3/8	9.5	100	100	100
1/4	6.7	100	100	100
4	4.76	97.39	93.43	95.41
10	2	92.69	82.22	87.46
20	0.84	81.51	71.14	76.33
40	0.42	62.90	55.28	59.09
60	0.25	49.13	43.42	46.28
140	0.105	19.74	19.43	19.59
200	0.075	12.72	14.62	13.67
pan	-	0	0.00	0

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 10. Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Pasir Sampel 1



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Plosokarep, Kel. Umbulharjo, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 22 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase 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	4.76	53.41	946.59	5.34	94.66
10	2	88.35	858.24	8.84	85.82
20	0.84	159.28	698.96	15.93	69.90
40	0.42	206.40	492.56	20.64	49.26
60	0.25	149.77	342.79	14.98	34.28
140	0.105	218.17	124.62	21.82	12.46
200	0.075	21.35	103.27	2.14	10.33
pan		103.27	0	10.33	0
Jumlah		1000		100.00	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 11. Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Pasir Sampel 2



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Plosokarep, Kel. Umbulharjo, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 22 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 2

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase 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	4.76	76.43	923.57	7.643	92.36
10	2	110.18	813.39	11.018	81.34
20	0.84	130.55	682.84	13.055	68.28
40	0.42	193.93	488.91	19.393	48.89
60	0.25	149.56	339.35	14.956	33.94
140	0.105	210.28	129.07	21.028	12.91
200	0.075	17.42	111.65	1.742	11.17
pan		111.65	0	11.165	0
Jumlah		1000		100.00	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 12. Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Pasir Rata-Rata



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Plosokarep, Kel. Umbulharjo, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 22 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Rata-Rata

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Presentase Tanah Lolos Sampel 1	Presentase Tanah Lolos Sampel 2	Presentase Tanah Lolos Rata-rata
	mm	gram	gram	%
1	25.4	100	100	100
1/2	13.2	100	100	100
3/8	9.5	100	100	100
1/4	6.7	100	100	100
4	4.76	94.66	92.36	93.51
10	2	85.82	81.34	83.58
20	0.84	69.90	68.28	69.09
40	0.42	49.26	48.89	49.07
60	0.25	34.28	33.94	34.11
140	0.105	12.46	12.91	12.68
200	0.075	10.33	11.17	10.75
pan	-	0	0	0

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 13. Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus Sampel 1



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 22 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	mm	gram	gram	%	%
1	25.4	0	1000.00	0	100
1/2	13.2	0	1000.00	0	100
3/8	9.5	0	1000.00	0	100
1/4	6.7	0	1000.00	0	100
4	4.76	0.00	1000.00	0	100
10	2	2.43	997.57	0.24	99.76
20	0.84	23.38	974.19	2.34	97.42
40	0.42	41.76	932.43	4.18	93.24
60	0.25	34.01	898.42	3.40	89.84
140	0.105	62.33	836.09	6.23	83.61
200	0.075	7.34	828.75	0.73	82.88
pan		828.75	0	82.88	0
Jumlah		1000.00		100.00	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 14. Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus Sampel 2



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
ASTM D 422-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 22 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 2

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Presentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	mm	gram	gram	%	%
1	25.4	0	1000.00	0	100
1/2	13.2	0	1000.00	0	100
3/8	9.5	0	1000.00	0	100
1/4	6.7	0	1000.00	0	100
4	4.76	0.00	1000.00	0.00	100.00
10	2	5.23	994.77	0.52	99.48
20	0.84	15.61	979.16	1.56	97.92
40	0.42	52.07	927.09	5.21	92.71
60	0.25	27.31	899.78	2.73	89.98
140	0.105	70.67	829.11	7.07	82.91
200	0.075	10.54	818.57	1.05	81.86
pan	8	818.57	0	81.86	0
Jumlah		1000.00		100.00	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 15. Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus Rata-Rata



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 22 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Rata-Rata

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Presentase Tanah Lolos Sampel 1	Presentase Tanah Lolos Sampel 2	Presentase Tanah Lolos Rata-rata
	mm	gram	gram	%
1	25.4	100	100	100
1/2	13.2	100	100	100
3/8	9.5	100	100	100
1/4	6.7	100	100	100.00
4	4.76	100	100.000	100.00
10	2	99.76	99.48	99.62
20	0.84	97.42	97.92	97.67
40	0.42	93.24	92.71	92.98
60	0.25	89.84	89.98	89.91
140	0.105	83.61	82.91	83.26
200	0.075	82.88	81.86	82.37
pan	-	0	0	0

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 16. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Candi Prambanan Sampel 1



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Candi Prambanan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 10 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	27	45	47	10.14	48	8.9	0	0.01293	0
2	27	31	33	7.12	34	11.2	5.600	0.01293	0.03060
5	27	23	25	5.39	26	12.5	2.500	0.01293	0.02044
30	27	10	12	2.59	13	14.7	0.490	0.01293	0.00905
60	27	7	9	1.94	10	15.2	0.253	0.01293	0.00651
250	27	5	7	1.51	8	15.5	0.062	0.01293	0.00322
1440	26	2	4	0.86	5	16	0.011	0.01308	0.00138

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 17. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Candi Prambanan Sampel 2



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER
ASTM D 421-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Candi Prambanan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 10 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	27	42	44	10.91	45	9.4	0	0.01293	0.0000
2	27	36	38	9.42	39	10.4	5.200	0.01293	0.0295
5	27	30	32	7.94	33	11.4	2.280	0.01293	0.0195
30	27	15	17	4.22	18	13.8	0.460	0.01293	0.0088
60	27	11	13	3.22	14	14.5	0.242	0.01293	0.0064
250	27	5	7	1.74	8	15.5	0.062	0.01293	0.0032
1440	26	2	4	0.99	5	16	0.011	0.01308	0.0014

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 18. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Candi Prambanan Rata-Rata



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Candi Prambanan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 10 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Rata-Rata

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	27	43.5	45.5	10.55	46.5	9.15	0	0.01293	0.0000
2	27	33.5	35.5	8.23	36.5	10.8	5.400	0.01293	0.0300
5	27	26.5	28.5	6.61	29.5	11.95	2.390	0.01293	0.0200
30	27	12.5	14.5	3.36	15.5	14.25	0.475	0.01293	0.0089
60	27	9	11	2.55	12	14.8	0.247	0.01293	0.0064
250	27	5	7	1.62	8	15.5	0.062	0.01293	0.0032
1440	26	2	4	0.93	5	16	0.011	0.01308	0.0014

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 19. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Pasir Sampel 1



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER
ASTM D 421-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Plosokarep, Kel. Umbulharjo, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 23 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	26	45	47	8.04	48	8.9	0.000	0.01261	0.0000
2	26	31	33	5.65	34	11.2	5.600	0.01261	0.0298
5	26	25	27	4.62	28	12.2	2.440	0.01261	0.0197
30	26	14	16	2.74	17	14	0.467	0.01261	0.0086
60	26	11	13	2.22	14	14.5	0.242	0.01261	0.0062
250	26	4	6	1.03	7	15.6	0.062	0.01261	0.0031
1440	26	2	4	0.68	5	16	0.011	0.01261	0.0013

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 20. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Pasir Sampel 2



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Plosokarep, Kel. Umbulharjo, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 23 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	26	43	45	8.32	46	9.2	0.000	0.01261	0.0000
2	26	28	30	5.55	31	11.7	5.850	0.01261	0.0305
5	26	22	24	4.44	25	12.7	2.540	0.01261	0.0201
30	26	13	15	2.77	16	14.2	0.473	0.01261	0.0087
60	26	10	12	2.22	13	14.7	0.245	0.01261	0.0062
250	26	5	7	1.29	8	15.5	0.062	0.01261	0.0031
1440	26	2	4	0.74	5	16	0.011	0.01261	0.0013

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 21. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Pasir Rata-Rata



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Plosokarep, Kel. Umbulharjo, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 23 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Rata-Rata

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	26	44	46	8.19	47	9.1	0	0.01261	0.0000
2	26	29.5	31.5	5.61	32.5	11.45	5.725	0.01261	0.0302
5	26	23.5	25.5	4.54	26.5	12.45	2.490	0.01261	0.0199
30	26	13.5	15.5	2.76	16.5	14.1	0.470	0.01261	0.0086
60	26	10.5	12.5	2.23	13.5	14.6	0.243	0.01261	0.0062
250	26	4.5	6.5	1.16	7.5	15.55	0.062	0.01261	0.0031
1440	26	2	4	0.71	5	16	0.011	0.01261	0.0013

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 22. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Berbutir Halus Sampel 1



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER
ASTM D 421-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 23 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	26	55	57	79.68	58	7.3	0.000	0.01295	0.0000
2	26	49	51	71.29	52	8.3	4.150	0.01295	0.0264
5	26	43	45	62.90	46	9.2	1.840	0.01295	0.0176
30	26	29	31	43.33	32	11.5	0.383	0.01295	0.0080
60	26	22	24	33.55	25	12.7	0.212	0.01295	0.0060
250	26	17	19	26.56	20	13.5	0.054	0.01295	0.0030
1440	26	8	10	13.98	11	15	0.010	0.01295	0.0013

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 23. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Berbutir Halus Sampel 2



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER
ASTM D 421-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 23 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 2

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	26	52	54	74.56	55	7.8	0.000	0.01295	0.0000
2	26	44	46	63.51	47	9.1	4.550	0.01295	0.0276
5	26	36	38	52.46	39	10.4	2.080	0.01295	0.0187
30	26	22	24	33.14	25	12.7	0.423	0.01295	0.0084
60	26	15	17	23.47	18	13.8	0.230	0.01295	0.0062
250	26	10	12	16.57	13	14.7	0.059	0.01295	0.0031
1440	26	6	8	11.05	9	15.3	0.011	0.01295	0.0013

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 24. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Berbutir Halus Rata-Rata



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER
ASTM D 421-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 23 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Rata-Rata

Waktu (Menit)	Temperatur (°C)	Ra	Rc	P (%Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
0	26	53.5	55.5	77.10	56.5	7.5	0	0.01295	0.0000
2	26	46.5	48.5	67.38	49.5	8.7	4.350	0.01295	0.0270
5	26	39.5	41.5	57.65	42.5	9.8	1.960	0.01295	0.0181
30	26	25.5	27.5	38.20	28.5	12.1	0.403	0.01295	0.0082
60	26	18.5	20.5	28.48	21.5	13.255	0.221	0.01295	0.0061
250	26	13.5	15.5	21.53	16.5	14.7	0.059	0.01295	0.0031
1440	26	7	9	12.50	10	15.2	0.011	0.01295	0.0013

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

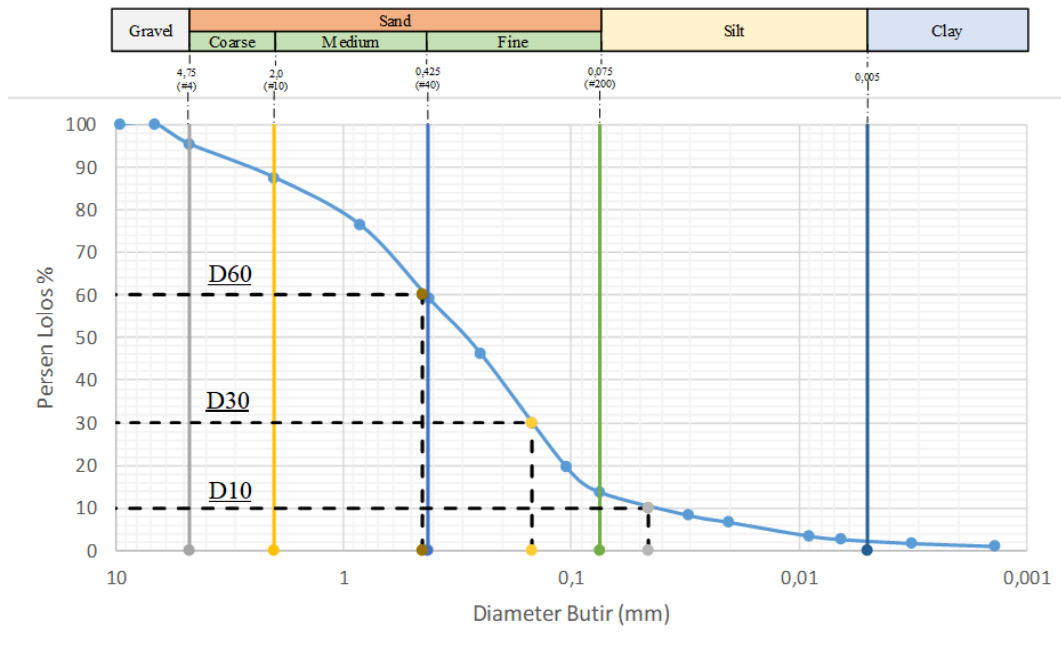
Lampiran 25. Grafik Hasil Pengujian Analisa Butiran Tanah Candi Prambanan Rata-Rata



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

GRAFIK DISTRIBUSI BUTIRAN
ASTM D 421-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Candi Prambanan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 11 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Rata-Rata



Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 26. Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan Tanah Candi Prambanan



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Candi Prambanan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 11 Februari 2022
Sample : Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan

Keterangan	Hasil	Satuan
Tanah lolos ayakan No. 200	13.67	%
Gravel	4.59	%
Sand	81.74	%
Silt	11.53	%
Clay	2.14	%
D10	0.044	mm
D30	0.149	mm
D60	0.45	mm
$Cu = D60/D10$	10.2273	
$Cc = D30^2/(D10 \times D60)$	1.1213	

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

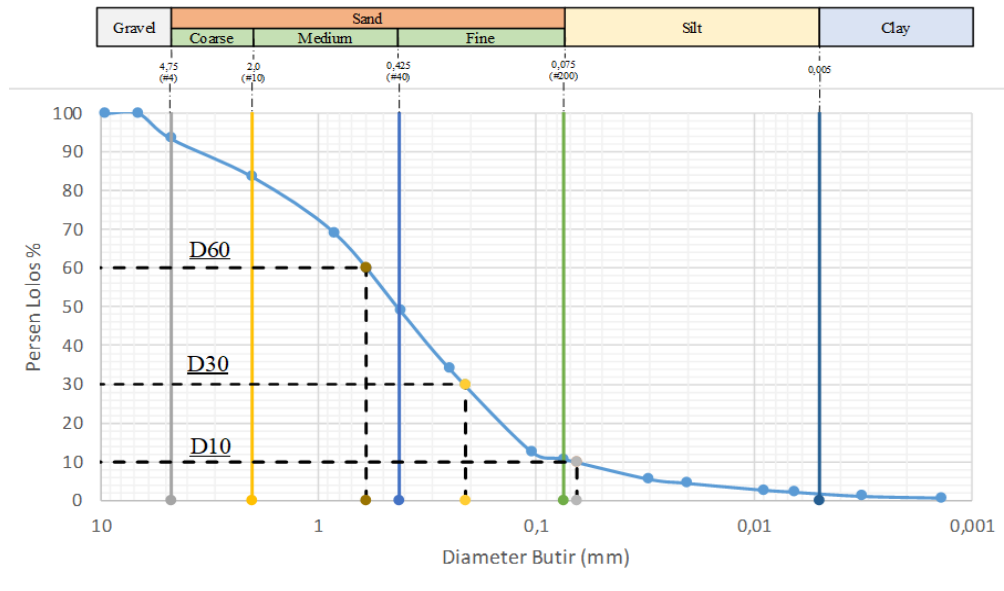
Lampiran 27. Grafik Hasil Pengujian Analisa Butiran Tanah Pasir Rata-Rata



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

GRAFIK DISTRIBUSI BUTIRAN
ASTM D 421-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Plosokarep, Kel. Umbulharjo, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 24 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Rata-Rata



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 28. Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan Tanah Pasir



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Plosokarep, Kel. Umbulharjo, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 24 Februari 2022
Sample : Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan

Keterangan	Hasil	Satuan
Tanah lolos ayakan No. 200	10.75	%
Gravel	6.49	%
Sand	82.76	%
Silt	8.94	%
Clay	1.81	%
D10	0.065	mm
D30	0.21	mm
D60	0.6	mm
$Cu = D60/D10$	9.2308	
$Cc = D30^2/(D10 \times D60)$	1.1308	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

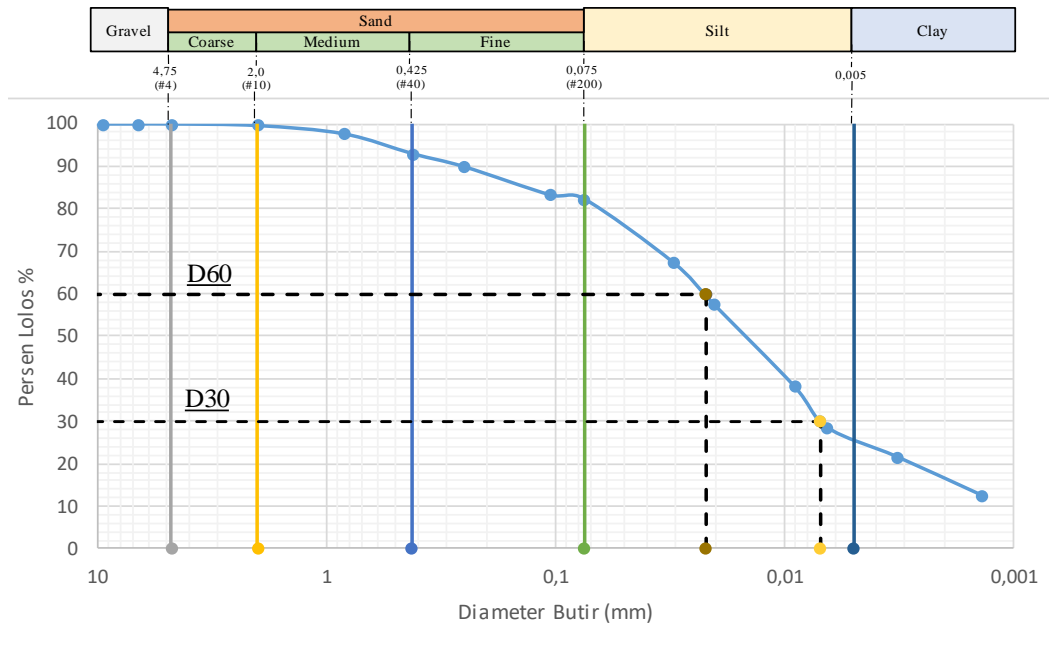
Lampiran 29. Grafik Hasil Pengujian Analisa Butiran Berbutir Halus Rata-Rata



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

GRAFIK DISTRIBUSI BUTIRAN
ASTM D 421-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 24 Februari 2022
Sample : Tanah Asli Rata-Rata



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 30. Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan Tanah Berbutir Halus



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
ASTM D 422-72

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 24 Februari 2022
Sample : Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan

Keterangan	Hasil	Satuan
Tanah lolos ayakan No. 200	82.37	%
Gravel	0	%
Sand	17.63	%
Silt	57.36	%
Clay	25.01	%
D10	0	mm
D30	0	mm
D60	0	mm
$Cu = D60/D10$	0	
$Cc = D30^2/(D10 \times D60)$	0	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 31. Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Platis Tanah Asli Sampel 1



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 7 Maret 2022
Sample : Tanah Asli sampel 1

No	Uraian	Sat	I		II		III		IV		Batas Plastis	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	No cawan											
2	Berat cawan	gr	12.88	13.13	13.41	12.95	13.15	13.06	12.78	12.96	12.41	12.87
3	Berat cawan + tanah basah	gr	24.77	26.11	34.45	35.41	27.66	22.44	25.56	30.71	18.47	20.44
4	Berat cawan + tanah kering	gr	19.11	19.97	24.56	24.79	20.92	18.11	19.93	22.87	16.30	17.71
5	Berat air (3) - (4)	gr	5.66	6.14	9.89	10.62	6.74	4.33	5.63	7.84	2.17	2.73
6	Berat tanah kering (4) - (2)	gr	6.23	6.84	11.15	11.84	7.77	5.05	7.15	9.91	3.89	4.84
7	Kadar air = (5)/(6) x 100%	%	90.85	89.77	88.70	89.70	86.74	85.74	78.74	79.11	55.78	56.40
8	Kadar air rata - rata	%	90.31		89.20		86.24		78.93		56.09	
9	Jumlah pukulan, N		12		14		18		35			

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 32. Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Platis Tanah Asli Sampel 2



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 7 Maret 2022
Sample : Tanah Asli sampel 2

No	Uraian	Sat	I		II		III		IV		Batas Plastis	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	No cawan											
2	Berat cawan	gr	13.67	12.89	12.86	13.00	12.77	13.30	13.02	13.09	12.73	13.18
3	Berat cawan + tanah basah	gr	26.35	27.82	21.71	25.67	24.03	24.36	26.63	24.25	17.10	21.70
4	Berat cawan + tanah kering	gr	20.40	20.81	17.57	19.75	18.94	19.34	20.64	19.30	15.48	18.69
5	Berat air (3) - (4)	gr	5.95	7.01	4.14	5.92	5.09	5.02	5.99	4.95	1.62	3.01
6	Berat tanah kering (4) - (2)	gr	6.73	7.92	4.71	6.75	6.17	6.04	7.62	6.21	2.75	5.51
7	Kadar air = (5)/(6) x 100%	%	88.41	88.51	87.90	87.70	82.50	83.11	78.61	79.71	58.91	54.63
8	Kadar air rata - rata	%	88.46		87.80		82.80		79.16		56.77	
9	Jumlah pukulan, N		12		15		26		43			

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 33. Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1



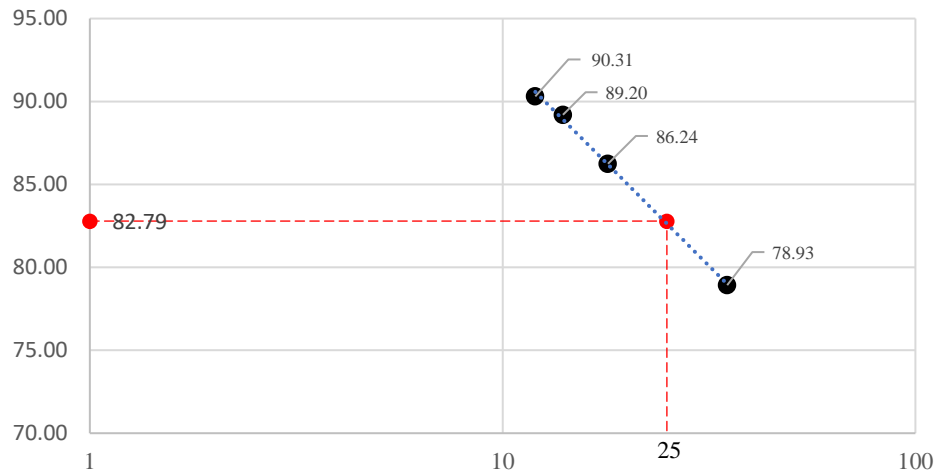
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 7 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1

Grafik Hasil Pengujian Batas Cair



Sampel 1

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 34. Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 2

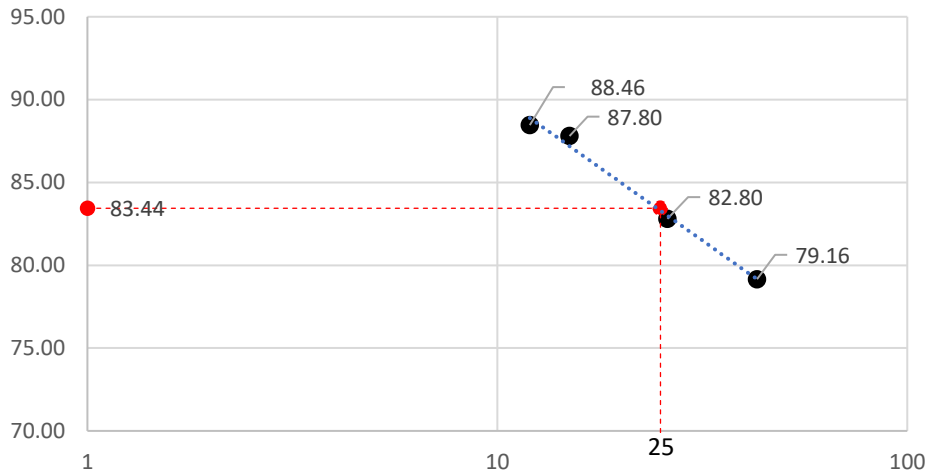


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 7 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 2

Grafik Hasil Pengujian Batas Cair



Sampel 2

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 35. Data Awal Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 1



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BATAS SUSUT TANAH
ASTM D 427-74

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 8 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1

a. Kadar Air

No	Pengujian		I	II
1	Berat cawan susut	W1, gr	42.18	49.54
2	Berat cawan susut + tanah basah	W2, gr	67.02	71.90
3	Berat cawan susut + tanah kering	W3, gr	53.16	57.94
4	Berat tanah kering	gr	10.98	8.40
5	Kadar air, $w = (W2-W3)/(W3-W1) \times 100\%$	%	126.23	166.19

b. Volume Tanah Basah = Volume Cawan Susut

No	Pengujian		I	II
1	Diameter ring	d, cm	4.2	4.6
2	Tinggi ring	t, cm	1.37	1.35
3	Volume ring	V, cm ³	18.970938	22.42431

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 36. Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 1



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BATAS SUSUT TANAH
ASTM D 427-74

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 8 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1

No	Uraian		I	II
1	Berat air raksa yang terdesak tanah kering	W ₄ , gr	167.32	204.00
2	Berat gelas ukur	W ₅ , gr	60.46	60.46
3	Berat air raksa	W ₆ , gr	106.86	143.54
4	Berat tanah kering	W ₀ , gr	126.23	166.19
5	Volume tanah kering	V ₀ , cm ³	7.86	10.55
6	Batas susut	%	25.01	24.88
7	Batas susut tanah rata-rata	%	24.95	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 37. Data Awal Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 2



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 8 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 2

a. Kadar Air

No	Pengujian		I	II
1	Berat cawan susut	W1, gr	42.66	38.21
2	Berat cawan susut + tanah basah	W2, gr	65.68	66.30
3	Berat cawan susut + tanah kering	W3, gr	53.91	54.09
4	Berat tanah kering	gr	11.25	15.88
5	Kadar air, $w = (W2-W3)/(W3-W1) \times 100\%$	%	104.62	76.89

b. Volume Tanah Basah = Volume Cawan Susut

No	Pengujian		I	II
1	Diameter ring	d, cm	4.17	4.16
2	Tinggi ring	t, cm	1.34	1.33
3	Volume ring	V, cm ³	18.291384	18.067912

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 38. Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 2



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BATAS SUSUT TANAH
ASTM D 427-74

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Jl. Sambipitu, Kec. Gedangsari, Kab. Gunung Kidul, Prov. DIY
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 8 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 2

No	Uraian		I	II
1	Berat air raksa yang terdesak tanah kering	W4, gr	188.32	190.38
2	Berat gelas ukur	W5, gr	60.46	60.46
3	Berat air raksa	W6, gr	127.86	129.92
4	Berat tanah kering	W ₀ , gr	104.62	76.89
5	Volume tanah kering	V ₀ , cm ³	9.40	9.55
6	Batas susut	%	25.60	23.27
7	Batas susut tanah rata-rata	%	24.43	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 39. Hasil Pengujian *Proctor Standard* Tanah Asli Sampel 1 dengan 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 14 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Sampel 1 Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus

MOLD			HAMMER		
1	Diameter (D) cm	10.16	1	Berat, gram	2500
2	Tinggi (H) cm	11.55	2	Lapis	3
3	Volume (V) cm ²	936.395	3	Jumlah pukulan (n)	25
4	Berat, gram	1745	4	Tinggi jatuh (cm)	30.48

Penambahan air						
1	Berat sampel tanah, gr	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula, %	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
3	Penambahan air, %	4	8	12	16	20
4	Penambahan air, ml	80	160	240	320	400

Berat volume tanah, γ						
1	No. sampel	1	2	3	4	5
2	Berat cetakan + tanah basah	3477	3564	3693	3721	3700
3	Berat tanah basah	1732	1819	1948	1976	1955
4	Berat volume tanah basah, γ	1.85	1.94	2.08	2.11	2.09

Kadar air tanah											
1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
2	No. Cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	13.07	13.02	13.04	12.83	13.1	13.09	13	12.1	12.72	13.14
4	Berat cawan + tanah basah	70.6	78.68	85.55	84.15	77.26	85.84	86.87	95.78	104.62	121.15
5	Berat cawan + tanah kering	66.02	73.5	77.19	76.23	68.16	75.39	73.16	80.59	85.61	98.65
6	Berat air	4.58	5.18	8.36	7.92	9.1	10.45	13.71	15.19	19.01	22.5
7	Berat tanah kering	52.95	60.48	64.15	63.4	55.06	62.3	60.16	68.49	72.89	85.51



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 14 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1 Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus

Kadar air tanah											
	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
8	Kadar air	8.65	8.56	13.03	12.49	16.53	16.77	22.79	22.18	26.08	26.31
9	Kadar air rata rata	8.61		12.76		16.65		22.48		26.20	
10	Berat volume tanah kering, γ_d	1.70		1.72		1.78		1.72		1.65	

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 40. Hasil Pengujian *Proctor Standard* Tanah Asli Sampel 1 dengan 80% Pasir dan 20% Butiran Halus



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 17 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1 Campuran 80% Pasir dan 20% Butiran Halus

MOLD			HAMMER		
1	Diameter (D) cm	10.16	1	Berat, gram	2500
2	Tinggi (H) cm	11.55	2	Lapis	3
3	Volume (V) cm ²	936.395	3	Jumlah pukulan (n)	25
4	Berat, gram	1745	4	Tinggi jatuh (cm)	30.48

Penambahan air						
1	Berat sampel tanah, gr	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula, %	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
3	Penambahan air, %	4	8	12	16	20
4	Penambahan air, ml	80	160	240	320	400

Berat volume tanah, γ						
1	No. sampel	1	2	3	4	5
2	Berat cetakan + tanah basah	3419	3568	3685	3716	3631
3	Berat tanah basah	1674	1823	1940	1971	1886
4	Berat volume tanah basah, γ	1.79	1.95	2.07	2.10	2.01

Kadar air tanah											
1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
2	No. Cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	12.78	12.97	12.85	13	12.99	12.81	12.87	12.61	12.88	13.12
4	Berat cawan + tanah basah	44.9	47.93	61.32	55.63	60.54	49.33	82.44	74.43	66.29	82.51
5	Berat cawan + tanah kering	41.94	44.73	54.7	50.08	52.92	43.56	69	63.15	54.45	66.56
6	Berat air	2.96	3.2	6.62	5.55	7.62	5.77	13.44	11.28	11.84	15.95
7	Berat tanah	29.16	31.76	41.85	37.08	39.93	30.75	56.13	50.54	41.57	53.44



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 17 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1 Campuran 80% Pasir dan 20% Butiran Halus

Kadar air tanah											
No. Pengujian		1		2		3		4		5	
8	Kadar air	10.15	10.08	15.82	14.97	19.08	18.76	23.94	22.32	28.48	29.85
9	Kadar air rata	10.11		15.39		18.92		23.13		29.16	
10	Berat volume tanah kering, γ_d	1.62		1.69		1.74		1.71		1.56	

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 41. Hasil Pengujian *Proctor Standard* Tanah Asli Sampel 1 dengan 70% Pasir dan 30% Butiran Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 21 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Sampel 1 Campuran 70% Pasir dan 30% Butiran Halus

MOLD			HAMMER		
1	Diameter (D) cm	10.16	1	Berat, gram	2500
2	Tinggi (H) cm	11.55	2	Lapis	3
3	Volume (V) cm ²	936.395	3	Jumlah pukulan (n)	25
4	Berat, gram	1745	4	Tinggi jatuh (cm)	30.48

Penambahan air					
1	Berat sampel tanah, gr	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula, %	4.2	4.2	4.2	4.2
3	Penambahan air, %	4	8	12	16
4	Penambahan air, ml	80	160	240	320

Berat volume tanah, γ					
1	No. sampel	1	2	3	4
2	Berat cetakan + tanah basah	3403	3574	3599	3610
3	Berat tanah basah	1658	1829	1854	1865
4	Berat volume tanah basah, γ	1.77	1.95	1.98	1.99

Kadar air tanah											
1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
2	No. Cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	13.28	12.91	12.73	13.36	12.67	13.11	12.83	13.07	12.88	12.8
4	Berat cawan + tanah basah	52.82	64.86	53.62	71.22	57.39	67.09	69.05	89.2	73.2	65.39
5	Berat cawan + tanah kering	47.63	57.97	46.74	61.49	49	56.98	56.89	72.62	58.02	51.12
6	Berat air	5.19	6.89	6.88	9.73	8.39	10.11	12.16	16.58	15.18	14.27
7	Berat tanah	34.35	45.06	34.01	48.13	36.33	43.87	44.06	59.55	45.14	38.32



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 21 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 1 Campuran 70% Pasir dan 30% Butiran Halus

Kadar air tanah											
No. Pengujian	1		2		3		4		5		
8	Kadar air	15.11	15.29	20.23	20.22	23.09	23.05	27.60	27.84	33.63	37.24
9	Kadar air rata	15.20		20.22		23.07		27.72		35.43	
10	Berat volume tanah kering, γ_d	1.54		1.62		1.61		1.56		1.43	

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 42. Hasil Pengujian *Proctor Standard* Tanah Asli Sampel 2 dengan 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 14 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Sampel 2 Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus

MOLD			HAMMER		
1	Diameter (D) cm	10.16	1	Berat, gram	2500
2	Tinggi (H) cm	11.55	2	Lapis	3
3	Volume (V) cm ²	936.395	3	Jumlah pukulan (n)	25
4	Berat, gram	1745	4	Tinggi jatuh (cm)	30.48

Penambahan air						
1	Berat sampel tanah, gr	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula, %	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
3	Penambahan air, %	4	8	12	16	20
4	Penambahan air, ml	80	160	240	320	400

Berat volume tanah, γ						
1	No. sampel	1	2	3	4	5
2	Berat cetakan + tanah basah	3460	3576	3685	3720	3659
3	Berat tanah basah	1715	1831	1940	1975	1914
4	Berat volume tanah basah, γ	1.83	1.96	2.07	2.11	2.04

Kadar air tanah											
1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	13.07	13.02	13.04	12.83	13.1	13.09	13	12.1	12.72	13.14
4	Berat cawan + tanah basah	93	58.03	89.37	83.46	89.89	90.01	82.96	74.07	104.36	109.04
5	Berat cawan + tanah kering	86.39	54.36	80.95	75.9	79.6	79.52	72.03	64.78	87.1	89.66
6	Berat air	6.61	3.67	8.42	7.56	10.29	10.49	10.93	9.29	17.26	19.38
7	Berat tanah kering	73.32	41.34	67.91	63.07	66.5	66.43	59.03	52.68	74.38	76.52



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 14 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Sampel 2 Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus

Kadar air tanah											
	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
8	Kadar air	9.015	8.88	12.4	11.99	15.47	15.79	18.52	17.63	23.21	25.33
9	Kadar air rata rata	8.95		12.19		15.63		18.08		24.27	
10	Berat volume tanah kering, γ_d	1.68		1.74		1.79		1.79		1.64	

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 43. Hasil Pengujian *Proctor Standard* Tanah Asli Sampel 2 dengan 80% Pasir dan 20% Butiran Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 17 Maret 2021
 Sample : Tanah Asli Sampel 2 Campuran 80% Pasir dan 20% Butiran Halus

MOLD			HAMMER		
1	Diameter (D) cm	10.16	1	Berat, gram	2500
2	Tinggi (H) cm	11.55	2	Lapis	3
3	Volume (V) cm ²	936.395	3	Jumlah pukulan (n)	25
4	Berat, gram	1745	4	Tinggi jatuh (cm)	30.48

Penambahan air						
1	Berat sampel tanah, gr	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula, %	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
3	Penambahan air, %	4	8	12	16	20
4	Penambahan air, ml	80	160	240	320	400

Berat volume tanah, γ						
1	No. sampel	1	2	3	4	5
2	Berat cetakan + tanah basah	3472	3593	3721	3691	3647
3	Berat tanah basah	1727	1848	1976	1946	1902
4	Berat volume tanah basah, γ	1.84	1.97	2.11	2.08	2.03

Kadar air tanah											
1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
2	No. Cawan										
3	Berat cawan	12.78	12.97	12.85	13	12.99	12.81	12.87	12.61	12.88	13.12
4	Berat cawan + tanah basah	61.08	53.24	65.53	67.74	71.63	63.39	85.99	108.5	109.12	106.36
5	Berat cawan + tanah kering	55.98	48.93	58.53	60.4	61.65	55.08	72.26	89.7	87.98	85.82
6	Berat air	5.1	4.31	7	7.34	9.98	8.31	13.73	18.76	21.14	20.54
7	Berat tanah	43.2	35.96	45.68	47.4	48.66	42.27	59.39	77.09	75.1	72.7



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 17 Maret 2021
Sample : Tanah Asli Sampel 2 Campuran 80% Pasir dan 20% Butiran Halus

Kadar air tanah											
No. Pengujian		1		2		3		4		5	
8	Kadar air	11.81	11.99	15.32	15.49	20.51	19.66	23.12	24.34	28.15	28.25
9	Kadar air rata	11.90		15.40		20.08		23.73		28.20	
10	Berat volume tanah kering, γ_d	1.65		1.71		1.76		1.68		1.58	

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 44. Hasil Pengujian *Proctor Standard* Tanah Asli Sampel 2 dengan 70% Pasir dan 30% Butiran Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 21 Maret 2021
 Sample : Tanah Asli Sampel 2 Campuran 70% Pasir dan 30% Butiran Halus

MOLD			HAMMER		
1	Diameter (D) cm	10.16	1	Berat, gram	2500
2	Tinggi (H) cm	11.55	2	Lapis	3
3	Volume (V) cm ²	936.395	3	Jumlah pukulan (n)	25
4	Berat, gram	1745	4	Tinggi jatuh (cm)	30.48

Penambahan air						
1	Berat sampel tanah, gr	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula, %	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
3	Penambahan air, %	4	8	12	16	20
4	Penambahan air, ml	80	160	240	320	400

Berat volume tanah, γ						
1	No. sampel	1	2	3	4	5
2	Berat cetakan + tanah basah	3422	3555	3625	3592	3535
3	Berat tanah basah	1677	1810	1880	1847	1790
4	Berat volume tanah basah, γ	1.79	1.93	2.01	1.97	1.91

Kadar air tanah											
1	No. Pengujian	1		2		3		4		5	
2	No. Cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	13.28	12.91	12.73	13.36	12.67	13.11	12.83	13.07	12.88	12.8
4	Berat cawan + tanah basah	76.78	83.93	75.62	63.11	89.23	87.55	66.28	96.43	141.45	90.85
5	Berat cawan + tanah kering	67.7	73.74	64.64	54.5	74.04	72.81	55.02	78.35	109.35	70.53
6	Berat air	9.08	10.19	10.98	8.61	15.19	14.74	11.26	18.08	32.1	20.32
7	Berat tanah	54.42	60.83	51.91	41.14	61.37	59.7	42.19	65.28	96.47	57.73



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 21 Maret 2021
Sample : Tanah Asli Sampel 2 Campuran 70% Pasir dan 30% Butiran Halus

Kadar air tanah											
No. Pengujian		1		2		3		4		5	
8	Kadar air	16.69	16.75	21.15	20.93	24.75	24.69	26.69	27.70	33.27	35.20
9	Kadar air rata	16.72		21.04		24.72		27.19		34.24	
10	Berat volume tanah kering, γ_d	1.53		1.60		1.61		1.55		1.42	

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

(Muhammad Annan Prapanca)

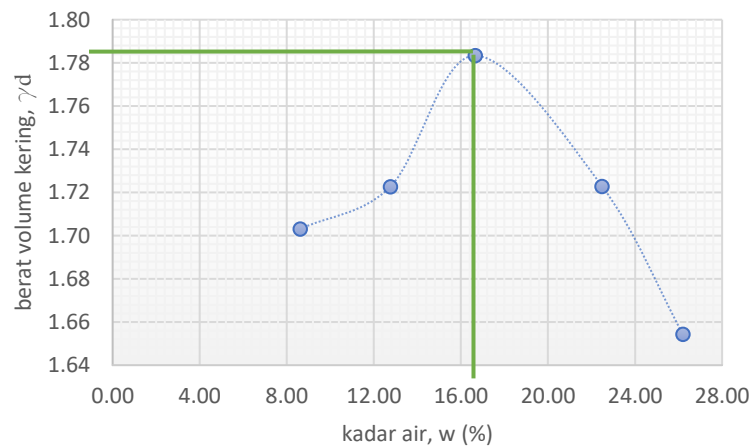
Lampiran 45. Grafik Hasil Pengujian *Proctor Standard* Tanah Asli Sampel 1 dengan 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 15 Maret 2021
 Sample : Tanah Asli Sampel 1 Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



Uraian	Simbol	Satuan	Nilai
Kadar Air Optimum	W_{opt}	%	16.68
Berat Volume Kering Maksimum	γ_{dmax}	gram/cm ³	1.784

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

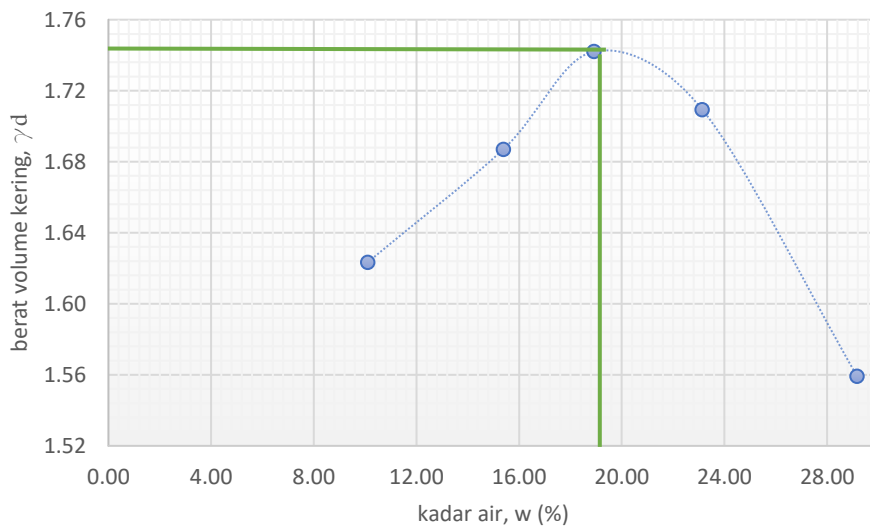
Lampiran 46. Grafik Hasil Pengujian *Proctor Standard* Tanah Asli Sampel 1 dengan 80% Pasir dan 20% Butiran Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 18 Maret 2021
 Sample : Tanah Asli Sampel 1 Campuran 80% Pasir dan 20% Butiran Halus



Uraian	Simbol	Satuan	Nilai
Kadar Air Optimum	W_{opt}	%	19.01
Berat Volume Kering Maksimum	γ_{dmax}	gram/cm ³	1.752

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

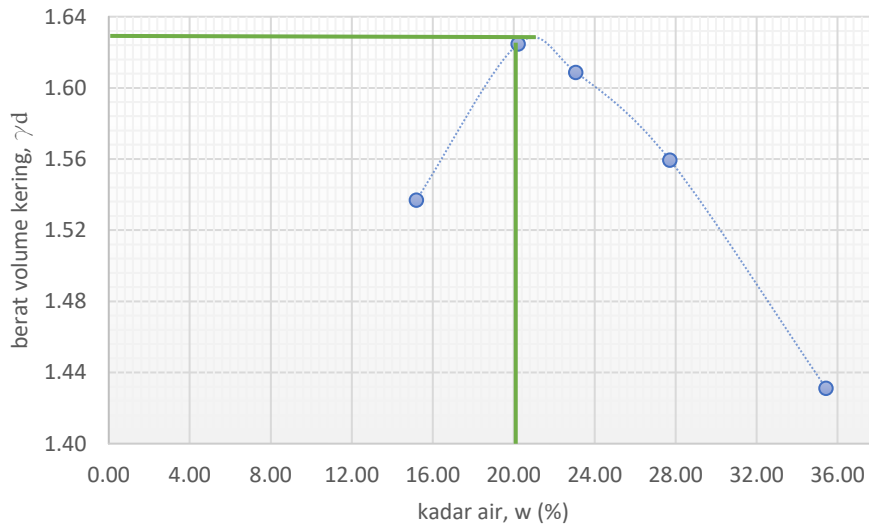
Lampiran 47. Grafik Hasil Pengujian *Proctor Standard* Tanah Asli Sampel 1 dengan 70% Pasir dan 30% Butiran Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 22 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Sampel 1 Campuran 70% Pasir dan 30% Butiran Halus



Uraian	Simbol	Satuan	Nilai
Kadar Air Optimum	W_{opt}	%	23.31
Berat Volume Kering Maksimum	γ_{dmax}	gram/cm ³	1.623

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

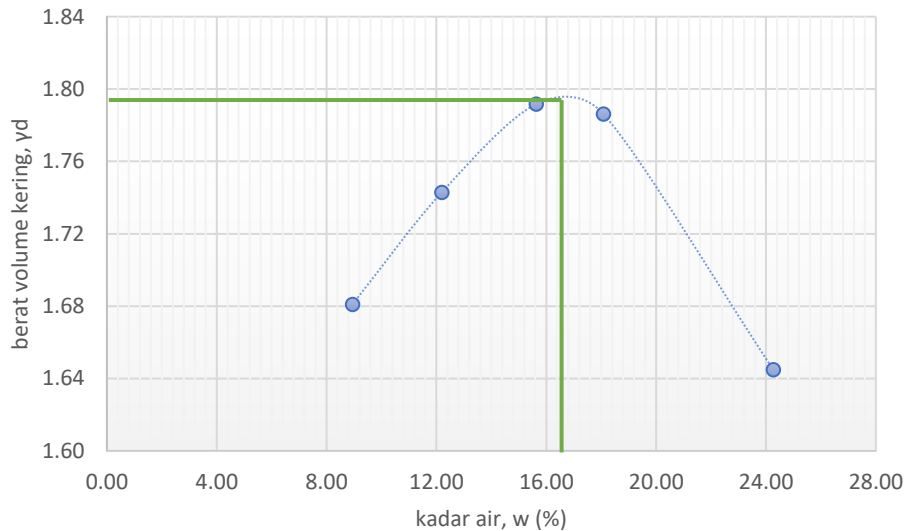
Lampiran 48. Grafik Hasil Pengujian *Proctor Standard* Tanah Asli Sampel 2 dengan 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 15 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Sampel 2 Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



Uraian	Simbol	Satuan	Nilai
Kadar Air Optimum	W_{opt}	%	16.34
Berat Volume Kering Maksimum	γ_{dmax}	gram/cm ³	1.794

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

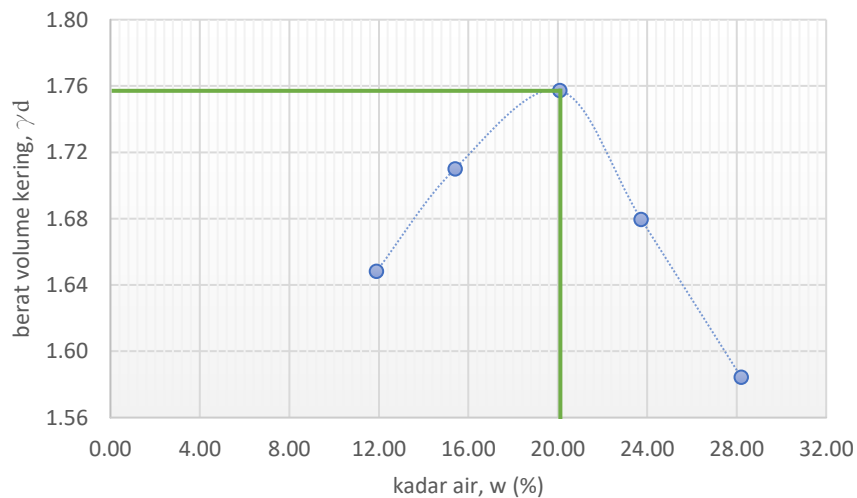
Lampiran 49. Grafik Hasil Pengujian *Proctor Standard* Tanah Asli Sampel 2 dengan 80% Pasir dan 20% Butiran Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 18 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Sampel 2 Campuran 80% Pasir dan 20% Butiran Halus



Uraian	Simbol	Satuan	Nilai
Kadar Air Optimum	W_{opt}	%	20.08
Berat Volume Kering Maksimum	γ_{dmax}	gram/cm ³	1.76

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

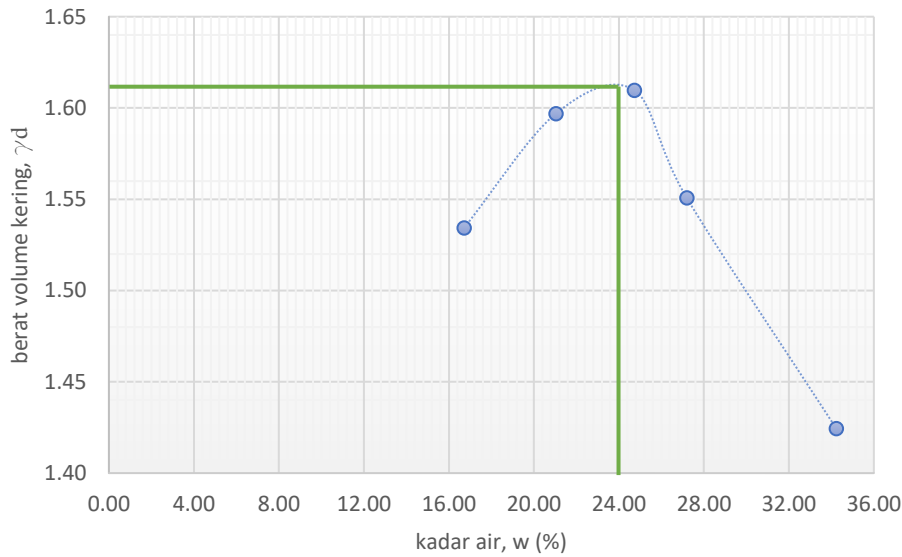
Lampiran 50. Grafik Hasil Pengujian *Proctor Standard* Tanah Asli Sampel 2 dengan 70% Pasir dan 30% Butiran Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

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

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Gunung Kidul dan Cangkringan
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 22 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Sampel 2 Campuran 70% Pasir dan 30% Butiran Halus



Uraian	Simbol	Satuan	Nilai
Kadar Air Optimum	W_{opt}	%	23.89
Berat Volume Kering Maksimum	γ_{dmax}	gram/cm ³	1.621

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 51. Data Pengujian Permeabilitas *Falling Head* Tanah Asli dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN PERMEABILITAS (*Falling Head*)
ASTM D 2434-74**

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 25 Agustus 2022
 Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%

Uraian	Rumus	Sat.	Sampel	
Berat Cawan	W_1	gr	9.05	9.27
Berat cawan + tanah basah	W_2	gr	23.67	25.4
Berat cawan + tanah kering	W_3	gr	21.59	23.11
Berat tanah basah	$W_2 - W_3$	gr	2.08	2.29
Berat tanah kering	$W_3 - W_1$	gr	12.54	13.84
Kadar air	w	%	16.59	16.55

Pengukuran Awal				
Uraian	Rumus	Sat.	Sampel	
			1	2
Diameter Silinder	D	cm	2.85	2.85
Tinggi Silinder	H	cm	4	4
Berat Tanah	W	gr	52.3	54.11
Luas Penampang Silinder	A	cm ²	6.38	6.38
Volume Silinder	V	cm ³	25.52	25.52
Berat isi basah	γ	gr/cm ³	2.05	2.12
Berat isi kering	γ_d	gr/cm ³	1.76	1.82

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 52. Hasil Pengujian Permeabilitas *Falling Head* Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN PERMEABILITAS (*Falling Head*)
ASTM D 2434-74

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 25 Agustus 2022
 Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 1

No	Uraian	T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	Waktu Pengamatan (s)	0	60	120	180	240	300
2	Tinggi muka air (cm)	33	31	28.6	16.9	25.4	23.9
3	Koefisien Permeabilitas, k (cm/dt)	0	1.29E-04	1.48E-04	4.61E-04	1.35E-04	1.33E-04
4	Rata-Rata Koefisien Permeabilitas, k (cm/dt)	1.68E-04					
5	Koefisien Permeabilitas suhu 20 C, k (cm/dt)	1.46E-04					
6	Vt	0.00874					
7	VT	0.01005					

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 53. Hasil Pengujian Permeabilitas *Falling Head* Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN PERMEABILITAS (*Falling Head*)
ASTM D 2434-74

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 25 Agustus 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 2

No	Uraian	T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	Waktu Pengamatan (s)	0	60	120	180	240	300
2	Tinggi muka air (cm)	31	28	24	20	15.3	13
3	Koefisien Permeabilitas, k (cm/dt)	0	2.10E-04	2.64E-04	3.02E-04	3.65E-04	3.59E-04
4	Rata-Rata Koefisien Permeabilitas, k (cm/dt)	2.50E-04					
5	Koefisien Permeabilitas suhu 20 C, k (cm/dt)	2.17E-04					
6	Vt	0.00874					
7	VT	0.01005					

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 54. Data Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 23 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 1

Uraian	Rumus	Sat.	Sampel		
Berat Cawan	W_1	gr	13.23	9.31	12.72
Berat cawan + tanah basah	W_2	gr	29.41	23.13	32.96
Berat cawan + tanah kering	W_3	gr	27.1	21.17	30.04
Berat tanah basah	$W_2 - W_3$	gr	2.31	1.96	2.92
Berat tanah kering	$W_3 - W_1$	gr	13.87	11.86	17.32
Kadar air	w	%	16.65	16.53	16.86

Pengukuran Awal					
Uraian	Rumus	Sat.	Sampel		
			1	2	3
Diameter	D	cm	6	6	6
Tinggi	H	cm	2	2	2
Berat Tanah Basah	W	gr	117.81	118.1	119.03
Luas Penampang	A	cm ²	28.26	28.26	28.26
Volume	V	cm ³	56.52	56.52	56.52
Berat isi basah	γ	gr/cm ³	2.08	2.09	2.11
Berat isi kering	γ_d	gr/cm ³	1.79	1.79	1.80
kalibrasi alat	k	kg/div	0.44	0.44	0.44
Kecepatan peralihan			0.624	0.624	0.624

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 55. Hasil Pengujian Geser Langsung Beban 1 kg Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 23 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 1

Beban 1 kg

Waktu menit	Peralihan horizontal , δ (0.01 mm) div	Regangan %	Pembaca an dial beban div	Beban horizontal kg	Faktor Koreksi Luas, CF f	Luas terkoreksi cm ²	Tegangan geser kg/cm ²	Pembacaan vertikal	
								Pembacaan dial (0.01 mm) div	Pergerak an vertikal mm
0	0	0.000	0.0	0.000	28.260	798.628	0.000	0.000	0.000
0.5	30	0.500	14.00	6.160	28.402	802.641	0.217	-8.000	0.080
1.0	60	1.000	21.00	9.240	28.545	806.695	0.324	-11.000	0.110
1.5	90	1.500	28.00	12.320	28.690	810.789	0.429	-20.500	0.205
2.0	120	2.000	32.00	14.080	28.837	814.926	0.488	-29.000	0.290
2.5	150	2.500	36.00	15.840	28.985	819.105	0.546	-33.000	0.330
3.0	180	3.000	39.00	17.160	29.134	823.327	0.589	-40.000	0.400
3.5	210	3.500	43.00	18.920	29.285	827.593	0.646	-46.500	0.465
4.0	240	4.000	45.00	19.800	29.438	831.904	0.673	-39.500	0.395
4.5	270	4.500	48.00	21.120	29.592	836.259	0.714	-34.000	0.340
5.0	300	5.000	51.00	22.440	29.747	840.661	0.754	-27.000	0.270
5.5	330	5.500	53.00	23.320	29.905	845.109	0.780	-16.000	0.160
6.0	360	6.000	55.00	24.200	30.064	849.604	0.805	-16.000	0.160
6.5	390	6.500	56.00	24.640	30.225	854.147	0.815	-10.000	0.100
7.0	420	7.000	56.00	24.640	30.387	858.739	0.811	-9.500	0.095
7.5	450	7.500	56.00	24.640	30.551	863.381	0.807	-9.000	0.090

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 56. Hasil Pengujian Geser Langsung Beban 2 kg Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 23 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 1

Beban 2 kg

Waktu menit	Peralihan horizontal, δ (0.01 mm) div	Regangan %	Pembacaan dial beban div	Beban horizontal kg	Faktor Koreksi Luas, CF f	Luas terkoreksi cm ²	Tegangan geser kg/cm ²	Pembacaan vertikal	
								Pembacaan dial (0.01 mm) div	Pergerakan vertikal mm
0	0	0.000	0.0	0.000	28.260	798.628	0.000	0.000	0.000
0.5	30	0.500	24.50	10.780	28.402	802.641	0.380	-12.000	0.120
1.0	60	1.000	32.00	14.080	28.545	806.695	0.493	-16.000	0.160
1.5	90	1.500	38.00	16.720	28.690	810.789	0.583	-16.000	0.160
2.0	120	2.000	43.00	18.920	28.837	814.926	0.656	-17.000	0.170
2.5	150	2.500	48.00	21.120	28.985	819.105	0.729	-20.000	0.200
3.0	180	3.000	54.00	23.760	29.134	823.327	0.816	-22.000	0.220
3.5	210	3.500	59.50	26.180	29.285	827.593	0.894	-24.000	0.240
4.0	240	4.000	63.00	27.720	29.438	831.904	0.942	-28.000	0.280
4.5	270	4.500	66.00	29.040	29.592	836.259	0.981	-35.000	0.350
5.0	300	5.000	68.50	30.140	29.747	840.661	1.013	-40.000	0.400
5.5	330	5.500	71.00	31.240	29.905	845.109	1.045	-46.000	0.460
6.0	360	6.000	74.50	32.780	30.064	849.604	1.090	-51.000	0.510
6.5	390	6.500	77.00	33.880	30.225	854.147	1.121	-54.000	0.540
7.0	420	7.000	78.00	34.320	30.387	858.739	1.129	-55.000	0.550
7.5	450	7.500	78.00	34.320	30.551	863.381	1.123	-57.000	0.570
8.0	480	8.000	78.00	34.320	30.717	868.073	1.117	-59.000	0.590

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 57. Hasil Pengujian Geser Langsung Beban 3 kg Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 23 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 1

Beban 3 kg

Waktu	Peralihan horizontal, δ (0.01 mm)	Regangan	Pembacaan dial beban	Beban horizontal	Faktor Koreksi Luas, CF	Luas terkoreksi	Tegangan geser	Pembacaan vertikal	
								Pembacaan dial (0.01 mm)	Pergerakan vertikal
menit	div	%	div	kg	f	cm ²	kg/cm ²	div	mm
0	0	0.000	0.0	0.000	28.260	798.628	0.000	0.000	0.000
0.5	30	0.500	31.00	13.640	28.402	802.641	0.480	-8.000	0.080
1.0	60	1.000	44.00	19.360	28.545	806.695	0.678	-10.000	0.100
1.5	90	1.500	53.00	23.320	28.690	810.789	0.813	-17.000	0.170
2.0	120	2.000	59.50	26.180	28.837	814.926	0.908	-22.000	0.220
2.5	150	2.500	63.50	27.940	28.985	819.105	0.964	-28.000	0.280
3.0	180	3.000	67.00	29.480	29.134	823.327	1.012	-34.000	0.340
3.5	210	3.500	73.00	32.120	29.285	827.593	1.097	-36.500	0.365
4.0	240	4.000	78.00	34.320	29.438	831.904	1.166	-41.000	0.410
4.5	270	4.500	81.00	35.640	29.592	836.259	1.204	-48.000	0.480
5.0	300	5.000	85.00	37.400	29.747	840.661	1.257	-52.000	0.520
5.5	330	5.500	88.50	38.940	29.905	845.109	1.302	-55.000	0.550
6.0	360	6.000	90.00	39.600	30.064	849.604	1.317	-57.000	0.570
6.5	390	6.500	92.00	40.480	30.225	854.147	1.339	-62.000	0.620
7.0	420	7.000	94.50	41.580	30.387	858.739	1.368	-66.000	0.660
7.5	450	7.500	96.00	42.240	30.551	863.381	1.383	-69.000	0.690
8.0	480	8.000	97.50	42.900	30.717	868.073	1.397	-73.000	0.730
8.5	510	8.500	97.50	42.900	30.885	872.817	1.389	-74.000	0.740
9.0	540	9.000	97.50	42.900	31.055	877.613	1.381	-76.000	0.760

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 58. Grafik Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%

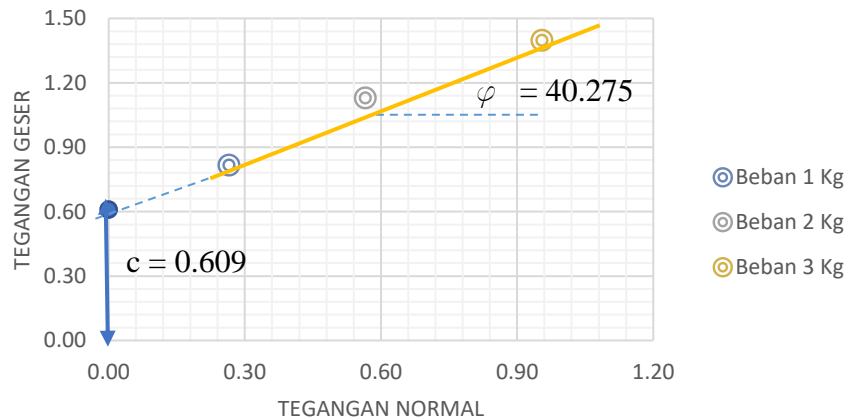


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 23 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 1

Uraian	Simbol	Sat.	Benda Uji		
Beban		kg	1	2	3
Tegangan Normal	σ	kg/cm ²	0.265	0.566	0.955
Tegangan Geser Maksimum	τ	Kg/cm ²	0.815	1.129	1.397



Tanah Asli Sampel 1		
Uraian	Satuan	Hasil
Sudut Geser dalam	Derajat (°)	40.275
Kohesi	kg/cm ²	0.609

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 59. Data Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 23 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 2

Uraian	Rumus	Sat.	Sampel		
Berat Cawan	W_1	gr	12.01	12.12	13.03
Berat cawan + tanah basah	W_2	gr	28.42	24.33	30.01
Berat cawan + tanah kering	W_3	gr	26.11	22.6	27.59
Berat tanah basah	$W_2 - W_3$	gr	2.31	1.73	2.42
Berat tanah kering	$W_3 - W_1$	gr	14.1	10.48	14.56
Kadar air	w	%	16.38	16.51	16.62

Pengukuran Awal					
Uraian	Rumus	Sat.	Sampel		
			1	2	3
Diameter	D	cm	6	6	6
Tinggi	H	cm	2	2	2
Berat Tanah Basah	W	gr	113.1	114.29	116.72
Luas Penampang	A	cm ²	28.26	28.26	28.26
Volume	V	cm ³	56.52	56.52	56.52
Berat isi basah	γ	gr/cm ³	2.00	2.02	2.07
Berat isi kering	γ_d	gr/cm ³	1.72	1.74	1.77
kalibrasi alat	k	kg/div	0.44	0.44	0.44
Kecepatan peralihan			0.624	0.624	0.624

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 60. Hasil Pengujian Geser Langsung Beban 1 kg Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 23 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 2

Beban 1 kg

Waktu	Peralihan horizontal, δ (0.01 mm)	Regangan	Pembacaan dial beban	Beban horizontal	Faktor Koreksi Luas, CF	Luas terkoreksi	Tegangan geser	Pembacaan vertikal	
								Pembacaan dial (0.01 mm)	Pergerakan vertikal
menit	div	%	div	kg	f	cm ²	kg/cm ²	div	mm
0	0	0.000	0.0	0.000	28.260	798.628	0.000	0.000	0.000
0.5	30	0.500	13.00	5.720	28.402	802.641	0.201	-10.000	0.100
1.0	60	1.000	21.00	9.240	28.545	806.695	0.324	-17.000	0.170
1.5	90	1.500	26.00	11.440	28.690	810.789	0.399	-22.000	0.220
2.0	120	2.000	30.00	13.200	28.837	814.926	0.458	-26.000	0.260
2.5	150	2.500	33.00	14.520	28.985	819.105	0.501	-31.000	0.310
3.0	180	3.000	37.50	16.500	29.134	823.327	0.566	-40.000	0.400
3.5	210	3.500	40.00	17.600	29.285	827.593	0.601	-44.000	0.440
4.0	240	4.000	46.00	20.240	29.438	831.904	0.688	-46.000	0.460
4.5	270	4.500	49.00	21.560	29.592	836.259	0.729	-49.000	0.490
5.0	300	5.000	52.50	23.100	29.747	840.661	0.777	-50.000	0.500
5.5	330	5.500	53.00	23.320	29.905	845.109	0.780	-50.000	0.500
6.0	360	6.000	53.00	23.320	30.064	849.604	0.776	-49.000	0.490
6.5	390	6.500	53.00	23.320	30.225	854.147	0.772	-47.000	0.470

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 61. Hasil Pengujian Geser Langsung Beban 2 kg Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 23 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 2

Beban 2 kg

Waktu	Peralihan horizontal, δ (0.01 mm)	Regangan	Pembacaan dial beban	Beban horizontal	Faktor Koreksi Luas, CF	Luas terkoreksi	Tegangan geser	Pembacaan vertikal	
								Pembacaan dial (0.01 mm)	Pergerakan vertikal
menit	div	%	div	kg	f	cm ²	kg/cm ²	div	mm
0	0	0.000	0.0	0.000	28.260	798.628	0.000	0.000	0.000
0.5	30	0.500	15.00	6.600	28.402	802.641	0.232	-9.000	0.090
1.0	60	1.000	26.00	11.440	28.545	806.695	0.401	-13.000	0.130
1.5	90	1.500	31.00	13.640	28.690	810.789	0.475	-20.000	0.200
2.0	120	2.000	40.00	17.600	28.837	814.926	0.610	-27.000	0.270
2.5	150	2.500	46.50	20.460	28.985	819.105	0.706	-38.000	0.380
3.0	180	3.000	52.00	22.880	29.134	823.327	0.785	-43.000	0.430
3.5	210	3.500	55.00	24.200	29.285	827.593	0.826	-50.000	0.500
4.0	240	4.000	57.50	25.300	29.438	831.904	0.859	-52.000	0.520
4.5	270	4.500	60.00	26.400	29.592	836.259	0.892	-52.000	0.520
5.0	300	5.000	66.00	29.040	29.747	840.661	0.976	-55.000	0.550
5.5	330	5.500	69.50	30.580	29.905	845.109	1.023	-59.000	0.590
6.0	360	6.000	70.00	30.800	30.064	849.604	1.024	-60.000	0.600
6.5	390	6.500	70.00	30.800	30.225	854.147	1.019	-62.000	0.620
7.0	420	7.000	70.00	30.800	30.387	858.739	1.014	-62.000	0.620

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 62. Hasil Pengujian Geser Langsung Beban 3 kg Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 23 Maret 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 2

Beban 3 kg

Waktu menit	Peralihan horizontal, δ (0.01 mm)	Regangan %	Pembaca an dial beban div	Beban horizontal kg	Faktor Koreksi Luas, CF f	Luas terkoreksi cm ²	Tegangan geser kg/cm ²	Pembacaan vertikal	
								Pembaca an dial (0.01 mm) div	Pergerak an vertikal mm
0	0	0.000	0.0	0.000	28.260	798.628	0.000	0.000	0.000
0.5	30	0.500	28.00	12.320	28.402	802.641	0.434	-16.000	0.160
1.0	60	1.000	41.50	18.260	28.545	806.695	0.640	-20.000	0.200
1.5	90	1.500	56.00	24.640	28.690	810.789	0.859	-27.000	0.270
2.0	120	2.000	69.00	30.360	28.837	814.926	1.053	-34.000	0.340
2.5	150	2.500	75.00	33.000	28.985	819.105	1.139	-39.000	0.390
3.0	180	3.000	77.00	33.880	29.134	823.327	1.163	-45.000	0.450
3.5	210	3.500	80.50	35.420	29.285	827.593	1.209	-50.000	0.500
4.0	240	4.000	83.00	36.520	29.438	831.904	1.241	-55.000	0.550
4.5	270	4.500	85.00	37.400	29.592	836.259	1.264	-57.000	0.570
5.0	300	5.000	87.50	38.500	29.747	840.661	1.294	-60.000	0.600
5.5	330	5.500	89.00	39.160	29.905	845.109	1.309	-63.000	0.630
6.0	360	6.000	90.50	39.820	30.064	849.604	1.325	-68.000	0.680
6.5	390	6.500	91.00	40.040	30.225	854.147	1.325	-73.000	0.730
7.0	420	7.000	91.00	40.040	30.387	858.739	1.318	-77.000	0.770
7.5	450	7.500	91.00	40.040	30.551	863.381	1.311	-81.000	0.810

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 63. Grafik Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%

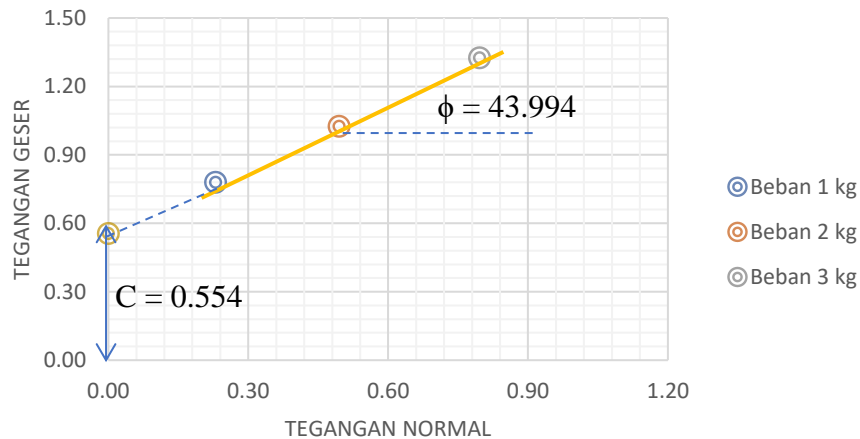


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 23 Maret 2022
 Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 2

Uraian	Simbol	Sat.	Benda Uji		
Beban		kg	1	2	3
Tegangan Normal	σ	kg/cm ²	0.230	0.495	0.796
Tegangan Geser Maksimum	τ	Kg/cm ²	0.780	1.024	1.325



Tanah Asli Sampel 1		
Uraian	Satuan	Hasil
Sudut Geser dalam	Derajat (°)	40.275
Kohesi	kg/cm ²	0.609

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

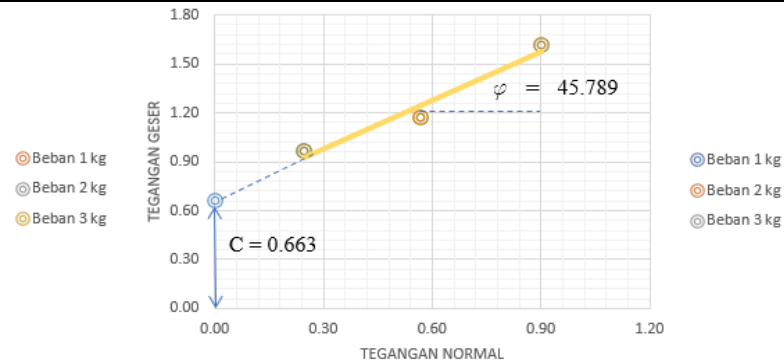
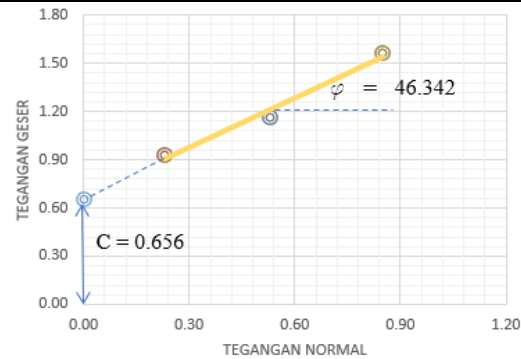
Lampiran 64. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 1% Masa Peram 1 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 25 Maret 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 1%, Masa Peram 1 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 1% Masa Peram 1 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	46.342	45.789	46.066
Kohesi	kg/cm ²	0.656	0.663	0.660

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

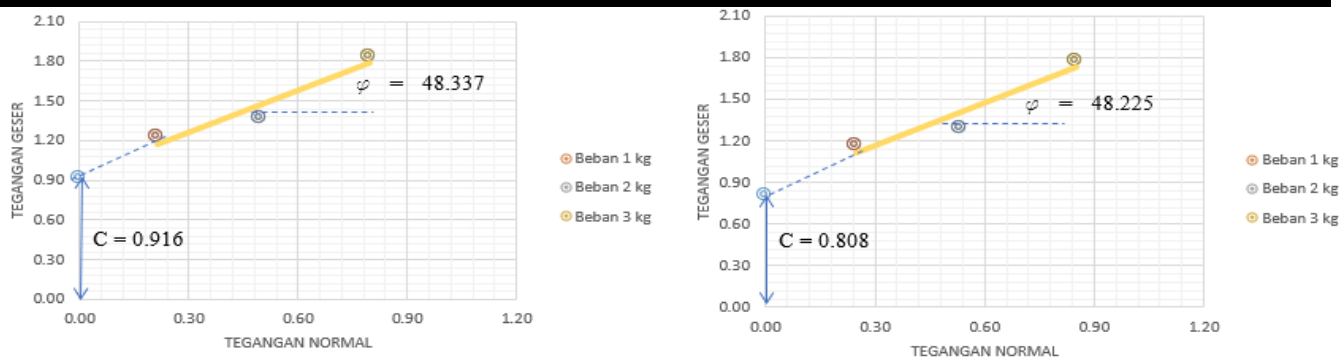
Lampiran 65. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 2% Masa Peram 1 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 25 Maret 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 2%, Masa Peram 1 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 2% Masa Peram 1 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	48.337	48.225	48.281
Kohesi	kg/cm ²	0.916	0.808	0.862

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

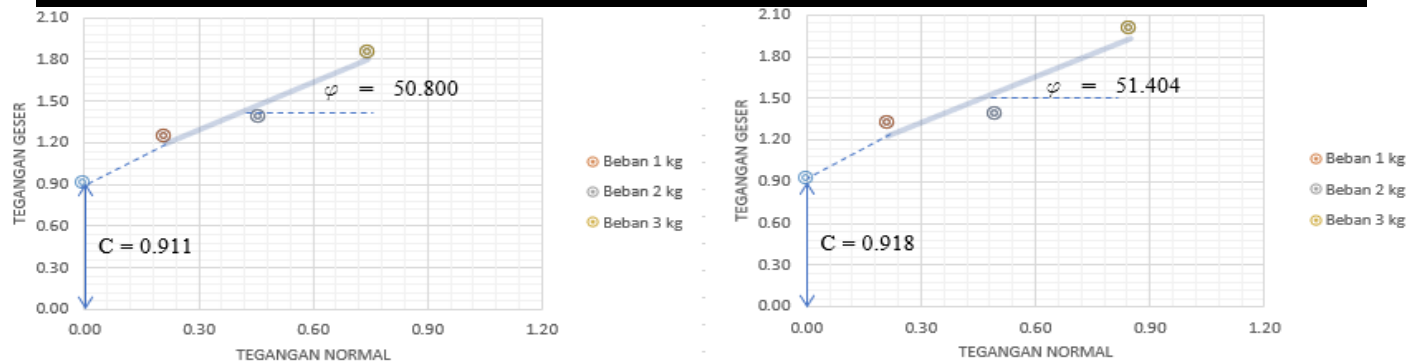
Lampiran 66. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 3% Masa Peram 1 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 30 Maret 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 3%, Masa Peram 1 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 3% Masa Peram 1 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	50.8	51.404	51.102
Kohesi	kg/cm ²	0.911	0.918	0.915

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

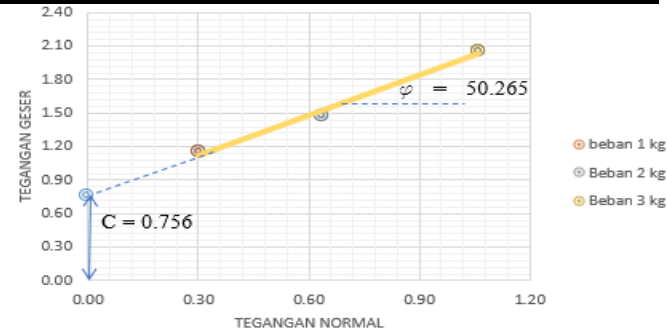
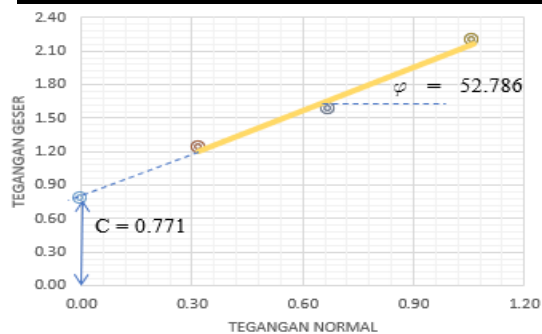
Lampiran 67. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 1% Masa Peram 3 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 29 Maret 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 1%, Masa Peram 3 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 1% Masa Peram 3 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	52.786	50.265	51.526
Kohesi	kg/cm ²	0.771	0.756	0.764

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

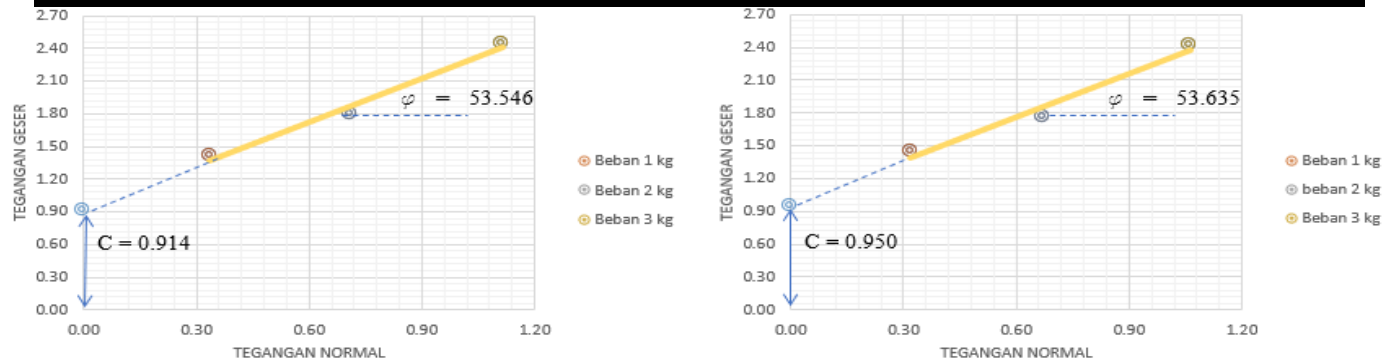
Lampiran 68. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 2% Masa Peram 3 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 29 Maret 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 2%, Masa Peram 3 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 2% Masa Peram 3 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	53.546	53.635	53.591
Kohesi	kg/cm ²	0.914	0.95	0.932

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

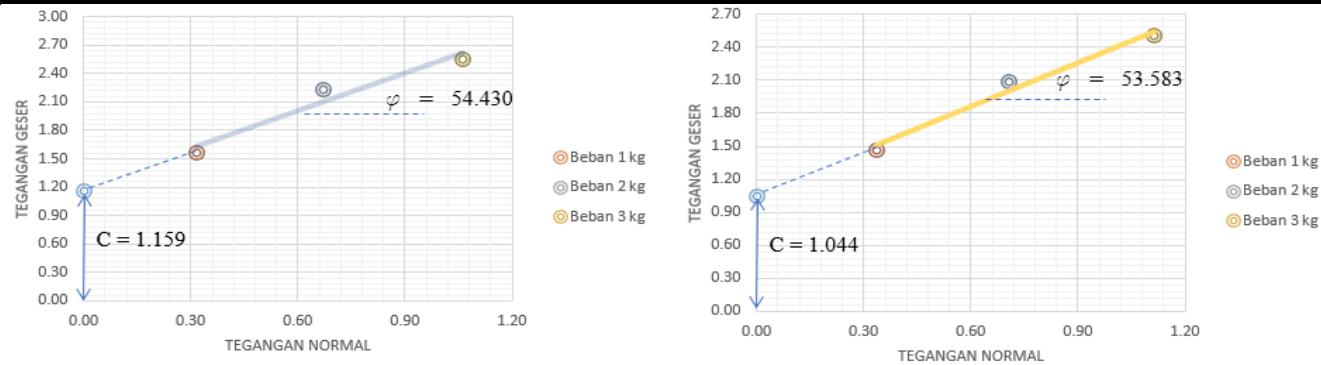
Lampiran 69. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 3% Masa Peram 3 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 7 April 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 3%, Masa Peram 3 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 3% Masa Peram 3 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	54.43	53.583	54.007
Kohesi	kg/cm ²	1.159	1.044	1.102

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

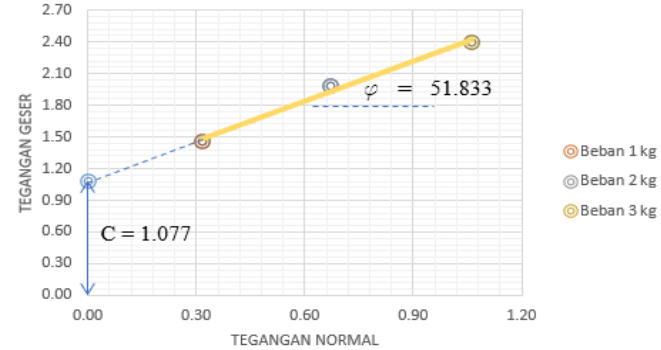
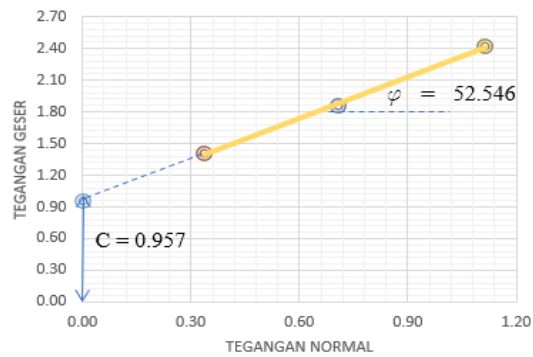
Lampiran 70. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 1% Masa Peram 7 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 4 April 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 1%, Masa Peram 7 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 1% Masa Peram 7 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	52.546	51.833	52.190
Kohesi	kg/cm ²	0.957	1.077	1.017

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

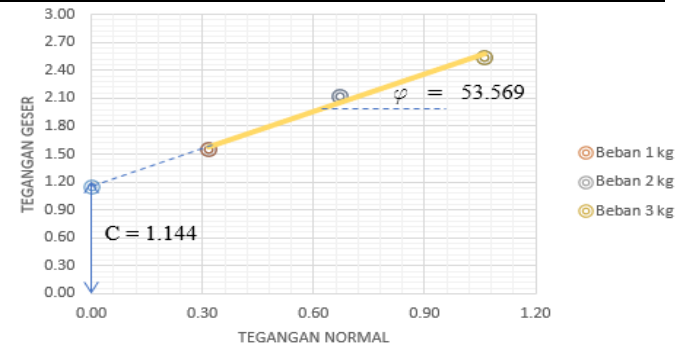
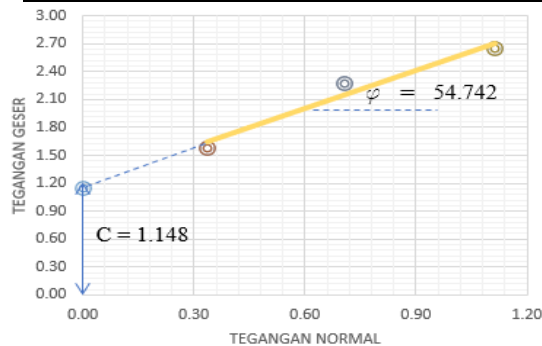
Lampiran 71. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 2% Masa Peram 7 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 4 April 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 2%, Masa Peram 7 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 2% Masa Peram 7 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	54.742	53.569	54.156
Kohesi	kg/cm ²	1.148	1.144	1.146

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

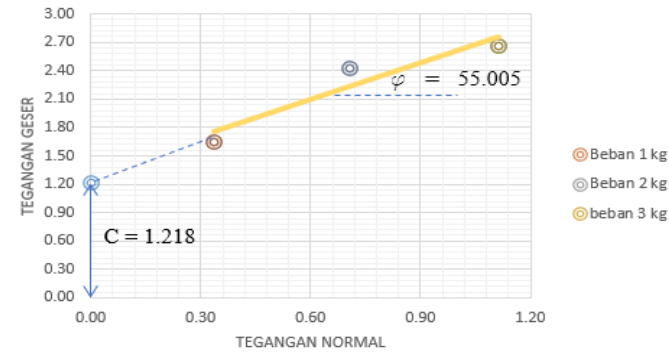
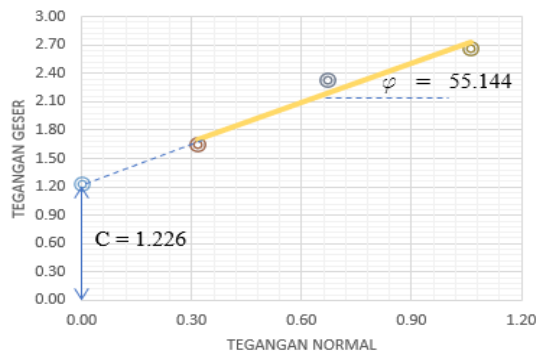
Lampiran 72. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 3% Masa Peram 7 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 11 April 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 3%, Masa Peram 7 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 3% Masa Peram 7 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	55.144	55.005	55.075
Kohesi	kg/cm ²	1.226	1.218	1.222

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 73. Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 15 April 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% + Kapur

pemeraman	Variasi	Parameter Kuat Geser Tanah	
		c (kg/cm ²)	φ (°)
0 Hari	Tanah Asli 90% Pasir & 10% Butiran Halus	0.5815	42.109
1 Hari	Tanah Asli + 1% Kapur Padam	0.659	46.065
	Tanah Asli + 2% Kapur Padam	0.862	48.281
	Tanah Asli + 3% Kapur Padam	0.915	51.102
3 Hari	Tanah Asli + 1% Kapur Padam	0.764	51.525
	Tanah Asli + 2% Kapur Padam	0.932	53.545
	Tanah Asli + 3% Kapur Padam	1.104	54.006
7 Hari	Tanah Asli + 1% Kapur Padam	1.017	52.189
	Tanah Asli + 2% Kapur Padam	1.146	54.1555
	Tanah Asli + 3% Kapur Padam	1.222	55.075

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 74. Data Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 9 Mei 2022
 Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 1

Uraian	Rumus	Sat.	Sampel		
Berat Cawan	W_1	gr	12.19	12.57	13.08
Berat cawan + tanah basah	W_2	gr	191.61	193.07	196.37
Berat cawan + tanah kering	W_3	gr	166.03	168.81	170.92
Berat tanah basah	$W_2 - W_3$	gr	25.58	24.26	25.45
Berat tanah kering	$W_3 - W_1$	gr	153.84	156.24	157.84
Kadar air	w	%	16.63	15.53	16.12

Pengukuran Awal					
Uraian	Rumus	Sat.	Sampel		
			1	2	3
Diameter Silinder	D	cm	3.9	3.9	3.9
Tinggi Silinder	H	cm	7.3	7.3	7.3
Berat Tanah Basah	W	gr	179.42	180.5	183.29
Luas Penampang Silinder	A	cm ²	11.95	11.95	11.95
Volume Sillinder	V	cm ³	87.21	87.21	87.21
Berat isi basah	γ	gr/cm ³	2.06	2.07	2.10
Berat isi kering	γ_d	gr/cm ³	1.76	1.79	1.81

Yogyakarta, 28 November 2022

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 75. Hasil Uji Triaksial UU Beban 0.5 kg/cm² Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 9 Mei 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 1

0.5 kg/cm ²								
Waktu	Pembacaan Dial Regangan	Pembacaan Dial Beban	Pertambahan Panjang	Regangan	Koreksi Luas	Luas Terkoreksi	Beban	Deviator Stress
	(x 0.001)		ΔL	$\epsilon = \Delta L / L_0$	CF	A'	P	
menit	div	div	cm			cm ²	kg	kg/cm ²
0.000	0	0	0.000	0.000	1.000	10.752	0.000	0.000
0.433	40	16	0.040	0.533	0.995	10.810	13.696	1.267
0.867	80	34	0.080	1.067	0.989	10.868	29.104	2.678
1.300	120	57	0.120	1.600	0.984	10.927	48.792	4.465
1.733	160	64	0.160	2.133	0.979	10.986	54.784	4.986
2.167	200	70	0.200	2.667	0.973	11.047	59.920	5.424
2.600	240	82.5	0.240	3.200	0.968	11.108	70.620	6.358
3.033	280	93	0.280	3.733	0.963	11.169	79.608	7.128
3.466	320	104	0.320	4.267	0.957	11.231	89.024	7.926
3.900	360	115	0.360	4.800	0.952	11.294	98.440	8.716
4.333	400	124	0.400	5.333	0.947	11.358	106.144	9.345
4.766	440	127	0.440	5.867	0.941	11.422	108.712	9.518
5.200	480	128	0.480	6.400	0.936	11.487	109.568	9.538
5.633	520	129	0.520	6.933	0.931	11.553	110.424	9.558
6.066	560	129	0.560	7.467	0.925	11.620	110.424	9.503
6.500	600	129	0.600	8.000	0.920	11.687	110.424	9.448

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 76. Hasil Uji Triaksial UU Beban 1 kg/cm² Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkring dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 9 Mei 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 1

1 kg/cm ²								
Waktu	Pembacaan Dial Regangan	Pembacaan Dial Beban	Pertambahan Panjang	Regangan	Koreksi Luas	Luas Terkoreksi	Beban	Deviator Stress
	(x 0.001)		ΔL	$\epsilon = \Delta L / L_0$	CF	A'	P	
menit	div	div	cm			cm ²	kg	kg/cm ²
0.000	0	0	0	0	1.000	10.752	0	0
0.433	40	19	0.04	0.533333333	0.995	10.810	16.264	1.504567236
0.867	80	37	0.08	1.066666667	0.989	10.868	31.672	2.914236552
1.300	120	69.5	0.12	1.6	0.984	10.927	59.492	5.444529286
1.733	160	104	0.16	2.133333333	0.979	10.986	89.024	8.103050975
2.167	200	113	0.2	2.666666667	0.973	11.047	96.728	8.756296832
2.600	240	120	0.24	3.2	0.968	11.108	102.72	9.247770396
3.033	280	128	0.28	3.733333333	0.963	11.169	109.568	9.809939726
3.466	320	134	0.32	4.266666667	0.957	11.231	114.704	10.21288436
3.900	360	143.5	0.36	4.8	0.952	11.294	122.836	10.87600215
4.333	400	150	0.4	5.333333333	0.947	11.358	128.4	11.30495348
4.766	440	157	0.44	5.866666667	0.941	11.422	134.392	11.7658559
5.200	480	159.5	0.48	6.4	0.936	11.487	136.532	11.88548672
5.633	520	160	0.52	6.933333333	0.931	11.553	136.96	11.85480943
6.066	560	161	0.56	7.466666667	0.925	11.620	137.816	11.86054152
6.500	600	161	0.6	8	0.920	11.687	137.816	11.79218105
6.933	640	161	0.64	8.533333333	0.915	11.755	137.816	11.72382058

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 77. Hasil Uji Triaksial UU Beban 1.5 kg/cm² Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 9 Mei 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 1

1.5 kg/cm ²								
Waktu	Pembacaan Dial Regangan	Pembacaan Dial Beban	Pertambahan Panjang	Regangan	Koreksi Luas	Luas Terkoreksi	Beban	Deviator Stress
	(x 0.001)		ΔL	$\epsilon = \Delta L / L_0$	CF	A'	P	
menit	div	div	cm			cm ²	kg	kg/cm ²
0.000	0	0	0	0	1.000	10.752	0	0
0.433	40	20	0.04	0.533333333	0.995	10.810	17.12	1.583754985
0.867	80	44	0.08	1.066666667	0.989	10.868	37.664	3.465578603
1.300	120	90	0.12	1.6	0.984	10.927	77.04	7.050469579
1.733	160	125	0.16	2.133333333	0.979	10.986	107	9.73924396
2.167	200	140	0.2	2.666666667	0.973	11.047	119.84	10.84850935
2.600	240	162	0.24	3.2	0.968	11.108	138.672	12.48449003
3.033	280	171	0.28	3.733333333	0.963	11.169	146.376	13.10546635
3.466	320	180	0.32	4.266666667	0.957	11.231	154.08	13.71879989
3.900	360	186	0.36	4.8	0.952	11.294	159.216	14.09711776
4.333	400	189.5	0.4	5.333333333	0.947	11.358	162.212	14.28192456
4.766	440	192	0.44	5.866666667	0.941	11.422	164.352	14.38881741
5.200	480	193	0.48	6.4	0.936	11.487	165.208	14.38181152
5.633	520	194	0.52	6.933333333	0.931	11.553	166.064	14.37395644
6.066	560	195	0.56	7.466666667	0.925	11.620	166.92	14.36525215
6.500	600	196	0.6	8	0.920	11.687	167.776	14.35569867
6.933	640	196	0.64	8.533333333	0.915	11.755	167.776	14.27247723
7.366	680	196	0.68	9.066666667	0.909	11.824	167.776	14.18925579

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 78. Grafik Lingkaran Mohr Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus

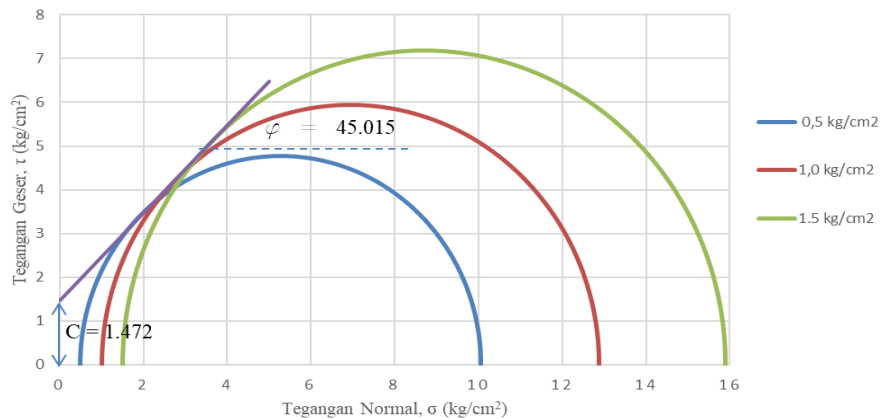


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 9 Mei 2022
 Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 1

Pembebanan	Simbol	Satuan	Sampel 1		
			0.5 kg/cm ²	1 kg/cm ²	1.5 kg/cm ²
Tegangan keliling	σ_3	kg/cm ²	0.5	1	1.5
Tegangan geser maks.	$\Delta\alpha$	kg/cm ²	9.558	11.885	14.389
Tegangan utama	α_1	kg/cm ²	10.058	12.885	15.889



Tanah Asli Sampel 1		
Uraian	Satuan	Hasil
Sudut Geser dalam	Derajat (°)	45.015
Kohesi	kg/cm ²	1.472

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 79. Data Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 9 Mei 2022
 Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 2

Uraian	Rumus	Sat.	Sampel		
Berat Cawan	W_1	gr	11.58	12.27	12.23
Berat cawan + tanah basah	W_2	gr	191.7	194.73	195.6
Berat cawan + tanah kering	W_3	gr	168.12	169.31	169.29
Berat tanah basah	$W_2 - W_3$	gr	23.58	25.42	26.31
Berat tanah kering	$W_3 - W_1$	gr	156.54	157.04	157.06
Kadar air	w	%	15.06	16.19	16.75

Pengukuran Awal					
Uraian	Rumus	Sat.	Sampel		
			1	2	3
Diameter Silinder	D	cm	3.9	3.9	3.9
Tinggi Silinder	H	cm	7.3	7.3	7.3
Berat Tanah Basah	W	gr	180.12	182.49	183.6
Luas Penampang Silinder	A	cm ²	11.95	11.95	11.95
Volume Silinder	V	cm ³	87.21	87.21	87.21
Berat isi basah	γ	gr/cm ³	2.07	2.09	2.11
Berat isi kering	γ_d	gr/cm ³	1.79	1.80	1.80

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 80. Hasil Uji Triaksial UU Beban 0.5 kg/cm² Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 2850**

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan	: Muhammad Annan Prapanca
Tanggal	: 9 Mei 2022
Sample	: Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 2

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

0.5 kg/cm ²								
Waktu	Pembacaan Dial Regangan	Pembacaan Dial Beban	Pertambahan Panjang	Regangan	Koreksi Luas	Luas Terkoreksi	Beban	Deviator Stress
	(x 0.001)		ΔL	$\epsilon = \Delta L / L_0$	CF	A'	P	
menit	div	div	cm			cm ²	kg	kg/cm ²
0.000	0	0	0.000	0.000	1.000	10.752	0.000	0.000
0.433	40	14	0.040	0.533	0.995	10.810	11.984	1.109
0.867	80	40	0.080	1.067	0.989	10.868	34.240	3.151
1.300	120	64	0.120	1.600	0.984	10.927	54.784	5.014
1.733	160	70	0.160	2.133	0.979	10.986	59.920	5.454
2.167	200	86	0.200	2.667	0.973	11.047	73.616	6.664
2.600	240	103	0.240	3.200	0.968	11.108	88.168	7.938
3.033	280	107	0.280	3.733	0.963	11.169	91.592	8.200
3.466	320	111	0.320	4.267	0.957	11.231	95.016	8.460
3.900	360	115.5	0.360	4.800	0.952	11.294	98.868	8.754
4.333	400	117	0.400	5.333	0.947	11.358	100.152	8.818
4.766	440	118	0.440	5.867	0.941	11.422	101.008	8.843
5.200	480	119	0.480	6.400	0.936	11.487	101.864	8.868
5.633	520	119	0.520	6.933	0.931	11.553	101.864	8.817
6.066	560	119	0.560	7.467	0.925	11.620	101.864	8.766

Lampiran 81. Hasil Uji Triaksial UU Beban 1 kg/cm² Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



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

Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 9 Mei 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 2

1 kg/cm ²								
Waktu	Pembacaan Dial Regangan	Pembacaan Dial Beban	Pertambahan Panjang	Regangan	Koreksi Luas	Luas Terkoreksi	Beban	Deviator Stress
	(x 0.001)		ΔL	$\epsilon = \Delta L / L_0$	CF	A'	P	
menit	div	div	cm			cm ²	kg	kg/cm ²
0.000	0	0	0	0	1.000	10.752	0	0
0.433	40	22	0.04	0.533333333	0.995	10.810	18.832	1.742130484
0.867	80	54.5	0.08	1.066666667	0.989	10.868	46.652	4.292591679
1.300	120	90	0.12	1.6	0.984	10.927	77.04	7.050469579
1.733	160	105	0.16	2.133333333	0.979	10.986	89.88	8.180964927
2.167	200	121	0.2	2.666666667	0.973	11.047	103.576	9.376211652
2.600	240	139	0.24	3.2	0.968	11.108	118.984	10.71200071
3.033	280	145	0.28	3.733333333	0.963	11.169	124.12	11.11282235
3.466	320	151	0.32	4.266666667	0.957	11.231	129.256	11.50854879
3.900	360	156	0.36	4.8	0.952	11.294	133.536	11.82338909
4.333	400	159	0.4	5.333333333	0.947	11.358	136.104	11.98325069
4.766	440	163	0.44	5.866666667	0.941	11.422	139.528	12.21550645
5.200	480	165	0.48	6.4	0.936	11.487	141.24	12.29533109
5.633	520	167.5	0.52	6.933333333	0.931	11.553	143.38	12.41050363
6.066	560	167.5	0.56	7.466666667	0.925	11.620	143.38	12.33938326
6.500	600	167.5	0.6	8	0.920	11.687	143.38	12.2682629

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 82. Hasil Uji Triaksial UU Beban 1.5 kg/cm² Tanah Asli Sampel 2 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 2850

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 9 Mei 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 2

1.5 kg/cm ²								
Waktu	Pembacaan Dial Regangan	Pembacaan Dial Beban	Pertambahan Panjang	Regangan	Koreksi Luas	Luas Terkoreksi	Beban	Deviator Stress
	(x 0.001)		ΔL	$\epsilon = \Delta L / L_0$	CF	A'	P	
menit	div	div	cm			cm ²	kg	kg/cm ²
0.000	0	0	0	0	1.000	10.752	0	0
0.433	40	30	0.04	0.533333333	0.995	10.810	25.68	2.375632478
0.867	80	65.5	0.08	1.066666667	0.989	10.868	56.068	5.158986329
1.300	120	101	0.12	1.6	0.984	10.927	86.456	7.912193638
1.733	160	133	0.16	2.133333333	0.979	10.986	113.848	10.36255557
2.167	200	146	0.2	2.666666667	0.973	11.047	124.976	11.31344546
2.600	240	155	0.24	3.2	0.968	11.108	132.68	11.94503676
3.033	280	162.5	0.28	3.733333333	0.963	11.169	139.1	12.45402504
3.466	320	166	0.32	4.266666667	0.957	11.231	142.096	12.65178212
3.900	360	170	0.36	4.8	0.952	11.294	145.52	12.88446247
4.333	400	174	0.4	5.333333333	0.947	11.358	148.944	13.11374604
4.766	440	179	0.44	5.866666667	0.941	11.422	153.224	13.41457456
5.200	480	182	0.48	6.4	0.936	11.487	155.792	13.56212278
5.633	520	186	0.52	6.933333333	0.931	11.553	159.216	13.78121597
6.066	560	187	0.56	7.466666667	0.925	11.620	160.072	13.77590848
6.500	600	188	0.6	8	0.920	11.687	160.928	13.76975179
6.933	640	188	0.64	8.533333333	0.915	11.755	160.928	13.68992714
7.366	680	188	0.68	9.066666667	0.909	11.824	160.928	13.61010249

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 83. Grafik Lingkaran Mohr Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1 dengan Campuran 90% Pasir dan 10% Butiran Halus

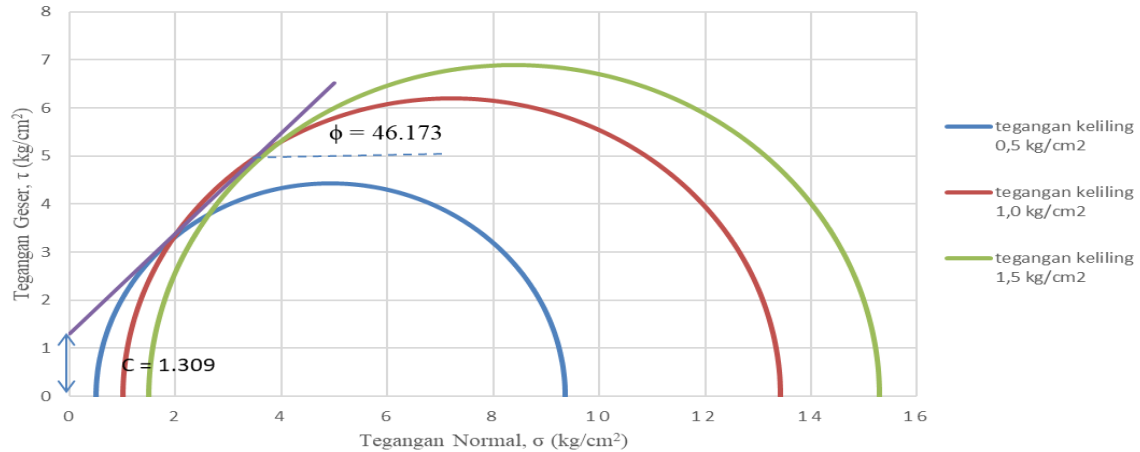


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 2850

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 9 Mei 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% Sampel 2

Pembebanan	Simbol	Satuan	Sampel 2		
			0.5 kg/cm ²	1 kg/cm ²	1.5 kg/cm ²
Tegangan keliling	σ_3	kg/cm ²	0.5	1	1.5
Tegangan geser maks.	$\Delta\alpha$	kg/cm ²	8.868	12.411	13.781
Tegangan utama	α_1	kg/cm ²	9.368	13.411	15.281



Tanah Asli Sampel 2		
Uraian	Satuan	Hasil
Sudut Geser dalam	Derajat (°)	46.173
Kohesi	kg/cm ²	1.309

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

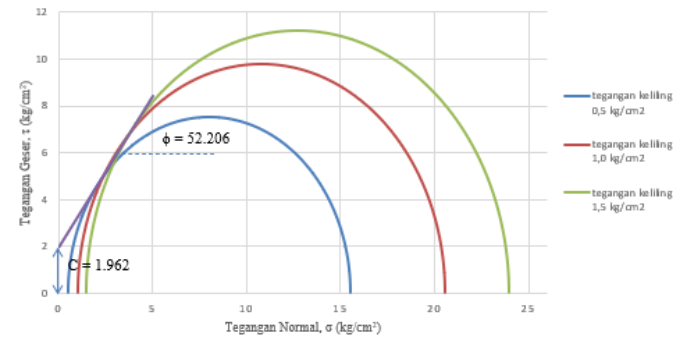
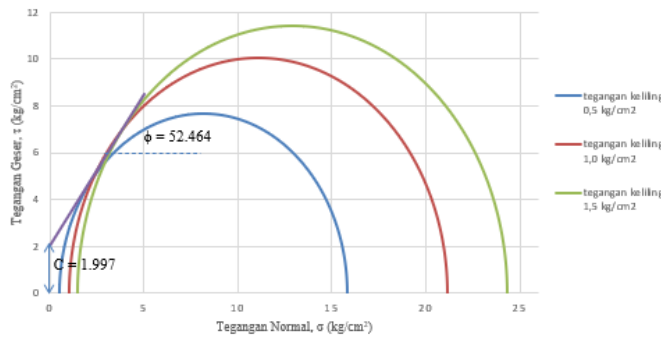
Lampiran 84. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 1% Masa Peram 1 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 11 Mei 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 1%, Masa Peram 1 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 1% Masa Peram 1 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	52.564	52.206	52.385
Kohesi	kg/cm ²	1.997	1.962	1.980

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

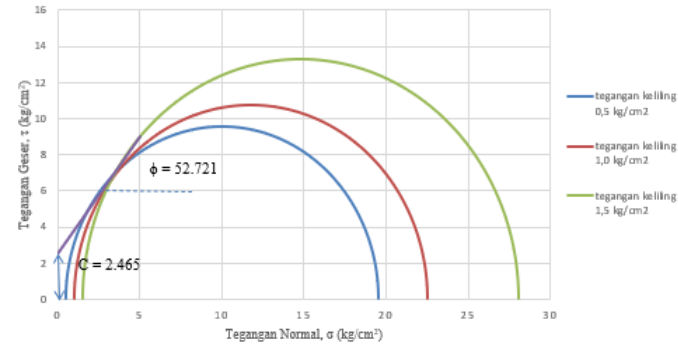
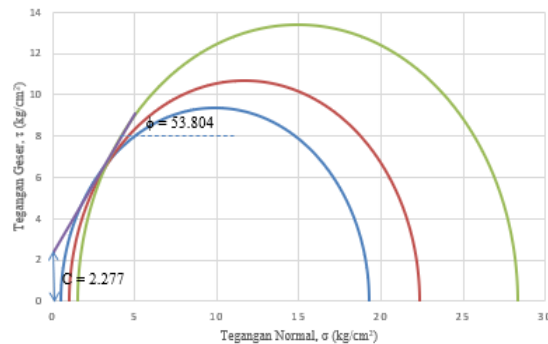
Lampiran 85. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 1% Masa Peram 3 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 20 Mei 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 1%, Masa Peram 3 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 1% Masa Peram 3 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	53.804	52.721	53.263
Kohesi	kg/cm ²	2.277	2.465	2.371

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

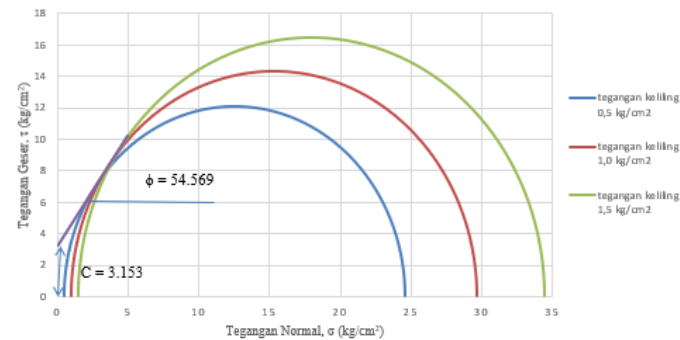
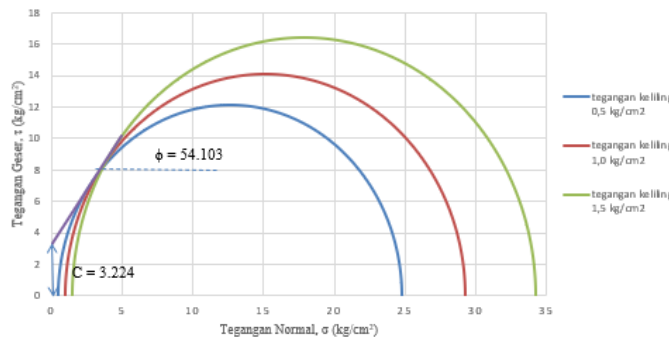
Lampiran 86. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 1% Masa Peram 7 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
 ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 19 Mei 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 1%, Masa Peram 7 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 1% Masa Peram 7 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	54.103	54.569	54.336
Kohesi	kg/cm ²	3.224	3.153	3.189

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

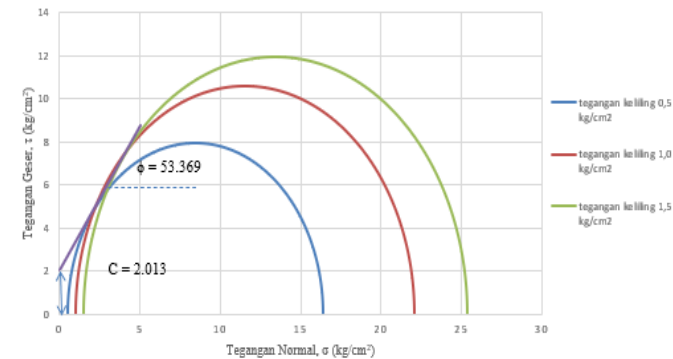
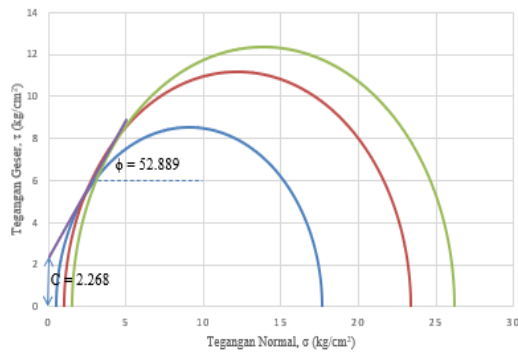
Lampiran 87. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 2% Masa Peram 1 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*) ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 11 Mei 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 2%, Masa Peram 1 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 2% Masa Peram 1 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	52.889	53.369	53.129
Kohesi	kg/cm ²	2.268	2.013	2.141

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

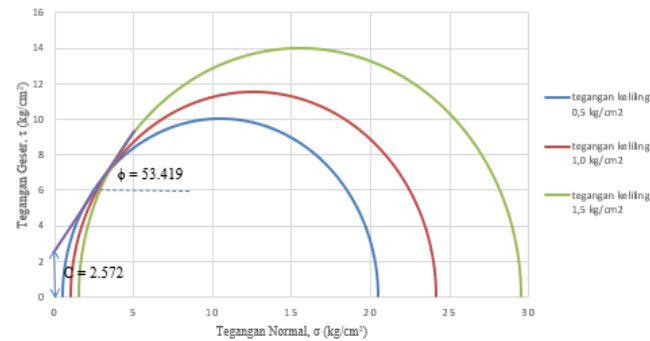
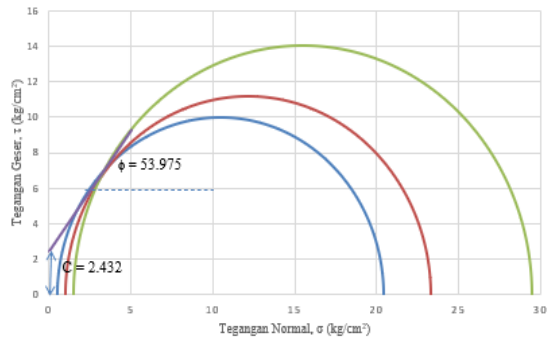
Lampiran 88. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 2% Masa Peram 3 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 20 Mei 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 2%, Masa Peram 3 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 2% Masa Peram 3 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	53.975	53.419	53.697
Kohesi	kg/cm ²	2.432	2.572	2.502

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

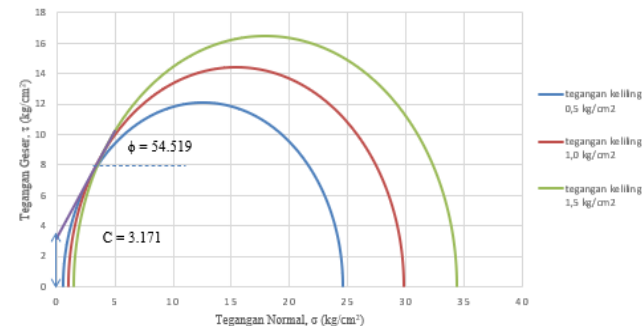
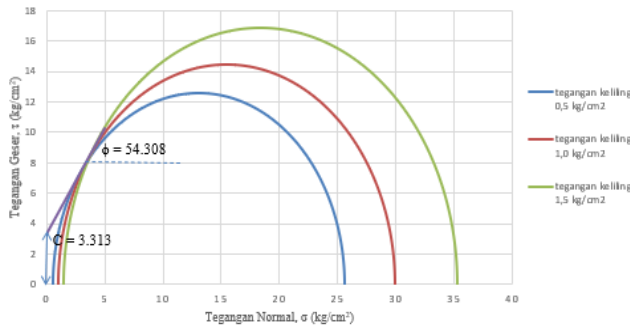
Lampiran 89. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 2% Masa Peram 7 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 19 Mei 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 2%, Masa Peram 7 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 2% Masa Peram 7 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	54.308	54.519	54.414
Kohesi	kg/cm ²	3.313	3.171	3.242

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

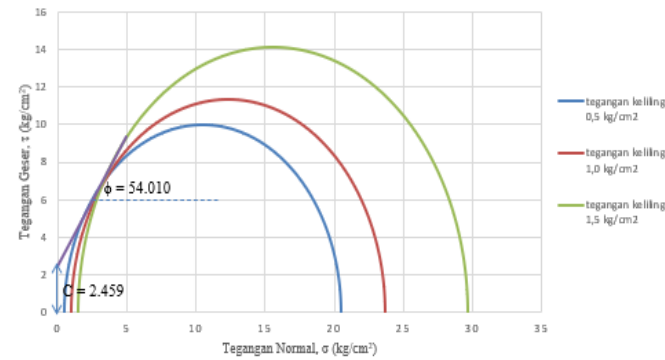
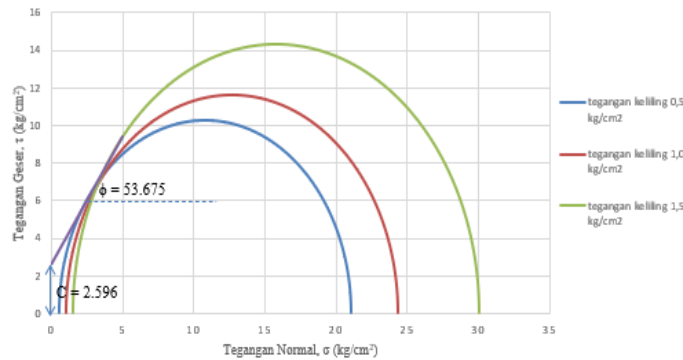
Lampiran 90. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 3% Masa Peram 1 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*) ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 24 Mei 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 3%, Masa Peram 1 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 3% Masa Peram 1 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	53.675	54.01	53.843
Kohesi	kg/cm ²	2.596	2.459	2.528

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

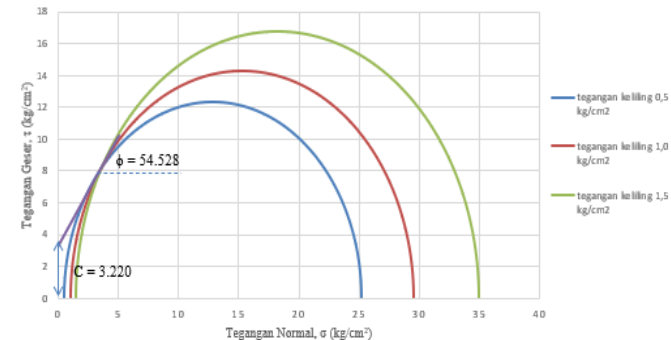
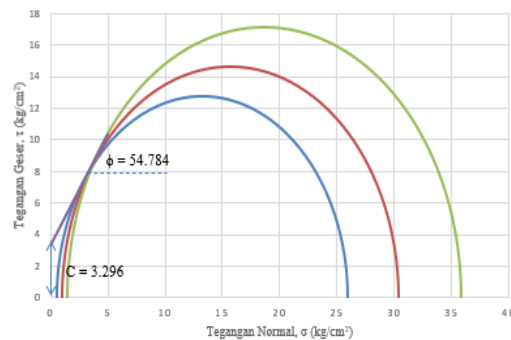
Lampiran 91. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 3% Masa Peram 3 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*) ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 30 Mei 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 3%, Masa Peram 3 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 3% Masa Peram 3 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	54.784	54.528	54.656
Kohesi	kg/cm ²	3.296	3.22	3.258

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

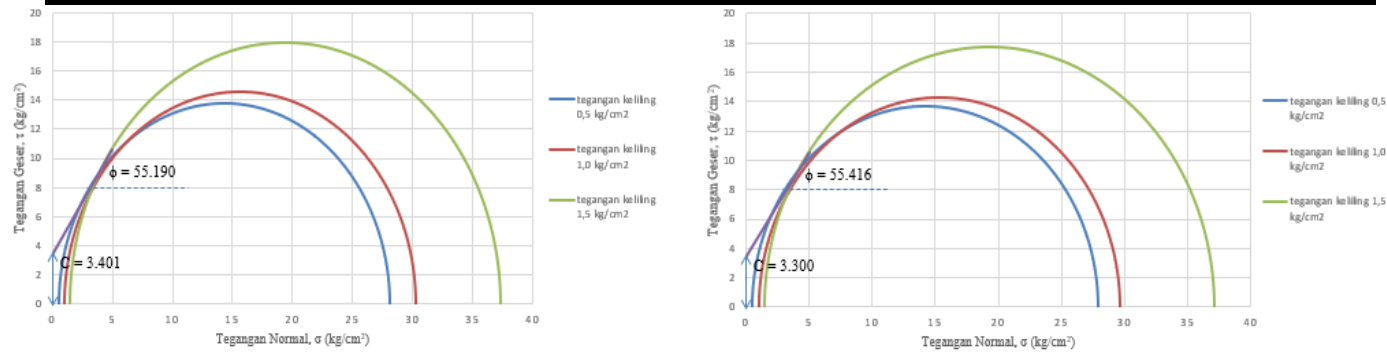
Lampiran 92. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + Kapur 3% Masa Peram 7 Hari



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
 Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
 Tanggal : 6 Juni 2022
 Sample : Tanah Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10%, Kapur 3%, Masa Peram 7 Hari



Tanah Asli, 90% Pasir dan 10% Butiran Halus, Kadar Kapur 3% Masa Peram 7 hari				
Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Sudut Geser Dalam	Derajat (°)	55.19	55.416	55.303
Kohesi	kg/cm ²	3.401	3.3	3.351

Mengetahui,
 Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
 Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)

Lampiran 93. Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)
ASTM D 3080

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Tanah Cangkringan dan Tanah Sambipitu
Dikerjakan : Muhammad Annan Prapanca
Tanggal : 14 Juni 2022
Sample : Tanah Asli Campuran Pasir 90% dan Butiran Halus 10% + Kapur

pemeraman	Variasi	Parameter Kuat Geser Tanah	
		c (kg/cm ²)	φ (°)
0 Hari	Tanah Asli 90% Pasir & 10% Butiran Halus	1.390	45.594
1 Hari	Tanah Asli + 1% Kapur Padam	1.980	52.385
	Tanah Asli + 2% Kapur Padam	2.141	53.129
	Tanah Asli + 3% Kapur Padam	2.528	53.843
3 Hari	Tanah Asli + 1% Kapur Padam	2.371	53.263
	Tanah Asli + 2% Kapur Padam	2.502	53.692
	Tanah Asli + 3% Kapur Padam	3.242	54.656
7 Hari	Tanah Asli + 1% Kapur Padam	3.189	54.336
	Tanah Asli + 2% Kapur Padam	3.293	54.414
	Tanah Asli + 3% Kapur Padam	3.351	55.303

Mengetahui,
Kepala Lab.Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2022
Peneliti

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

(Muhammad Annan Prapanca)