

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN *DOLOMITE* TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH PASIR BERLEMPUNG (*THE EFFECTS OF ADDITIONAL DOLOMITE AGAINST SHEAR STRENGTH PARAMETERS OF CLAY SAND*)

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
15511050**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2023**

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN *DOLOMITE* TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH PASIR BERLEMPUNG (*EFFECT OF ADDITIONAL DOLOMITE AGAINST SHEAR STRENGTH PARAMETERS OF CLAY SAND*)

disusun oleh

Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
15511050

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

diuji pada tanggal 25 Januari 2023

oleh Dewan Penguji



Pembimbing I

Pembimbing II

Penguji I

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

Anisa Nur Amalina,
S.T, M.Eng
NIK : 215111305

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

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 88511010

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yang membuat pernyataan,



Muh. Rizkyawan T. N

(15511050)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya sehingga salah satunya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Stabilisasi Tanah Lempung menggunakan *Dholomite* terhadap Parameter Kuat geser Tanah. Tugas akhir ini menjadi salah satu **syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil**, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini ada beberapa hambatan yang dihadapi oleh penulis, namun berkat saran, arahan, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Bapak M. Rifqi Abdurrazak selaku Dosen Pembimbing 1 dan juga Ibu Anisa Nur Amalina S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing 2, yang telah memberikan masukan, ilmu, dan arahan hingga penulisan tugas akhir dapat diselesaikan.
2. Bapak/Ibu Dosen Penguji yang telah memberikan ilmu dan saran-saran tambahan.
3. Ibu Yunalia Muntafi, Dr., Ir., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Yang telah memberikan *support*, motivasi, dan fasilitas pendukung.
4. Bapak Sugi dan Pak Yudi selaku laboran Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan masukan dan arahan selama proses penelitian di laboratorium.
5. Seluruh karyawan di lingkungan universitas dan fakultas yang telah memberikan fasilitas selama masa penelitian tugas akhir.
6. Keluarga, teman-teman dan seluruh pihak yang telah memberikan doa dan membantu dalam kelancaran penulisan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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

Yogyakarta, 23 Desember 2022

Penulis,



M. Rizkyawan T. N



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Stabilisasi Tanah Lempung menggunakan Abu	4
2.2 Stabilisasi Tanah menggunakan Kapur	5
2.3 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	6
2.4 Stabilisasi Tanah menggunakan Semen	6
BAB III LANDASAN TEORI	9

3.1	Klasifikasi Tanah	9
3.2	Tanah Pasir	15
3.3	<i>Dolomite</i>	15
3.4	Stabilisasi Tanah	16
3.5	Indeks Properti Tanah	17
3.5.1	Kadar Air Tanah	17
3.5.2	Berat Volume Tanah	18
3.5.3	Berat Jenis Tanah	20
3.5.4	Batas Atterberg	20
3.5.5	Analisis Butiran Tanah	25
3.6	Uji Proctor Standar	31
3.7	Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>)	33
BAB IV METODE PENELITIAN		35
4.1.	Bahan	35
4.3.1	Tanah Pasir Berlempung	35
4.3.2	<i>Dolomite</i>	35
4.3.3	Air	35
4.2.	Peralatan	35
4.3.	Proses Pengujian	35
4.3.1	Sampel Benda Uji	35
4.3.2	Bagan Alir Penelitian	37
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		38
5.1	Hasil Penelitian	38
5.1.1	Pengujian Indeks Properti Tanah	38
5.1.2	Proktor Standar	48

5.1.3 Uji Geser Langsung	51
5.2 Analisis dan Pembahasan	54
5.2.1 Klasifikasi Tanah	54
5.2.2 Analisis dan Pembahasan Pengaruh Penambahan Dolomite	58
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	63
6.1 Kesimpulan	63
6.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	67



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang	8
Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah Berbutir Kasar Menurut USCS	11
Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi Tanah Berbutir Halus Menurut USCS	12
Tabel 3.3 Karakteristik Tanah Granuler menurut AASHTO	13
Tabel 3. 4 Karakteristik lanau-lempung menurut AASHTO	13
Tabel 3.5 Sistem Klasifikasi tanah menurut AASHTO	14
Tabel 3.6 Klasifikasi Berat Jenis Tanah	20
Tabel 3.7 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	25
Tabel 3.8 Susunan Saringan Berdasarkan ASTM	26
Tabel 3.9 Nilai Kedalaman Efektif (L)	27
Tabel 3.10 Nilai K	28
Tabel 3.11 Batas-Batas Ukuran Partikel Tanah	30
Tabel 4. 1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel	36
Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Kadar Air	38
Tabel 5.2 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Berat Volume	39
Tabel 5.3 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Berat Jenis	40
Tabel 5.4 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Hidrometer Sampel 1	41
Tabel 5.5 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Hidrometer Sampel 2	41
Tabel 5.6 Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Analisis Saringan Sampel 1	42
Tabel 5.7 Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Analisis Saringan Sampel 2	42
Tabel 5.8 Rekapitulasi Hasil Pengujian Analisis Butiran Tanah	43
Tabel 5.9 Hasil Persentase Butiran Tanah dan Hasil Perhitungan Parameter Grafik Distribusi Tanah	45
Tabel 5.10 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Batas Cair Sampel 1	46
Tabel 5.11 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Batas Cair Sampel 2	46
Tabel 5.12 Data Hasil Penelitian dan Hasil Perhitungan Batas Plastis	47
Tabel 5.13 Data Hasil Penelitian dan Hasil Perhitungan Batas Susut	48

Tabel 5.14 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Proktor Standar Sampel 1	49
Tabel 5.15 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Proktor Standar Sampel 2	50
Tabel 5.16 Rekapitulasi Nilai Kohesi dan Sudut Geser Dalam	52
Tabel 5.17 Rekapitulasi Data Untuk Klasifikasi Tanah	54
Tabel 5.18 Hasil Klasifikasi Tanah menggunakan Metode USCS	56
Tabel 5.19 Hasil Klasifikasi Tanah menggunakan Metode AASHTO	57
Tabel 5.20 Nilai Kuat Geser Tanah pada Pemeraman 7 Hari dengan Variasi Tegangan Normal	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Komposisi Tanah dalam Berbagai Kondisi	18
Gambar 3.2 Diagram Fase Tanah	19
Gambar 3.3 Diagram Batas Atterberg	21
Gambar 3.4 Skema Alat Uji Batas Cair	22
Gambar 3.5 Kurva Penentuan Batas Cair Tanah	23
Gambar 3.6 Volume dan Kadar Air pada Kondisi Batas Cair, Batas Plastis dan Batas Susut	24
Gambar 3.7 Grafik Distribusi Butiran Tanah	30
Gambar 3.8 Peralatan Pengujian Proktor Standar: (a) cetakan. (b) alat pemukul	32
Gambar 3.9 Kurva Pemadatan Proktor Standar	33
Gambar 3. 10 Skema Uji Geser Langsung	34
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian	37
Gambar 5. 1 Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli Berdasarkan Batasan USCS	44
Gambar 5. 2 Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli Berdasarkan Batasan AASHTO	44
Gambar 5. 3 Kurva Aliran (Flow Curve) Batas Cair Sampel 1	46
Gambar 5.4 Kurva Aliran (Flow Curve) Batas Cair Sampel 2	47
Gambar 5. 5 Kurva Pemadatan Proktor Standar Sampel 1	49
Gambar 5. 6 Kurva Pemadatan Proktor Standar Sampel 2	50
Gambar 5. 7 Parameter Kuat geser pada Tanah Asli Sampel 1	51
Gambar 5. 8 Parameter Kuat geser pada Tanah Asli Sampel 2	52
Gambar 5. 9 Grafik Tegangan Regangan Tanah Asli Sampel 1	53
Gambar 5. 10 Grafik Tegangan Regangan Tanah Asli Sampel 2	53
Gambar 5. 11 Perbandingan Nilai Kohesi terhadap Penambahan Kadar Dolomite	59
Gambar 5. 12 Perbandingan Nilai Kohesi terhadap Lama Pemeraman	59
Gambar 5. 13 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam terhadap Penambahan Kadar Dolomite	60

Gambar 5. 14 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam terhadap Lama Pemeraman	60
Gambar 5. 15 Perbandingan Nilai Kuat Geser Tanah pada Pemeraman 7 Hari dengan Variasi Tegangan Normal	62
Gambar 5. 16 Perbandingan Nilai Kuat Geser Tanah pada Pemeraman 7 Hari dengan Variasi Kadar Dolomite	62



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pengujian Kadar Air	68
Lampiran 2 Data Pengujian Berat Volume Tanah	69
Lampiran 3 Data Pengujian Berat Jenis Tanah	70
Lampiran 4 Data Pengujian Analisis Saringan Sampel 1	71
Lampiran 5 Data Pengujian Analisis Saringan Sampel 2	72
Lampiran 6 Data Pengujian Analisis Hidrometer Sampel 1	73
Lampiran 7 Data Pengujian Analisis Hidrometer Sampel 2	74
Lampiran 8 Rekapitulasi Hasil Pengujian Analisis Butiran Tanah	75
Lampiran 9 Grafik Distribusi Butiran Tanah	76
Lampiran 10 Parameter-parameter Grafik Distribusi Butiran Tanah	77
Lampiran 11 Data Pengujian Batas Cair Sampel 1 dan 2	78
Lampiran 12 Grafik Batas Cair Sampel 1	79
Lampiran 13 Grafik Batas Cair Sampel 2	80
Lampiran 14 Data Pengujian Batas Plastis	81
Lampiran 15 Data Pengujian Batas Susut	82
Lampiran 16 Data Pengujian Proktor Standar Sampel 1	83
Lampiran 17 Grafik Hasil Pengujian Proktor Standar Sampel 1	84
Lampiran 18 Data Pengujian Proktor Standar Sampel 2	85
Lampiran 19 Grafik Hasil Pengujian Proktor Standar Sampel 2	86
Lampiran 20 Hasil Pengujian Geser Langsung Sampel Tanah Asli 1	87
Lampiran 21 Hasil Pengujian Geser Langsung Sampel Tanah Asli 2	89
Lampiran 22 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 1	91
Lampiran 23 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 2	93
Lampiran 24 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 1	95

Lampiran 25 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 2	97
Lampiran 26 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 1	99
Lampiran 27 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 2	101
Lampiran 28 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 1	103
Lampiran 29 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 2	105
Lampiran 30 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 1	107
Lampiran 31 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 2	109
Lampiran 32 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 1	111
Lampiran 33 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 2	113
Lampiran 34 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 1	115
Lampiran 35 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 2	117
Lampiran 36 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 1	119
Lampiran 37 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 2	121
Lampiran 38 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 1	123
Lampiran 39 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 2	125

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

USCS	: <i>Unified Soil Classification System</i>
AASHTO	: <i>American Association of State Highway and Transport Officials</i>
CH	: Lempung tak organik berplastisitas tinggi
OH	: Lempung organik berplastisitas sedang sampai tinggi
MH	: Lanau tak organik atau pasir halus diatom
Pt	: Gambut
ML	: Lanau tak organik dan pasir sangat halus
CL	: Lempung tak organik berplastisitas rendah sampai sedang
OL	: Lanau organik dan lempung berlanau organik berplastisitas rendah
SC	: Pasir berlempung
SM	: Pasir berlanau
SP	: Pasir bergradasi buruk
SW	: Pasir bergradasi baik
GC	: Kerikil berlempung
GM	: Kerikil berlanau
GP	: Kerikil bergradasi buruk
GW	: Kerikil bergradasi baik
C _U	: Koefisien keragaman (<i>coefficient of uniformity</i>)
C _C	: Koefisien kelengkungan (<i>coefficient of curvature</i>)
D ₆₀	: Diameter lubang saringan dengan 60% berat tanah lolos pada diameter saringan tersebut (mm)
D ₃₀	: Diameter lubang saringan dengan 30% berat tanah lolos pada diameter saringan tersebut (mm)
D ₁₀	: Diameter lubang saringan dengan 10% berat tanah lolos pada diameter saringan tersebut (mm)
PI	: Indeks plastisitas (<i>plasticity index</i>) (%)
LL atau w _L	: Batas cair (<i>liquid limit</i>) (%)

G atau GI	: Indeks kelompok (<i>group index</i>)
V_V	: Volume pori (cm^3)
V_A	: Volume udara (cm^3)
V_S	: Volume butiran tanah (cm^3)
V_W	: Volume air (cm^3)
W_A	: Berat udara (= 0 gram)
W_W	: Berat air (gram)
W_S	: Berat butiran tanah (gram)
V	: Volume total benda yang diukur (cm^3)
W	: Berat total benda yang diukur (gram)
w	: Kadar air (%)
γ	: Berat volume tanah basah atau eksisting (gr/cm^3)
γ_{sat}	: Berat volume tanah jenuh air (gr/cm^3)
γ'	: Berat volume tanah yang terendam air (gr/cm^3)
GS	: Berat jenis tanah (<i>gravity specific</i>)
γ_s	: Berat volume butiran tanah (gr/cm^3)
γ_w	: Berat volume air (= $1 \text{ gr}/\text{cm}^3$)
D	: Diameter butiran tanah (mm)
L	: Kedalaman efektif (mm)
T	: Interval waktu dari mulai pengendapan sampai waktu pembacaan (menit)
K	: Konstanta
PL atau w_P	: Batas plastis (<i>plastic limit</i>) (%)
SL atau w_S	: Batas susut (<i>shrinkage limit</i>) (%)
S	: Persentase kejenuhan air dalam tanah (%)
SNI	: Standar Nasional Indonesia
OMC	: Kadar air optimum (<i>optimum moisture content</i>) (%)
$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$: Kalsium-magnesium karbonat (<i>dolomite</i>)
CaCO_3	: Kalsium karbonat (aragonit atau kalsit)
MgCO_3	: Magnesium karbonat (magnesit)
R1	: Pembacaan hidrometer

Rh : Pembacaan hidrometer terkoreksi
R : Hidrometer terkoreksi meniskus



ABSTRAK

Tanah pasir merupakan jenis tanah dengan sifat non kohesif yang mana butir-butir tanah menjadi terpisah-pisah ketika dikeringkan dan bersatu apabila berada dalam keadaan basah karena gaya tarik permukaan didalam air. Tanah non kohesif mempunyai sifat butiran lepas (*loose*), hal tersebut ditunjukkan dengan butiran tanah yang akan terpisah-pisah apabila dikeringkan, sehingga tanah tersebut perlu dilakukan upaya perbaikan agar dapat memperbaiki sifat-sifat tanah agar lebih baik

Salah satu cara untuk mengatasi sifat pasir yang relative lepas tersebut adalah dengan menstabilisasi tanah asli secara kimiawi yang pada penelitian ini dilakukan dengan mencampurkan *dolomite* ke dalam tanah. Jenis pengujian yang dilakukan adalah uji geser langsung dengan variasi penambahan *dolomite* sebesar 5%, 7%, dan 10% dengan variasi lama pemeraman 1, 3, dan 7 hari. Sebelum pelaksanaan uji geser langsung dilakukan juga pengujian indeks properti tanah dan proctor standar

Tanah asli termasuk kedalam klasifikasi SW dan SC (metode USCS). Nilai kohesi sebagian mengalami penurunan dan peningkatan sedangkan sudut geser dalam tanah asli, mengalami peningkatan seiring bertambah nya pemeraman dan kadar *dolomite*. Nilai Kohesi dan sudut geser dalam tanah asli berturut-turut adalah 0,164 kg/cm² dan 29,007°.. Nilai kuat geser tanah asli pada variasi tegangan normal 1 kg/cm², 2 kg/cm², 3 kg/cm², dan 4 kg/cm² berturut turut adalah 0,718 kg/cm², 1,273 kg/cm², 1,827 kg/cm², 2,381 kg/cm² yang mana mengalami peningkatan terhadap variasi tegangan normal dan penambahan kadar *dolomite* kecuali pada tegangan geser 1 kg/cm² yang mengalami penurunan.

Kata kunci : *Dolomite*, Tanah Lempung, Geser Langsung

ABSTRACT

Sandy soil is a type of soil that is non-cohesive when the soil grains separate after drying and only stick together when they are wet due to surface tension in the water. Non-cohesive soil has properties between loose grains, this is indicated by the soil grains which will separate when dried, so that the soil needs to be repaired in order to improve soil properties so that it is better

One of the way to overcome the relatively loose nature of sand is to stabilize the original soil chemically which in this study was carried out by mixing dolomite into the soil. The type of test performed was the direct shear test with variations in the addition of dolomite by 5%, 7% and 10% with variations in curing time of 1, 3 and 7 days. Prior to carrying out the direct shear test, soil property index and standard proctor tests were also carried out

Native soils include into SW and SC classifications (USCS method). The cohesion value partially decreased and increased while the shear angle in the original soil increased with increasing ripening and dolomite content. Cohesion values and shear angles in the original soil are 0.164 kg/cm² and 29.007°. The shear strength values of the original soil at normal stress variations are 1 kg/cm², 2 kg/cm², 3 kg/cm², and 4 kg/cm² successively 0.718 kg/cm², 1.273 kg/cm², 1.827 kg/cm², 2.381 kg/cm² which experienced an increase in normal stress variations and increased dolomite content except for the shear stress of 1 kg/cm² which decreased.

Key word : Dolomite, Clay, Direct Shear

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan sekumpulan mineral, bahan organik, dan endapan yang cenderung bersifat lepas, biasanya berada di atas batuan dasar. Karbonat, zat organik, atau oksida yang berada diantara butiran tanah menjadi penyebab lemahnya ikatan antar butiran. Celah yang terdapat antar butiran ini dapat diisi oleh air, udara maupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau geologi lainnya menjadi salah satu sebab terbentuknya tanah dipermukaan (Hardiyatmo, 2002)

Tanah pasir dalam kondisi padat cenderung memiliki sifat-sifat yang baik. Namun pada kondisi tertentu, seperti bila dalam kondisi lepas dan jenuh air, dapat memiliki kuat geser yang rendah ketika terjadi beban siklik seperti gempa bumi. Pada keadaan ini lapisan pasir kehilangan kuat gesernya atau berkurang. Secara umum, kuat geser tanah pasir disumbangkan oleh nilai sudut gesek internal. Guna meningkatkan kuat gesernya (Consoli, dkk, 1998)

Tanah pasir adalah jenis tanah yang bersifat non kohesif. Tanah non kohesif adalah tanah yang apabila butir-butir tanah terpisah-pisah sesudah dikeringkan dan hanya bersatu apabila berada dalam keadaan basah karena gaya tarik permukaan didalam air. Tanah non kohesif mempunyai sifat antara butiran lepas (loose), hal tersebut ditunjukkan dengan butiran tanah yang akan terpisah-pisah apabila dikeringkan, sehingga tanah tersebut perlu dilakukan upaya perbaikan agar dapat memperbaiki sifat-sifat tanah agar lebih baik. (Bowles, 1986)

Salah satu cara agar untuk memperbaiki sifat tanah yang tidak diinginkan adalah dengan melakukan stabilisasi tanah. Secara teknis, stabilisasi tanah dapat dicapai dengan stabilisasi mekanis, fisik, dan kimiawi (Ingles & Metcalf, 1972). Pada penelitian ini dilakukan upaya stabilisasi secara kimiawi dengan menambahkan *dolomite* ke dalam tanah asli untuk melihat bagaimana pengaruh *dolomite* terhadap perubahan parameter kuat geser tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana sifat fisik dan klasifikasi tanah yang digunakan sebagai sampel penelitian?
2. Bagaimana parameter kuat geser tanah asli?
3. Bagaimana kuat geser tanah asli?
4. Bagaimana pengaruh penambahan *dolomite* pada tanah asli terhadap parameter kuat geser tanah?
5. Bagaimana pengaruh penambahan *dolomite* pada tanah asli terhadap kuat geser tanah?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui sifat fisik dan klasifikasi tanah yang digunakan sebagai sampel penelitian.
2. Mengetahui parameter kuat geser tanah asli.
3. Mengetahui kuat geser tanah asli .
4. Mengetahui pengaruh penambahan *dolomite* pada tanah asli terhadap parameter kuat geser tanah.
5. Mengetahui pengaruh penambahan *dolomite* pada tanah asli terhadap kuat geser tanah.

1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh penambahan *dolomite* sebagai salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan untuk perkuatan tanah. Selain itu juga dapat bermanfaat untuk menambah wawasan dunia rekayasa teknik sipil dibidang Geoteknik.

1.5 Batasan Masalah

Batasan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sampel tanah merupakan tanah *disturbed* yang diambil didaerah Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo.
2. Serbuk *dolomite* yang digunakan didapat dari gudang Toko Pertanian 'Kadang Tani' Jalan Kaliurang No.11, Pedak, Sinduharjo, Ngaglik, Sleman.
3. Proses penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Program studi Teknik Sipil, FTSP Universitas Islam Indonesia.
4. Variasi penggunaan serbuk *dolomite* sebagai bahan stabilisasi sebesar 5%, 7% dan 10% terhadap berat kering maksimum dengan masa pemeraman sampel selama 1, 3, dan 7 hari.
5. Air yang digunakan diambil dari di Laboratorium Mekanika Tanah Program studi Teknik Sipil, FTSP Universitas Islam Indonesia.
6. Uji geser langsung dilakukan dengan sampel tanah *unconsolidated* dan *undrained*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Stabilisasi Tanah Lempung menggunakan Abu

Cholis (2007) melakukan penelitian tentang stabilisasi tanah lempung menggunakan abu vulkanik merapi terhadap parameter Kuat geser tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu vulkanik merapi terhadap uji triaksial dan uji geser langsung dengan variasi campuran 2%, 4%, 6% dan 8% dengan waktu pemeraman 1 hari, 3 hari, 7 hari dan 14 hari. Sampel tanah diambil dari daerah Pereng, Ngentakrejo, Lendah, Kulon Progo, Yogyakarta.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengujian Triaksial Tipe UU didapatkan sudut geser dalam (ϕ) sebesar $14,5^\circ$ dan kohesi (c) sebesar $0,965 \text{ kg/cm}^2$. Nilai c meningkat $34,03 \%$ dari nilai c tanah asli. Sedangkan hasil dari pengujian geser langsung didapatkan nilai ϕ sebesar $14,85^\circ$ serta nilai c sebesar $0,790$. Nilai ϕ meningkat $39,94 \%$ dari nilai ϕ tanah asli.

Idrus (2017) melakukan penelitian tentang stabilisasi tanah pasir menggunakan abu sampah. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah pasir dari Pantai Losari, Kota Makassar Propinsi Sulawesi Selatan dengan keadaan tanah terganggu. enambahan Abu Sampah (*Eco-cement*) dengan variasi campuran 1%, 3%, 5% dengan lama pemeraman 1 hari, 7 hari dan 14 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel tanah termasuk jenis tanah pasir dengan butiran halus dan bergradasi buruk. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa terjadi peningkatan parameter kuat geser tanah setelah tanah pasir dicampur dengan Abu Sampah (*Eco-cement*). Pengujian Triaksial Tipe UU peningkatan maksimum terjadi pada persentase campuran 5% dengan lama pemeraman 14 hari yaitu nilai $c = 0,710 \text{ kg/cm}^2$ dan $\phi = 34,405^\circ$. Pada pemeraman 1 hari dengan persentase campuran 1% kuat geser tanah sebesar $1,459 \text{ kg/cm}^2$ kemudian pada pemeraman 14 hari dengan persentase campuran 5% kuat gesernya naik menjadi $2,725 \text{ kg/cm}^2$ atau naik $86,77\%$. Pada pengujian geser langsung peningkatan maksimum terjadi pada kadar campuran 5% dengan lama pemeraman 14 hari yaitu nilai $c = 0,765$

kg/cm^2 dan $\phi = 34,800^\circ$ dibandingkan dengan tanah aslinya yaitu $c = 0,030 \text{ kg/cm}^2$ dan $\phi = 25,600$. Pada tanah asli kuat geser tanah sebesar $0,522 \text{ kg/cm}^2$ kemudian pada pemeraman 14 hari dengan persentase campuran 5% kuat gesernya naik menjadi $1,479 \text{ kg/cm}^2$ atau naik 183,33%.

2.2 Stabilisasi Tanah menggunakan Kapur

Utami, dkk. (2016) melakukan penelitian mengenai stabilisasi tanah lempung menggunakan kapur tohor untuk mengetahui pengaruh kapur tohor sebagai bahan tambah stabilisasi tanah lempung yang ditinjau dari Kuat geser. Variasi jumlah penambahan kapur tohor menggunakan prosentase 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat total sampel. Pemeraman dilakukan selama 3 hari untuk semua sampel benda uji. Sampel tanah yang digunakan didapat dari daerah Sendang Mulyo sedangkan sampel kapur dari Purwodadi.

Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa penambahan kapur sebagai bahan stabilisasi tanah lempung dapat meningkatkan kepadatan. Data awal tanah asli mempunyai nilai kohesi (c) sebesar $0,116 \text{ kg/cm}^2$. Nilai c mengalami peningkatan setelah ditambahkan kapur menjadi $0,373 \text{ kg/cm}^2$. Selain itu didapatkan prosentase optimum penambahan kapur yang dapat meningkatkan kepadatan berada pada nilai 10% dari berat sampel.

Haras, dkk. (2017) melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan kapur terhadap kuat geser tanah. Penelitian dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh kadar kapur terhadap nilai kuat geser tanah lempung di area Jalan Tinoor-Tomohon. Percobaan ini dilakukan dengan mencampurkan tanah asli dan tanah kering udara dengan variasi penambahan kapur dari 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12% terhadap berat kering tanah kemudian sampel di uji dengan menggunakan alat *Direct Shear* (geser langsung) untuk mendapatkan nilai parameter Kuat geser tanah yaitu kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

Dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa penambahan prosentase kapur terhadap tanah asli, semakin besar prosentase kapur semakin meningkat juga kadar air optimum tanah. Sedangkan berat isi kering tanah. Kadar air optimum tertinggi terdapat pada prosentase campuran 8% kapur yaitu sebesar =

31,8 % sedangkan berat isi kering tanah tertinggi terdapat pada prosentase 0% kapur yaitu sebesar = 1,265 gr/cm³. Sedangkan hasil uji geser langsung menunjukkan bahwa persentase penambahan kapur akan meningkatkan nilai sudut geser dalam. Nilai sudut geser dalam tertinggi terdapat pada persentase 12% kapur dengan nilai sebesar = 43,84°. Dan juga dapat dilihat bahwa persentase penambahan kapur pada persentase 6% menghasilkan penurunan nilai kohesi. Nilai kohesi tertinggi sebesar =2,08 (t/m²).

2.3 Stabilisasi Tanah menggunakan Semen

Soepraptoko, dkk. (2005) melakukan penelitian tentang stabilisasi tanah lempung menggunakan *clean set cement* dan *solitac*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *clean set cement* dan *solitac* terhadap nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah lempung. Sampel tanah lempung diambil dari daerah Mertoyudan, Magelang.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *clean set semen* mengalami nilai optimum pada prosentase sebesar 10% dengan waktu pemeraman selama 14 hari. Dengan nilai sudut geser dalam (ϕ) sebesar 40° dan nilai kohesi (c) sebesar 1,759 kg/cm². Pada penambahan *solitac* didapatkan nilai optimum ϕ sebesar 38° dan nilai c sebesar 1,107 kg/cm² dengan prosesntase bahan tambah sebesar 10% dan waktu pemeraman selama 14 hari.

Yuda, dkk. (2017) melakukan penelitian tentang stabilisasi tanah lempung menggunakan magnesium karbonat (MgCO₃) dan semen portland terhadap parameter Kuat geser tanah dan indeks plastisitas tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan sifat fisika dan mekanik tanah lempung dan pengaruh stabilisasi tanah lempung menggunakan magnesium karbonat (MgCO₃) dan semen portland untuk parameter Kuat geser dan indeks plastisitas tanah Gunung Condong, Bruno, Purworejo, Jawa Tengah. Stabilisasi penelitian ini menggunakan persentase konstan magnesium karbonat (MgCO₃) yaitu 1,5% dan memvariasikan persentase semen portland yaitu 3%, 5%, dan 7% kemudian diuji dengan geser langsung uji dan uji UU triaksial dengan waktu pemeraman 1, 3, dan 7 hari dan uji indeks plastisitas dengan 1 dan 3 hari waktu pengerasan.

Berdasarkan uji geser langsung diperoleh nilai kohesi tertinggi yaitu 1,729 kg/cm² pada variasi sampel tanah asli dengan 1,5% magnesium karbonat (MgCO₃) dan 7% semen portland dengan waktu pemeraman 7 hari sedangkan nilai sudut geser tertinggi yang diperoleh adalah 51.485° pada variasi sampel tanah asli dengan 1,5% magnesium karbonat (MgCO₃) dan 7% semen portland dengan waktu curing 7 hari. Berdasarkan uji indeks plastisitas, plastisitas terendah nilai indeks adalah 24.540% pada variasi sampel tanah asli dengan 1,5% magnesium karbonat (MgCO₃) dan 7% semen portland dengan waktu curing 3 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan semen portland yang semakin besar dapat meningkatkan parameter Kuat geser nilai tanah dan menurunkan nilai indeks plastisitas secara signifikan.

2.4 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Beberapa perbedaan dengan penelitian terdahulu terdapat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang

Aspek	Penelitian Terdahulu			Penelitian Sekarang
	Seoprptoko (2005)	Utami (2016)	Idrus (2017)	Nuraddien (2021)
Judul	Analisis Parameter Kuat geser Tanah Lempung yang ditambah dengan <i>Clean Set Cement</i> dan <i>Solitac</i>	Analisis Pemanfaatan Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah ditinjau dari Kuat geser	Stabilisasi Tanah Pasir menggunakan Abu Sampah (<i>Eco-cement</i>) dan Uji Aplikasinya terhadap Parameter Kuat Geser Tanah	Stabilisasi Tanah Lempung menggunakan Dholomite terhadap Kuat geser Langsung
Tanah	Tanah Lempung	Tanah Lempung	Tanah Pasir	Tanah Pasir berlempung
Bahan Tambah	<i>Clean Set Cement</i> dan <i>Solitac</i>	Kapur Tohor	Abu Sampah	<i>Dolomite</i>
Parameter Penelitian	Parameter Kuat geser	Parameter Kuat Geser	Parameter Kuat Geser	Parameter Kuat Geser
Hasil Penelitian	Penambahan <i>clean set semen</i> mengalami nilai optimum pada prosentase 10% dengan waktu pemeraman 14 hari. Dengan nilai sudut geser dalam (ϕ) sebesar 40° dan nilai kohesi (c) sebesar $1,759 \text{ kg/cm}^2$. Pada penambahan <i>solitac</i> didapatkan nilai optimum ϕ sebesar 38° dan nilai c sebesar $1,107 \text{ kg/cm}^2$ dengan prosesntase bahan tambah sebesar 10% dan waktu pemeraman selama 14 hari	Penambahan kapur untuk stabilisasi tanah lempung dapat meningkatkan kepadatan. Nilai persentase optimum penambahan kapur yang paling efisien meningkatkan kepadatan tanah lempung berada pada nilai 10% dari berat sampel. Data awal tanah asli mempunyai nilai prosesntase bahan tambah sebesar 10% dan waktu pemeraman selama 14 hari	Pengujian Triaksial Tipe UU peningkatan maksimum terjadi pada persentase campuran 5% dengan lama pemeraman 14 hari yaitu nilai $c = 0,710 \text{ kg/cm}^2$ dan $\phi = 34,405^\circ$. Pada pemeraman 14 hari dengan persentase campuran 5% kuat gesernya naik menjadi $2,725 \text{ kg/cm}^2$ atau naik $86,77\%$. Pada pengujian geser langsung peningkatan maksimum terjadi pada kadar campuran 5% dengan lama pemeraman 14 hari yaitu nilai $c = 0,765 \text{ kg/cm}^2$ dan $\phi = 34,800^\circ$	Nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah asli berturut turut $0,164 \text{ kg/cm}^2$ dan $29,007^\circ$. Penambahan <i>dolomite</i> pada tanah asli mengalami peningkatan maksimal pada kadar dolomite 10% dengan pemeraman 7 hari. Nilai kuat geser juga mengalami peningkatan terhadap variasi tegangan geser maupun penambahan kadar dolomite.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah merupakan susunan sistematis pemilihan tanah yang diklasifikasikan ke dalam kelompok dan subkelompok jenis tanah yang menunjukkan karakteristik dan perilaku yang sama. Klasifikasi ini sangat berguna bagi perencana untuk memberikan panduan empiris dari pengalaman sebelumnya. Namun dalam penerapannya harus hati-hati, karena pemecahan masalah stabilitas, kompresi (penurunan), aliran air berdasarkan klasifikasi tanah sering menyebabkan kesalahan yang signifikan (Lambe (1979) dalam Hardiyatmo (2002)).

Secara umum klasifikasi tanah didasarkan pada ukuran butir-butir yang diperoleh dari analisis saringan dan uji plastisitas. Ada dua sistem klasifikasi yang sering digunakan, yaitu Unified Soil Classification System dan AASHTO (American Association Of State Highway and Transporting Official). Sistem ini menggunakan sifat indeks tanah sederhana seperti distribusi ukuran butir, batas cair dan indeks plastisitas. (Hardiyatmo, 2014).

1. *Unified Soil Classification System* (Sistem Klasifikasi Unified)

Sistem ini sering digunakan dalam berbagai konstruksi geoteknik. Dalam *Unified Soil Classification System* tanah diklasifikasikan menjadi sebagai berikut.

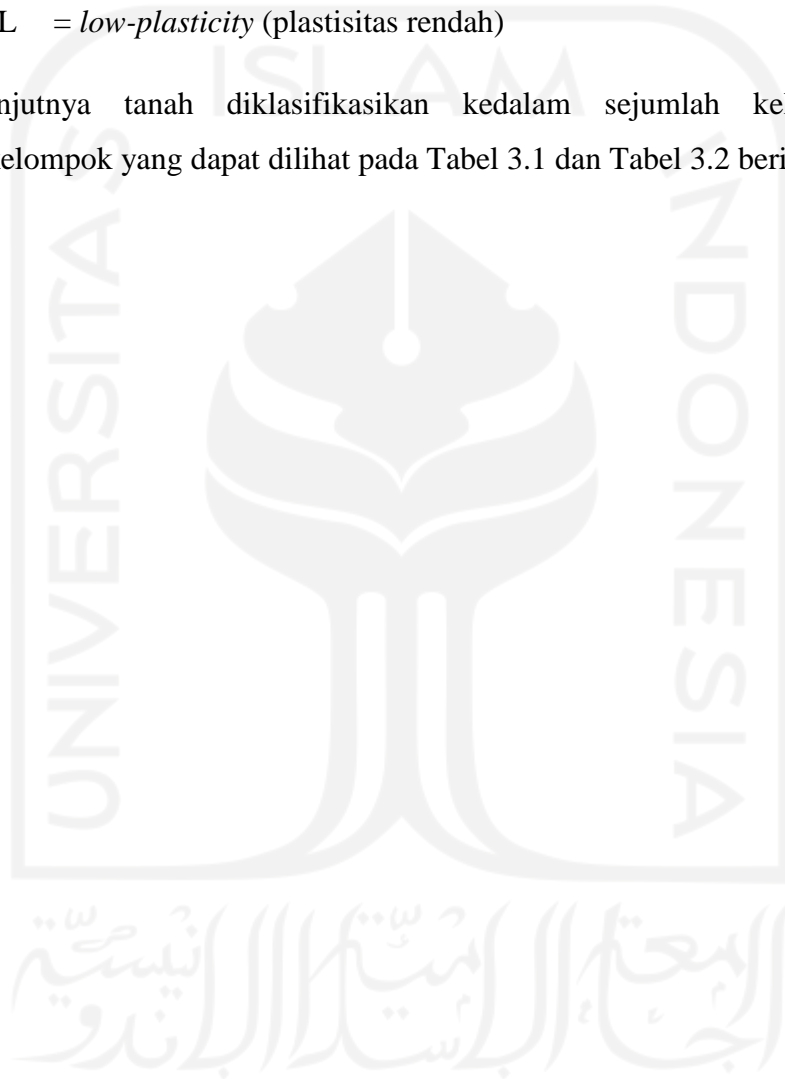
- a. Apabila sampel tanah kurang dari 50% lolos saringan nomor 200 maka diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir)
- b. Apabila lebih dari 50% lolos saringan nomor 200 maka diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir halus (lanau dan lempung)

Berikut merupakan simbol-simbol yang dipakai dalam klasifikasi sistem USCS.

- a. G = *gravel* (kerikil)
- b. C = *clay* (lempung)
- c. S = *sand* (pasir)
- d. M = *silt* (lanau)

- e. O = *organic silt or clay* (lanau atau lempung organik)
- f. Pt = *peat and highly organic soil* (tanah gambut dan tanah organik tinggi)
- g. W = *well-graded* (gradasi baik)
- h. P = *poorly-graded* (gradasi buruk)
- i. H = *high-plasticity* (plastisitas tinggi)
- j. L = *low-plasticity* (plastisitas rendah)

Selanjutnya tanah diklasifikasikan kedalam sejumlah kelompok dan subkelompok yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 berikut.



Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah Berbutir Kasar Menurut USCS

Divisi Utama		Simbol kelompok	Nama Jenis	
Tanah berbutir kasar 50% butiran berbahan saringan No.200 (0,0075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar bertahan saringan No.4 (4,5 mm)	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Kerikil dengan 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
		Kerikil dengan butiran halus	GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lanau
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan No.4 (4,5 mm)		Pasir bersih (hanya pasir)	SW
		Pasir dengan butiran halus	SP	Pasir bergradasi buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
		SC	Pasir berlanau, campuran pasir-lempung	

(Sumber : Hardiyatmo, 2002)

Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi Tanah Berbutir Halus Menurut USCS

Divisi Utama		Simbol kelompok	Nama Jenis
Tanah berbutir halus 50 % atau lebih lolos saringan No. 200 (0,075 mm)	Lanau dan Lempung Batas cair 50 % atau kurang	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, oasir halus berlanau atau berlempung
		CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau , lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau dengan plastisitas rendah
	Lanau dan Lempung Batas cair lebih dari kurang	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau yang elastis
		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi.

(Sumber : Hardiyatmo, 2002)

2. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association Of State Highway and Transporting Official*) seringkali digunakan untuk mengetahui kualitas tanah pada perencanaan pekerjaan konstruksi jalan yaitu tanah timbunan jalan , lapis dasar (*subbase*), dan tanah dasar (*subgrade*). Dalam metode klasifikasi ini tanah dibagi kedalam 8 kelompok besar yaitu A-1 sampai A-8 . Adapun klasifikasi tanah AASHTO dibagi menjadi sebagai berikut.

Klasifikasi tanah A-1 sampai A-3 merupakan tanah granuler (tanah dimana < 35% butiran tanah tersebut lolos ayakan no.200) . Adapun karakteristik tanahnya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Karakteristik Tanah Granuler menurut AASHTO

Kode	Karakteristik
A-1	Tanah granuler bergradasi baik dengan sedikit butiran halus
A-2	Tanah granuler tetapi masih mengandung lanau dan lempung
A-3	Pasir bersih bergradasi buruk, tanah berbutir halus banyak

(Sumber : Hardiyatmo, 2002)

Kasifikasi tanah dari A-4 sampai A-7 merupakan tanah lanau-lempung (tanah dimana > 35% butiran tanah lolos ayakan no.200). Adapun karakteristik tanahnya dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Karakteristik lanau-lempung menurut AASHTO

Kode	Karakteristik Tanah
A-4	Tanah lanau dengan sifat plastis rendah
A-5	Tanah lanau dengan butiran plastis lebih banyak, maka sifat plastisnya lebih tinggi dari A-4
A-6	Tanah lempung yang masih mengandung kerikil atau pasir, perubahan volume cukup besar
A-7	Tanah lempung dengan sifat plastis lebih tinggi dari A-6

(Sumber : Hardiyatmo, 2002)

Kelompok A-8 tidak diperlihatkan terdiri dari tanah organik tinggi seperti tanah gambut yang diklasifikasikan berdasarkan visual. Adapun sistem klasifikasi tanah secara umum berdasarkan AASHTO dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Sistem Klasifikasi tanah menurut AASHTO

Klasifikasi umum	Material granuler ($< 35\%$ lolos saringan no.200)						Tanah-tanah lanau-lempung ($< 35\%$ lolos saringan no.200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5/A-7-6
Analisis saringan (% lolos)											
2,00 mm (no.10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no.40)	30 maks	50 maks	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 mm (no.200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no.4											
Batas cair (LL)	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks plastis (PI)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (G)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	2- maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir		Tanah berlempung dan pasir	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik						Sedang sampai buruk				
Catatan: Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL) Untuk $PL > 30$, klasifikasinya A-7-5 Untuk $PL < 30$, klasifikasinya A-7-6 Np = nonplastis											

(Sumber : Hardiyatmo, 2002)

3.2 Tanah Pasir

Tanah pasir adalah jenis tanah yang bersifat non kohesif. Tanah non kohesif adalah tanah yang butir-butir tanahnya terpisah ketika dikeringkan dan bersatu apabila berada dalam keadaan basah karena gaya tarik permukaan di dalam air. Tanah non kohesif mempunyai sifat butiran yang lepas (loose), hal tersebut ditunjukkan dengan butiran tanah yang akan terpisah-pisah apabila dikeringkan, sehingga tanah tersebut perlu dilakukan upaya perbaikan agar dapat memperbaiki sifat-sifat tanah agar lebih baik. Tanah yang bersifat non kohesif tidak mempunyai garis batas antara keadaan plastis dan tidak plastis, karena jenis tanah tersebut tidak plastis untuk semua nilai kadar air, akan tetapi dalam beberapa kondisi tertentu, tanah non kohesif dengan kadar air yang cukup tinggi dapat bersifat sebagai suatu cairan kental (Bowles, 1986)

Tanah pasir dalam kondisi padat cenderung memiliki sifat-sifat yang baik. Namun pada kondisi tertentu, seperti bila dalam kondisi lepas dan jenuh air, dapat memiliki kuat geser yang rendah ketika terjadi beban siklik seperti gempa bumi. Pada keadaan ini lapisan pasir kehilangan kuat gesernya atau berkurang. Secara umum, kuat geser tanah pasir disumbangkan oleh nilai sudut gesek internal. Guna meningkatkan kuat gesernya. (Consoli, dkk, 1998)

Pasir yang bergradasi lebih baik akan mempunyai sudut gesek dalam yang lebih besar. Faktor tegangan yang pernah dialami oleh tanah pasir tidak begitu berpengaruh pada sudut geser dalam. Akan tetapi, sangat berpengaruh terhadap penurunan. Pada pasir padat, butiran berhubungan saling mengunci satu sama lain dan rapat. Sebelum kegagalan geser terjadi hubungan saling mengunci ini menambah perlawanan gesek pada bidang geser. Setelah tegangan puncak tercapai pada nilai perubahan panjang yang rendah, tingkat penguncian antar butirannya menurun dan selanjutnya tegangan geser akan berkurang. Kadang-kadang benda uji menjadi cukup mengembang melebihi tempatnya. (Hardiyatmo, 2002)

3.3 Dolomite

Dolomite adalah mineral karbonat yang tersusun dari kalsium magnesium karbonat $[CaMg(CO_3)_2]$ dengan proporsi yang setara dengan 54,35% $CaCO_3$ dan

45,65% $MgCO_3$, istilah ini juga digunakan untuk mendefinisikan batuan sedimen karbonat “*dolostone*” yang sebagian besar terdiri dari mineral *dolomite* yang mempunyai kadar magnesium di atas 50%. Tetapi, *dolomite* murni jarang ditemukan di alam. (Haldar & Tisljar, (2014), dan Tuyl, (1914))

Dolomite pertama kali dideskripsikan pada tahun 1791 sebagai batu oleh Deodat de Dolomieu yang menyelidiki sampel dari Pegunungan Alpen Italia. *Dolomite* terjadi karena adanya tekanan pada mineral $CaCO_3$ (aragonit atau kalsit). *Dolomite* menjadi perhatian khusus karena sering membentuk batuan *reservoir* hidrokarbon. Meskipun penelitian intensif selama lebih dari 200 tahun, asal usul *dolomite* masih menjadi kontroversi, karena data yang tersedia seringkali memungkinkan lebih dari satu penafsiran. (Selley, dkk., 2005)

Dua jenis pembentukan *dolomite* yang paling umum adalah dolomitisasi (proses $CaCO_3$ menjadi $CaMg(CO_3)_2$ karena adanya ion magnesium), dan sementasi *dolomite* (pengendapan *dolomite* dari larutan encer sebagai semen dalam sebuah pori). Dapat terbentuk di danau, dasar laut yang dangkal, bawah tanah dasar laut yang dangkal, zona refluks air asin, dan tempat lainnya yang berhubungan dengan air asin. Untuk membentuk *dolomite* hanya membutuhkan sifat permeabilitas dan pasokan magnesium yang cukup. (Warren, (2000), dan Machel (2004))

3.4 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi dapat berupa penambahan atau penggantian material baru, penambahan bahan kimia, pemadatan, pemanasan dan pendinginan. Secara garis besar ada tiga macam stabilisasi yaitu stabilisasi mekanik, stabilisasi fisik dan stabilisasi kimia. Ingels dan Metcalf (1977) memberikan beberapa metode pelaksanaan stabilisasi tanah dibawah ini.

1. Stabilisasi Mekanik

Stabilisasi mekanik adalah stabilisasi yang dilakukan untuk mendapatkan kepadatan tanah yang maksimum yang dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis seperti mesin gilas (roller), benda berat yang dijatuhkan

(pounder), ledakan (eksplosif). tekanan statis dan sebagainya. Inti dari stabilitas ini adalah mengurangi volume pori, sehingga angka pori berkurang yang menyebabkan kepadatan tanah meningkat.

2. Stabilisasi Fisik (Thermal)

Stabilisasi fisik adalah stabilisasi yang dilakukan untuk merubah sifat-sifat tanah dengan cara pemanasan, pendinginan dan menggunakan arus listrik. Salah satu jenis stabilisasi fisik yang sering dipakai adalah pemanasan, sebagai contoh pembuatan batu bata, pembuatan genteng tanah dan lain sebagainya.

3. Stabilisasi Kimia

Stabilisasi kimia merupakan stabilisasi yang dilakukan dengan cara memberi bahan tambah kimia pada tanah sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan sifat-sifat pada tanah tersebut. Campuran bahan kimia yang sering digunakan adalah dengan menggunakan semen *portland*, kapur, abu, batubara, dan lain-lain. Stabilisasi ini membutuhkan waktu untuk terjadinya reaksi *pozzolan* yaitu dengan cara pemeraman (*curing time*).

3.5 Indeks Properti Tanah

Berbagai macam parameter dasar tanah (indeks properti tanah) sangat mempengaruhi berbagai elemen konstruksi yang akan dibangun di atas tanah. Seperti berat volume, kadar air, berat jenis, analisis distribusi butiran, batas-batas *Atterberg* (batas cair, batas plastis, dan batas susut), dan sebagainya. Sedangkan parameter seperti koefisien konsolidasi, kohesi, sudut geser dalam, dan sebagainya adalah parameter teknis tanah yang dipengaruhi oleh parameter dasar tanah (Darwis, 2018).

3.5.1 Kadar Air Tanah

Kadar air (w) merupakan rasio berat air terhadap berat tanah kering dalam suatu massa tanah yang dinyatakan dalam persen. Di alam, nilai kadar air tanah dengan butiran halus memiliki nilai kadar air yang lebih tinggi dibanding tanah

dengan butiran kasar. (Ranjan & Rao, 2007). Untuk mencari nilai kadar air digunakan Persamaan 3.1 berikut.

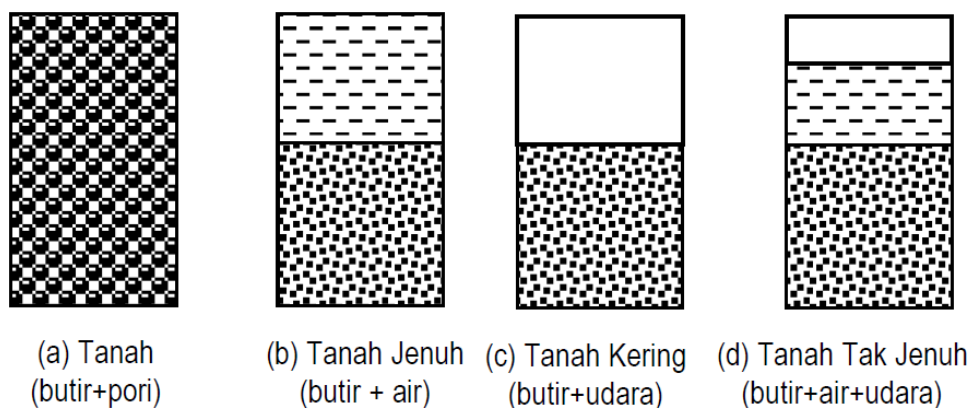
$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (3.1)$$

Keterangan :

- w = kadar air (%)
 W_w = berat air (gr)
 W_s = berat tanah (gr)

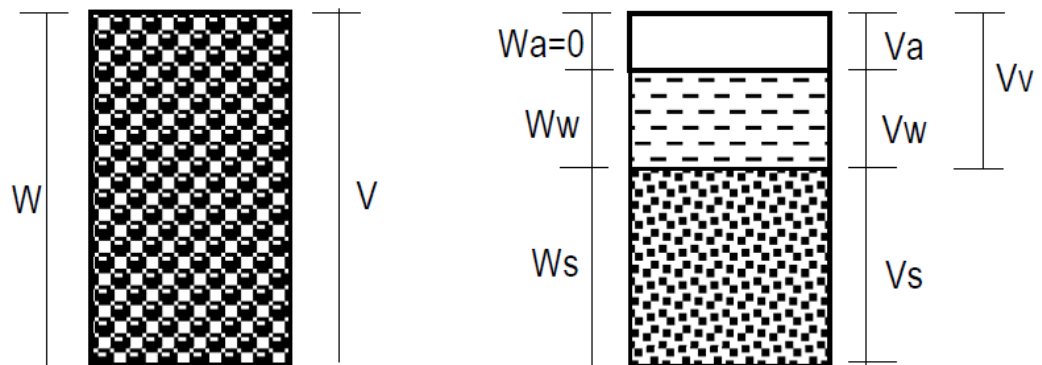
3.5.2 Berat Volume Tanah

Menurut Darwis (2018) material tanah dapat terdiri atas dua atau tiga unsur, yakni butiran, air dan udara. Pada dalam kondisi tanah jenuh terdapat dua unsur, yakni butiran dan air, dan pada tanah yang kering juga hanya terdapat dua unsur yakni butiran dan udara. Sedangkan pada tanah dengan kondisi tak jenuh terdapat tiga unsur, yakni butiran, air dan udara. Ketiga kondisi tersebut dapat diilustrasikan pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.1 Komposisi Tanah dalam Berbagai Kondisi
 (Sumber: Darwis, 2018)

Masing-masing elemen tanah tersebut (butir, air dan udara), memiliki volume dan berat. Untuk memahami sifat-sifat tanah secara fisis, maka parameter tanah dijabarkan lebih terperinci sebagaimana Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Diagram Fase Tanah
(Sumber: Darwis, 2018)

Keterangan :

- W = berat total tanah (gr)
 W_a = berat udara = 0 (diabaikan)
 W_w = berat air (gr)
 V = volume total tanah (cm^3)
 V_a = volume udara (cm^3)
 V_w = volume air (cm^3)
 V_v = volume pori (cm^3)
 V_s = volume butir (cm^3)

Dari gambar diagram fase tanah di atas, dapat dirumuskan beberapa hubungan seperti Persamaan 3.2 sampai 3.5.

$$1. \text{ Berat tanah } (W) = W_s + W_w \quad (3.2)$$

$$2. \text{ Volume pori } (V_v) = V_w + V_a \quad (3.3)$$

$$3. \text{ Volume tanah } (V) = V_s + V_w + V_a \quad (3.4)$$

$$(V) = V_s + V_v \quad (3.5)$$

Berat volume tanah basah (γ) adalah perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara (W) dengan volume total tanah (V). Parameter ini dituliskan dengan Persamaan 3.6 berikut :

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (3.6)$$

3.5.3 Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah (G_s) adalah perbandingan berat volume butiran tanah dengan berat volume air. Berat jenis tanah dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.7.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (3.7)$$

Nilai G_s sebagian besar berkisar antara 2,58 sampai 2,75, kecuali untuk tanah organik yang mempunyai berat jenis antara 1,25 sampai 1,8. Keberadaan zat organik menyebabkan nilai berat jenis tanah menjadi sangat rendah. Tabel 3.6. menyajikan nilai berat jenis tanah yang biasanya dimiliki oleh suatu tanah (Darwis, 2018).

Tabel 3.6 Klasifikasi Berat Jenis Tanah

Jenis Tanah	Berat Jenis (G_s)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Anorganik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,58 – 2,65
Lempung Anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,8

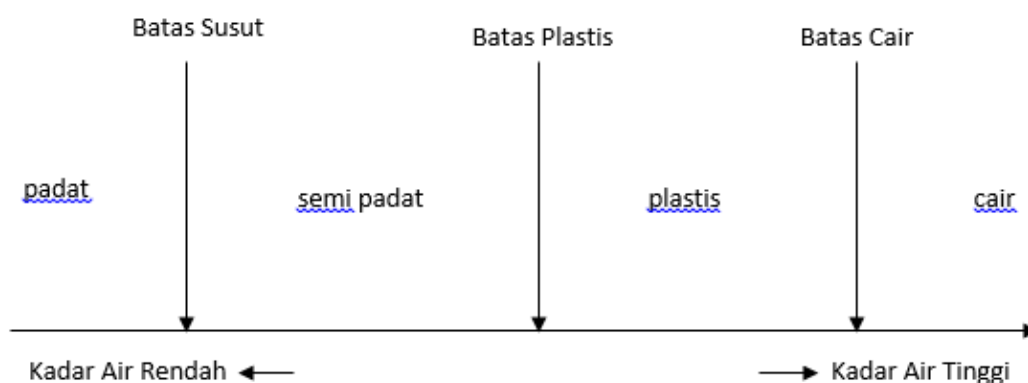
Sumber: Darwis (2018)

3.5.4 Batas Atterberg

Bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut

konsistensi. Konsistensi ini bergantung pada gaya Tarik antara partikel mineral lempung. Pengurangan kadar air menghasilkan berkurangnya tebal lapisan kation yang menyebabkan bertambahnya gaya tarik partikel. Bila tanah dalam kedudukan plastis, besarnya jaringan gaya antar partikel akan sedemikian hingga partikel bebas menggelincir antara satu dengan yang lain, dengan kohesi yang tetap terpelihara. Pengurangan kadar air menghasilkan pengurangan volume tanah.

Sifat plastisitas jenis tanah berbutir halus menjadi hal yang penting untuk diketahui sebelum dilakukan pembangunan di atas suatu lapisan tanah. Plastisitas tanah terjadi karena adanya partikel mineral lempung dalam tanah yang menggambarkan kemampuan tanah untuk menyesuaikan perubahan bentuk (*shape change*) pada volume yang konstan tanpa terjadi retak atau remuk pada tanah tersebut. (Darwis, 2018)



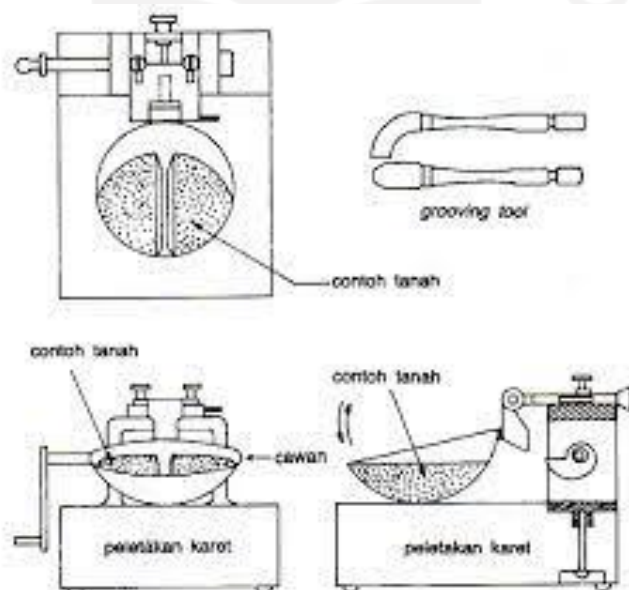
Gambar 3.3 Diagram Batas Atterberg
(Sumber: Darwis, 2018)

Konsistensi tanah sangat dipengaruhi oleh kadar air, yang mana tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, dan padat. Konsistensi merupakan kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu. Konsistensi ini tergantung pada gaya tarik antar partikel lempung di dalam tanah. Pada tahun 1911, Atterberg suatu memberikan metode untuk menggambarkan batas-batas konsistensi tanah yang berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar air di dalam tanah. Batas-batas tersebut dikenal dengan istilah “batas-batas Atterberg” yang terdiri

dari batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*). (Darwis, 2018)

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

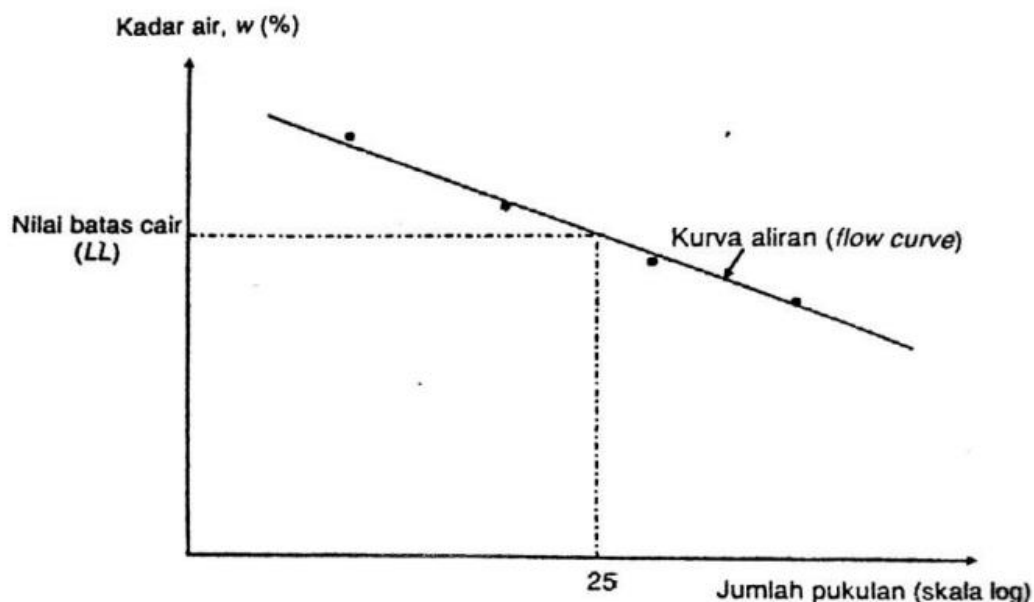
Batas cair didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair biasanya ditentukan dari uji Casagrande. Contoh tanah dimasukkan dalam cawan. Tinggi contoh dalam cawan kira-kira 8 mm. Alat pembuat alur (*grooving tool*) dikerukkan tepat di tengah-tengah cawan hingga menyentuh dasarnya. Kemudian, dengan alat penggetar, cawan di ketuk-ketukkan pada landasan dengan tinggi jatuh 1 cm. Persentase kadar air yang dibutuhkan untuk menutup celah sepanjang 12,7 mm pada dasar cawan, sesudah 25 kali pukulan, didefinisikan sebagai batas cair tanah tersebut. (Hardiyatmo, 2002)



Gambar 3.4 Skema Alat Uji Batas Cair
(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

Karena sulitnya mengatur kadar air pada waktu celah menutup pada 25 kali pukulan, maka biasanya percobaan dilakukan beberapa kali, yaitu dengan kadar air yang berbeda dengan jumlah pukulan berkisar antara 15 sampai 35 kali. Kemudian,

hubungan kadar air dan jumlah pukulan digambarkan dalam grafik semi logaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 kali pukulan.



Gambar 3.5 Kurva Penentuan Batas Cair Tanah
(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

2. Batas Plasts (*Plastic Limit*)

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

3. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas Susut (SL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Percobaan batas susut dilaksanakan dalam laboratorium dengan cawan porselin diameter 44,4 mm dengan tinggi 12,7 mm. Bagian dalam cawan dilapisi dengan pelumas dan diisi dengan tanah jenuh sempurna. Kemudian dikeringkan dalam oven. Volume ditentukan dengan mencelupkannya dengan air raksa. Batas susut dinyatakan dalam persamaan 3.8 berikut.

$$SL = \left\{ \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} - \frac{(v_1 - v_2)\gamma_w}{m_2} \right\} \times 100\% \quad (3.8)$$

dengan,

m_1 = berat tanah basah dalam cawan percobaan (gr)

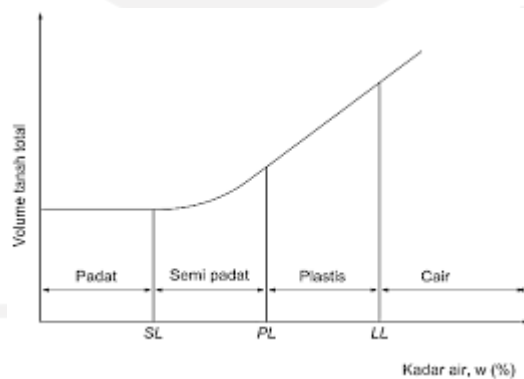
m_2 = berat tanah kering oven (gr)

V_1 = volume tanah basah dalam cawan (cm^3)

V_2 = volume tanah kering oven (cm^3)

γ_w = berat volume air (g/cm^3)

Batas-batas Atterberg sangat berguna untuk identifikasi dan klasifikasi tanah dan sering digunakan dalam spesifikasi, guna mengontrol tanah yang akan digunakan untuk membangun struktur urugan tanah. Hubungan variasi kadar air dan volume total tanah pada kedudukan batas cair, batas plastis dan batas susut dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6 Volume dan Kadar Air pada Kondisi Batas Cair, Batas Plastis dan Batas Susut

(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

4. Indeks Plastisitas (*Plasticity Indeks*)

Indeks plastisitas merupakan selisih batas cair dan batas plastis. Biasanya dirumuskan seperti Persamaan 3.9 berikut.

$$PI = LL - PL \quad (3.9)$$

Indeks Plastisitas (PI) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Jika tanah mempunyai nilai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika nilai PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering. Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah, dan kohesi diberikan oleh Atterberg terdapat dalam Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam Tanah
0	Non Plastis	Pasir
< 7	Plastisitas rendah	Lanau
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung

3.5.5 Analisis Butiran Tanah

Pengujian terhadap tanah berbutir kasar dilakukan dengan analisis saringan, sedangkan pada tanah dengan butiran halus dilakukan dengan metode hidrometer. Secara umum, sebagian besar tanah mengandung unsur berbutir kasar dan berbutir halus, oleh karena itu kombinasi analisis saringan dan hidrometer perlu dilakukan. Sampel tanah yang dalam keadaan kering terlebih dahulu dilakukan analisis saringan, kemudian fraksi berbutir halus dianalisis dengan metode hidrometer (Ranjan & Rao, 2007).

1. Analisis Saringan

Saringan merupakan kasa kawat yang memiliki lubang berbentuk persegi. Nomor saringan menunjukkan lebar satu bukaan pada saringan tersebut (Ranjan & Rao, 2007). Pengujian ini dilakukan dengan menyaring sampel tanah pada satu set alat saringan dengan urutan nomor saringan 4, 10, 20, 40, 60, 140, 200. Berat tanah yang tertinggal pada setiap nomor saringan ditimbang, lalu dihitung persentasenya terhadap berat total sampel tanah. Susunan saringan berdasarkan standar ASTM (*American Standard of Testing Material*) dapat dilihat pada Tabel 3.4 (Darwis, 2018).

Tabel 3.8 Susunan Saringan Berdasarkan ASTM

Nomor Saringan	Diameter Bukaannya (mm)
4	4,75
10	2
20	0,85
40	0,425
60	0,25
140	0,106
200	0,075

Sumber: Darwis (2018)

Berdasarkan berat total sampel yang diambil dan berat tanah yang tertahan pada masing-masing saringan, maka dapat dihitung persentase butiran yang tertahan setiap saringan dengan menggunakan Persamaan 3.10. dan persentase lolos setiap saringan dengan menggunakan Persamaan 3.11 (Ranjan & Rao, 2007).

$$\% \text{tertahan pada saringan} = \frac{\text{berat tanah tertahan pada saringan tersebut}}{\text{berat total sampel tanah}} \times 100 \quad (3.10)$$

$$\% \text{lolos pada saringan} = 100\% - \% \text{tanah tertahan kumulatif} \quad (3.11)$$

2. Analisis Hidrometer

Analisis Hidrometer didasarkan pada hukum Stokes, yang menurutnya kecepatan jatuh bebas partikel berbutir halus berbentuk bola yang melalui cairan adalah berbeda untuk ukuran butiran yang berbeda. Dalam kasus pengujian untuk butiran tanah, meskipun butiran tanah memiliki bentuk yang berbeda, diasumsikan bahwa butiran tanah berbentuk bulat dan memiliki berat jenis yang sama. Sebuah bola yang dibiarkan jatuh bebas melalui cairan yang dalamnya tak terbatas, kecepatannya akan meningkat dengan cepat di bawah aksi gaya gravitasi, tetapi kecepatan konstan yang disebut kecepatan *terminal* akan tercapai dalam waktu yang singkat (Ranjan & Rao, 2007).

Kecepatan *terminal* Stokes (v) bisa dilihat pada Persamaan 3.12, sehingga bisa didapatkan nilai diameter butiran tanah pada Persamaan 3.13 (SNI 3423:2008).

$$v = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18\mu} D^2 \quad (3.12)$$

$$D = \sqrt{\frac{30\mu}{980(Gs-1)}} \sqrt{\frac{L}{T}}$$

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}} \quad (3.13)$$

Dengan :

D = diameter butiran tanah (mm)

γ_w = berat volume air (gram/cm³)

γ_s = berat volume butiran tanah (gram/cm³)

μ = kekentalan air absolut (gram.det/cm³)

L = kedalaman efektif, nilainya bisa dilihat pada Tabel 3.5 (mm)

K = konstanta, nilainya bisa dilihat pada Tabel 3.9

T = interval waktu dari mulai pengendapan sampai waktu pembacaan (menit)

Terlihat bahwa K adalah fungsi dari Gs dan μ yang besarnya tergantung pada temperatur butiran tanah, nilai K tidak berubah untuk suatu seri pembacaan selama pengujian, meskipun nilai L dan T bervariasi (SNI 3423:2008).

Tabel 3.9 Nilai Kedalaman Efektif (L)

Hidrometer 151 H		Hidrometer 152 H			
Pembacaan aktual hidrometer	Kedalaman efektif L (mm)	Pembacaan aktual hidrometer	Kedalaman efektif L (mm)	Pembacaan aktual hidrometer	Kedalaman efektif L (mm)
1,000	163	0	163	31	112
1,001	160	1	161	32	111
1,002	158	2	160	33	109
1,003	155	3	158	34	107
1,004	152	4	156	35	106
1,005	150	5	155		
1,006	147	6	153	36	104
1,007	144	7	152	37	102
1,008	142	8	150	38	101
1,009	139	9	148	39	99
1,010	137	10	147	40	97

Lanjutan Tabel 3.9 Nilai Kedalaman Efektif (L)

1,011	134	11	145	41	96
1,012	131	12	143	42	94
1,013	129	13	142	43	92
1,014	126	14	140	44	91
1,015	123	15	138	45	89
1,016	121	16	137	46	88
1,017	118	17	135	47	86
1,018	115	18	133	48	84
1,019	113	19	132	49	83
1,020	110	20	130	50	81
1,021	107	21	129	51	79
1,022	105	22	127	52	78
1,023	102	23	125	53	76
1,024	100	24	124	54	74
1,025	97	25	122	55	73
1,026	94	26	120	56	71
1,027	92	27	119	57	70
1,028	89	28	117	58	68
1,029	86	29	115	59	66
1,030	84	30	114	60	65
1,031	81				
1,032	78				
1,033	76				
1,034	73				
1,035	70				
1,036	68				
1,037	65				
1,038	62				

Tabel 3.10 Nilai K

Temperatur °C	Berat jenis butiran tanah								
	2,45	2,50	2,55	2,60	2,65	2,70	2,75	2,80	2,85
16	0.01510	0.01505	0.01481	0.01457	0.01435	0.01414	0.01394	0.01374	0.01356
17	0.01511	0.01486	0.01462	0.01439	0.01417	0.01396	0.01376	0.01356	0.01338
18	0.01492	0.01467	0.01443	0.01421	0.01399	0.01378	0.01359	0.01339	0.01321
19	0.01474	0.01449	0.01425	0.01403	0.01382	0.01361	0.01342	0.1323	0.01305
20	0.01456	0.01431	0.01408	0.01386	0.01365	0.01344	0.01325	0.01307	0.01289
21	0.01438	0.01414	0.01391	0.01369	0.01348	0.01328	0.01309	0.01291	0.01273
22	0.01421	0.01397	0.01374	0.01353	0.01332	0.01312	0.01294	0.01276	0.01258
23	0.01404	0.01381	0.01358	0.01337	0.01317	0.01297	0.01279	0.01261	0.01243
24	0.01388	0.01365	0.01342	0.01321	0.01301	0.01282	0.01264	0.01246	0.01229
25	0.01372	0.01349	0.01327	0.01306	0.01286	0.01267	0.01249	0.01232	0.01215
26	0.01357	0.01334	0.01312	0.01291	0.01272	0.01253	0.01235	0.01218	0.01201
27	0.01342	0.01319	0.01297	0.01277	0.01258	0.01239	0.01221	0.01204	0.01188
28	0.01327	0.01304	0.01283	0.01264	0.01244	0.01225	0.01208	0.01191	0.01175
29	0.01312	0.01290	0.01269	0.01249	0.01230	0.01212	0.01195	0.01178	0.01162
30	0.01298	0.01276	0.01256	0.01236	0.01217	0.01199	0.01182	0.01165	0.01149

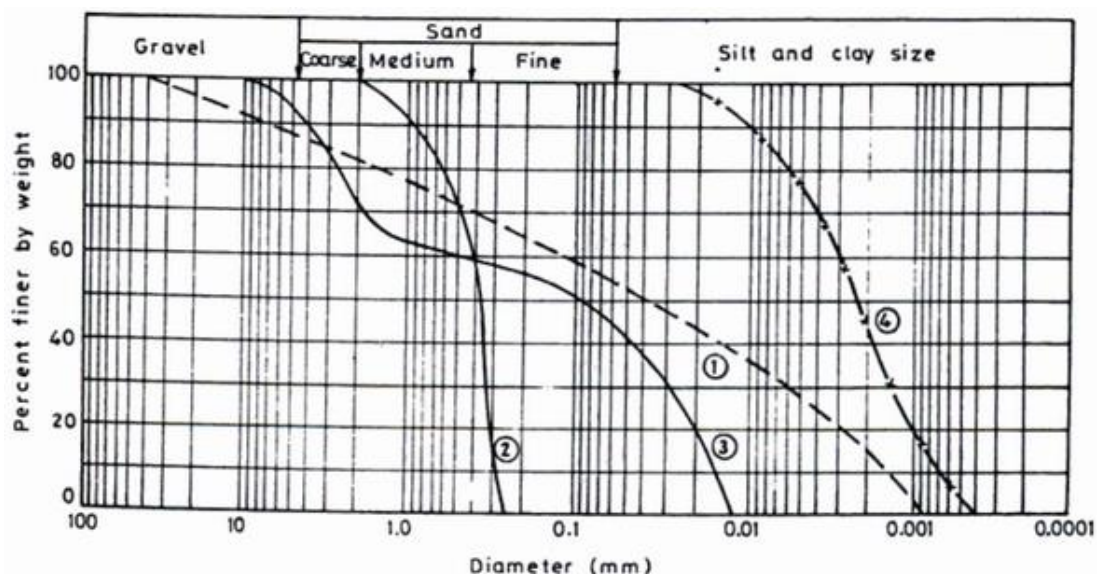
Sumber: ASTM D 422-63 dalam SNI 3423:2008

Taylor (1948) dalam Ranjan dan Rao (2007) menyatakan bahwa hukum Stokes hanya berlaku untuk butiran dengan diameter antara 0,2 mm dan 0,0002 mm. Butiran yang berdiameter lebih besar dari 0,2 mm yang jatuh bebas di dalam air akan menyebabkan turbulensi, sedangkan butiran yang kurang dari 0,0002 mm akan menyebabkan gerakan Brownian (gerakan acak suatu butiran dalam suatu cairan) dan kecepatan penurunan terlalu kecil untuk pengukuran yang akurat. Dalam kedua kasus tersebut, hukum stokes tidak berlaku.

Dalam pengujian, larutan suspensi harus dicampur bahan pendeflokulasi (*deflocculating agent*) seperti *sodium hexametaphosphate* atau *sodium oxalate* agar mencegah pembentukan *floc* (akumulasi partikel halus). Tidak diberinya bahan pendeflokulasi akan menyebabkan diameter yang diukur adalah diameter *floc* dan bukan diameter butiran tanah secara individu (Ranjan & Rao, 2007).

3. Grafik Distribusi Butiran Tanah

Hasil pengujian dari uji analisis saringan dan analisis hidrometer disajikan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 3.3. Persen lolos diplot pada ordinat menggunakan skala aritmatik, dan diameter partikel tanah (dalam satuan mm) di plot pada absis menggunakan skala logaritmik (Ranjan & Rao, 2007). Batas-batas tiap jenis butiran tanah pada Tabel 3.7 juga di plot ke dalam grafik seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.7 Grafik Distribusi Butiran Tanah
(Sumber: Ranjan & Rao, 2007)

Tabel 3.11 Batas-Batas Ukuran Partikel Tanah

No	Jenis Tanah		Ukuran Butiran (mm)	
			Berdasarkan USCS	Berdasarkan AASHTO
1	Kerikil		4,75 – 76,2	2 – 76,2
2	Pasir	Kasar	2 – 4,75	0,425 – 2
		Sedang	0,425 – 2	
		Halus	0,075 – 0,425	0,075 – 0,425
3	Lanau		$\leq 0,075$	0,002 – 0,075
4	Lempung		$\leq 0,075$	$\leq 0,002$

Sumber: Das (2008)

Tanah termasuk ke dalam gradasi yang baik (*well-graded*) jika mempunyai distribusi ukuran butiran yang tersebar secara merata (bervariasi diameter butirannya) dan kurva gradasi yang *smooth*. Dalam kurva nomor 1 pada Gambar 3.7. menunjukkan tanah dengan gradasi baik (*well-graded*) atau disebut juga tanah bergradasi menerus yang partikelnya terbentang dari ukuran kerikil sampai ukuran lanau dan lempung.

Tanah dengan gradasi yang buruk memiliki kelebihan dimana pada ukuran butiran tertentu mempunyai sebagian besar ukuran butiran yang sama, yang disebut

juga tanah bergradasi seragam (*uniform gradation*) seperti pada kurva nomor 2 dan nomor 4 pada Gambar 3.7.

Sementara tanah dengan gradasi sela (*gap-graded*) merupakan tanah yang tidak memiliki beberapa ukuran butiran, kurva 3 pada Gambar 3.3 adalah contoh tanah yang termasuk dalam tanah bergradasi sela dikarenakan persentase ukuran butiran antara 0,1 dan 1 mm relatif rendah. Dari kemiringan bentuk kurva distribusi tanah, dapat ditentukan koefisien keragaman dengan menggunakan Persamaan 3.14 dan koefisien gradasi dengan menggunakan Persamaan 3.15.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (3.14)$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} + D_{60}} \quad (3.15)$$

Dengan :

C_u = koefisien keragaman (*coefficient of uniformity*)

C_c = koefisien kelengkungan (*coefficient of curvature*)

D_{10} = diameter lubang saringan dengan 10% berat tanah lolos pada diameter saringan tersebut (mm)

D_{30} = diameter lubang saringan dengan 30% berat tanah lolos pada diameter saringan tersebut (mm)

D_{60} = diameter lubang saringan dengan 60% berat tanah lolos pada diameter saringan tersebut (mm)

Tanah dengan gradasi baik (gradasi menerus), nilai C_c berada di antara 1 dan 3, juga C_u lebih besar dari 4 untuk kerikil dan lebih besar dari 6 untuk pasir (Ranjan & Rao, 2007).

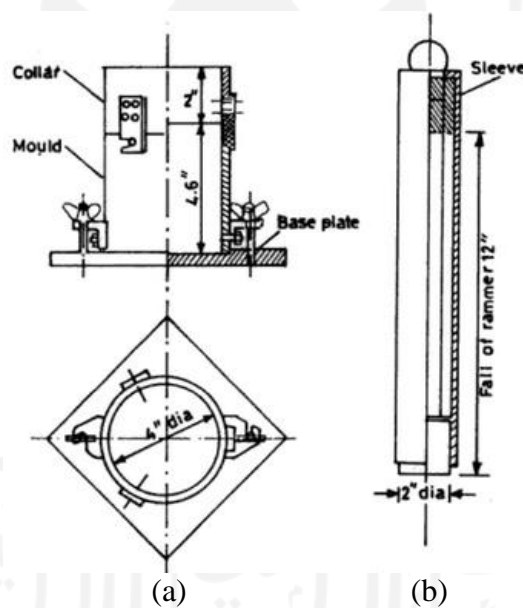
3.6 Uji Proctor Standar

R. R. Proctor ketika membangun bendungan di Amerika Serikat pada awal tahun 1930-an mengembangkan prinsip pemadatan tanah dalam serangkaian artikel di *Engineering News Record* (Proctor, 1933 dalam Ranjan dan Rao, 2007). Sebagai

penghormatan kepada Proctor, uji standar pemadatan di laboratorium yang dia buat disebut Uji Proktor Standar.

Pengujian proktor standar bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar air optimum, cetakan seperti pada Gambar 3.8 (a) dengan volume 944 cm³ (1/30 ft³) diisi dengan tanah dalam 3 lapisan. Setiap lapisan dipadatkan dengan 25 pukulan menggunakan alat pemukul seperti pada Gambar 3.8b dengan berat 2,495 kg (5,51lb), dijatuhkan dengan ketinggian 304,8mm (12 inci). Dengan mengetahui berat tanah yang dipadatkan dan kadar airnya, berat volume tanah kering (γ_d) bisa dihitung dengan Persamaan 3.16 (Ranjan & Rao, 2007).

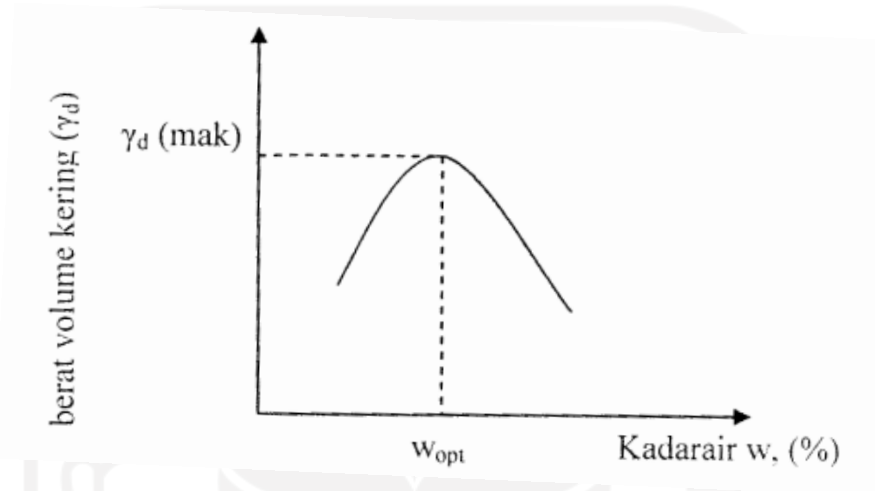
$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} \quad (3.16)$$



Gambar 3.8 Peralatan Pengujian Proktor Standar: (a) cetakan. (b) alat pemukul
(Sumber: Ranjan & Rao, 2007)

Pengujian dilakukan empat sampai lima kali dengan kadar air yang berbeda untuk mendapatkan hasil sebuah kurva pemadatan. Kemudian dibuat grafik antara volume tanah kering terhadap kadar air sehingga diperoleh kurva pemadatan seperti pada Gambar 3.9.

Titik puncak kurva pemadatan merupakan berat volume tanah kering maksimum ($\gamma_{d \max}$), dan kadar air saat $\gamma_{d \max}$ adalah kadar air optimum (OMC). Pedoman untuk melakukan pemadatan timbunan di lapangan biasanya didasarkan pada nilai tersebut (Ranjan & Rao, 2007).



Gambar 3.9 Kurva Pemadatan Proktor Standar
(Sumber: Febrijanto, dkk., 2016)

3.7 Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Menurut teori Mohr (1910) bahwa keruntuhan suatu bahan dapat terjadi akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Hubungan fungsi antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya dapat dinyatakan dengan Persamaan 3.17 berikut.

$$\tau = f(\sigma) \quad (3.17)$$

dengan :

τ = tegangan geser (pada saat runtuh)

σ = tegangan normal

Menurut Coulomb, kekuatan geser tanah dinyatakan dengan Persamaan 3.18 berikut ini.

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi \quad (3.18)$$

dengan :

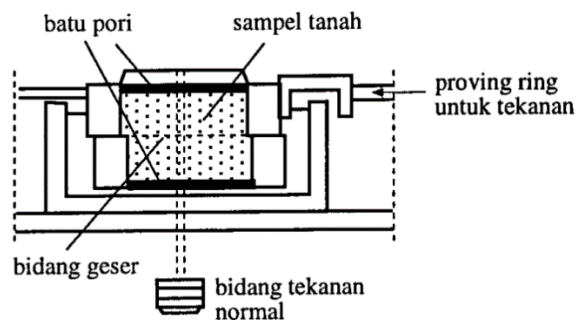
τ = Kuat geser tanah (kg/cm^2)

c = kohesi tanah (kg/cm^2)

φ = sudut gesek dalam tanah ($^\circ$)

σ = tegangan normal pada bidang tanah (kg/cm^2)

Pengujian Geser Langsung bertujuan untuk menentukan besar parameter geser langsung pada kondisi *unconsolidated undrained*. Parameter geser tanah terdiri atas sudut gesek dalam (φ), dan kohesi (c). Kondisi *Unconsolidated* berarti pelaksanaan penggeseran dilakukan sebelum benda uji mengalami konsolidasi sedangkan kondisi *Undrained* adalah selama waktu penggeseran berlangsung air pori tanah tidak diberi kesempatan untuk mengalir keluar.



Gambar 3. 10 Skema Uji Geser Langsung
(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Bahan

4.3.1 Tanah Pasir Berlempung

Sampel tanah pasir berlempung yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tanah dengan kondisi terganggu (*disturbed*) yang berasal dari Jalan Bogowonto, Desa Sumber Balecat, Gamping, Sleman.

4.3.2 Dolomite

Dalam penelitian ini menggunakan bahan tambah *dolomite* yang berasal dari Toko Pertanian 'Kadang Tani' Jalan Kaliurang No.11, Pedak, Sinduharjo, Ngaglik, Sleman.

4.3.3 Air

Air yang digunakan untuk pengujian berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

4.2. Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua alat yang berkaitan dengan penelitian ini, yaitu alat yang berhubungan dengan pengujian sifat fisik dan mekanik tanah dengan mengacu kepada standar *American Society for Testing Material* yang berada di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia.

4.3. Proses Pengujian

4.3.1 Sampel Benda Uji

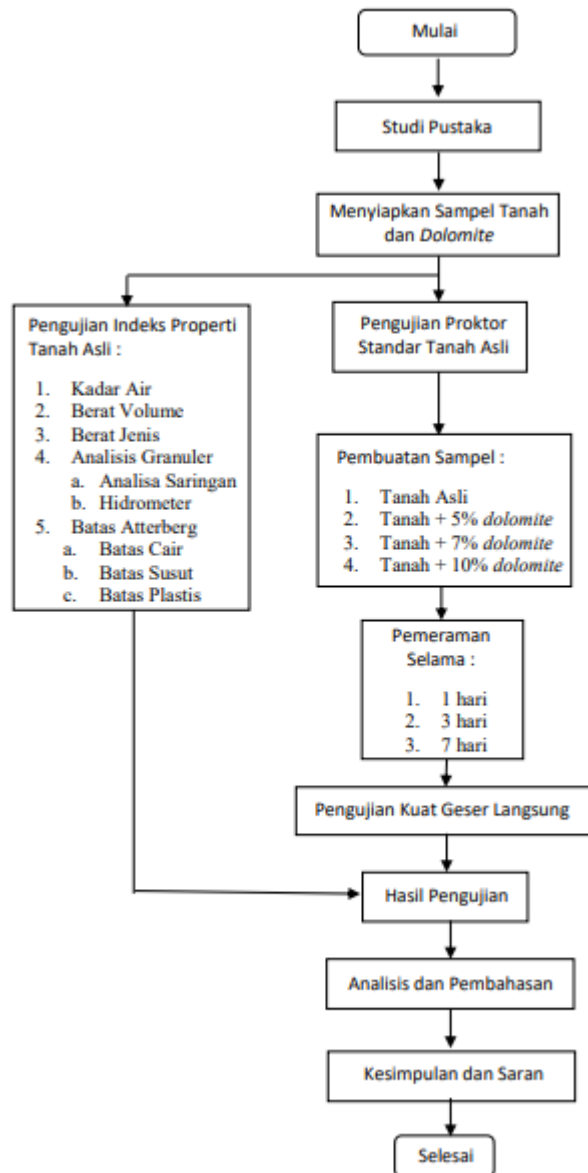
Pada penelitian kali ini akan dilakukan beberapa pengujian terhadap sampel tanah lempung yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah.

Tabel 4. 1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel

No	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel (Buah)
1	Indeks Properti Tanah	-
	a. Kadar air tanah	2
	b. Berat volume tanah	2
	c. Berat jenis tanah	2
	d. Analisis Granuler	-
	1) Hidrometer	2
	2) Analisa Saringan	2
	e. Batas Atterberg	-
	1) Batas cair	2
	2) Batas plastis	2
	3) Batas susut	2
2.	Proktor Standar	2
3.	Geser Langsung	-
	a. Tanah Asli	2
	b. Tanah Asli + Bahan Stabilisasi	-
	Pemeraman 1 hari (<i>Unsoaked</i>)	-
	1) Tanah asli + 5% <i>dolomite</i>	2
	2) Tanah asli + 7% <i>dolomite</i>	2
	3) Tanah asli + 10% <i>dolomite</i>	2
	Pemeraman 3 hari (<i>Unsoaked</i>)	-
	1) Tanah asli + 5% <i>dolomite</i>	2
	2) Tanah asli + 7% <i>dolomite</i>	2
	3) Tanah asli + 10% <i>dolomite</i>	2
	Pemeraman 7 hari (<i>Unsoaked</i>)	-
	1) Tanah asli + 5% <i>dolomite</i>	2
	2) Tanah asli + 7% <i>dolomite</i>	2
	3) Tanah asli + 10% <i>dolomite</i>	2

4.3.2 Bagan Alir Penelitian

Langkah – Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Dari pengujian pada tanah asli dengan bahan tambah *dolomite* yang telah dilakukan di laboratorium, didapatkan hasil sebagai berikut.

5.1.1 Pengujian Indeks Properti Tanah

Pengujian indeks propertis tanah bertujuan untuk mengetahui parameter dasar tanah asli yang terdiri dari pengujian kadar air, berat volume, berat jenis, analisis butiran tanah, dan batas konsistensi tanah (batas cair, batas plastis, dan batas susut).

1. Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kadar air tanah asli yang dengan Persamaan 3.1. Hasil pengujian kadar air terdapat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Kadar Air

No	Keterangan	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat Cawan (W1)	gr	9,01	9,07
2	Berat Cawan + Tanah Basah (W2)	gr	33,39	41,74
3	Berat Cawan + Tanah Kering (W3)	gr	29,3	36,26
4	Berat Air (W2-W3)	gr	4,09	5,48
5	Berat Tanah Kering (W3-W1)	gr	20,29	27,19
6	Kadar Air = $\frac{(W2-W3)}{W3-W1}$	%	20,16	20,15
7	Kadar Air Rata-Rata	%	20,16	

Hasil pengujian ini dapat diketahui bahwa kandungan air pada tanah asli adalah sebesar 20,16 %.

2. Berat Volume

Pengujian berat volume dilakukan untuk mengetahui berat volume tanah asli yang dihitung dengan Persamaan 3.6. Data hasil pengujian berat volume terdapat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Berat Volume

No	Keterangan	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat Ring (W1)	gr	39,14	39,09
2	Tinggi Ring (t)	cm	5,1	5,08
3	Diameter Ring (d)	cm	2	2,1
4	Volume Ring (V)	cm ³	40,873	42,581
5	Berat Ring + Tanah Basah (W2)	gr	121,48	125,09
6	Berat Tanah Basah (W2-W1)	gr	82,34	86
7	Berat Volume Tanah (γ)	gr/cm ³	2,015	2,020
8	Berat Volume Rata-Rata	gr/cm ³	2,017	

Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai berat volume tanah asli adalah sebesar 2,02 gr/cm³.

3. Berat Jenis

Pengujian berat jenis bertujuan untuk mengetahui berat jenis tanah asli yang dihitung dengan Persamaan 3.7. Data hasil pengujian berat jenis terdapat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Berat Jenis

No	Keterangan	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat Piktometer	gr	40,22	41,26
2	Berat Piktometer + Tanah Kering	gr	70,26	71,24
3	Berat Piktometer + Tanah Kering + Air	gr	157,68	162,98
4	Berat Piktometer + Air	gr	139,28	144,62
5	Suhu Air	°C	26	
6	Berat Volume Pada Suhu 26C	gr/cm ³	0,9968	
7	Berat Volume Pada Suhu 27.5C	gr/cm ³	0,9964	
8	Berat Tanah Kering	gr	30,04	29,98
9	Berat Jenis Tanah Pada Suhu 25C	-	2,581	2,580
10	Berat Jenis Tanah Pada Suhu 27.5C	-	2,582	2,581
11	Berat Jenis Rata Rata Pada Suhu 27.5C	-	2,581	

Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai berat jenis tanah asli adalah sebesar 2,58.

4. Analisis Granuler

Pengujian analisis granuler dibagi menjadi dua tahapan yaitu pengujian analisis saringan dan analisis hidrometer. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui distribusi butiran dari tanah asli.

a. Analisis Hidrometer

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi butiran halus tanah asli. Data hasil pengujian analisis saringan terdapat pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5. yang dihitung menggunakan Persamaan 3.12 dan Persamaan 3.13 untuk menghitung diameter butiran tanah.

Tabel 5.4 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Hidrometer Sampel 1

Waktu (menit)	Temperatur (°)	Pembacaan Hidrometer (R1)	Pembacaan Hidrometer Terkoreksi (Rc)	% Lolos (%)	Hidrometer Terkoreksi Meniskus (R)	Kedalaman Efektif (L) (mm)	K	Diameter (D) (mm)
0	26	32	34	57,800	35	11,1	0,01312	0,000
2	26	20	22	37,400	23	12,5	0,01312	0,033
5	26	18	20	34,000	21	12,9	0,01312	0,021
30	26	13	15	25,500	16	13,7	0,01312	0,009
60	26	8	10	17,000	11	14,5	0,01312	0,006
250	26	5	7	11,900	8	15	0,01312	0,003
1440	26	1	3	5,100	4	15,6	0,01312	0,001

Tabel 5.5 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Hidrometer Sampel 2

Waktu (menit)	Temperatur (°)	Pembacaan Hidrometer (R1)	Pembacaan Hidrometer Terkoreksi (Rc)	% Lolos (%)	Hidrometer Terkoreksi Meniskus (R)	Kedalaman Efektif (L) (mm)	K	Diameter (D) (mm)
0	26	35	37	62,900	38	10,1	0,01312	0,000
2	26	25	27	45,900	28	11,7	0,01312	0,032
5	26	21	23	39,100	24	12,4	0,01312	0,021
30	26	15	17	28,900	18	13,3	0,01312	0,009
60	26	9	11	18,700	12	14,3	0,01312	0,006
250	26	4	6	10,200	7	15,2	0,01312	0,003
1440	26	2	4	6,800	5	15,5	0,01312	0,001

b. Analisis Saringan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi butiran kasar tanah asli. Data hasil pengujian analisis saringan terdapat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 yang juga menggunakan Persamaan 3.10 untuk menghitung persentase tertahan dan Persamaan 3.11 untuk menghitung persentase lolos.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Analisis Saringan Sampel 1

No Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan (gr)	Tertahan Kumulatif (gr)	Berat Tanah Lolos (gr)	Prosentase Lolos (%)
4	4,75	35,21	35,21	464,79	92,958
10	2	55,97	55,97	408,82	81,764
20	0,85	45,68	45,68	363,14	72,628
40	0,425	59,79	59,79	303,35	60,670
60	0,25	48,96	48,96	254,39	50,878
140	0,106	85,82	85,82	168,57	33,714
200	0,075	19,33	19,33	149,24	29,848
Pan	0	149,24	500	0	0
Total		500	-	-	-

Tabel 5.7 Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Analisis Saringan Sampel 2

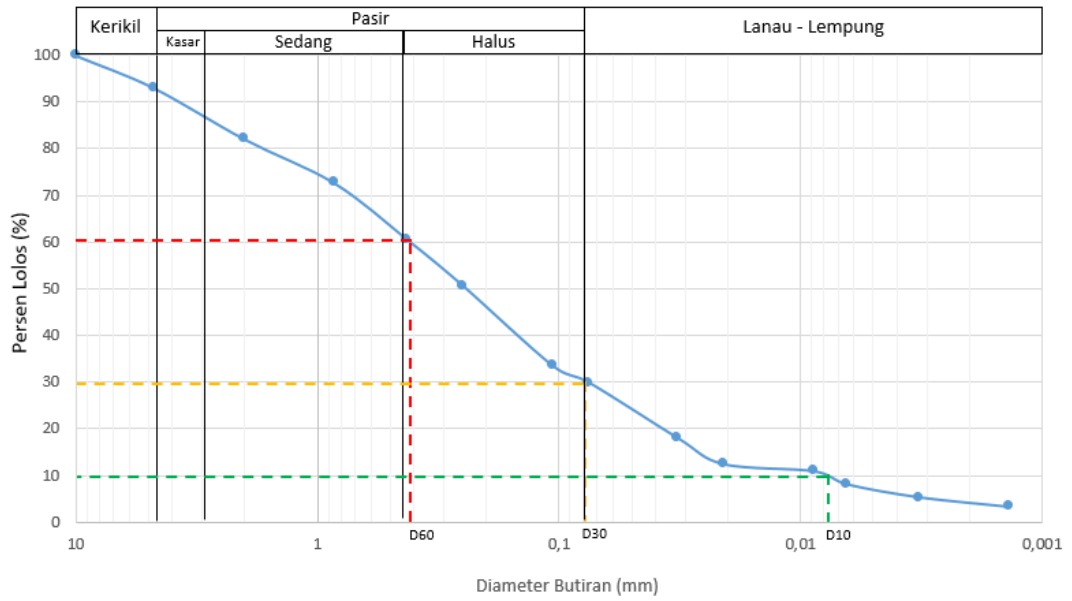
No Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan (gr)	Tertahan Kumulatif (gr)	Berat Tanah Lolos (gr)	Prosentase Lolos (%)
4	4,75	34,29	34,29	465,71	93,142
10	2	53,96	88,25	411,75	82,350
20	0,85	48,28	136,53	363,47	72,694
40	0,425	60,98	197,51	302,49	60,498
60	0,25	49,83	247,34	252,66	50,532
140	0,106	85,95	333,29	166,71	33,342
200	0,075	16,65	349,94	150,06	30,012
Pan	0	150,06	500	0	0
Total		500	-	-	-

c. Distribusi Butiran Tanah

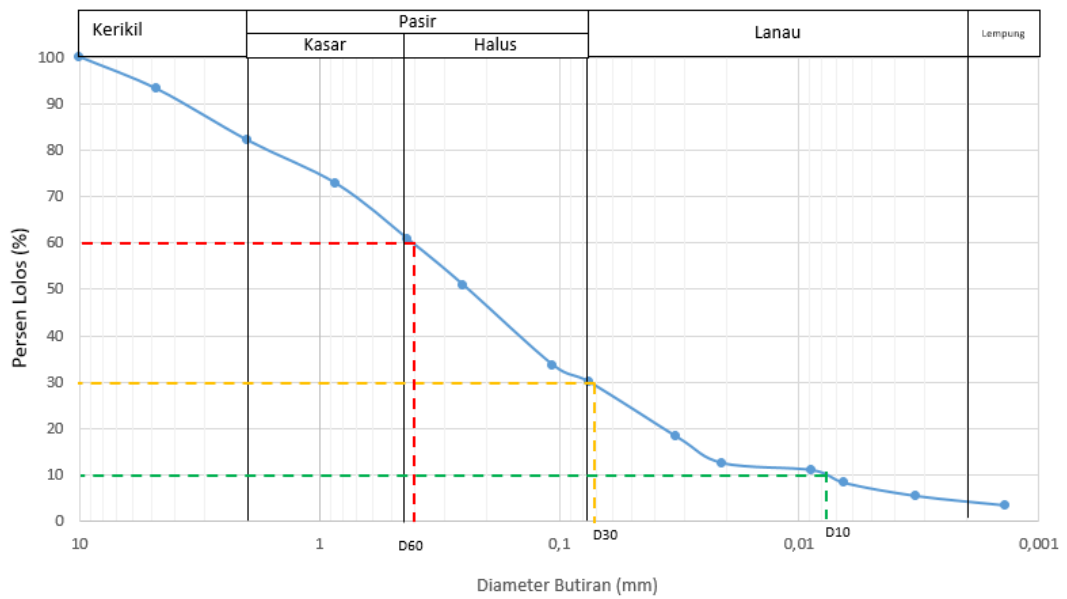
Setelah pengujian analisis saringan dan hidrometer dilakukan, didapat rekapitulasi distribusi butiran tanah seperti pada Tabel 5.8, kemudian dari data tersebut dibuat grafik seperti pada Gambar 5.1 menggunakan batas-batas ukuran butiran metode USCS dan Gambar 5.2 menggunakan batas-batas ukuran butiran metode AASHTO. Selanjutnya dihitung juga beberapa parameter dari grafik distribusi tanah menggunakan Persamaan 3.14 dan Persamaan 3.15, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.9

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Hasil Pengujian Analisis Butiran Tanah

Diameter Butiran (mm)			%Lolos (%)		
Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
4,75		4,75	92,958	93,142	93,050
2		2	81,764	82,350	82,057
0,85		0,85	72,628	72,694	72,661
0,425		0,425	60,670	60,498	60,584
0,25		0,25	50,878	50,532	50,705
0,106		0,106	33,714	33,342	33,528
0,075		0,075	29,848	30,012	29,930
0,033	0,032	0,032	17,299	18,826	18,063
0,021	0,021	0,021	11,194	13,738	12,466
0,009	0,009	0,009	10,176	11,703	10,939
0,006	0,006	0,006	7,632	8,64977	8,141
0,003	0,003	0,003	5,088	5,597	5,342
0,001	0,001	0,001	3,562	3,053	3,307



Gambar 5. 1 Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli Berdasarkan Batasan USCS



Gambar 5. 2 Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli Berdasarkan Batasan AASHTO

Tabel 5. 9 Hasil Persentase Butiran Tanah dan Hasil Perhitungan Parameter Grafik Distribusi Tanah

Keterangan	Satuan	USCS	AASHTO
%Tertahan #200 (%Butiran Kasar)	%	70,07	70,07
%Lolos #200 (%Butiran Halus)	%	29,93	29,93
%Kerikil	%	7	18
%Pasir	%	62	52
%Lanau	%	31	21
%Lempung	%		9
D10	mm	0,008	
D30	mm	0,078	
D60	mm	0,405	
Cu (Koefisien Keragaman)		50,625	
Cc (Koefisien Kelengkungan)		1,878	

5. Batas Atterberg

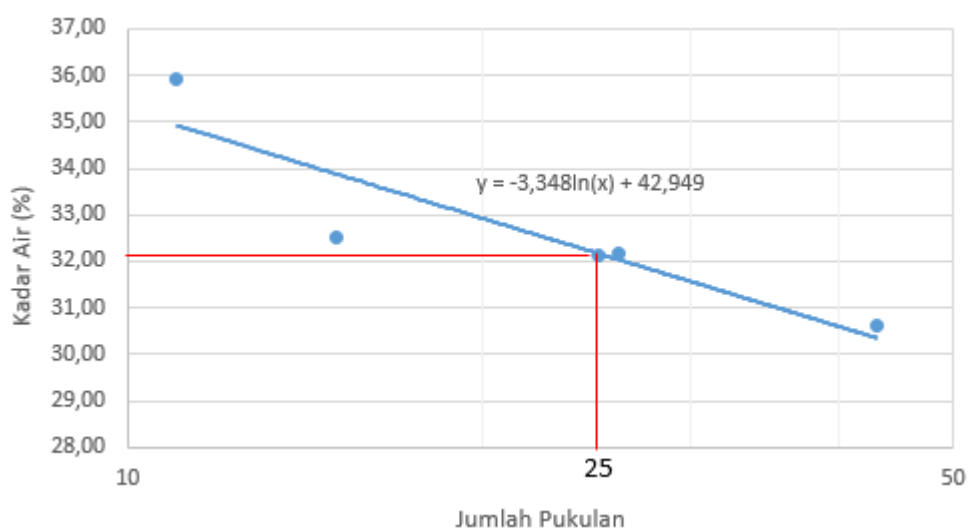
Pengujian bertujuan untuk mengetahui batas-batas konsistensi tanah (batas cair, batas plastis, dan batas susut) yang digunakan sebagai dasar untuk menentukan klasifikasi dan sifat tanah. Tanah yang digunakan dalam pengujian ini adalah tanah berbutir halus lolos saringan nomor 40.

a. Batas Cair

Hasil pengujian batas cair terdapat pada Tabel 5.10 dan Tabel 5.11, selanjutnya data tersebut diplotkan ke dalam grafik semi logaritmik seperti pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 untuk mencari kadar air pada pukulan ke 25 yang merupakan batas cair tanah tersebut.

Tabel 5. 10 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Batas Cair Sampel 1

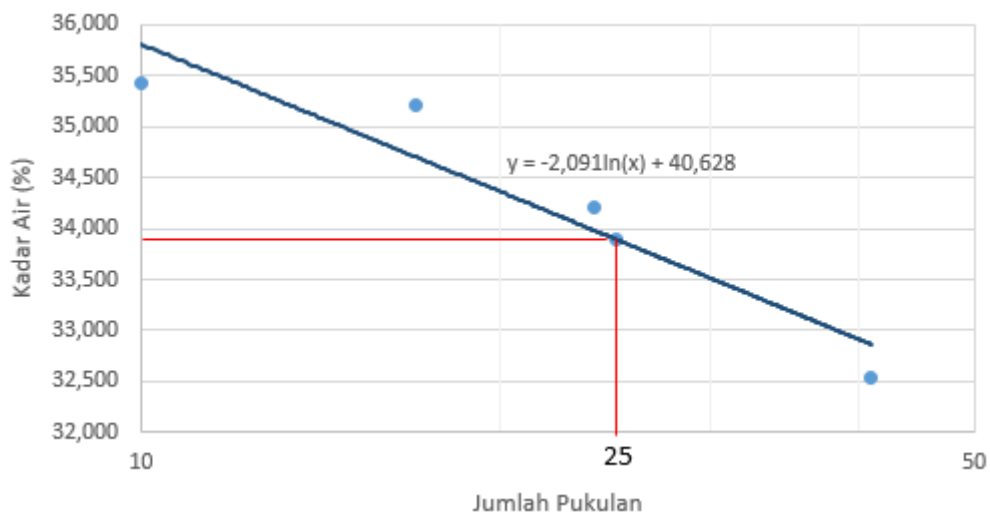
No	Keterangan	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Berat Cawan (gr)	8,78	6,58	8,46	6,92	5,81	6,66	9,21	9,26
2	Berat Cawan+Tanah Basah (gr)	29,27	25,92	35,19	37,15	33,98	30,23	24,9	29,54
3	Berat Cawan+Tanah Kering (gr)	23,86	20,8	28,56	29,81	27,22	24,41	28,85	24,81
4	Berat Air (gr)	5,41	5,12	6,63	7,34	6,76	5,82	6,05	4,73
5	Berat Tanah Kering (gr)	15,08	14,22	20,1	22,89	21,41	17,75	19,64	15,55
6	Kadar Air (%)	35,88	36,01	32,99	32,07	31,57	32,79	30,8	30,42
7	Kadar Air Rata-Rata (%)	35,94		32,53		32,18		30,61	
8	Jumlah Pukulan	11		15		26		43	



Gambar 5. 3 Kurva Aliran (Flow Curve) Batas Cair Sampel 1

Tabel 5. 11 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Batas Cair Sampel 2

No	Keterangan	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Berat Cawan (gr)	6,09	8,99	6,85	9,12	12,9	8,21	6,96	9,26
2	Berat Cawan+Tanah Basah (gr)	43,1	45,97	46,87	44,05	46,45	42,56	33,68	36,55
3	Berat Cawan+Tanah Kering (gr)	33,42	36,45	36,45	35,15	37,9	33,76	27,12	29,89
4	Berat Air (gr)	9,68	10,42	10,42	8,9	8,55	8,8	6,56	6,66
5	Berat Tanah Kering (gr)	27,33	27,46	29,6	26,03	25	25,55	20,16	20,63
6	Kadar Air (%)	35,42	34,67	35,20	34,19	34,2	34,44	32,54	32,28
7	Kadar Air Rata-Rata (%)	35,04		34,7		34,32		32,41	
8	Jumlah Pukulan	10		17		24		41	



Gambar 5.4 Kurva Aliran (Flow Curve) Batas Cair Sampel 2

Dari hasil pengujian batas cair didapatkan bahwa batas cair sampel 1 sebesar 32,12%, batas cair sampel 2 sebesar 33,78%, dan batas cair rata-rata sebesar 32,95%

b. Batas Plastis

Data hasil pengujian dan hasil perhitungan batas plastis dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5. 12 Data Hasil Penelitian dan Hasil Perhitungan Batas Plastis

No	Keterangan	Satuan	Sampel 1		Sampel 2	
			1	2	3	4
1	Berat Cawan (W1)	gr	9,1	5,85	6,06	8,89
2	Berat Cawan + Tanah Basah (W2)	gr	20,41	20,13	20,33	21,11
3	Berat Cawan + Tanah Kering (W3)	gr	18,12	17,39	17,56	18,68
4	Berat Air (W2-W3)	gr	2,29	2,74	2,77	2,43
5	Berat Tanah Kering (W3-W1)	gr	9,02	11,54	11,5	9,79
6	Kadar Air	%	25,39	23,74	24,09	24,51
7	Kadar Air Rata – Rata	%	24,57		24,45	

Dari pengujian ini didapatkan bahwa rata-rata nilai batas plastis tanah asli adalah sebesar 24,52 %

c. Batas Susut

Perhitungan batas susut menggunakan persamaan 3.8. Data hasil pengujian dan hasil perhitungan batas susut terdapat pada Tabel 5.13.

Tabel 5. 13 Data Hasil Penelitian dan Hasil Perhitungan Batas Susut

No	Keterangan	Sampel 1		Sampel 2	
1	Berat Cawan Susut (gr)	39,56	44,1	30,99	35,57
2	Berat Cawan Susut + Tanah Basah (gr)	69,78	72,69	63,96	66,78
3	Berat Cawan Susut + Tanah Kering (gr)	62,57	65,8	56,06	59,36
4	Kadar Air (%)	31,33	31,75	31,51	31,19
5	Diameter Ring (cm)	4,18	4,18	4,18	4,18
6	Tinggi Ring (cm)	1,13	1,13	1,27	1,27
7	Volume Ring (cm ³)	15,51	15,51	17,44	17,44
8	Berat Air Raksa Yang Terdesak Tanah Kering + Gelas Ukur (gr)	244,72	248,67	268,43	269,55
9	Berat Gelas Ukur (gr)	60,87	60,87	60,87	60,87
10	Berat Air Raksa (gr)	183,85	187,8	207,56	208,68
11	Berat Tanah Kering (gr)	23,01	21,7	25,07	23,79
12	Volume Tanah Kering (cm ³)	13,52	13,81	15,26	15,34
13	Batas Susut Tanah (%)	22,67	23,9	22,84	22,4
14	Batas Susut Tanah Rata-Rata (%)	22,95			

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa batas susut tanah asli sebesar 22,95 %

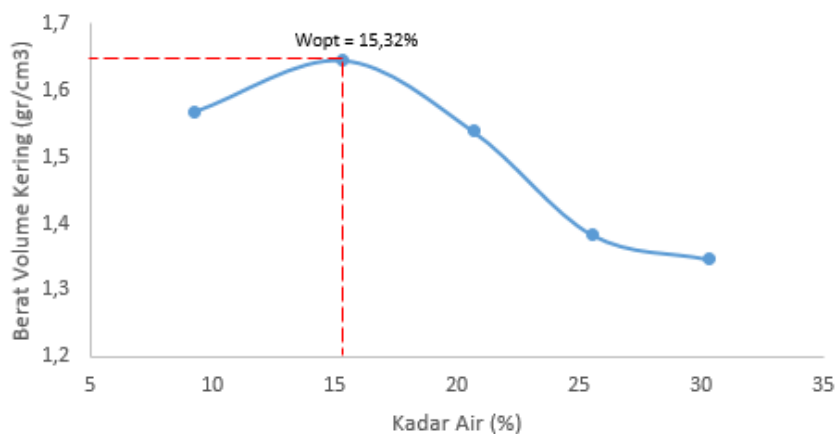
5.1.2 Proktor Standar

Pengujian proctor standar bertujuan untuk mengetahui kadar air optimum (OMC) saat tanah mencapai kepadatan maksimum ($\gamma_{d \max}$) yang nantinya dipakai untuk menghitung penambahan air pada pengujian Geser Langsung. Dari hasil

pengujian, data yang didapatkan akan diplotkan ke dalam kurva seperti pada Gambar 5.5 dan Gambar 5.6 untuk mencari kadar air optimum pada kondisi kepadatan maksimum.

Tabel 5. 14 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Proktor Standar Sampel 1

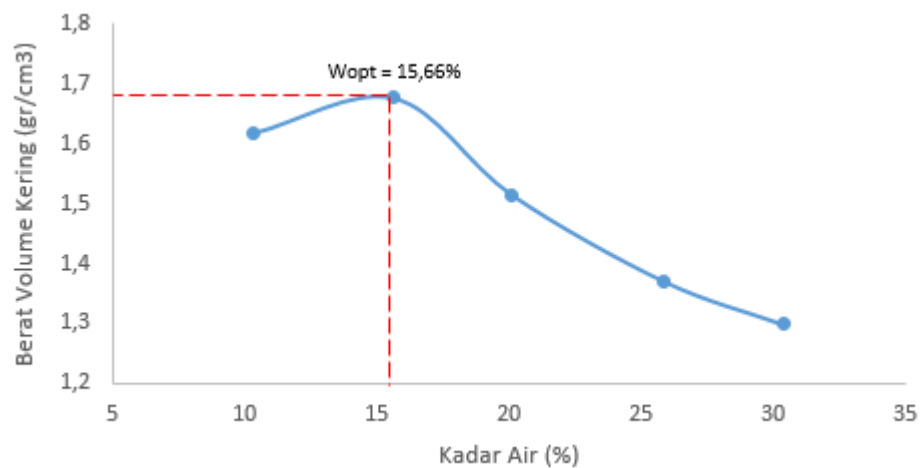
No	Keterangan	Pengujian Ke-1		Pengujian Ke-2		Pengujian Ke-3		Pengujian Ke-4		Pengujian Ke-5	
1	Penambahan Air (ml)	100		200		300		400		500	
2	Berat Cetakan + Tanah Basah (gr)	3205		3767		3725		3602		3243	
3	Berat Tanah Basah (gr)	1610		1932		1890		1767		1648	
4	Berat Volume Tanah Basah (gr)	1,71		1,9		1,86		1,74		1,75	
5	Berat Cawan (gr)	9,12	9,01	12,82	8,96	9,28	9,11	9,09	8,92	9,09	8,94
6	Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	30,29	26,54	30,34	32,06	36,46	36,64	40,95	46,53	36,96	38,07
7	Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	28,65	24,93	28,02	28,98	31,89	31,83	34,53	38,81	30,44	31,34
8	Berat Air (gr)	1,64	1,61	2,32	3,08	4,57	4,81	6,42	7,72	6,52	6,73
9	Berat Tanah Kering (gr)	19,53	15,92	15,2	20,02	22,61	22,72	25,44	29,89	21,35	22,4
10	Kadar Air (%)	8,4	10,11	15,26	15,38	20,21	21,17	25,24	25,83	30,54	30,04
11	Kadar Air Rata Rata (%)	9,26		15,32		20,69		25,53		30,29	
12	Berat Volume Tanah Kering (gr/cm ³)	1,57		1,65		1,54		1,38		1,34	



Gambar 5. 5 Kurva Pemadatan Proktor Standar Sampel 1

Tabel 5. 15 Data Hasil Pengujian dan Hasil Perhitungan Proktor Standar Sampel 2

No	Keterangan	Pengujian Ke-1		Pengujian Ke-2		Pengujian Ke-3		Pengujian Ke-4		Pengujian Ke-5	
1	Penambahan Air (ml)	100		200		300		400		500	
2	Berat Cetakan + Tanah Basah (gr)	3256		3803		3696		3587		3186	
3	Berat Tanah Basah (gr)	1661		1968		1861		1752		1591	
4	Berat Volume Tanah Basah (gr)	1,77		1,93		1,82		1,72		1,69	
5	Berat Cawan (gr)	8,62	7,45	6,4	6,76	6,84	7,72	5,59	5,7	5,83	5,42
6	Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	29,85	28,66	24,64	24,87	33,56	36,64	36,77	39,41	33,93	36,63
7	Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	27,88	26,67	22,24	22,35	29,05	31,83	30,43	32,41	27,38	29,36
8	Berat Air (gr)	1,97	1,99	2,4	2,52	4,51	4,81	6,34	7	6,55	7,27
9	Berat Tanah Kering (gr)	19,26	19,22	15,84	15,59	22,21	24,11	24,84	26,71	21,55	23,94
10	Kadar Air (%)	10,23	10,35	15,15	16,16	20,31	19,95	25,52	26,21	30,39	30,37
11	Kadar Air Rata Rata (%)	10,29		15,66		20,13		25,87		30,81	
12	Berat Volume Tanah Kering (gr/cm ³)	1,62		1,68		1,52		1,37		1,35	

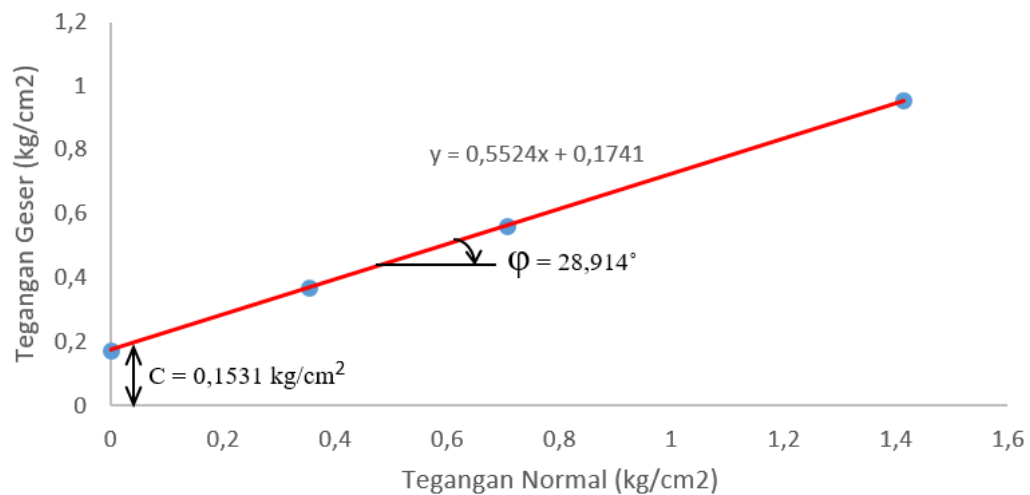


Gambar 5. 6 Kurva Pemadatan Proktor Standar Sampel 2

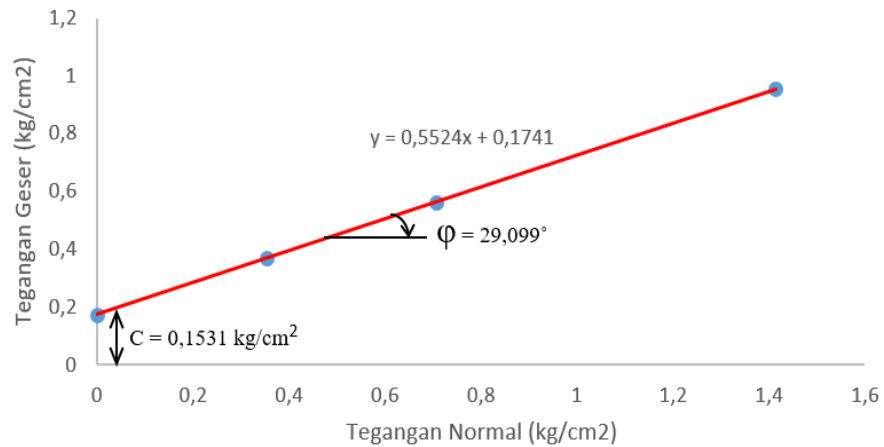
Dari pengujian ini didapatkan bahwa kadar air optimum sampel 1 sebesar 15,32 %, kadar air optimum sampel 2 sebesar 15,66%, dan kadar air optimum rata-rata sebesar 15,49%. Selain itu didapatkan juga bahwa berat volume kering maksimum sampel 1 sebesar 1,65 gr/cm³, berat volume kering maksimum sampel 2 sebesar 1,68 gr/cm³, dan berat volume kering maksimum rata-rata sebesar 1,67 gr/cm³.

5.1.3 Uji Geser Langsung

Penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (C) tanah sampel. Dari hasil pengujian geser langsung tanah asli, didapatkan grafik untuk menentukan nilai kohesi dan kuat geser dalam seperti pada Gambar 5.7 dan Gambar 5.8.



Gambar 5. 7 Parameter Kuat geser pada Tanah Asli Sampel 1



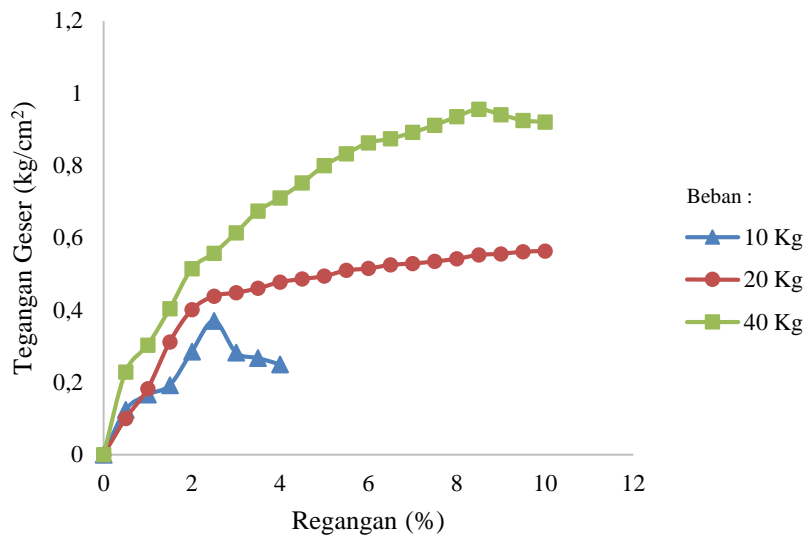
Gambar 5. 8 Parameter Kuat geser pada Tanah Asli Sampel 2

Dilakukan langkah yang sama terhadap sampel tanah yang lain sehingga didapat hasil pengujian seperti pada Tabel 5.16 berikut.

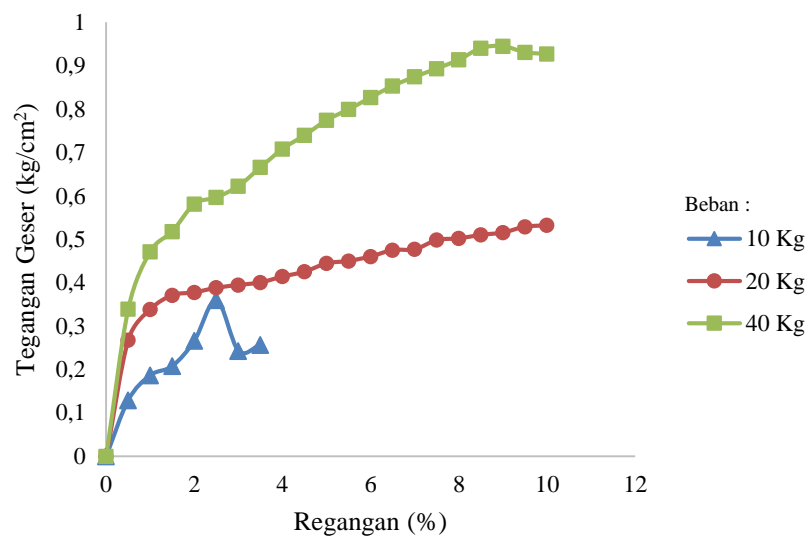
Tabel 5. 16 Rekapitulasi Nilai Kohesi dan Sudut Geser Dalam

Kadar Dolomite (%)	Pemeraman (Hari)							
	0	1	3	7	0	1	3	7
	Kohesi (kg/cm ²)				Sudut Geser Dalam (°)			
0	0,164	-	-	-	29,007	-	-	-
5	-	0,256	0,157	0,303	-	30,993	32,607	33,019
7	-	0,142	0,165	0,168	-	31,924	33,451	35,737
10	-	0,119	0,191	0,202	-	34,909	35,723	36,430

Dari data hasil pengujian kuat geser juga didapatkan grafik tegangan regangan seperti pada Gambar 5.9 dan 5.10 berikut.



Gambar 5. 9 Grafik Tegangan Regangan Tanah Asli Sampel 1



Gambar 5. 10 Grafik Tegangan Regangan Tanah Asli Sampel 2

Untuk hasil lengkap pengujian kuat geser dengan variasi penambahan kadar *dolomite* dan lama pemeraman dapat dilihat pada Lampiran 20 sampai dengan Lampiran 38.

5.2 Analisis dan Pembahasan

Setelah mendapatkan data hasil pengujian, selanjutnya dilakukan analisis klasifikasi tanah asli dan pengaruh penambahan *dolomite* pada penelitian ini dengan menggunakan data-data tersebut.

5.2.1 Klasifikasi Tanah

Analisis ini menggunakan data pada Tabel 5.17 yang digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan berbagai parameter.

Tabel 5. 17 Rekapitulasi Data Untuk Klasifikasi Tanah

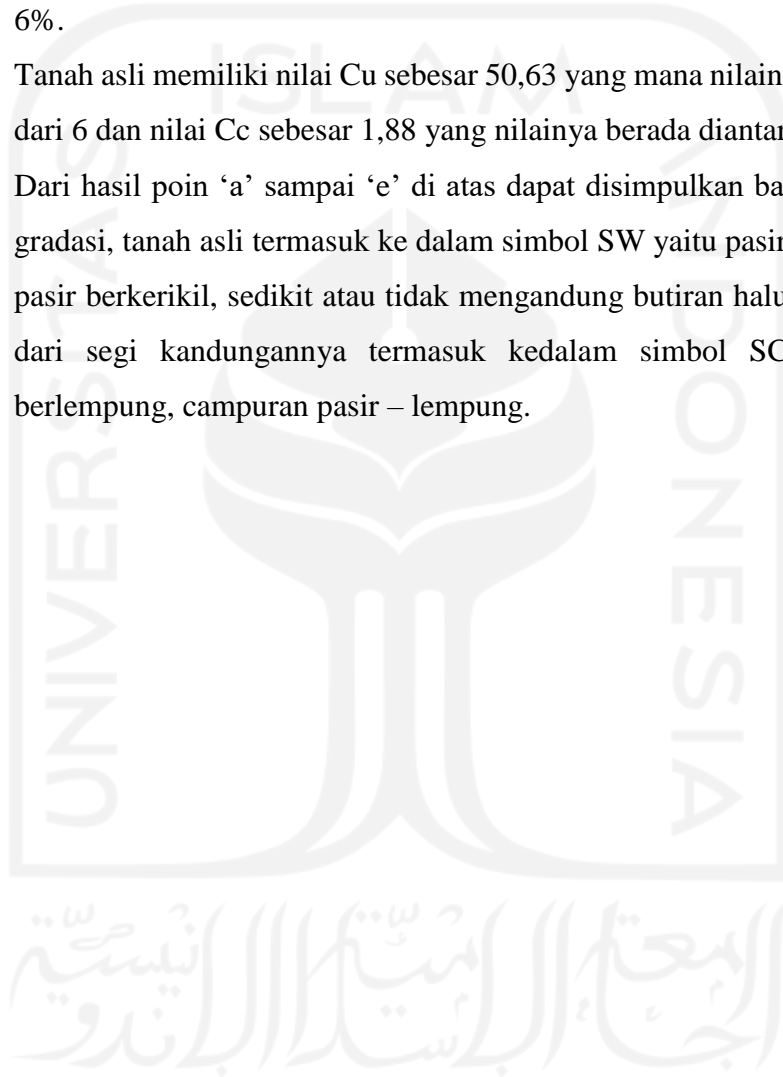
No	Keterangan	Satuan	Nilai
1	Berat Jenis Tanah	-	2,581
2	%Tertahan #200 (%Butiran Kasar)	%	70,07
3	%Lolos #200 (%Butiran Halus)	%	29,93
4	%Lolos #4	%	93,05
5	%Lolos #10	%	82,06
6	%Lolos #40	%	60,58
7	% Ukuran Partikel $\leq 0,002$ mm	%	3,31
8	Cu (Koefisien Keragaman)	-	50,63
9	Cc (Koefisien Kelengkungan)	-	1,88
10	Batas Cair (LL)	%	32,95
11	Batas Plastis (PL)	%	24,52
12	Batas Susut (SL)	%	22,95
13	Indeks Plastisitas (PI)	%	8,44

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

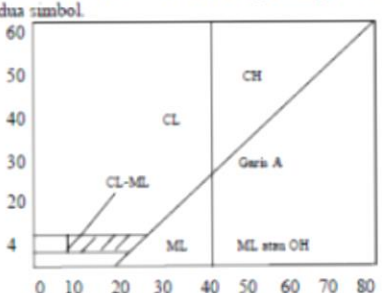
Berikut adalah tahapan-tahapan klasifikasi berdasarkan USCS (*Unified Soil Classification System*) yang dapat dilihat pada Tabel 5.18.

- a. Tanah asli termasuk ke dalam tanah berbutir kasar karena persentase lolos #200 tanah asli sebesar 29,93% yang mana kurang dari atau sama dengan 50%.

- b. Tanah asli termasuk ke dalam golongan pasir dengan persentase lolos saringan nomor 4 lebih dari 50%, yaitu sebesar 93,05%.
- c. Hasil uji analisa saringan menunjukkan nilai lolos saringan nomor 200 sebesar 29,93%, sehingga terdapat 2 klasifikasi tanah yaitu SM dan SC.
- d. Tanah asli memiliki Indek Plastisitas sebesar 8,44% yang nilainya lebih dari 6%.
- e. Tanah asli memiliki nilai Cu sebesar 50,63 yang mana nilainya lebih besar dari 6 dan nilai Cc sebesar 1,88 yang nilainya berada diantara 1 dan 3.
- f. Dari hasil poin 'a' sampai 'e' di atas dapat disimpulkan bahwa dari segi gradasi, tanah asli termasuk ke dalam simbol SW yaitu pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus. Sedangkan dari segi kandungannya termasuk kedalam simbol SC yaitu pasir berlempung, campuran pasir – lempung.



Tabel 5.18 Hasil Klasifikasi Tanah menggunakan Metode USCS

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi	
<p>Tanah berbutir kasar > 50% butiran tertahan saringan No. 200</p> <p>Kerikil 50% fraksi kasar tertahan saringan No. 4</p> <p>Pasir 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4</p>	Kerikil bersih (banyak kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		Kerikil dengan Butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arir dan diagram plastisitas, maka dipakai simbol
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
	Pasir bersih (banyak pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
		SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	
	<p>Tanah berbutir halus</p> <p>50% atau lebih lolos ayakan No. 200</p>	Lanau dan lempung batas cair $\leq 50\%$	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.  Batas Cair LL (%) Garis A : $PI = 0.73 (LL - 20)$
			CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)	
OL			Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah		
Lanau dan lempung batas cair $\geq 50\%$		MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis		
		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</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		

2. Klasifikasi Berdasarkan AASHTO (*American Association of State Highway and Transport Officials*)

Hasil klasifikasi dapat dilihat pada Tabel 5.19. Berikut adalah detail tahapan-tahapan klasifikasi berdasarkan AASHTO (*American Association of State Highway and Transport Officials*).

Tabel 5.19 Hasil Klasifikasi Tanah menggunakan Metode AASHTO

Klasifikasi umum	Material granuler (< 35% lolos saringan no. 200) a						Tanah-tanah lanau-lempung (> 35% lolos saringan no. 200)				
	A-1		A-3	A-2 b				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis saringan (% lolos) 2,00 mm (no. 10) 0,425 mm (no. 40) 0,075 mm (no. 200)	50maks 30 maks 15 maks	- 50 maks 25 maks	- 51 min 10 maks	- 35 maks	- 35 maks	- 35 maks	- 35 maks	- 36 min	- 36 min	- 36 min	- 36 min
Sifat fraksi lolos saringan no. 40 Batas cair (LL) Indeks plastis (PI)	- 6 maks	- -	- Np	c 40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 min	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 min
Indeks kelompok (G)	0	0	0	0	4 maks	8 maks	12 maks	16 maks	20 maks		
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	d Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik						Sedang sampai buruk				

- Tanah asli termasuk ke dalam kategori material granuler karena memiliki persentase lolos saringan #200 tanah asli sebesar 29,93% yang mana kurang dari 35%
- Tanah asli termasuk ke dalam golongan tanah dengan kode A-2 karena tanah asli mempunyai persentase lolos #200 tanah asli sebesar 29,93% yang mana kurang dari atau sama dengan 35%
- Batas cair tanah asli sebesar 32,95% yang mana kurang dari atau sama dengan 40%, dan indeks plastisitas tanah asli sebesar 8,44% yang mana kurang dari atau sama dengan 10%.

d. Dari Tabel 5.19 didapatkan bahwa tanah asli termasuk ke dalam golongan tanah dengan kode A-2-4 yaitu tanah kerikil berlanau atau berlempung dan pasir dengan penilaian sangat baik sampai baik sebagai tanah dasar.

3. Klasifikasi Berdasarkan Berat Jenis Tanah

Berdasarkan Tabel 3.6 tanah asli termasuk ke dalam jenis tanah lempung organik dengan berat jenis tanah asli berada dalam kisaran 2,58 sampai 2,65; yaitu sebesar 2,581.

4. Klasifikasi Berdasarkan Indeks Plastisitas

Dari hasil Tabel 3.7 tanah asli termasuk ke dalam tanah dengan plastisitas sedang dengan indeks plastisitas tanah asli berada dalam kisaran 7% sampai 17%; yaitu sebesar 8,44%

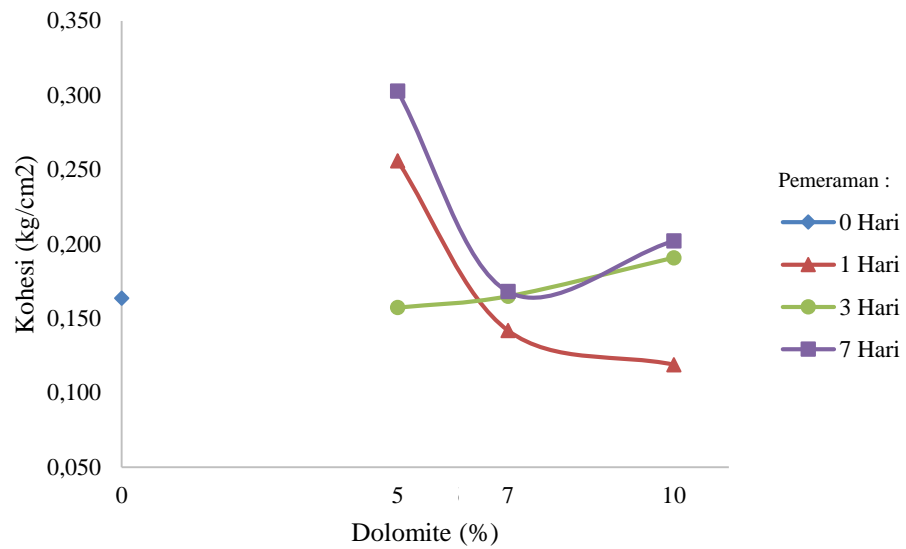
5.2.2 Analisis dan Pembahasan Pengaruh Penambahan *Dolomite*

1. Ditinjau dari Parameter Kuat geser

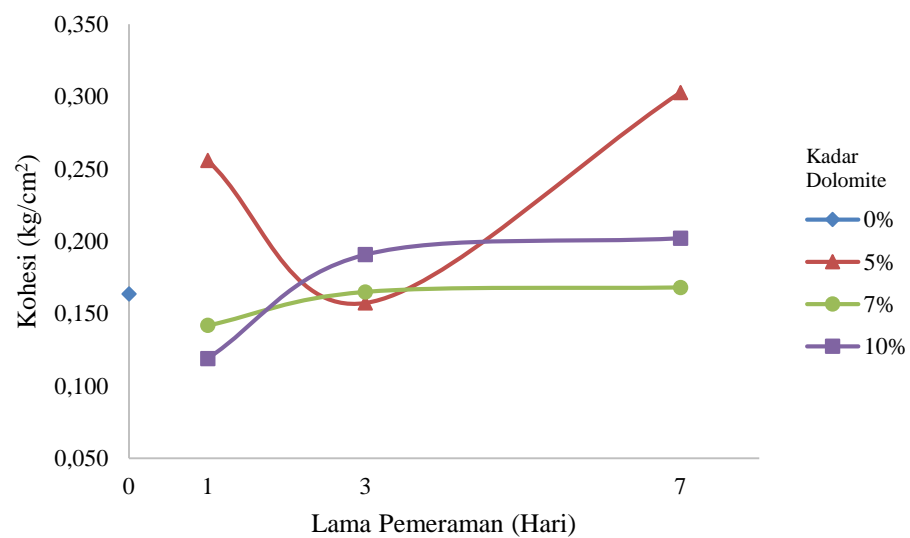
Dari hasil pengujian Geser Langsung, didapatkan hasil perubahan nilai parameter kuat geser dengan variasi penambahan *dolomite* dan lama pemeraman seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.16.

a. Nilai Kohesi (c)

Nilai kohesi mengalami peningkatan paling tinggi (sebesar 85,035%) dibandingkan tanah asli pada campuran *dolomite* 5% dengan pemeraman 7 hari. Pada variasi lama pemeraman terjadi peningkatan nilai kohesi kecuali pada pemeraman 3 hari dengan penambahan *dolomite* 5%. Sedangkan pada variasi kadar *dolomite*, nilai kohesi tidak menentu. Sebagian mengalami peningkatan dan sebagian lagi mengalami penurunan. Perbandingan nilai kohesi terhadap variasi penambahan *dolomite* dan lama pemeraman berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 5.11 dan Gambar 5.12 berikut.



Gambar 5. 11 Perbandingan Nilai Kohesi terhadap Penambahan Kadar *Dolomite*

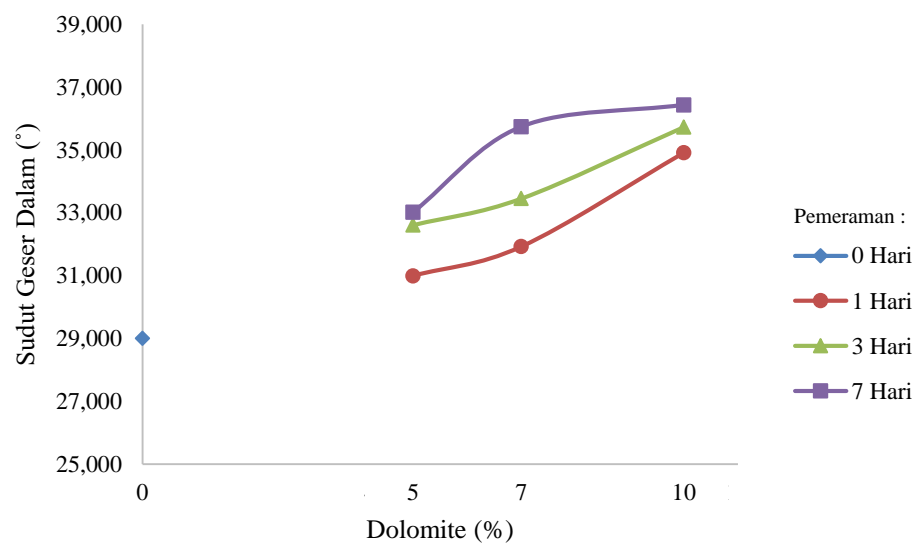


Gambar 5. 12 Perbandingan Nilai Kohesi terhadap Lama Pemeraman

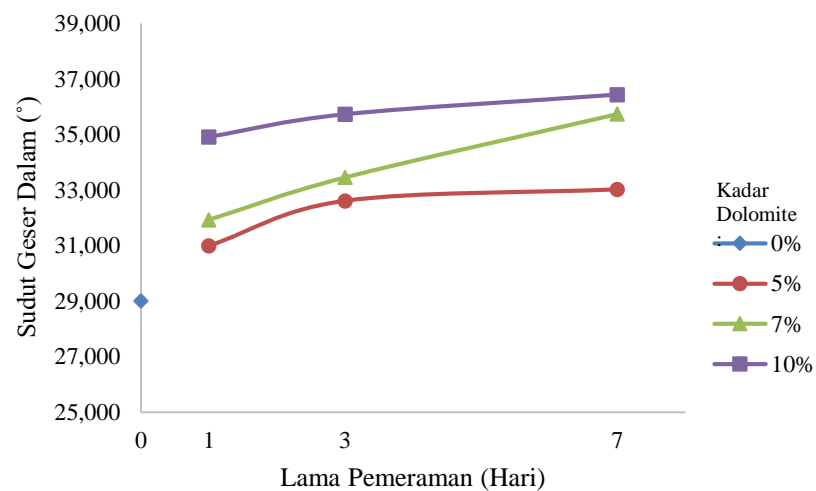
b. Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ)

Nilai sudut geser dalam mengalami peningkatan paling tinggi (sebesar 25,592%) pada kadar *dolomite* 10% dengan lama pemeraman 7 Hari. Pada variasi pemeraman terjadi peningkatan nilai sudut geser dalam disemua

kadar penambahan *dolomite*. Begitu juga terjadi peningkatan pada semua variasi penambahan *dolomite* dibandingkan dengan tanah asli. Perbandingan nilai sudut geser dalam terhadap variasi penambahan *dolomite* dan lama pemeraman berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 5.13 dan Gambar 5.14 berikut.



Gambar 5. 13 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam terhadap Penambahan Kadar *Dolomite*



Gambar 5. 14 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam terhadap Lama Pemeraman

2. Ditinjau dari Nilai Kuat Geser Tanah

Dari hasil yang disajikan sebelumnya (Tabel 5.16), pengujian pada tanah yang ditambahkan *dolomite* menunjukkan bahwa diantara pemeraman 1, 3, dan 7 hari, parameter kuat geser tanah cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu pemeraman. Sehingga untuk pengaruh penambahan *dolomite* terhadap kuat geser tanah secara total hanya ditinjau pada sampel tanah asli dan tanah ditambah *dolomite* pada pemeraman 7 hari saja. Pada pemeraman 7 hari reaksi kimia sudah lebih sempurna dengan ditunjukkan nilai parameter kuat geser yang lebih besar.

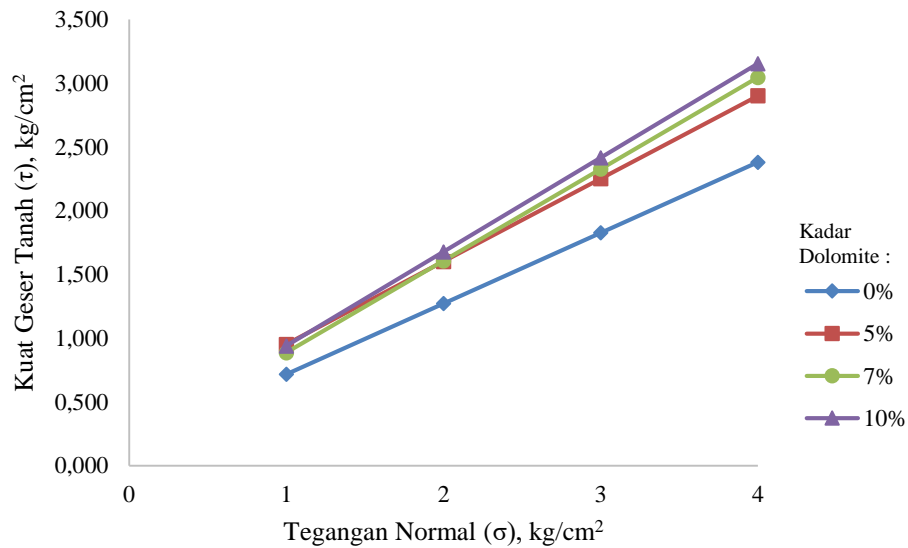
Dengan persamaan kuat geser tanah menurut Mohr Coloumb pada persamaan 3.14, maka dapat dihitung kuat geser tanah dengan variasi tegangan normal $\sigma = 1$ kg/cm², $\sigma = 2$ kg/cm², $\sigma = 3$ kg/cm², dan $\sigma = 4$ kg/cm². Sehingga hasil dari kuat geser tanah dapat dibandingkan peningkatannya seiring peningkatan tegangan normal pada masing-masing campuran. Hasil perhitungan kuat geser tanah pada pemeraman 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5. 20 Nilai Kuat Geser Tanah (σ) pada Pemeraman 7 Hari dengan Variasi Tegangan Normal

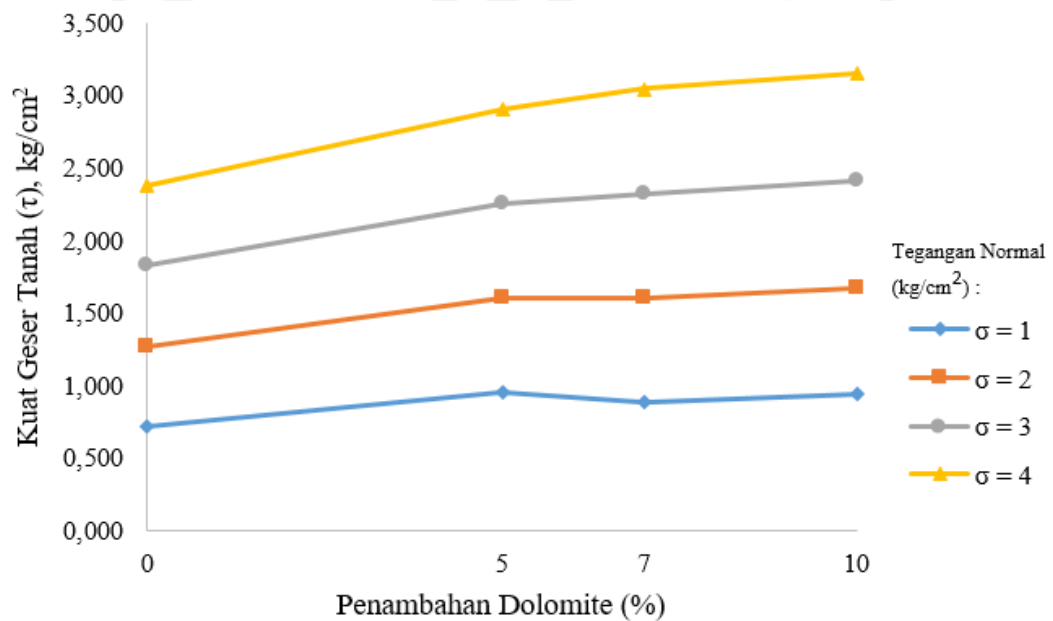
Kadar <i>Dolomite</i> (%)	Kuat Geser Tanah (τ), kg/cm ²			
	$\sigma = 1$ kg/cm ²	$\sigma = 2$ kg/cm ²	$\sigma = 3$ kg/cm ²	$\sigma = 4$ kg/cm ²
0	0,718	1,273	1,827	2,381
5	0,953	1,602	2,252	2,902
7	0,888	1,607	2,327	3,046
10	0,940	1,678	2,416	3,154

Nilai kuat geser tanah pada pemeraman 7 hari mengalami peningkatan seiring bertambahnya nilai tegangan normal. Semakin besar nilai tegangan normal maka semakin besar juga nilai kuat geser tanah yang didapat. Peningkatan tertinggi nilai kuat geser tanah terdapat pada penambahan kadar *dolomite* 10% dengan variasi tegangan normal 4 kg/cm². Sedangkan pada variasi kadar *dolomite* juga mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar *dolomite* kecuali pada tegangan normal 1 kg/cm² yang cenderung mengalami penurunan namun masih berada di atas nilai kuat geser tanah asli. Perbandingan peningkatan nilai kuat geser tanah terhadap

variasi tegangan normal dan penambahan *dolomite* berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 5.15 dan Gambar 5.16 berikut.



Gambar 5. 15 Perbandingan Nilai Kuat Geser Tanah pada Pemeraman 7 Hari dengan Variasi Tegangan Normal



Gambar 5. 16 Perbandingan Nilai Kuat Geser Tanah pada Pemeraman 7 Hari dengan Variasi Kadar *Dolomite*

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian pengaruh *dolomite* pada tanah lempung yang berasal dari Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo, dapat disimpulkan beberapa poin yang akan menjawab rumusan masalah pada penelitian ini.

1. Berikut ini merupakan hasil klasifikasi tanah asli dengan beberapa metode.
 - a. Berdasarkan USCS (*Unified Soil Classification System*) sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini dari gradasinya termasuk ke dalam kode SW yaitu pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus. Sedangkan dari segi kandungannya termasuk ke dalam klasifikasi pasir berlempung, campuran pasir – lempung yang mempunyai kode tanah SC.
 - b. Berdasarkan AASHTO (*American Association of State Highway and Transport Officials*) tanah ini merupakan tanah kerikil berlanu atau berlempung, dan berpasir dengan penilaian sangat baik sampai baik sebagai tanah dasar yang mempunyai kode tanah A-2-4.
 - c. Berdasarkan nilai berat jenis, tanah ini termasuk dalam tanah lempung organik.
 - d. Berdasarkan nilai indeks plastisitas, tanah asli termasuk ke dalam tanah dengan plastisitas sedang.
2. Ditinjau dari nilai parameter kuat geser, nilai sudut geser dalam semakin meningkat sampai pada penambahan *dolomite* 10%. Peningkatan nilai sudut geser dalam juga terjadi pada lama pemeraman sampai dengan 7 hari. Sedangkan nilai kohesi mengalami perubahan yang tidak menentu. Pada penambahan pemeraman, nilai kohesi mengalami peningkatan kecuali pada pemeraman 3 hari dengan kadar *dolomite* 5%. Penambahan kadar *dolomite*

mengalami penurunan pada pemeraman 1 dan 7 hari tetapi meningkat pada pemeraman 3 hari.

3. Ditinjau dari nilai kuat geser tanah terjadi peningkatan pada seluruh variasi Tegangan Normal. Nilai kuat geser juga mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar *dolomite* kecuali pada tegangan normal 1 kg/cm^2 yang mengalami kenaikan dan penurunan nilai kuat geser tanah.
4. Nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah asli berturut-turut adalah $0,164 \text{ kg/cm}^2$ dan $29,007^\circ$, mengalami peningkatan maksimal sebesar $85,035\%$ untuk nilai kohesi pada penambahan kadar *dolomite* 5% dengan lama pemeraman 7 hari dan meningkat sebesar $25,593\%$ untuk nilai sudut geser dalam pada penambahan kadar *dolomite* 10% dengan lama pemeraman 7 hari.
5. Nilai kuat geser tanah asli pada variasi tegangan normal 1 kg/cm^2 , 2 kg/cm^2 , 3 kg/cm^2 , dan 4 kg/cm^2 berturut turut adalah $0,718 \text{ kg/cm}^2$, $1,273 \text{ kg/cm}^2$, $1,827 \text{ kg/cm}^2$, $2,381 \text{ kg/cm}^2$. Nilai kuat geser tanah paling tinggi (sebesar $3,154 \text{ kg/cm}^2$) terjadi pada variasi penambahan *dolomite* 10% dengan tegangan geser 4 kg/cm^2 yang meningkat sebesar $32,5\%$ dari tanah asli.

6.2 Saran

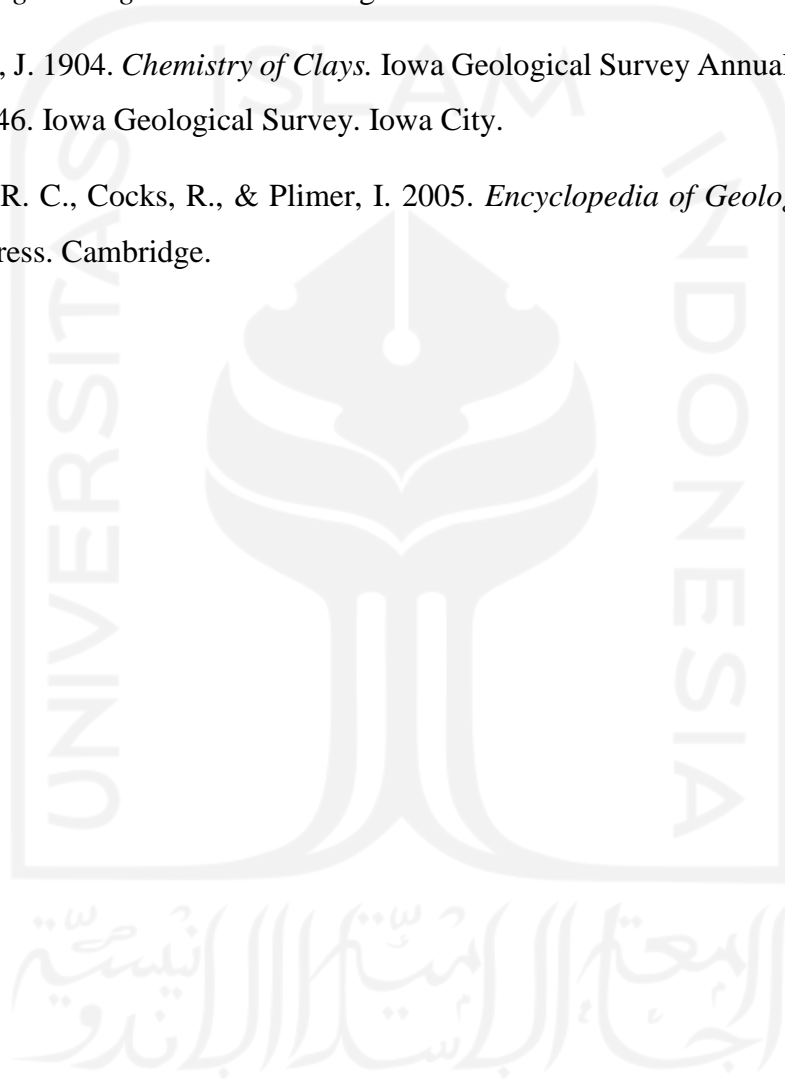
Setelah melakukan penelitian ini, penulis menyarankan beberapa masukan untuk penelitian selanjutnya. Berikut ini adalah beberapa poin tersebut.

1. Penelitian selanjutnya dapat mencoba variasi penambahan *dolomite* yang lebih besar dari pada penelitian ini.
2. Penelitian selanjutnya dapat meneliti dengan metode pengujian yang berbeda seperti Triaksial, CBR, permeabilitas, dll.
3. Penelitian selanjutnya dapat meneliti dengan bahan tambah kapur selain *dolomite* pada jenis tanah yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah*. SNI 3423-2008. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2016. *Metode Uji Kuat Geser Langsung Tanah tidak Terkonsolidasi dan tidak Terdrainase*. SNI 3420:2016. Jakarta.
- Darwis, H. 2018. *Dasar-Dasar Mekanika Tanah*. Pena Indis. Yogyakarta.
- Bowles, J. E.. 1984. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Consoli, N.C., Prietto, P.D.M. & Ulbrich, L.A., 1998, Influence of fiber and cement addition on the behavior of sandy soil. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 124(12): 1211- 1214.
- Das, B. M. 2008. *Advanced Soil Mechanics*, 4th ed. Taylor & Francis .New York.
- Febrijanto, R., Hardiana, Y., Hidayat, D., Wicaksono, S., Jaenudin, A., Suherman, Sumarno, & Marzuki. 2016. *Pekerjaan Tanah Untuk Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Bandung.
- Hardiyatmo, H. C. 1992, *Mekanika Tanah I*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Hardiyatmo, H. C. 2012, *Mekanika Tanah II*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Ingles, O. & Metcalf, J. B. 1972. *Soil Stabilization: Principles and Practice*. Butterworth. Sidney.
- Pannu, A. 2016. Effect Of Soil Stabilization In Construction Of Roads And Strength Improvement. *International Journal of All Research Education and Scientific Methods (IJARESM)*. Vol.4 No.8:99-103. New Delhi.

- Ranjan, G. & Rao, A. S. R. 2007. *Basic and Applied Soil Mechanics*. 2nd ed. New Age International. New Delhi.
- Skempton, A. W. 1953. The Colloidal "Activity" of Clays. *Proceedings Of The Third International Conference On Soil Mechanics And Foundation Engineering*. Zurich. 16-27 Agustus:57-61.
- Weems, J. 1904. *Chemistry of Clays*. Iowa Geological Survey Annual Report: 319-346. Iowa Geological Survey. Iowa City.
- Selley, R. C., Cocks, R., & Plimer, I. 2005. *Encyclopedia of Geology*. Academic Press. Cambridge.





LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pengujian Kadar Air

No	Keterangan	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat Cawan (W1)	gr	9,01	9,07
2	Berat Cawan + Tanah Basah (W2)	gr	33,39	41,74
3	Berat Cawan + Tanah Kering (W3)	gr	29,3	36,26
4	Berat Air (W2-W3)	gr	4,09	5,48
5	Berat Tanah Kering (W3-W1)	gr	20,29	27,19
6	Kadar Air = $\frac{W2-W3}{W3-W1}$	%	20,16	20,15
7	Kadar Air Rata-Rata	%	20,16	


Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo
 Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
 Tanggal : 21 September 2022
 Sampel : Tanah Asli

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330
 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN KADAR AIR TANAH

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 24 Desember 2022
 Peneliti


 (Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

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

Lampiran 2 Data Pengujian Berat Volume Tanah

No	Keterangan	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat Ring (W1)	gr	39,14	39,09
2	Tinggi Ring (t)	cm	5,1	5,08
3	Diameter Ring (d)	cm	2	2,1
4	Volume Ring (V)	cm ³	40,873	42,581
5	Berat Ring + Tanah Basah (W2)	gr	121,48	125,09
6	Berat Tanah Basah (W2-W1)	gr	82,34	86
7	Berat Volume Tanah (γ)	gr/cm ³	2,015	2,020
8	Berat Volume Rata-Rata	gr/cm ³	2,017	

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo
 Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
 Tanggal : 21 September 2022
 Sampel : Tanah Asli

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 24 Desember 2022
 Peneliti

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


 (Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 3 Data Pengujian Berat Jenis Tanah

No	Keterangan	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat Piknometer	gr	40,22	41,26
2	Berat Piknometer + Tanah Kering	gr	70,26	71,24
3	Berat Piknometer + Tanah Kering + Air	gr	157,68	162,98
4	Berat Piknometer + Air	gr	139,28	144,62
5	Suhu Air	°C	26	
6	Berat Volume Pada Suhu 26C	gr/cm ³	0,9968	
7	Berat Volume Pada Suhu 27.5C	gr/cm ³	0,9964	
8	Berat Tanah Kering	gr	30,04	29,98
9	Berat Jenis Tanah Pada Suhu 25C	-	2,581	2,580
10	Berat Jenis Tanah Pada Suhu 27.5C	-	2,582	2,581
11	Berat Jenis Rata Rata Pada Suhu 27.5C	-	2,581	

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo
 Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
 Tanggal : 22 September 2022
 Sampel : Tanah Asli

PENGUJIAN BERAT JENIS TANAH

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330
 Yogyakarta 55584

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 24 Desember 2022
 Peneliti


 (Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

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

Lampiran 4 Data Pengujian Analisis Saringan Sampel 1

No Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan (gr)	Tertahan Kumulatif (gr)	Berat Tanah Lolos (gr)	Prosentase Lolos (%)
4	4,75	35,21	35,21	464,79	92,958
10	2	55,97	55,97	408,82	81,764
20	0,85	45,68	45,68	363,14	72,628
40	0,425	59,79	59,79	303,35	60,670
60	0,25	48,96	48,96	254,39	50,878
140	0,106	85,82	85,82	168,57	33,714
200	0,075	19,33	19,33	149,24	29,848
Pan	0	149,24	500	0	0
Total		500	-	-	-

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah



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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 5 Data Pengujian Analisis Saringan Sampel 2

 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584					
PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN					
Proyek	: Tugas Akhir				
Lokasi	: Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo				
Dikerjakan	: Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien				
Tanggal	: 23 September 2022				
Sampel	: Tanah Asli				
No Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan (gr)	Tertahan Kumulatif (gr)	Berat Tanah Lolos (gr)	Prosentase Lolos (%)
4	4,75	34,29	34,29	465,71	93,142
10	2	53,96	88,25	411,75	82,350
20	0,85	48,28	136,53	363,47	72,694
40	0,425	60,98	197,51	302,49	60,498
60	0,25	49,83	247,34	252,66	50,532
140	0,106	85,95	333,29	166,71	33,342
200	0,075	16,65	349,94	150,06	30,012
Pan	0	150,06	500	0	0
Total		500	-	-	-
Mengetahui, Kepala Lab. Mekanika Tanah			Yogyakarta, 24 Desember 2022 Peneliti		
(Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)			 (Muh. Rizkyawan Thakufa N.)		

Lampiran 6 Data Pengujian Analisis Hidrometer Sampel 1



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330
 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN ANALISIS HIDROMETER

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo
 Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
 Tanggal : 23 Desember 2022
 Sampel : Tanah Asli

Waktu (menit)	Temperatur (°)	Pembacaan Hidrometer (R1)	Pembacaan Hidrometer Terkoreksi (Rc)	% Lolos (%)	Hidrometer Terkoreksi Meniskus (R)	Kedalaman Efektif (L) (mm)	K	Diameter (D) (mm)
0	26	35	37	62,900	38	10,1	0,01312	0,000
2	26	25	27	45,900	28	11,7	0,01312	0,032
5	26	21	23	39,100	24	12,4	0,01312	0,021
30	26	15	17	28,900	18	13,3	0,01312	0,009
60	26	9	11	18,700	12	14,3	0,01312	0,006
250	26	4	6	10,200	7	15,2	0,01312	0,003
1440	26	2	4	6,800	5	15,5	0,01312	0,001

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 7 Data Pengujian Analisis Hidrometer Sampel 2



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330
 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN ANALISIS HIDROMETER

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo
 Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
 Tanggal : 23 September 2022
 Sampel : Tanah Asli

Waktu (menit)	Temperatur (°)	Pembacaan Hidrometer (R1)	Pembacaan Hidrometer Terkoreksi (Rc)	% Lolos (%)	Hidrometer Terkoreksi Meniskus (R)	Kedalaman Efektif (L) (mm)	K	Diameter (D) (mm)
0	26	35	37	62,900	38	10,1	0,01312	0,000
2	26	25	27	45,900	28	11,7	0,01312	0,032
5	26	21	23	39,100	24	12,4	0,01312	0,021
30	26	15	17	28,900	18	13,3	0,01312	0,009
60	26	9	11	18,700	12	14,3	0,01312	0,006
250	26	4	6	10,200	7	15,2	0,01312	0,003
1440	26	2	4	6,800	5	15,5	0,01312	0,001

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 8 Rekapitulasi Hasil Pengujian Analisis Butiran Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330
 Yogyakarta 55584

REKAPITULASI PENGUJIAN ANALISIS BUTIRAN TANAH

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo
 Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
 Tanggal : 23 September 2022
 Sampel : Tanah Asli

Diameter Butiran (mm)			%Lolos (%)		
Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
4,75		4,75	92,958	93,142	93,050
2		2	81,764	82,350	82,057
0,85		0,85	72,628	72,694	72,661
0,425		0,425	60,670	60,498	60,584
0,25		0,25	50,878	50,532	50,705
0,106		0,106	33,714	33,342	33,528
0,075		0,075	29,848	30,012	29,930
0,033	0,032	0,032	17,299	18,826	18,063
0,021	0,021	0,021	11,194	13,738	12,466
0,009	0,009	0,009	10,176	11,703	10,939
0,006	0,006	0,006	7,632	8,64977	8,141
0,003	0,003	0,003	5,088	5,597	5,342
0,001	0,001	0,001	3,562	3,053	3,307

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

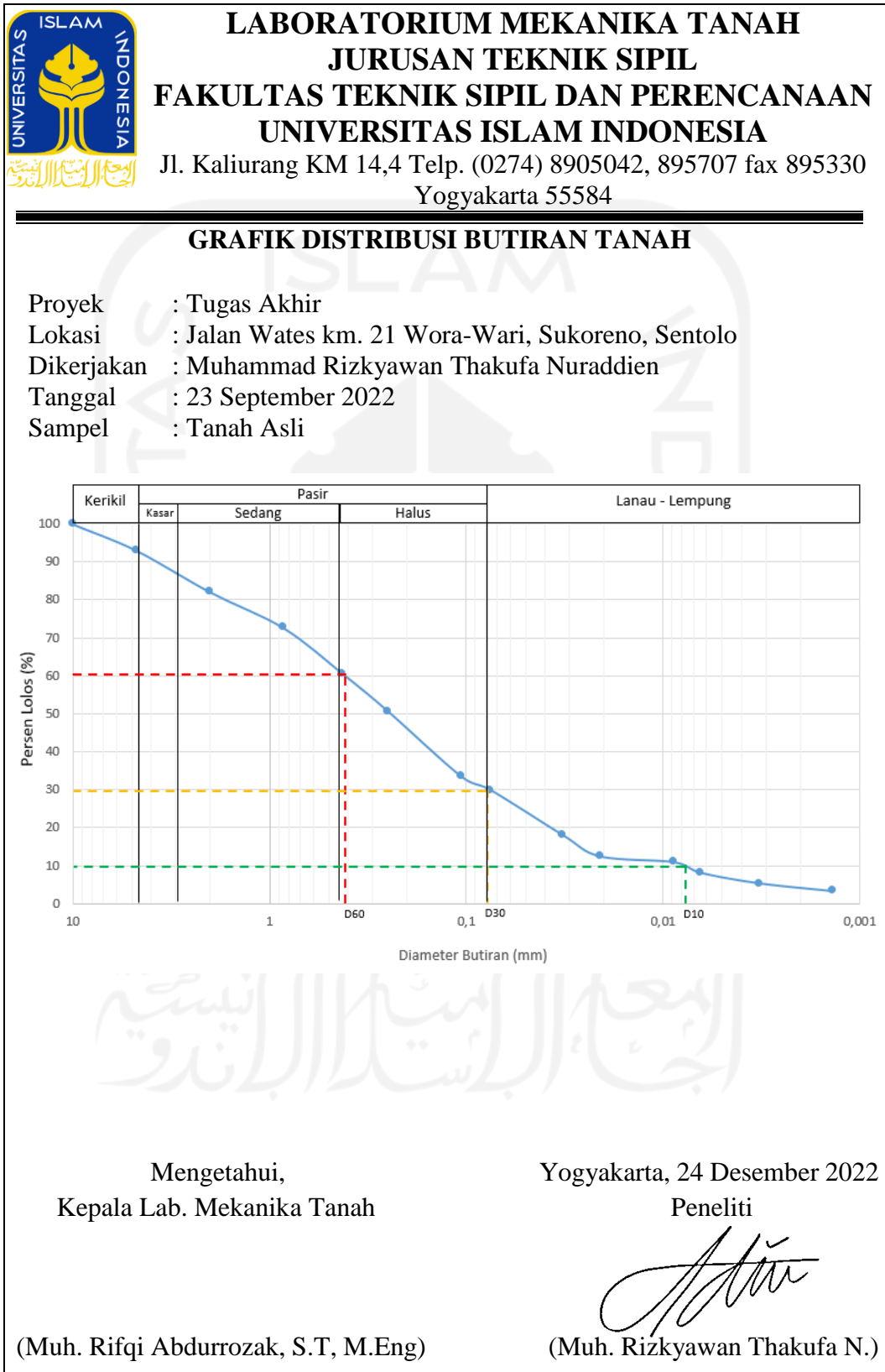
(Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 9 Grafik Distribusi Butiran Tanah



Lampiran 10 Parameter-parameter Grafik Distribusi Butiran Tanah

Keterangan	Satuan	USCS	AASHTO
% Tertahan #200 (%Butiran Kasar)	%	70,07	70,07
% Lolos #200 (%Butiran Halus)	%	29,93	29,93
% Kerikil	%	7	18
% Pasir	%	62	52
% Lanau	%	31	21
% Lempung	%		9
D10	mm	0,008	
D30	mm	0,078	
D60	mm	0,405	
Cu (Koefisien Keragaman)		50,625	
Cc (Koefisien Kelengkungan)		1,878	

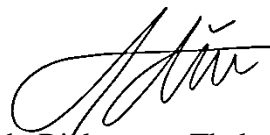
Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo
 Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
 Tanggal : 23 September 2022
 Sampel : Tanah Asli

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330
 Yogyakarta 55584

PARAMETER GRAFIK DISTRIBUSI BUTIRAN TANAH

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 24 Desember 2022
 Peneliti


 (Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

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

Lampiran 11 Data Pengujian Batas Cair Sampel 1 dan 2



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330
 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BATAS CAIR

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo
 Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
 Tanggal : 24 September 2022
 Sampel : Tanah Asli

Sampel 1

No	Keterangan	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Berat Cawan (gr)	8,78	6,58	8,46	6,92	5,81	6,66	9,21	9,26
2	Berat Cawan+Tanah Basah (gr)	29,27	25,92	35,19	37,15	33,98	30,23	24,9	29,54
3	Berat Cawan+Tanah Kering (gr)	23,86	20,8	28,56	29,81	27,22	24,41	28,85	24,81
4	Berat Air (gr)	5,41	5,12	6,63	7,34	6,76	5,82	6,05	4,73
5	Berat Tanah Kering (gr)	15,08	14,22	20,1	22,89	21,41	17,75	19,64	15,55
6	Kadar Air (%)	35,88	36,01	32,99	32,07	31,57	32,79	30,8	30,42
7	Kadar Air Rata-Rata (%)	35,94		32,53		32,18		30,61	
8	Jumlah Pukulan	11		15		26		43	

Sampel 2

No	Keterangan	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Berat Cawan (gr)	6,09	8,99	6,85	9,12	12,9	8,21	6,96	9,26
2	Berat Cawan+Tanah Basah (gr)	43,1	45,97	46,87	44,05	46,45	42,56	33,68	36,55
3	Berat Cawan+Tanah Kering (gr)	33,42	36,45	36,45	35,15	37,9	33,76	27,12	29,89
4	Berat Air (gr)	9,68	10,42	10,42	8,9	8,55	8,8	6,56	6,66
5	Berat Tanah Kering (gr)	27,33	27,46	29,6	26,03	25	25,55	20,16	20,63
6	Kadar Air (%)	35,42	34,67	35,20	34,19	34,2	34,44	32,54	32,28
7	Kadar Air Rata-Rata (%)	35,04		34,7		34,32		32,41	
8	Jumlah Pukulan	10		17		24		41	

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

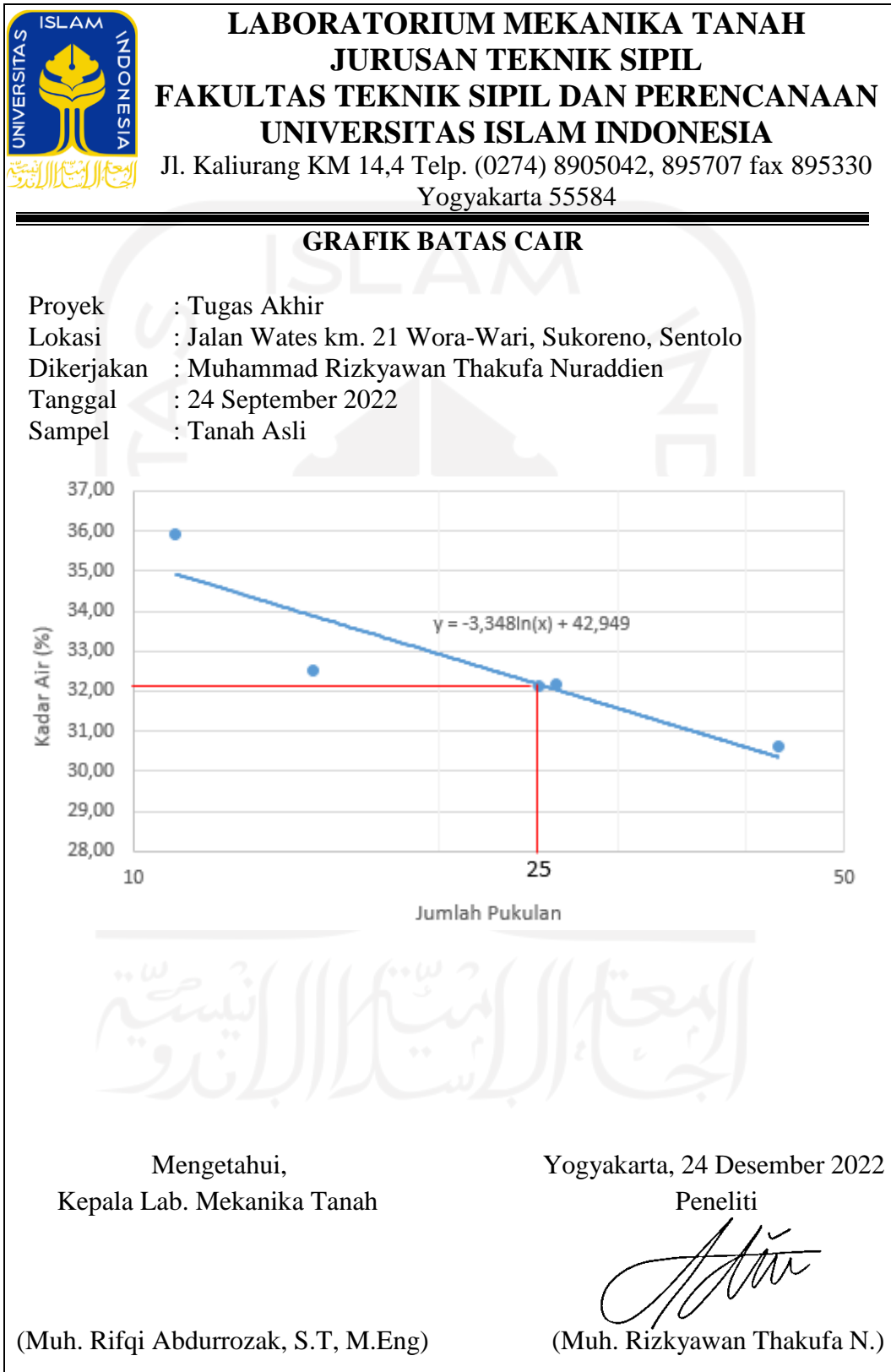
(Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 12 Grafik Batas Cair Sampel 1



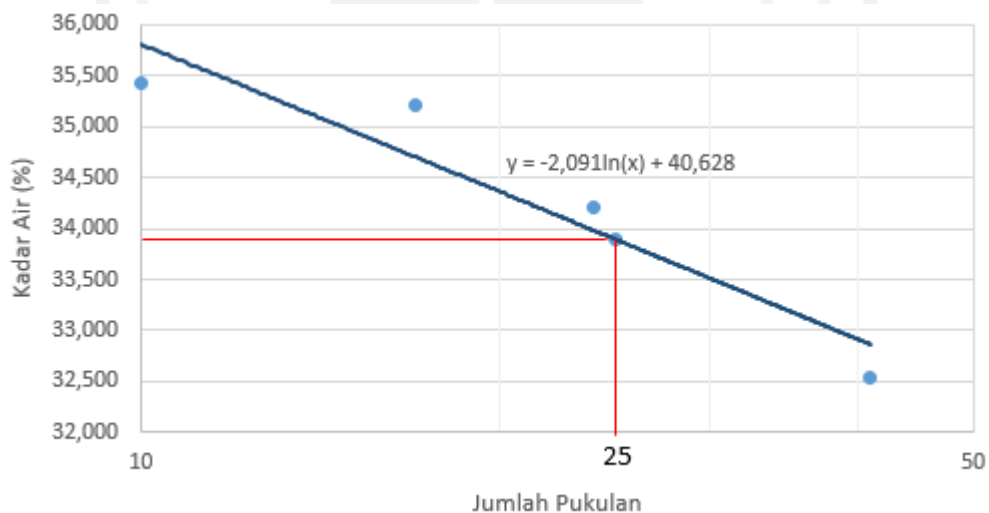
Lampiran 13 Grafik Batas Cair Sampel 2



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330
 Yogyakarta 55584

GRAFIK BATAS CAIR

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo
 Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
 Tanggal : 24 September 2022
 Sampel : Tanah Asli




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022
Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)



Lampiran 14 Data Pengujian Batas Plastis

	LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584					
	PENGUJIAN BATAS PLASTIS					
Proyek : Tugas Akhir Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien Tanggal : 24 September 2022 Sampel : Tanah Asli						
No	Keterangan	Satuan	Sampel 1		Sampel 2	
			1	2	3	4
1	Berat Cawan (W1)	gr	9,1	5,85	6,06	8,89
2	Berat Cawan + Tanah Basah (W2)	gr	20,41	20,13	20,33	21,11
3	Berat Cawan + Tanah Kering (W3)	gr	18,12	17,39	17,56	18,68
4	Berat Air (W2-W3)	gr	2,29	2,74	2,77	2,43
5	Berat Tanah Kering (W3-W1)	gr	9,02	11,54	11,5	9,79
6	Kadar Air	%	25,39	23,74	24,09	24,51
7	Kadar Air Rata – Rata	%	24,57		24,45	
Mengetahui, Kepala Lab. Mekanika Tanah		Yogyakarta, 24 Desember 2022 Peneliti				
(Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)		 (Muh. Rizkyawan Thakufa N.)				

Lampiran 15 Data Pengujian Batas Susut

	LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584				
	PENGUJIAN BATAS SUSUT				
Proyek : Tugas Akhir Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien Tanggal : 24 September 2022 Sampel : Tanah Asli					
No	Keterangan	Sampel 1		Sampel 2	
1	Berat Cawan Susut (gr)	39,56	44,1	30,99	35,57
2	Berat Cawan Susut + Tanah Basah (gr)	69,78	72,69	63,96	66,78
3	Berat Cawan Susut + Tanah Kering (gr)	62,57	65,8	56,06	59,36
4	Kadar Air (%)	31,33	31,75	31,51	31,19
5	Diameter Ring (cm)	4,18	4,18	4,18	4,18
6	Tinggi Ring (cm)	1,13	1,13	1,27	1,27
7	Volume Ring (cm ³)	15,51	15,51	17,44	17,44
8	Berat Air Raksa Yang Terdesak Tanah Kering + Gelas Ukur (gr)	244,72	248,67	268,43	269,55
9	Berat Gelas Ukur (gr)	60,87	60,87	60,87	60,87
10	Berat Air Raksa (gr)	183,85	187,8	207,56	208,68
11	Berat Tanah Kering (gr)	23,01	21,7	25,07	23,79
12	Volume Tanah Kering (cm ³)	13,52	13,81	15,26	15,34
13	Batas Susut Tanah (%)	22,67	23,9	22,84	22,4
14	Batas Susut Tanah Rata-Rata (%)	22,95			
Mengetahui, Kepala Lab. Mekanika Tanah		Yogyakarta, 24 Desember 2022 Peneliti			
(Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)		 (Muh. Rizkyawan Thakufa N.)			

Lampiran 16 Data Pengujian Proktor Standar Sampel 1

		LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584									
PENGUJIAN PROKTOR STANDAR											
Proyek	: Tugas Akhir										
Lokasi	: Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo										
Dikerjakan	: Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien										
Tanggal	: 26 September 2022										
Sampel	: Tanah Asli										
No	Keterangan	Pengujian Ke-1		Pengujian Ke-2		Pengujian Ke-3		Pengujian Ke-4		Pengujian Ke-5	
1	Penambahan Air (ml)	100		200		300		400		500	
2	Berat Cetakan + Tanah Basah (gr)	3205		3767		3725		3602		3243	
3	Berat Tanah Basah (gr)	1610		1932		1890		1767		1648	
4	Berat Volume Tanah Basah (gr)	1,71		1,9		1,86		1,74		1,75	
5	Berat Cawan (gr)	9,12	9,01	12,8 2	8,96	9,28	9,11	9,09	8,92	9,09	8,94
6	Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	30,2 9	26,5 4	30,3 4	32,0 6	36,4 6	36,6 4	40,9 5	46,5 3	36,9 6	38,0 7
7	Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	28,6 5	24,9 3	28,0 2	28,9 8	31,8 9	31,8 3	34,5 3	38,8 1	30,4 4	31,3 4
8	Berat Air (gr)	1,64	1,61	2,32	3,08	4,57	4,81	6,42	7,72	6,52	6,73
9	Berat Tanah Kering (gr)	19,5 3	15,9 2	15,2	20,0 2	22,6 1	22,7 2	25,4 4	29,8 9	21,3 5	22,4
10	Kadar Air (%)	8,4	10,1 1	15,2 6	15,3 8	20,2 1	21,1 7	25,2 4	25,8 3	30,5 4	30,0 4
11	Kadar Air Rata Rata (%)	9,26		15,32		20,69		25,53		30,29	
12	Berat Volume Tanah Kering (gr/cm ³)	1,57		1,65		1,54		1,38		1,34	
Mengetahui,		Yogyakarta, 24 Desember 2022									
Kepala Lab. Mekanika Tanah		Peneliti									
(Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)		 (Muh. Rizkyawan Thakufa N.)									

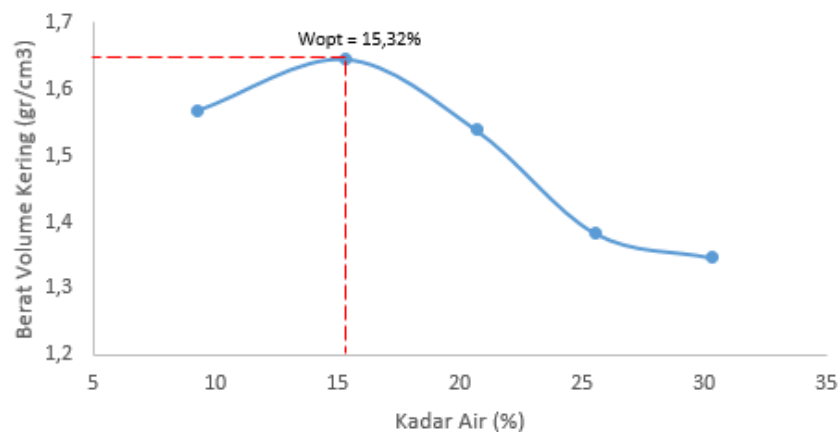
Lampiran 17 Grafik Hasil Pengujian Proktor Standar Sampel 1



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330
 Yogyakarta 55584

GRAFIK PROKTOR STANDAR

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo
 Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
 Tanggal : 26 September 2022
 Sampel : Tanah Asli



Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022
 Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 18 Data Pengujian Proktor Standar Sampel 2



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330
 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN PROKTOR STANDAR

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo
 Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
 Tanggal : 26 September 2022
 Sampel : Tanah Asli

No	Keterangan	Pengujian Ke-1		Pengujian Ke-2		Pengujian Ke-3		Pengujian Ke-4		Pengujian Ke-5	
1	Penambahan Air (ml)	100		200		300		400		500	
2	Berat Cetakan + Tanah Basah (gr)	3256		3803		3696		3587		3186	
3	Berat Tanah Basah (gr)	1661		1968		1861		1752		1591	
4	Berat Volume Tanah Basah (gr)	1,77		1,93		1,82		1,72		1,69	
5	Berat Cawan (gr)	8,62	7,45	6,4	6,76	6,84	7,72	5,59	5,7	5,83	5,42
6	Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	29,8 5	28,6 6	24,6 4	24,8 7	33,5 6	36,6 4	36,7 7	39,4 1	33,9 3	36,6 3
7	Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	27,8 8	26,6 7	22,2 4	22,3 5	29,0 5	31,8 3	30,4 3	32,4 1	27,3 8	29,3 6
8	Berat Air (gr)	1,97	1,99	2,4	2,52	4,51	4,81	6,34	7	6,55	7,27
9	Berat Tanah Kering (gr)	19,2 6	19,2 2	15,8 4	15,5 9	22,2 1	24,1 1	24,8 4	26,7 1	21,5 5	23,9 4
10	Kadar Air (%)	10,2 3	10,3 5	15,1 5	16,1 6	20,3 1	19,9 5	25,5 2	26,2 1	30,3 9	30,3 7
11	Kadar Air Rata Rata (%)	10,29		15,66		20,13		25,87		30,81	
12	Berat Volume Tanah Kering (gr/cm ³)	1,62		1,68		1,52		1,37		1,35	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

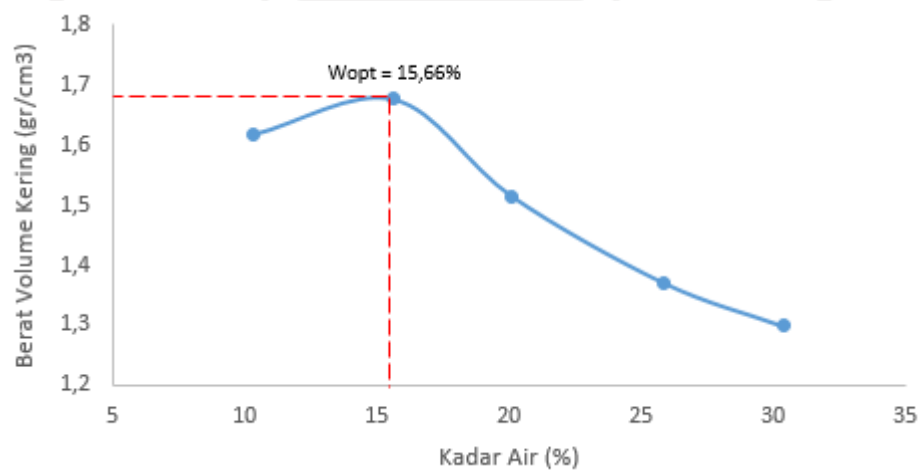
Lampiran 19 Grafik Hasil Pengujian Proktor Standar Sampel 2



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330
 Yogyakarta 55584

GRAFIK PROKTOR STANDAR

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Jalan Wates km. 21 Wora-Wari, Sukoreno, Sentolo
 Dikerjakan : Muhammad Rizkyawan Thakufa Nuraddien
 Tanggal : 26 Desember 2022
 Sampel : Tanah Asli



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022
Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 20 Hasil Pengujian Geser Langsung Sampel Tanah Asli 1



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

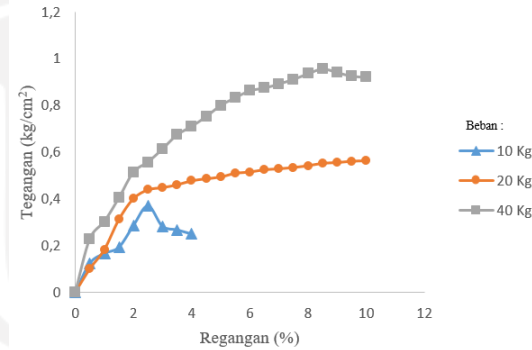
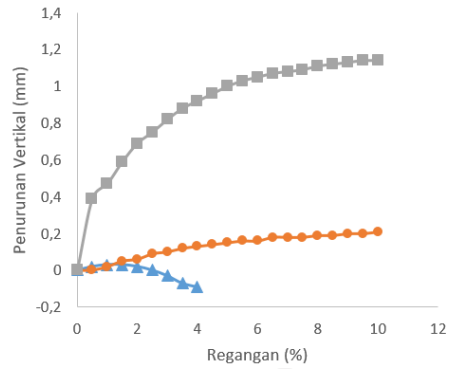
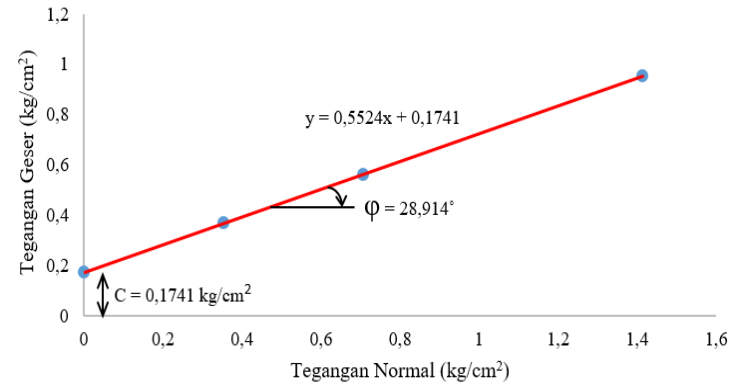
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 103,47 gr	Berat Sampel : 104,11 gr	Berat Sampel : 100,07
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707 kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	3,51	3,51	0,124	0,02	2,84	2,84	0,100	0	6,48	6,48	0,229	0,39
0,6	1	4,71	4,71	0,167	0,03	5,17	5,17	0,183	0,02	8,58	8,58	0,303	0,47
0,9	1,5	5,45	5,45	0,193	0,03	8,82	8,82	0,312	0,05	11,43	11,43	0,404	0,59
1,2	2	8,07	8,07	0,285	0,02	11,34	11,34	0,401	0,06	14,56	14,56	0,515	0,69
1,5	2,5	10,47	10,47	0,370	0	12,41	12,41	0,439	0,09	15,77	15,77	0,558	0,75
1,8	3	8	8	0,283	-0,03	12,68	12,68	0,448	0,1	17,36	17,36	0,614	0,82
2,1	3,5	7,57	7,57	0,268	-0,07	13,02	13,02	0,460	0,12	19,06	19,06	0,674	0,88
2,4	4	7,07	7,07	0,250	-0,09	13,51	13,51	0,478	0,13	20,08	20,08	0,710	0,92
2,7	4,5					13,75	13,75	0,486	0,14	21,27	21,27	0,752	0,96
3	5					13,97	13,97	0,494	0,15	22,62	22,62	0,800	1
3,3	5,5					14,42	14,42	0,510	0,16	23,55	23,55	0,833	1,03
3,6	6					14,57	14,57	0,515	0,16	24,4	24,4	0,863	1,05
3,9	6,5					14,85	14,85	0,525	0,18	24,72	24,72	0,874	1,07
4,2	7					14,96	14,96	0,529	0,18	25,22	25,22	0,892	1,08
4,5	7,5					15,12	15,12	0,535	0,18	25,77	25,77	0,911	1,09
4,8	8					15,33	15,33	0,542	0,19	26,45	26,45	0,935	1,11
5,1	8,5					15,63	15,63	0,553	0,19	27,03	27,03	0,956	1,12
5,4	9					15,72	15,72	0,556	0,2	26,61	26,61	0,941	1,13
5,7	9,5					15,88	15,88	0,561	0,2	26,16	26,16	0,925	1,14
6	10					15,94	15,94	0,564	0,21	26,03	26,03	0,920	1,14

Lanjutan Lampiran 20 Hasil Pengujian Geser Langsung Sampel Tanah Asli 1



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022
Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 21 Hasil Pengujian Geser Langsung Sampel Tanah Asli 2



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

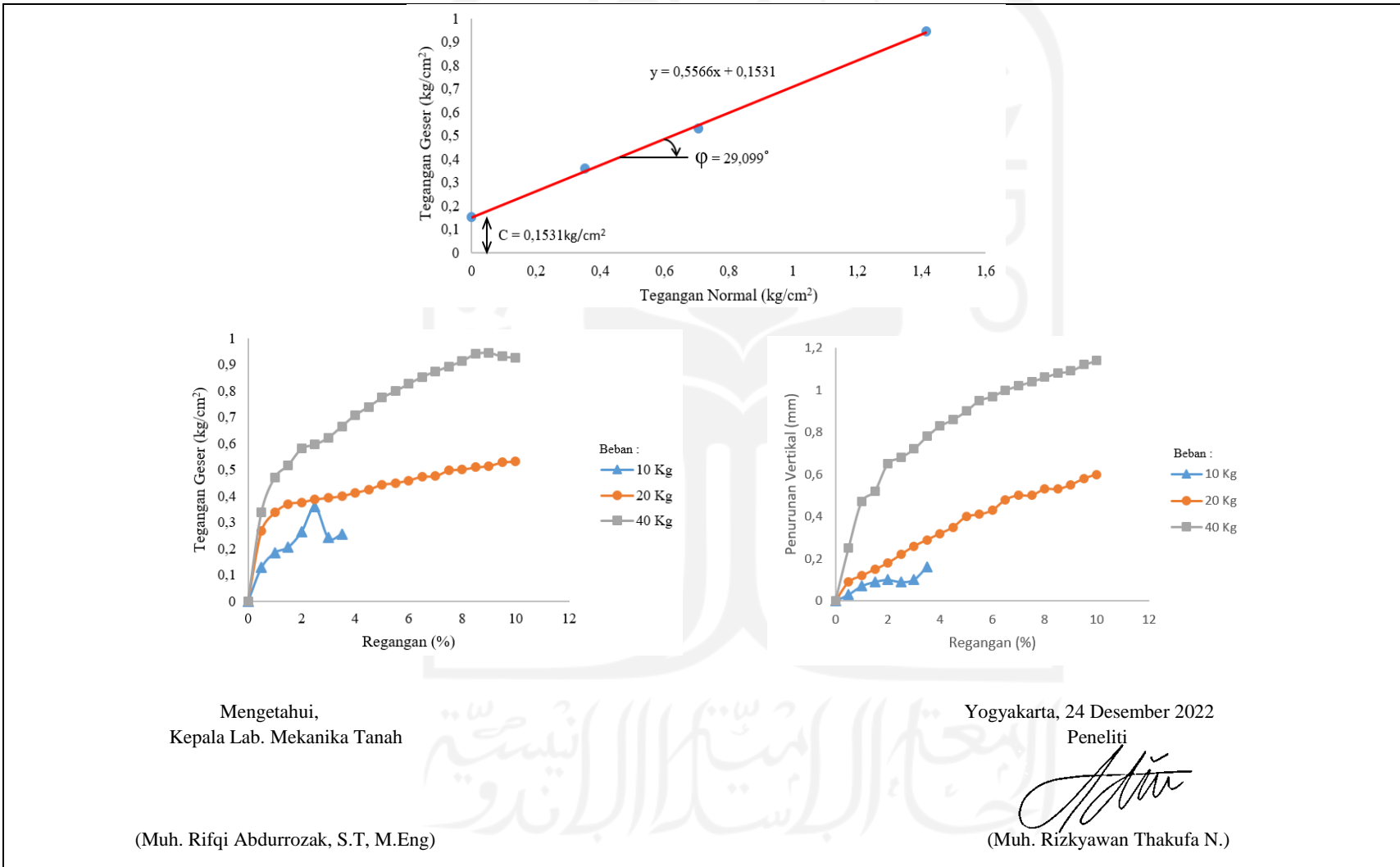
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 104,16 gr	Berat Sampel : 104,16 gr	Berat Sampel : 100,43 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	3,65	3,65	0,129	0,03	7,57	7,57	0,268	0,09	9,59	9,59	0,339	0,25
0,6	1	5,27	5,27	0,186	0,07	9,57	9,57	0,338	0,12	13,33	13,33	0,471	0,47
0,9	1,5	5,87	5,87	0,208	0,09	10,49	10,49	0,371	0,15	14,65	14,65	0,518	0,52
1,2	2	7,52	7,52	0,266	0,1	10,68	10,68	0,378	0,18	16,44	16,44	0,581	0,65
1,5	2,5	10,17	10,17	0,360	0,09	10,98	10,98	0,388	0,22	16,87	16,87	0,596	0,68
1,8	3	6,86	6,86	0,243	0,1	11,16	11,16	0,395	0,26	17,61	17,61	0,623	0,72
2,1	3,5	7,26	7,26	0,257	0,16	11,33	11,33	0,401	0,29	18,83	18,83	0,666	0,78
2,4	4					11,71	11,71	0,414	0,32	20,03	20,03	0,708	0,83
2,7	4,5					12,03	12,03	0,425	0,35	20,92	20,92	0,740	0,86
3	5					12,57	12,57	0,444	0,4	21,9	21,9	0,774	0,9
3,3	5,5					12,73	12,73	0,450	0,41	22,61	22,61	0,799	0,95
3,6	6					13,02	13,02	0,460	0,43	23,38	23,38	0,827	0,97
3,9	6,5					13,44	13,44	0,475	0,48	24,14	24,14	0,853	1
4,2	7					13,49	13,49	0,477	0,5	24,73	24,73	0,874	1,02
4,5	7,5					14,09	14,09	0,498	0,5	25,27	25,27	0,893	1,04
4,8	8					14,2	14,2	0,502	0,53	25,84	25,84	0,914	1,06
5,1	8,5					14,43	14,43	0,510	0,53	26,6	26,6	0,940	1,08
5,4	9					14,58	14,58	0,515	0,55	26,73	26,73	0,945	1,09
5,7	9,5					14,96	14,96	0,529	0,58	26,33	26,33	0,931	1,12
6	10					15,05	15,05	0,532	0,6	26,22	26,22	0,927	1,14

Lanjutan Lampiran 21 Hasil Pengujian Geser Langsung Sampel Tanah Asli 2



Lampiran 22 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 1



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

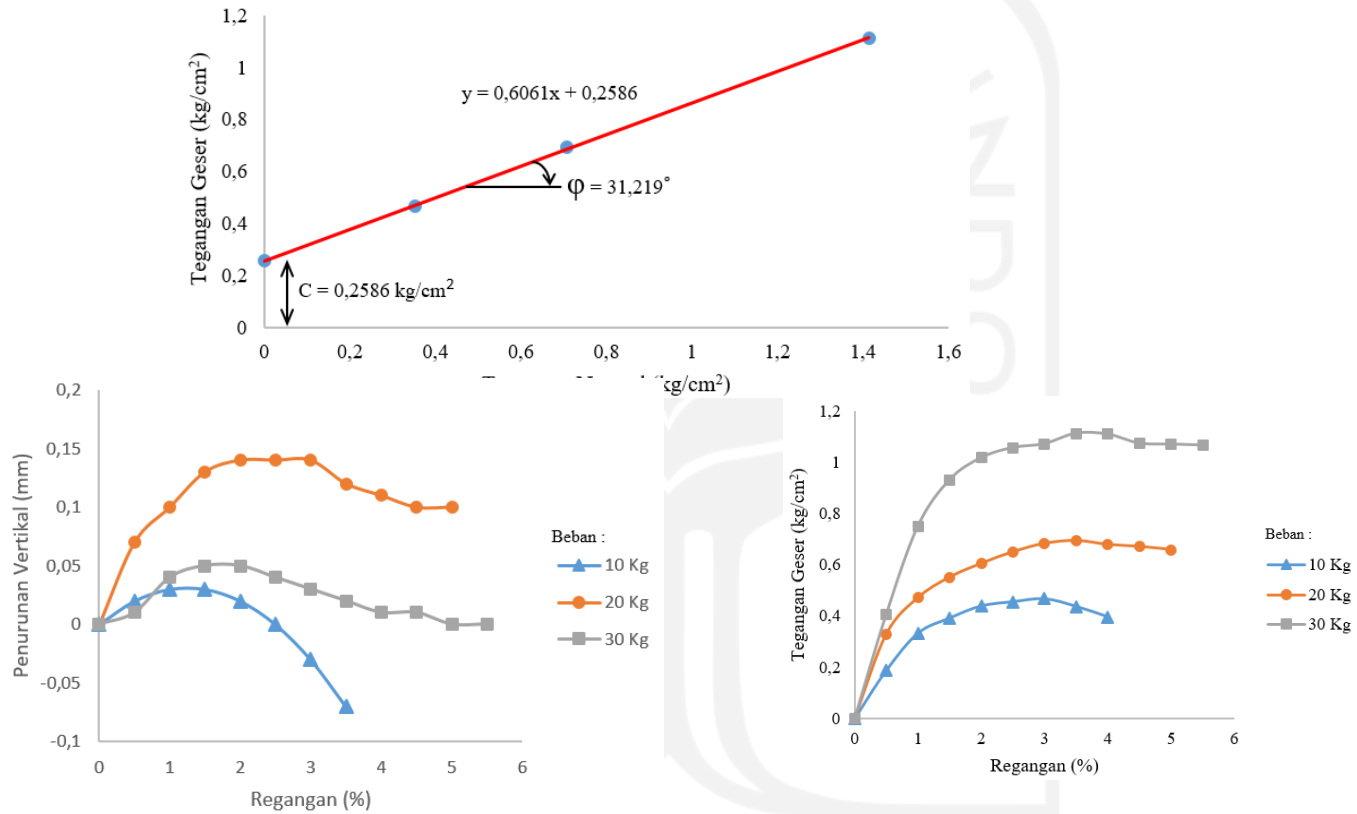
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 106,86 gr	Berat Sampel : 107,56 gr	Berat Sampel : 107,47 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	9,32	9,32	0,329	0,07	9,32	9,32	0,329	0,07	11,5	11,5	0,407	0,01
0,6	1	13,35	13,35	0,472	0,1	13,35	13,35	0,472	0,1	21,23	21,23	0,751	0,04
0,9	1,5	15,61	15,61	0,552	0,13	15,61	15,61	0,552	0,13	26,35	26,35	0,932	0,05
1,2	2	17,13	17,13	0,606	0,14	17,13	17,13	0,606	0,14	28,79	28,79	1,018	0,05
1,5	2,5	18,41	18,41	0,651	0,14	18,41	18,41	0,651	0,14	29,91	29,91	1,057	0,04
1,8	3	19,33	19,33	0,683	0,14	19,33	19,33	0,683	0,14	30,33	30,33	1,072	0,03
2,1	3,5	19,64	19,64	0,694	0,12	19,64	19,64	0,694	0,12	31,49	31,49	1,113	0,02
2,4	4	19,21	19,21	0,679	0,11	19,21	19,21	0,679	0,11	31,39	31,39	1,110	0,01
2,7	4,5					18,99	18,99	0,671	0,1	30,39	30,39	1,074	0,01
3	5					18,65	18,65	0,659	0,1	30,29	30,29	1,071	0
3,3	5,5									30,18	30,18	1,067	0
3,6	6												
3,9	6,5												
4,2	7												
4,5	7,5												
4,8	8												
5,1	8,5												
5,4	9												
5,7	9,5												
6	10												

Lanjutan Lampiran 22 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 1



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 23 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 2



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

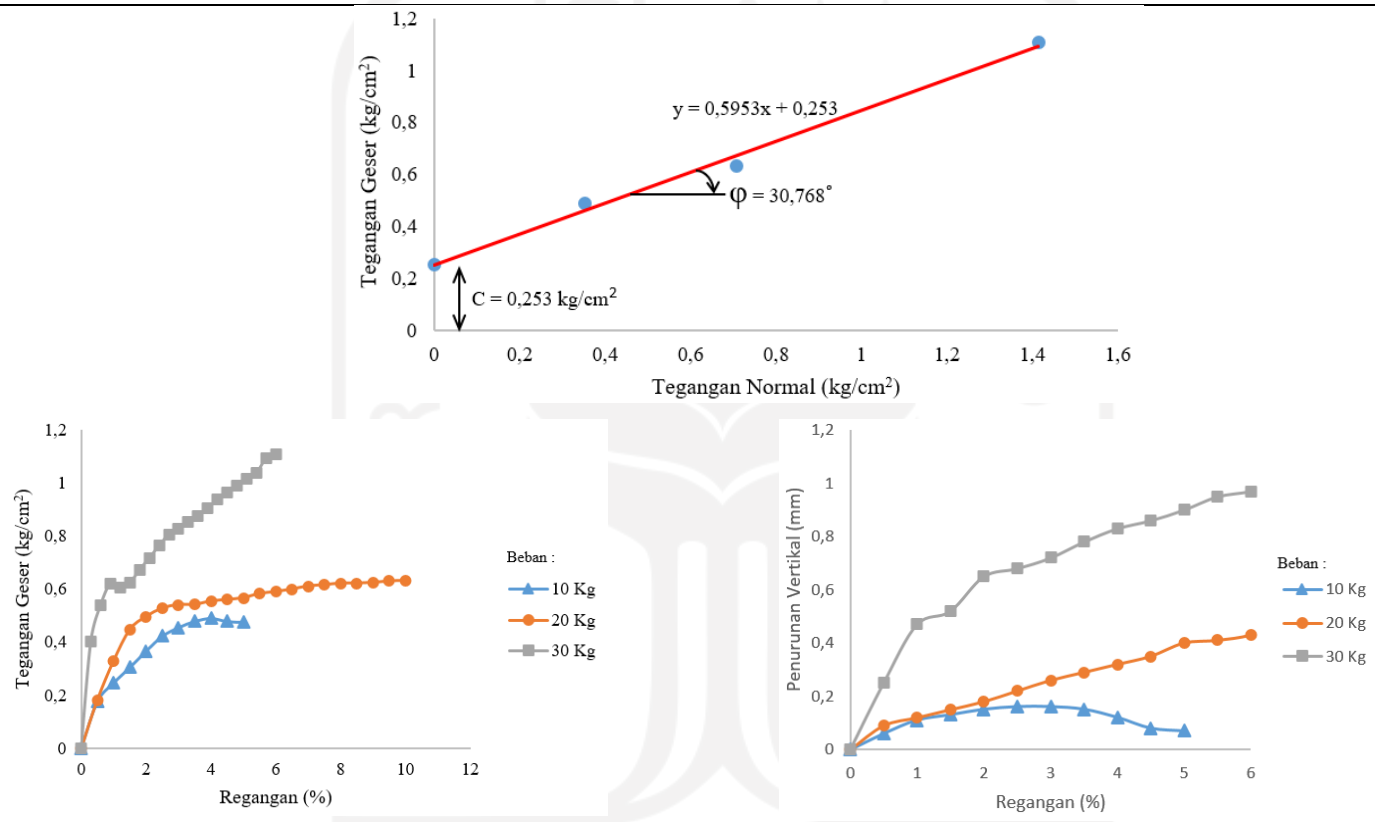
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 107,36 gr	Berat Sampel : 107,76 gr	Berat Sampel : 106,48 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	5,01	5,01	0,177	0,06	5,17	5,17	0,183	0,09	11,43	11,43	0,404	0,25
0,6	1	7,01	7,01	0,248	0,11	9,33	9,33	0,330	0,12	15,28	15,28	0,540	0,47
0,9	1,5	8,66	8,66	0,306	0,13	12,66	12,66	0,448	0,15	17,54	17,54	0,620	0,52
1,2	2	10,4	10,4	0,368	0,15	14,05	14,05	0,497	0,18	17,11	17,11	0,605	0,65
1,5	2,5	12	12	0,424	0,16	14,94	14,94	0,528	0,22	17,69	17,69	0,625	0,68
1,8	3	12,92	12,92	0,457	0,16	15,32	15,32	0,542	0,26	19,03	19,03	0,673	0,72
2,1	3,5	13,58	13,58	0,480	0,15	15,34	15,34	0,542	0,29	20,32	20,32	0,718	0,78
2,4	4	13,89	13,89	0,491	0,12	15,7	15,7	0,555	0,32	21,59	21,59	0,763	0,83
2,7	4,5	13,55	13,55	0,479	0,08	15,86	15,86	0,561	0,35	22,82	22,82	0,807	0,86
3	5	13,48	13,48	0,477	0,07	16,05	16,05	0,567	0,4	23,37	23,37	0,826	0,9
3,3	5,5					16,5	16,5	0,583	0,41	24,13	24,13	0,853	0,95
3,6	6					16,7	16,7	0,590	0,43	24,77	24,77	0,876	0,97
3,9	6,5					16,97	16,97	0,600	0,48	25,64	25,64	0,906	1
4,2	7					17,3	17,3	0,612	0,5	26,52	26,52	0,938	1,02
4,5	7,5					17,43	17,43	0,616	0,5	27,25	27,25	0,963	1,04
4,8	8					17,6	17,6	0,622	0,53	28	28	0,990	1,06
5,1	8,5					17,6	17,6	0,622	0,53	28,73	28,73	1,016	1,08
5,4	9					17,67	17,67	0,625	0,55	29,38	29,38	1,039	1,09
5,7	9,5					17,83	17,83	0,630	0,58	30,94	30,94	1,094	1,12
6	10					17,89	17,89	0,632	0,6	31,36	31,36	1,109	1,14


Lanjutan Lampiran 23 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 2



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022
Peneliti


(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 24 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 1



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

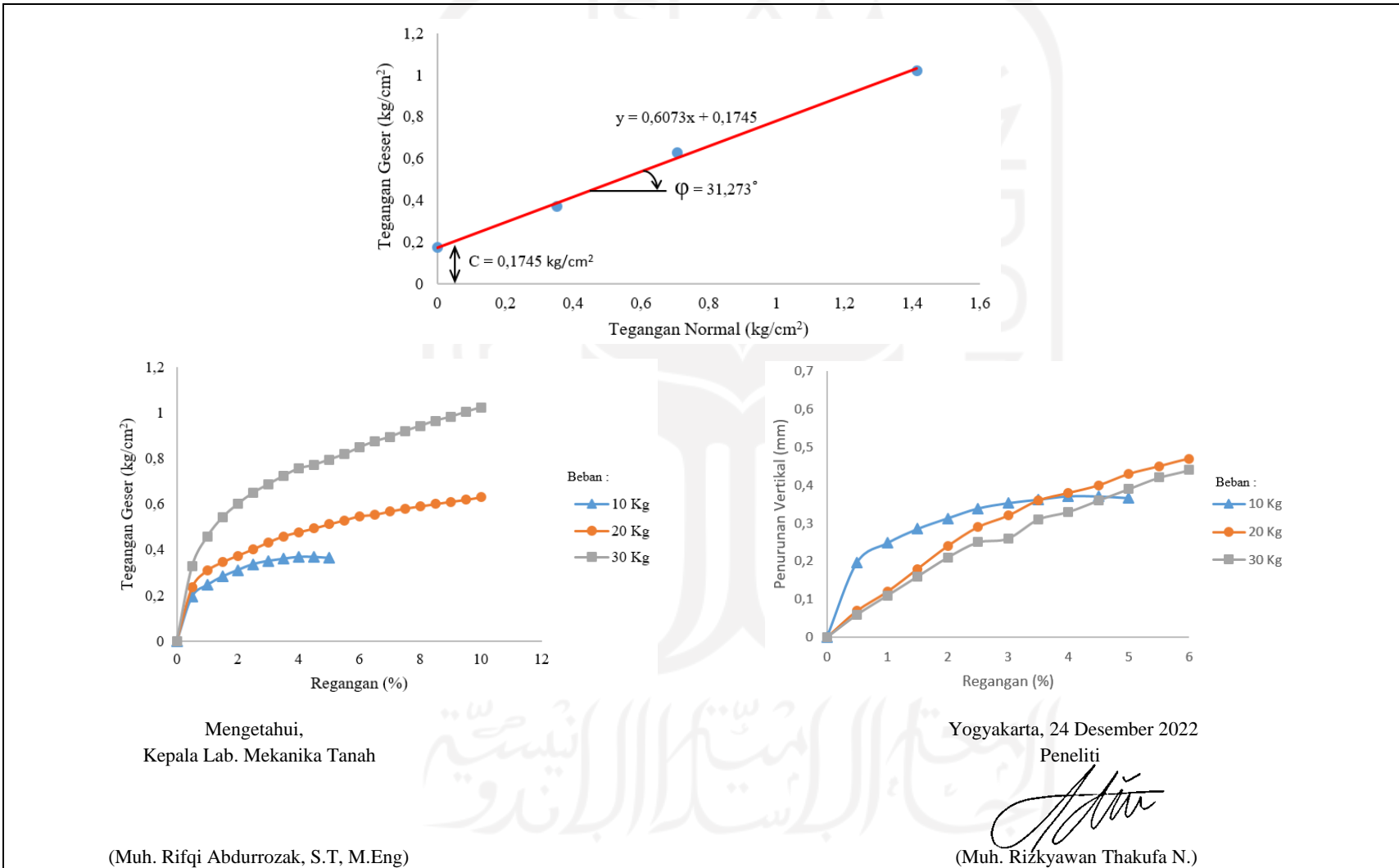
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 106,69 gr	Berat Sampel : 106,07 gr	Berat Sampel : 105,36 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	5,57	5,57	0,197	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	7,01	7,01	0,248	0,06	6,68	6,68	0,236	0,07	9,28	9,28	0,328	0,06
0,6	1	8,06	8,06	0,285	0,11	8,78	8,78	0,310	0,12	12,97	12,97	0,459	0,11
0,9	1,5	8,85	8,85	0,313	0,13	9,81	9,81	0,347	0,18	15,35	15,35	0,543	0,16
1,2	2	9,58	9,58	0,339	0,15	10,62	10,62	0,375	0,24	17	17	0,601	0,21
1,5	2,5	9,98	9,98	0,353	0,16	11,4	11,4	0,403	0,29	18,39	18,39	0,650	0,25
1,8	3	10,24	10,24	0,362	0,16	12,25	12,25	0,433	0,32	19,43	19,43	0,687	0,26
2,1	3,5	10,49	10,49	0,371	0,15	13,02	13,02	0,460	0,36	20,47	20,47	0,724	0,31
2,4	4	10,48	10,48	0,371	0,12	13,52	13,52	0,478	0,38	21,4	21,4	0,757	0,33
2,7	4,5	10,35	10,35	0,366	0,08	13,98	13,98	0,494	0,4	21,84	21,84	0,772	0,36
3	5				0,07	14,51	14,51	0,513	0,43	22,5	22,5	0,795	0,39
3,3	5,5					14,99	14,99	0,530	0,45	23,15	23,15	0,818	0,42
3,6	6					15,5	15,5	0,548	0,47	24	24	0,848	0,44
3,9	6,5					15,7	15,7	0,555	0,48	24,75	24,75	0,875	0,47
4,2	7					16,09	16,09	0,569	0,49	25,3	25,3	0,894	0,49
4,5	7,5					16,45	16,45	0,582	0,5	26,04	26,04	0,921	0,5
4,8	8					16,73	16,73	0,591	0,51	26,66	26,66	0,943	0,52
5,1	8,5					17,01	17,01	0,601	0,52	27,31	27,31	0,966	0,54
5,4	9					17,3	17,3	0,612	0,52	27,79	27,79	0,982	0,55
5,7	9,5					17,54	17,54	0,620	0,53	28,4	28,4	1,004	0,57
6	10					17,86	17,86	0,631	0,53	28,97	28,97	1,024	0,58

Lanjutan Lampiran 24 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 1



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022
Peneliti

(Signature)
(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 25 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 2



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

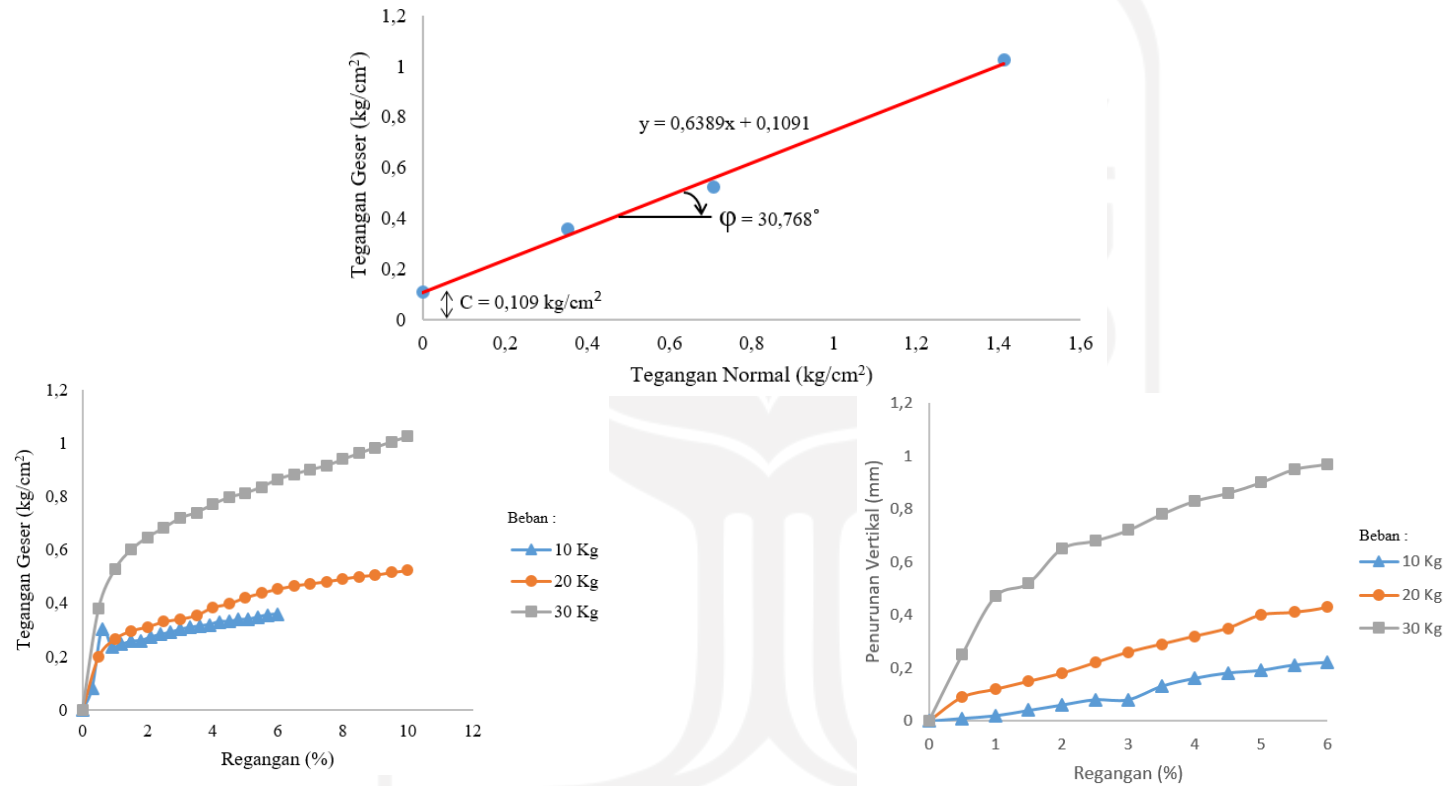
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 107,14 gr	Berat Sampel : 107,3 gr	Berat Sampel : 106,35 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	8,57	2,38	0,084	0,01	17,86	17,86	0,631	0,53	28,99	28,99	1,025	1,14
0,6	1	6,75	8,57	0,303	0,02	7,55	7,55	0,267	0,12	10,8	10,8	0,382	0,25
0,9	1,5	6,98	6,75	0,239	0,04	8,4	8,4	0,297	0,15	14,93	14,93	0,528	0,47
1,2	2	7,3	6,98	0,247	0,06	8,83	8,83	0,312	0,18	17,01	17,01	0,601	0,52
1,5	2,5	7,38	7,3	0,258	0,08	9,38	9,38	0,332	0,22	18,34	18,34	0,648	0,65
1,8	3	7,75	7,38	0,261	0,08	9,66	9,66	0,342	0,26	19,31	19,31	0,683	0,68
2,1	3,5	8,03	7,75	0,274	0,13	10,04	10,04	0,355	0,29	20,36	20,36	0,720	0,72
2,4	4	8,24	8,03	0,284	0,16	10,88	10,88	0,385	0,32	20,95	20,95	0,741	0,78
2,7	4,5	8,56	8,24	0,291	0,18	11,27	11,27	0,398	0,35	21,8	21,8	0,771	0,83
3	5	8,76	8,56	0,303	0,19	11,93	11,93	0,422	0,4	22,56	22,56	0,798	0,86
3,3	5,5	8,93	8,76	0,310	0,21	12,41	12,41	0,439	0,41	23,01	23,01	0,813	0,9
3,6	6	9,06	8,93	0,316	0,22	12,85	12,85	0,454	0,43	23,65	23,65	0,836	0,95
3,9	6,5	9,37	9,06	0,320	0,23	13,18	13,18	0,466	0,48	24,47	24,47	0,865	0,97
4,2	7	9,39	9,37	0,331	0,24	13,41	13,41	0,474	0,5	25,01	25,01	0,884	1
4,5	7,5	9,59	9,39	0,332	0,24	13,63	13,63	0,482	0,5	25,5	25,5	0,902	1,02
4,8	8	9,63	9,59	0,339	0,25	13,91	13,91	0,492	0,53	25,91	25,91	0,916	1,04
5,1	8,5	9,88	9,63	0,340	0,25	16,73	16,73	0,591	0,51	26,59	26,59	0,940	1,06
5,4	9	10,09	9,88	0,349	0,25	17,01	17,01	0,601	0,52	27,22	27,22	0,962	1,08
5,7	9,5	10,17	10,09	0,357	0,25	17,3	17,3	0,612	0,52	27,84	27,84	0,984	1,09
6	10	2,38	10,17	0,360	0,25	17,54	17,54	0,620	0,53	28,45	28,45	1,006	1,12


Lanjutan Lampiran 25 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 2



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022
Peneliti


(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 26 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 1



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

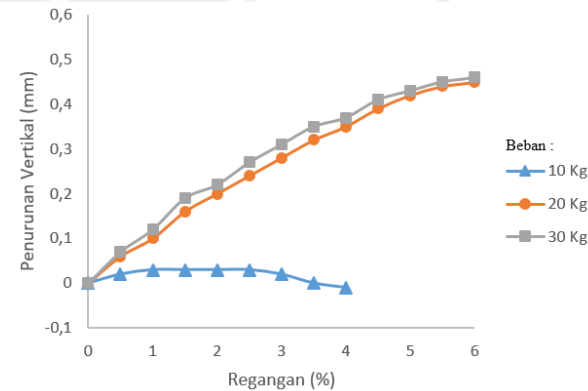
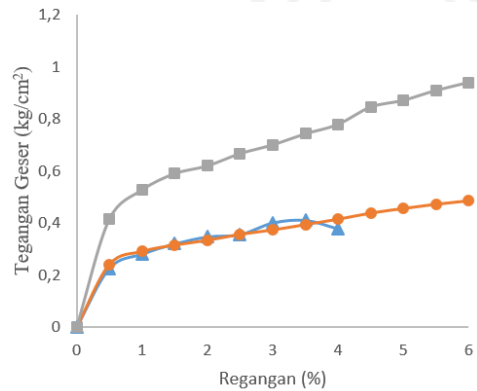
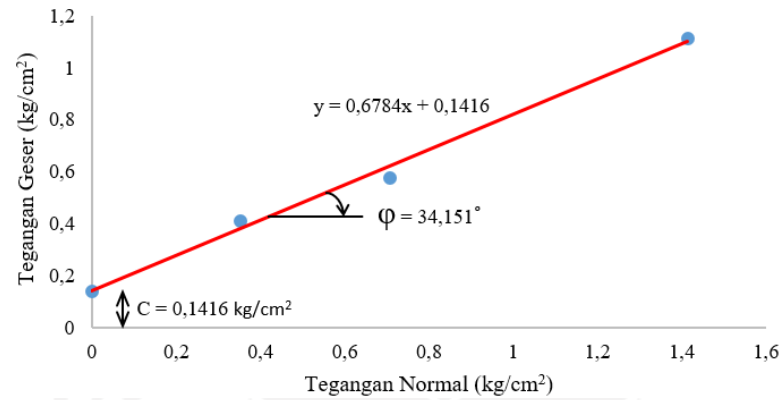
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 106,42 gr	Berat Sampel : 106,76 gr	Berat Sampel : 105,73 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	6,4	6,4	0,226	0,02	6,82	6,82	0,241	0,06	11,73	11,73	0,415	0,07
0,6	1	7,96	7,96	0,281	0,03	8,24	8,24	0,291	0,1	14,9	14,9	0,527	0,12
0,9	1,5	9,06	9,06	0,320	0,03	8,93	8,93	0,316	0,16	16,68	16,68	0,590	0,19
1,2	2	9,82	9,82	0,347	0,03	9,44	9,44	0,334	0,2	17,52	17,52	0,619	0,22
1,5	2,5	10,07	10,07	0,356	0,03	10,09	10,09	0,357	0,24	18,85	18,85	0,666	0,27
1,8	3	11,34	11,34	0,401	0,02	10,57	10,57	0,374	0,28	19,8	19,8	0,700	0,31
2,1	3,5	11,61	11,61	0,410	0	11,14	11,14	0,394	0,32	21	21	0,742	0,35
2,4	4	10,68	10,68	0,378	-0,01	11,73	11,73	0,415	0,35	22,02	22,02	0,778	0,37
2,7	4,5					12,39	12,39	0,438	0,39	23,9	23,9	0,845	0,41
3	5					12,89	12,89	0,456	0,42	24,63	24,63	0,871	0,43
3,3	5,5					13,35	13,35	0,472	0,44	25,71	25,71	0,909	0,45
3,6	6					13,73	13,73	0,485	0,45	26,57	26,57	0,939	0,46
3,9	6,5					14,01	14,01	0,495	0,47	27,53	27,53	0,973	0,48
4,2	7					14,62	14,62	0,517	0,49	28,22	28,22	0,998	0,49
4,5	7,5					14,69	14,69	0,519	0,49	29	29	1,025	0,5
4,8	8					14,96	14,96	0,529	0,5	29,51	29,51	1,043	0,51
5,1	8,5					15,36	15,36	0,543	0,51	30,08	30,08	1,063	0,52
5,4	9					15,65	15,65	0,553	0,52	30,69	30,69	1,085	0,53
5,7	9,5					16,02	16,02	0,566	0,52	31,14	31,14	1,101	0,53
6	10					16,34	16,34	0,578	0,53	31,55	31,55	1,115	0,54

Lanjutan Lampiran 26 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 1



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 27 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 2



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

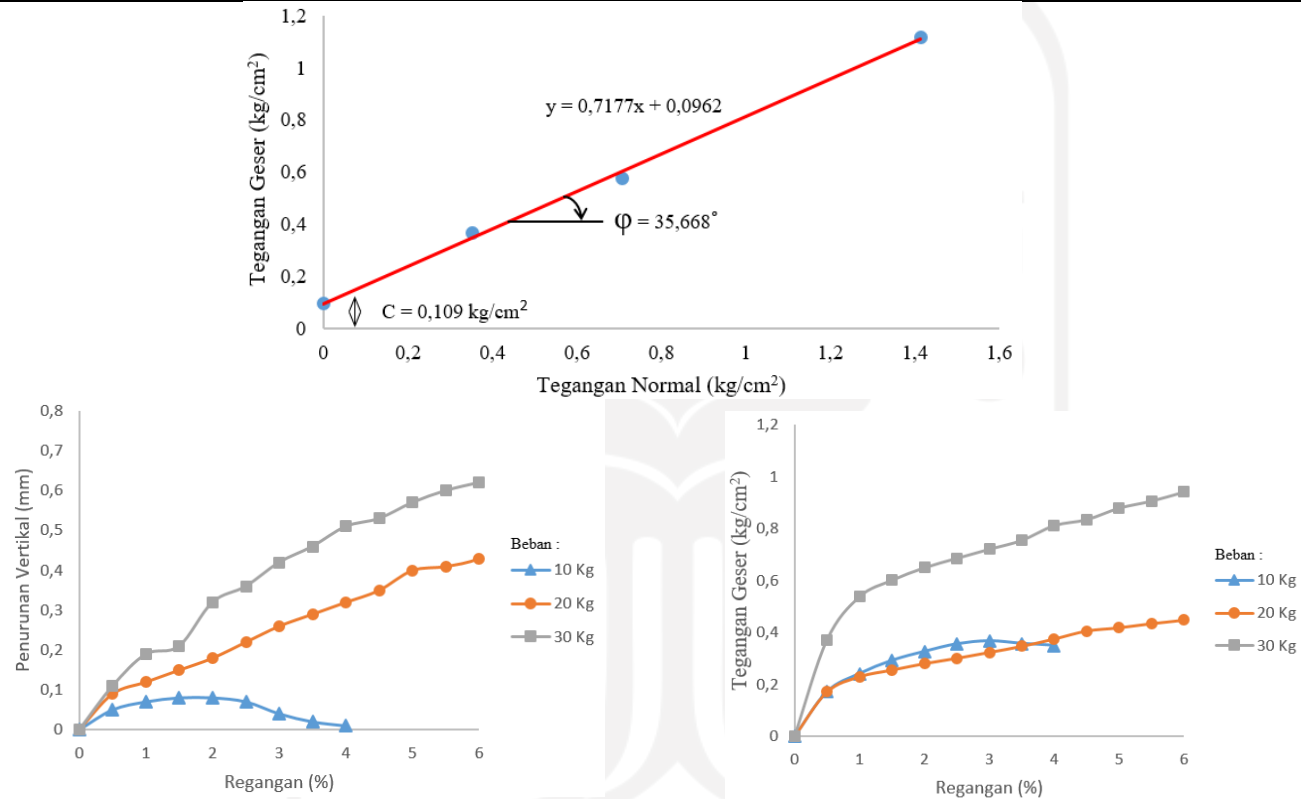
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 106,97 gr	Berat Sampel : 106,25 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²
		Berat Sampel : 105,01 gr
		Kalibrasi : 1 kg/div
		Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal	Regangan	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal	Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal	Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal
(mm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	4,87	4,87	0,172	0,05	4,83	4,83	0,171	0,09	10,49	10,49	0,371	0,11
0,6	1	6,83	6,83	0,241	0,07	6,5	6,5	0,230	0,12	15,2	15,2	0,537	0,19
0,9	1,5	8,26	8,26	0,292	0,08	7,23	7,23	0,256	0,15	17	17	0,601	0,21
1,2	2	9,23	9,23	0,326	0,08	7,93	7,93	0,280	0,18	18,36	18,36	0,649	0,32
1,5	2,5	10,05	10,05	0,355	0,07	8,51	8,51	0,301	0,22	19,39	19,39	0,686	0,36
1,8	3	10,38	10,38	0,367	0,04	9,15	9,15	0,323	0,26	20,38	20,38	0,721	0,42
2,1	3,5	10,1	10,1	0,357	0,02	9,81	9,81	0,347	0,29	21,34	21,34	0,754	0,46
2,4	4	9,89	9,89	0,350	0,01	10,61	10,61	0,375	0,32	22,95	22,95	0,811	0,51
2,7	4,5					11,48	11,48	0,406	0,35	23,6	23,6	0,834	0,53
3	5					11,83	11,83	0,418	0,4	24,85	24,85	0,879	0,57
3,3	5,5					12,28	12,28	0,434	0,41	25,62	25,62	0,906	0,6
3,6	6					12,66	12,66	0,448	0,43	26,6	26,6	0,940	0,62
3,9	6,5					13,17	13,17	0,466	0,48	27,58	27,58	0,975	0,64
4,2	7					13,88	13,88	0,491	0,5	28,27	28,27	0,999	0,66
4,5	7,5					14,38	14,38	0,508	0,5	28,92	28,92	1,022	0,67
4,8	8					15,72	15,72	0,556	0,53	29,74	29,74	1,051	0,69
5,1	8,5					15,54	15,54	0,549	0,53	30,4	30,4	1,075	0,71
5,4	9					15,69	15,69	0,555	0,55	31,02	31,02	1,097	0,72
5,7	9,5					16,07	16,07	0,568	0,58	31,47	31,47	1,113	0,74
6	10					16,35	16,35	0,578	0,6	31,67	31,67	1,120	0,74

Lanjutan Lampiran 27 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 1 Hari Sampel 2




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti


(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 28 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 1



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

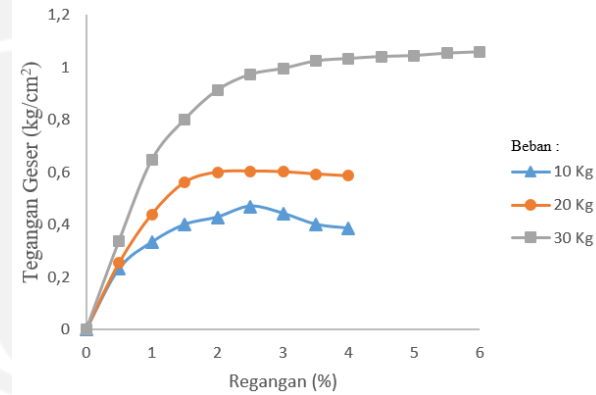
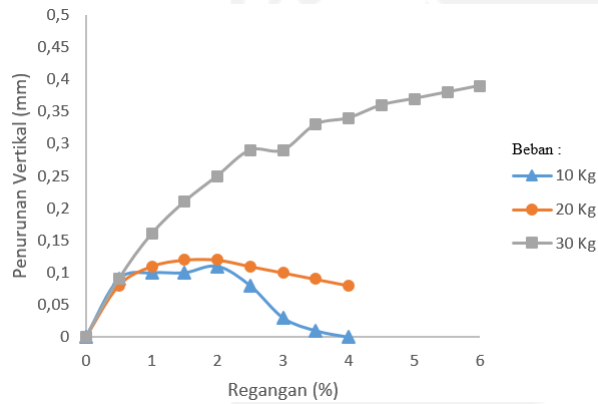
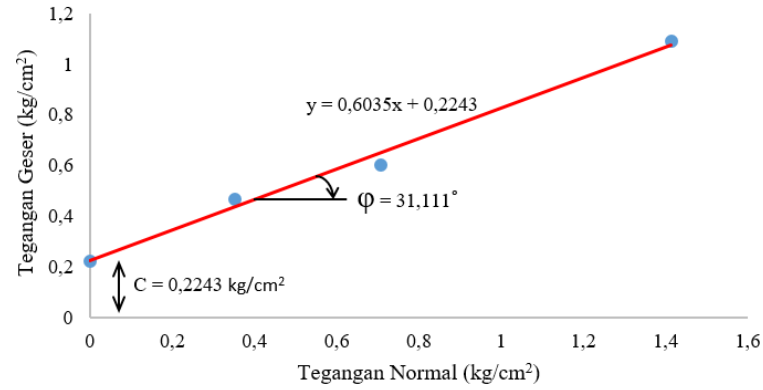
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 102,11 gr	Berat Sampel : 106,76 gr	Berat Sampel : 105,18 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	6,54	6,54	0,231	0,09	7,16	7,16	0,253	0,08	9,56	9,56	0,338	0,09
0,6	1	9,4	9,4	0,332	0,1	12,42	12,42	0,439	0,11	18,3	18,3	0,647	0,16
0,9	1,5	11,3	11,3	0,399	0,1	15,86	15,86	0,561	0,12	22,66	22,66	0,801	0,21
1,2	2	12,1	12,1	0,428	0,11	16,97	16,97	0,600	0,12	25,83	25,83	0,913	0,25
1,5	2,5	13,27	13,27	0,469	0,08	17,08	17,08	0,604	0,11	27,52	27,52	0,973	0,29
1,8	3	12,5	12,5	0,442	0,03	17,01	17,01	0,601	0,1	28,16	28,16	0,996	0,29
2,1	3,5	11,32	11,32	0,400	0,01	16,76	16,76	0,593	0,09	28,97	28,97	1,024	0,33
2,4	4	10,9	10,9	0,385	0	16,56	16,56	0,585	0,08	29,23	29,23	1,033	0,34
2,7	4,5									29,45	29,45	1,041	0,36
3	5									29,55	29,55	1,045	0,37
3,3	5,5									29,81	29,81	1,054	0,38
3,6	6									29,95	29,95	1,059	0,39
3,9	6,5									30,15	30,15	1,066	0,4
4,2	7									30,2	30,2	1,068	0,4
4,5	7,5									30,24	30,24	1,069	0,41
4,8	8									30,43	30,43	1,076	0,41
5,1	8,5									30,48	30,48	1,078	0,42
5,4	9									30,65	30,65	1,084	0,42
5,7	9,5									30,86	30,86	1,091	0,42
6	10									30,93	30,93	1,093	0,43

Lanjutan Lampiran 28 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 1




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti


(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 29 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 2



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

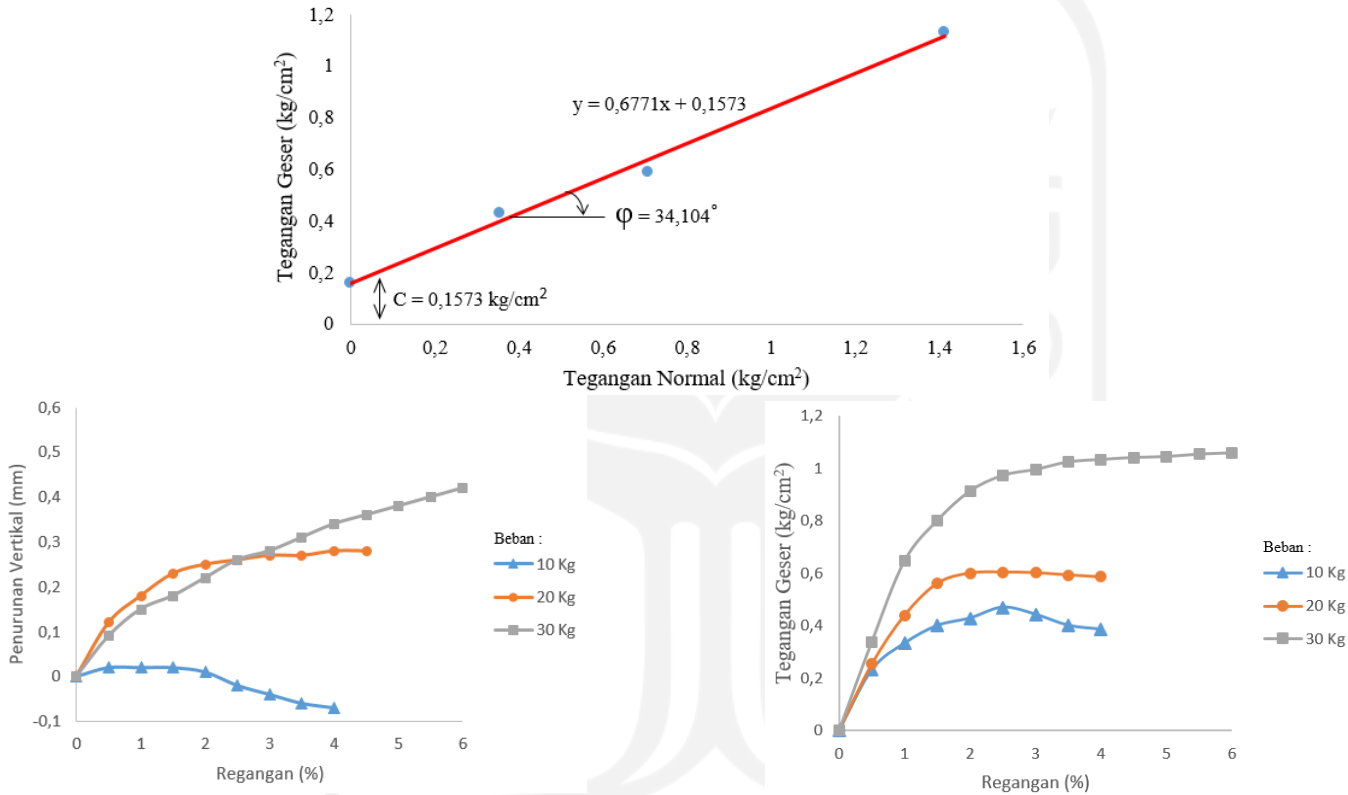
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 102,59 gr	Berat Sampel : 106,25 gr	Berat Sampel : 105,64 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	6,47	6,47	0,229	0,02	3,77	3,77	0,133	0,12	9,59	9,59	0,339	0,09
0,6	1	9,25	9,25	0,327	0,02	10,34	10,34	0,366	0,18	15,55	15,55	0,550	0,15
0,9	1,5	11,06	11,06	0,391	0,02	14,09	14,09	0,498	0,23	19,16	19,16	0,677	0,18
1,2	2	12,03	12,03	0,425	0,01	16,08	16,08	0,568	0,25	22,26	22,26	0,787	0,22
1,5	2,5	12,17	12,17	0,430	-0,02	16,54	16,54	0,585	0,26	24,62	24,62	0,870	0,26
1,8	3	11,34	11,34	0,401	-0,04	16,57	16,57	0,586	0,27	25,71	25,71	0,909	0,28
2,1	3,5	10,52	10,52	0,372	-0,06	15,97	15,97	0,565	0,27	26,12	26,12	0,923	0,31
2,4	4	10,07	10,07	0,356	-0,07	15,46	15,46	0,547	0,28	26,5	26,5	0,937	0,34
2,7	4,5					15,17	15,17	0,536	0,28	26,89	26,89	0,951	0,36
3	5									27,24	27,24	0,963	0,38
3,3	5,5									27,74	27,74	0,981	0,4
3,6	6									28,12	28,12	0,994	0,42
3,9	6,5									29,02	29,02	1,026	0,44
4,2	7									29,38	29,38	1,039	0,46
4,5	7,5									29,72	29,72	1,051	0,47
4,8	8									30,16	30,16	1,066	0,48
5,1	8,5									30,55	30,55	1,080	0,49
5,4	9									31	31	1,096	0,5
5,7	9,5									31,55	31,55	1,115	0,52
6	10									30,93	30,93	1,093	0,43

Lanjutan Lampiran 29 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 2



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022
Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 30 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 1



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

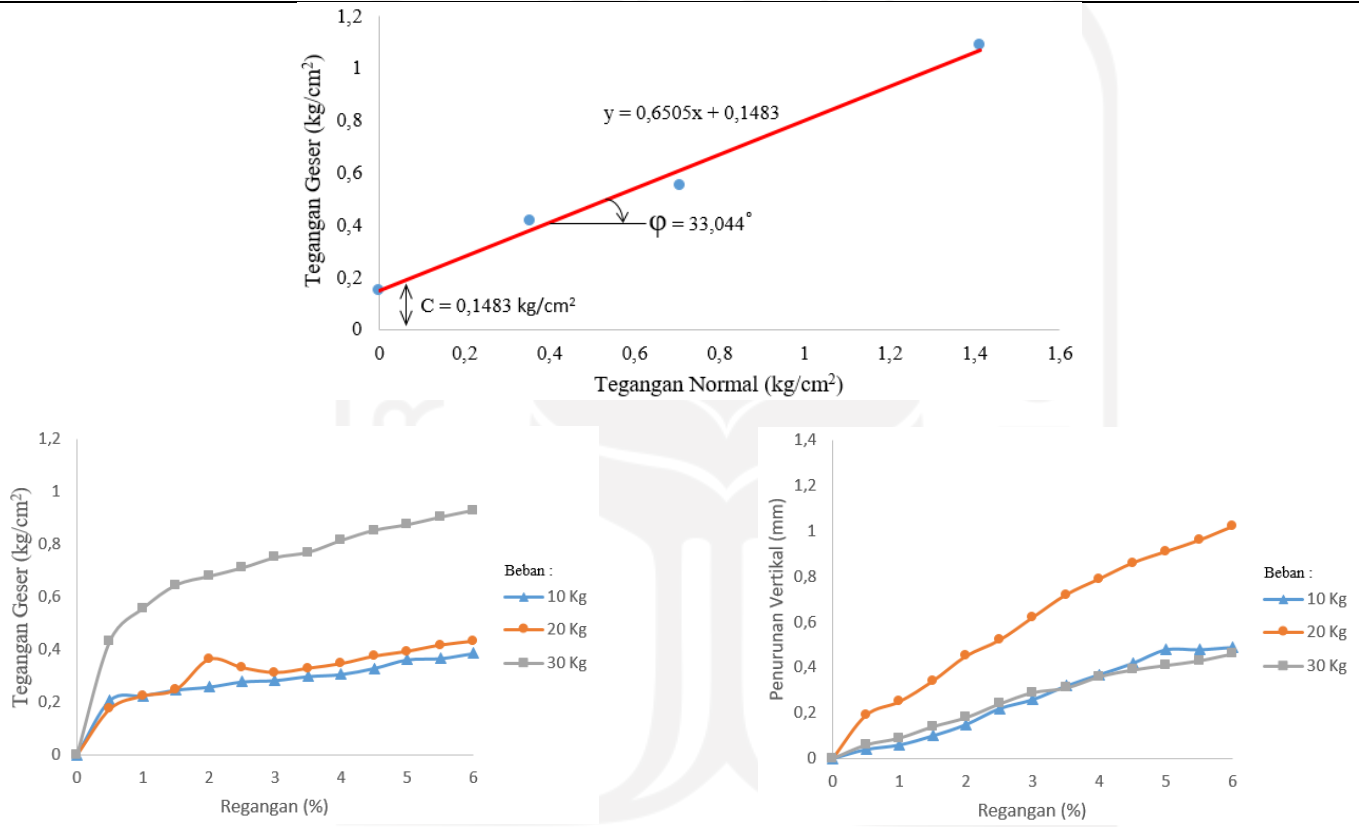
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 102,11 gr	Berat Sampel : 105,09 gr	Berat Sampel : 106,24 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	5,88	5,88	0,208	0,04	4,94	4,94	0,175	0,19	12,26	12,26	0,433	0,06
0,6	1	6,36	6,36	0,225	0,06	6,32	6,32	0,223	0,25	15,76	15,76	0,557	0,09
0,9	1,5	6,98	6,98	0,247	0,1	7,02	7,02	0,248	0,34	18,25	18,25	0,645	0,14
1,2	2	7,3	7,3	0,258	0,15	10,26	10,26	0,363	0,45	19,19	19,19	0,678	0,18
1,5	2,5	7,86	7,86	0,278	0,22	9,36	9,36	0,331	0,52	20,09	20,09	0,710	0,24
1,8	3	8,01	8,01	0,283	0,26	8,84	8,84	0,313	0,62	21,21	21,21	0,750	0,29
2,1	3,5	8,44	8,44	0,298	0,32	9,3	9,3	0,329	0,72	21,77	21,77	0,770	0,31
2,4	4	8,66	8,66	0,306	0,37	9,8	9,8	0,346	0,79	23,06	23,06	0,815	0,36
2,7	4,5	9,32	9,32	0,329	0,42	10,6	10,6	0,375	0,86	24,14	24,14	0,853	0,39
3	5	10,24	10,24	0,362	0,48	11,11	11,11	0,393	0,91	24,74	24,74	0,875	0,41
3,3	5,5	10,37	10,37	0,367	0,48	11,79	11,79	0,417	0,96	25,56	25,56	0,904	0,43
3,6	6	10,91	10,91	0,386	0,49	12,21	12,21	0,432	1,02	26,28	26,28	0,929	0,46
3,9	6,5	11,26	11,26	0,398	0,49	12,69	12,69	0,449	1,07	26,97	26,97	0,953	0,48
4,2	7	11,33	11,33	0,401	0,49	13,31	13,31	0,471	1,11	27,5	27,5	0,972	0,49
4,5	7,5	11,4	11,4	0,403	0,49	13,77	13,77	0,487	1,15	28,05	28,05	0,992	0,52
4,8	8	11,57	11,57	0,409	0,48	14,38	14,38	0,508	1,18	28,42	28,42	1,005	0,53
5,1	8,5	11,55	11,55	0,408	0,48	14,75	14,75	0,521	1,2	29,08	29,08	1,028	0,54
5,4	9	11,66	11,66	0,412	0,47	14,92	14,92	0,527	1,21	29,52	29,52	1,044	0,55
5,7	9,5	11,73	11,73	0,415	0,46	15,36	15,36	0,543	1,24	30,35	30,35	1,073	0,56
6	10	11,79	11,79	0,417	0,46	15,57	15,57	0,550	1,25	30,76	30,76	1,087	0,57

Lanjutan Lampiran 28 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 1



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 31 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 2



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

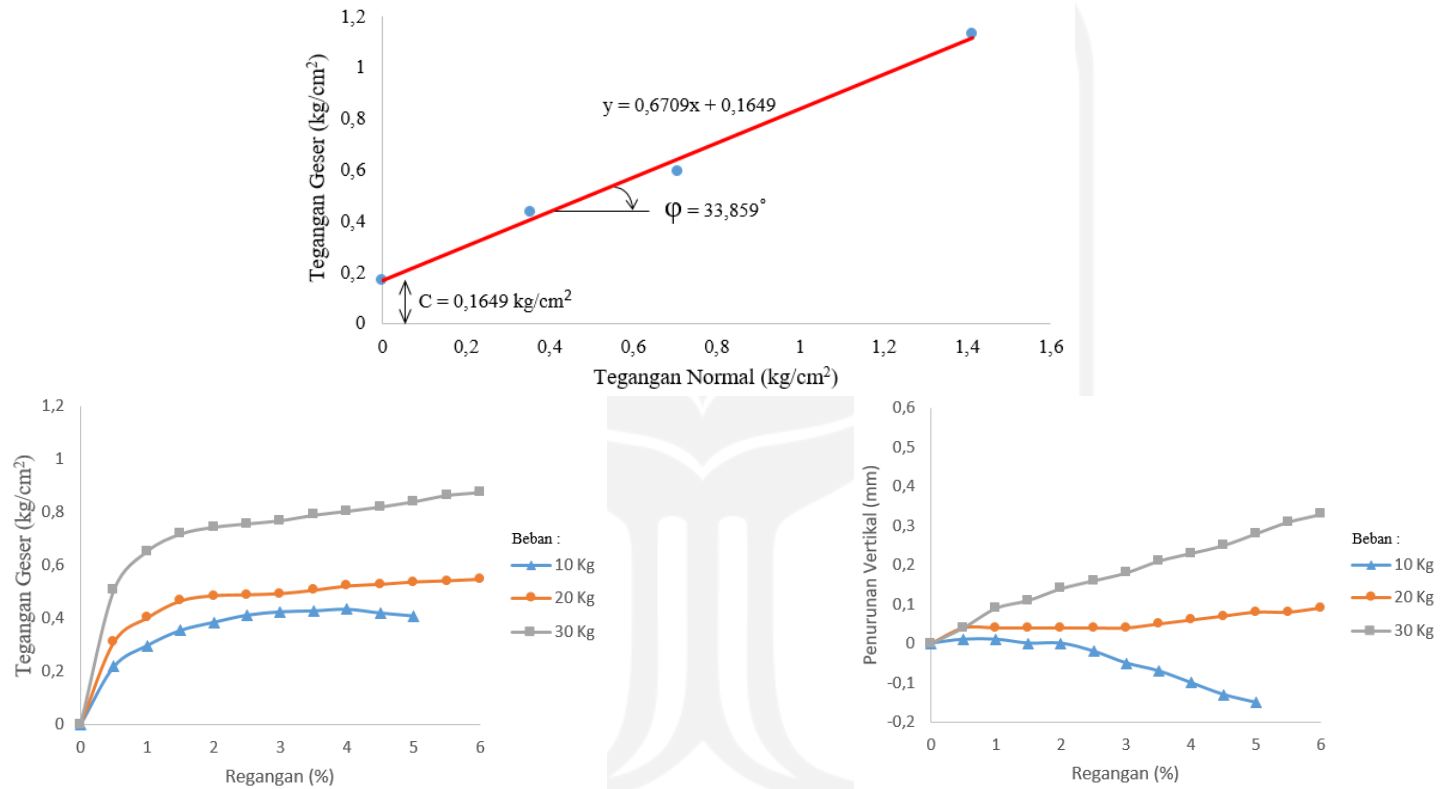
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 102,59 gr	Berat Sampel : 106,76 gr	Berat Sampel : 105,18 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal	Regangan	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal	Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal	Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal
(mm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	6,17	6,17	0,218	8,78	8,78	0,310	0,04	14,37	14,37	0,508	0,04	14,37
0,6	1	8,41	8,41	0,297	11,37	11,37	0,402	0,04	18,49	18,49	0,654	0,09	18,49
0,9	1,5	10,02	10,02	0,354	13,18	13,18	0,466	0,04	20,33	20,33	0,719	0,11	20,33
1,2	2	10,88	10,88	0,385	13,73	13,73	0,485	0,04	21,06	21,06	0,745	0,14	21,06
1,5	2,5	11,64	11,64	0,412	13,83	13,83	0,489	0,04	21,42	21,42	0,757	0,16	21,42
1,8	3	12	12	0,424	13,96	13,96	0,494	0,04	21,76	21,76	0,769	0,18	21,76
2,1	3,5	12,1	12,1	0,428	14,31	14,31	0,506	0,05	22,35	22,35	0,790	0,21	22,35
2,4	4	12,27	12,27	0,434	14,77	14,77	0,522	0,06	22,76	22,76	0,805	0,23	22,76
2,7	4,5	11,87	11,87	0,420	14,95	14,95	0,529	0,07	23,22	23,22	0,821	0,25	23,22
3	5	11,56	11,56	0,409	15,2	15,2	0,537	0,08	23,78	23,78	0,841	0,28	23,78
3,3	5,5				15,32	15,32	0,542	0,08	24,46	24,46	0,865	0,31	24,46
3,6	6				15,49	15,49	0,548	0,09	24,79	24,79	0,876	0,33	24,79
3,9	6,5				15,68	15,68	0,554	0,09	25,34	25,34	0,896	0,36	25,34
4,2	7				15,92	15,92	0,563	0,1	25,9	25,9	0,916	0,38	25,9
4,5	7,5				16,03	16,03	0,567	0,1	26,33	26,33	0,931	0,41	26,33
4,8	8				16,18	16,18	0,572	0,1	27,76	27,76	0,981	0,43	27,76
5,1	8,5				16,3	16,3	0,576	0,1	28,7	28,7	1,015	0,46	28,7
5,4	9				16,48	16,48	0,583	0,11	29,7	29,7	1,050	0,48	29,7
5,7	9,5				16,55	16,55	0,585	0,11	30,95	30,95	1,094	0,49	30,95
6	10				16,74	16,74	0,592	0,11	31,95	31,95	1,130	0,51	31,95

Lanjutan Lampiran 31 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 2



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 32 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 1



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

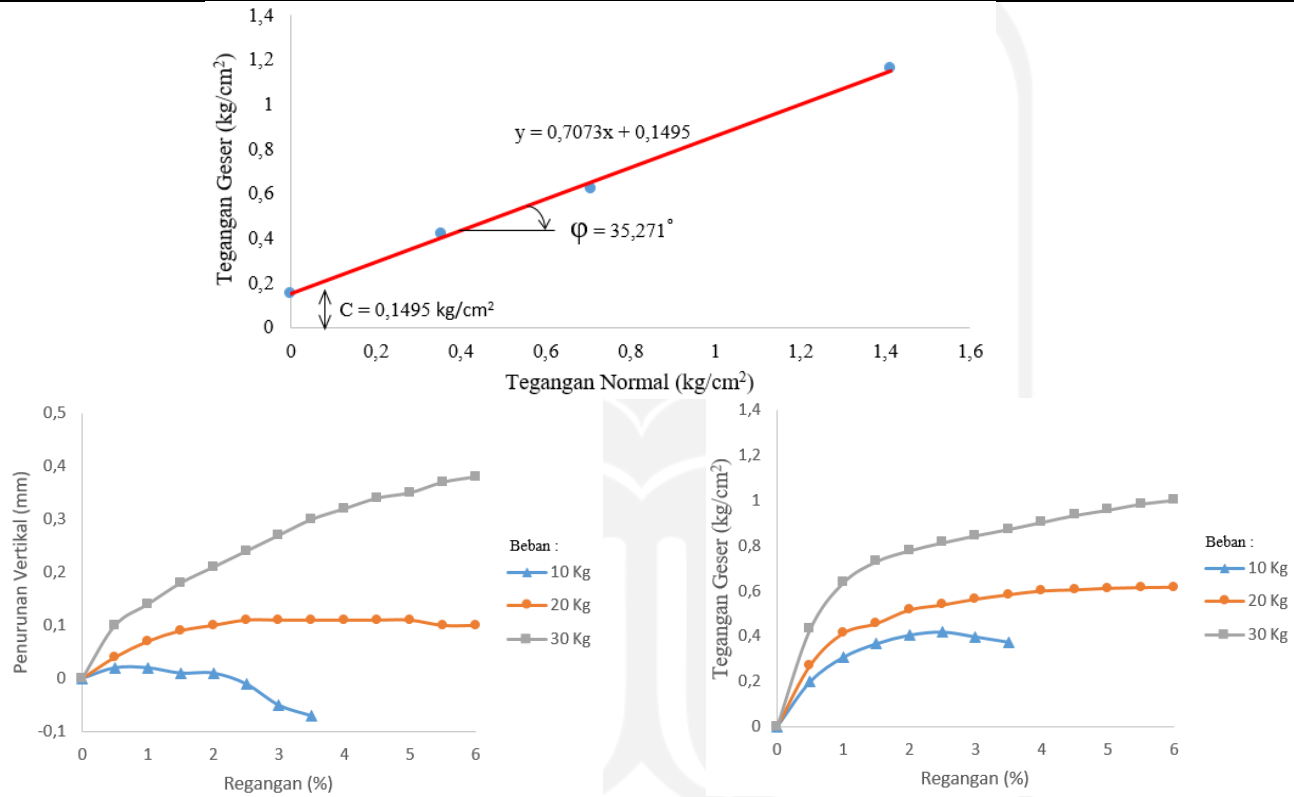
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 106,08 gr	Berat Sampel : 106,76 gr	Berat Sampel : 105,18 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	5,65	5,65	0,200	0,02	7,68	7,68	0,272	0,04	12,2	12,2	0,431	0,1
0,6	1	8,7	8,7	0,308	0,02	11,7	11,7	0,414	0,07	18,02	18,02	0,637	0,14
0,9	1,5	10,39	10,39	0,367	0,01	12,91	12,91	0,456	0,09	20,68	20,68	0,731	0,18
1,2	2	11,47	11,47	0,406	0,01	14,62	14,62	0,517	0,1	22,03	22,03	0,779	0,21
1,5	2,5	11,86	11,86	0,419	-0,01	15,24	15,24	0,539	0,11	23,04	23,04	0,815	0,24
1,8	3	11,25	11,25	0,398	-0,05	15,97	15,97	0,565	0,11	23,92	23,92	0,846	0,27
2,1	3,5	10,59	10,59	0,374	-0,07	16,52	16,52	0,584	0,11	24,72	24,72	0,874	0,3
2,4	4					17	17	0,601	0,11	25,59	25,59	0,905	0,32
2,7	4,5					17,13	17,13	0,606	0,11	26,47	26,47	0,936	0,34
3	5					17,33	17,33	0,613	0,11	27,13	27,13	0,959	0,35
3,3	5,5					17,42	17,42	0,616	0,1	27,9	27,9	0,986	0,37
3,6	6					17,46	17,46	0,617	0,1	28,36	28,36	1,003	0,38
3,9	6,5					17,44	17,44	0,617	0,1	28,93	28,93	1,023	0,39
4,2	7					17,37	17,37	0,614	0,1	29,53	29,53	1,044	0,41
4,5	7,5					17,54	17,54	0,620	0,1	30,08	30,08	1,063	0,42
4,8	8					17,53	17,53	0,620	0,1	30,53	30,53	1,079	0,42
5,1	8,5									31,15	31,15	1,101	0,43
5,4	9									31,73	31,73	1,122	0,44
5,7	9,5									32,4	32,4	1,145	0,45
6	10									32,8	32,8	1,160	0,45

Lanjutan Lampiran 32 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 1



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 33 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 2



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

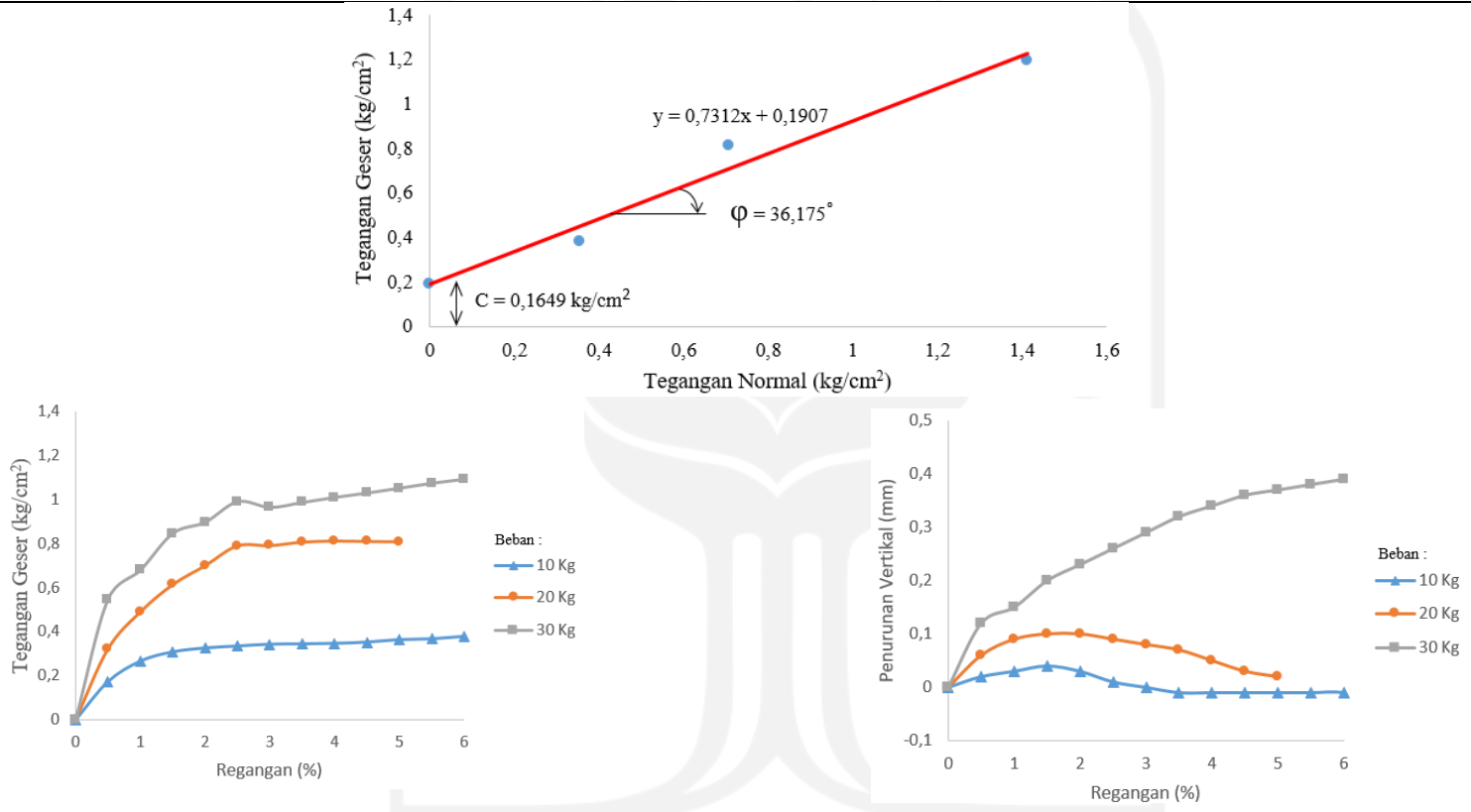
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 104,86 gr	Berat Sampel : 101,01 gr	Berat Sampel : 103,49 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal	Regangan	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal	Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal	Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal
(mm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	4,88	4,88	0,173	0,02	9,11	9,11	0,322	0,06	15,47	15,47	0,547	0,12
0,6	1	7,5	7,5	0,265	0,03	13,86	13,86	0,490	0,09	19,21	19,21	0,679	0,15
0,9	1,5	8,68	8,68	0,307	0,04	17,37	17,37	0,614	0,1	23,95	23,95	0,847	0,2
1,2	2	9,18	9,18	0,325	0,03	19,8	19,8	0,700	0,1	25,38	25,38	0,897	0,23
1,5	2,5	9,43	9,43	0,333	0,01	22,35	22,35	0,790	0,09	28,02	28,02	0,991	0,26
1,8	3	9,66	9,66	0,342	0	22,38	22,38	0,791	0,08	27,28	27,28	0,964	0,29
2,1	3,5	9,71	9,71	0,343	-0,01	22,83	22,83	0,807	0,07	27,92	27,92	0,987	0,32
2,4	4	9,77	9,77	0,345	-0,01	22,97	22,97	0,812	0,05	28,57	28,57	1,010	0,34
2,7	4,5	9,93	9,93	0,351	-0,01	22,92	22,92	0,810	0,03	29,13	29,13	1,030	0,36
3	5	10,25	10,25	0,362	-0,01	22,87	22,87	0,809	0,02	29,75	29,75	1,052	0,37
3,3	5,5	10,35	10,35	0,366	-0,01					30,39	30,39	1,074	0,38
3,6	6	10,66	10,66	0,377	-0,01					30,91	30,91	1,093	0,39
3,9	6,5	10,74	10,74	0,380	-0,03					31,38	31,38	1,109	0,4
4,2	7	10,53	10,53	0,372	-0,04					31,93	31,93	1,129	0,41
4,5	7,5	10,24	10,24	0,362	-0,05					32,36	32,36	1,144	0,41
4,8	8									32,74	32,74	1,157	0,41
5,1	8,5									32,9	32,9	1,163	0,42
5,4	9									33,2	33,2	1,174	0,42
5,7	9,5									33,48	33,48	1,184	0,43
6	10									33,66	33,66	1,190	0,43

Lanjutan Lampiran 33 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 3 Hari Sampel 2



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 34 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 1



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

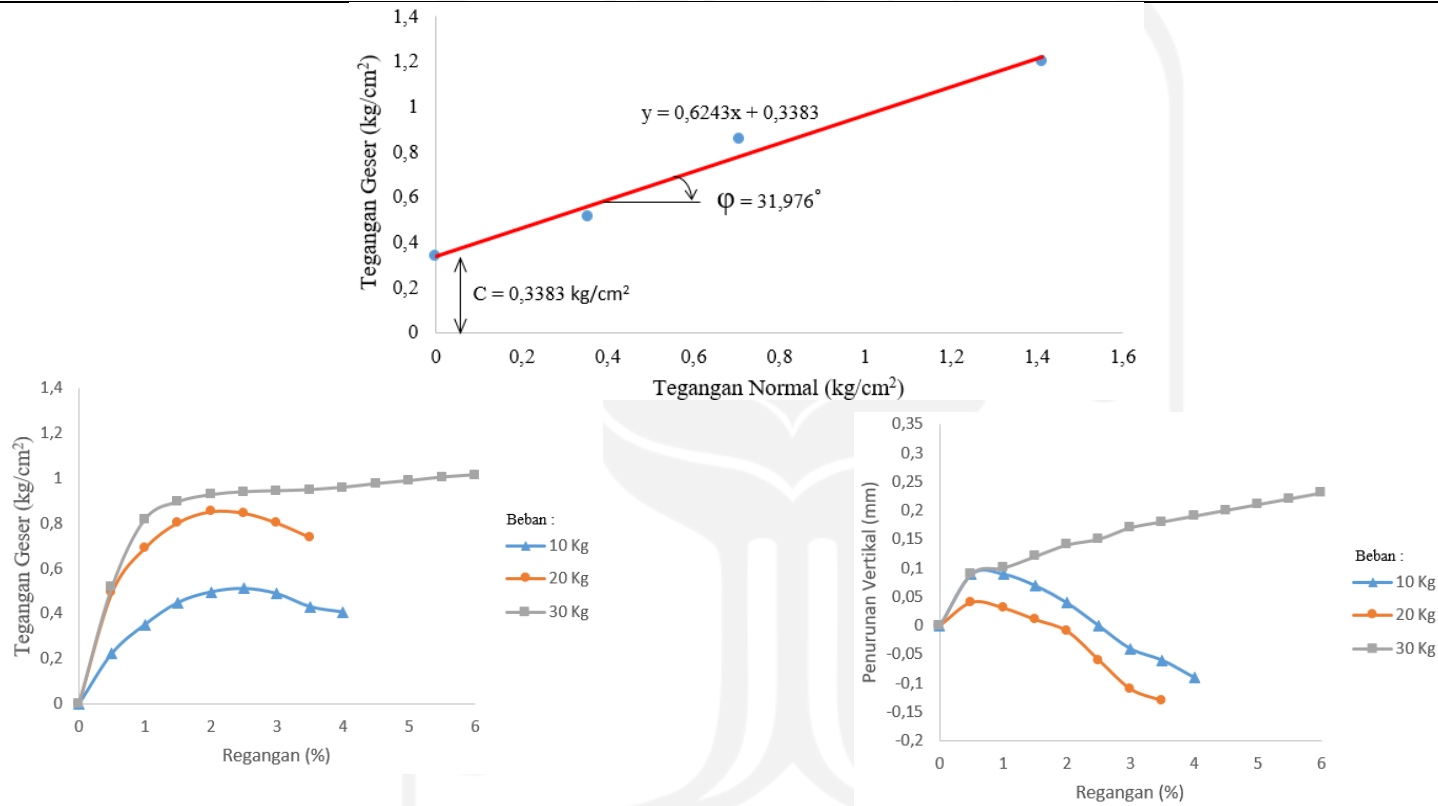
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 106,08 gr	Berat Sampel : 107,97 gr	Berat Sampel : 105,95 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	6,33	6,33	0,224	0,09	13,93	13,93	0,492	0,04	14,64	14,64	0,518	0,09
0,6	1	9,94	9,94	0,351	0,09	19,54	19,54	0,691	0,03	23,13	23,13	0,818	0,1
0,9	1,5	12,69	12,69	0,449	0,07	22,72	22,72	0,803	0,01	25,32	25,32	0,895	0,12
1,2	2	14,02	14,02	0,496	0,04	24,1	24,1	0,852	-0,01	26,2	26,2	0,926	0,14
1,5	2,5	14,45	14,45	0,511	0	23,9	23,9	0,845	-0,06	26,57	26,57	0,939	0,15
1,8	3	13,81	13,81	0,488	-0,04	22,66	22,66	0,801	-0,11	26,69	26,69	0,944	0,17
2,1	3,5	12,18	12,18	0,431	-0,06	20,85	20,85	0,737	-0,13	26,82	26,82	0,948	0,18
2,4	4	11,51	11,51	0,407	-0,09					27,12	27,12	0,959	0,19
2,7	4,5	6,33	6,33	0,224	0,09					27,59	27,59	0,975	0,2
3	5									27,96	27,96	0,988	0,21
3,3	5,5									28,41	28,41	1,004	0,22
3,6	6									28,7	28,7	1,015	0,23
3,9	6,5									28,85	28,85	1,020	0,24
4,2	7									29,4	29,4	1,039	0,24
4,5	7,5									29,72	29,72	1,051	0,25
4,8	8									29,91	29,91	1,057	0,26
5,1	8,5									30,23	30,23	1,069	0,26
5,4	9									31,38	31,38	1,109	0,27
5,7	9,5									32,59	32,59	1,152	0,27
6	10									33,86	33,86	1,197	0,28

Lanjutan Lampiran 34 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 1



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 35 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 2



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

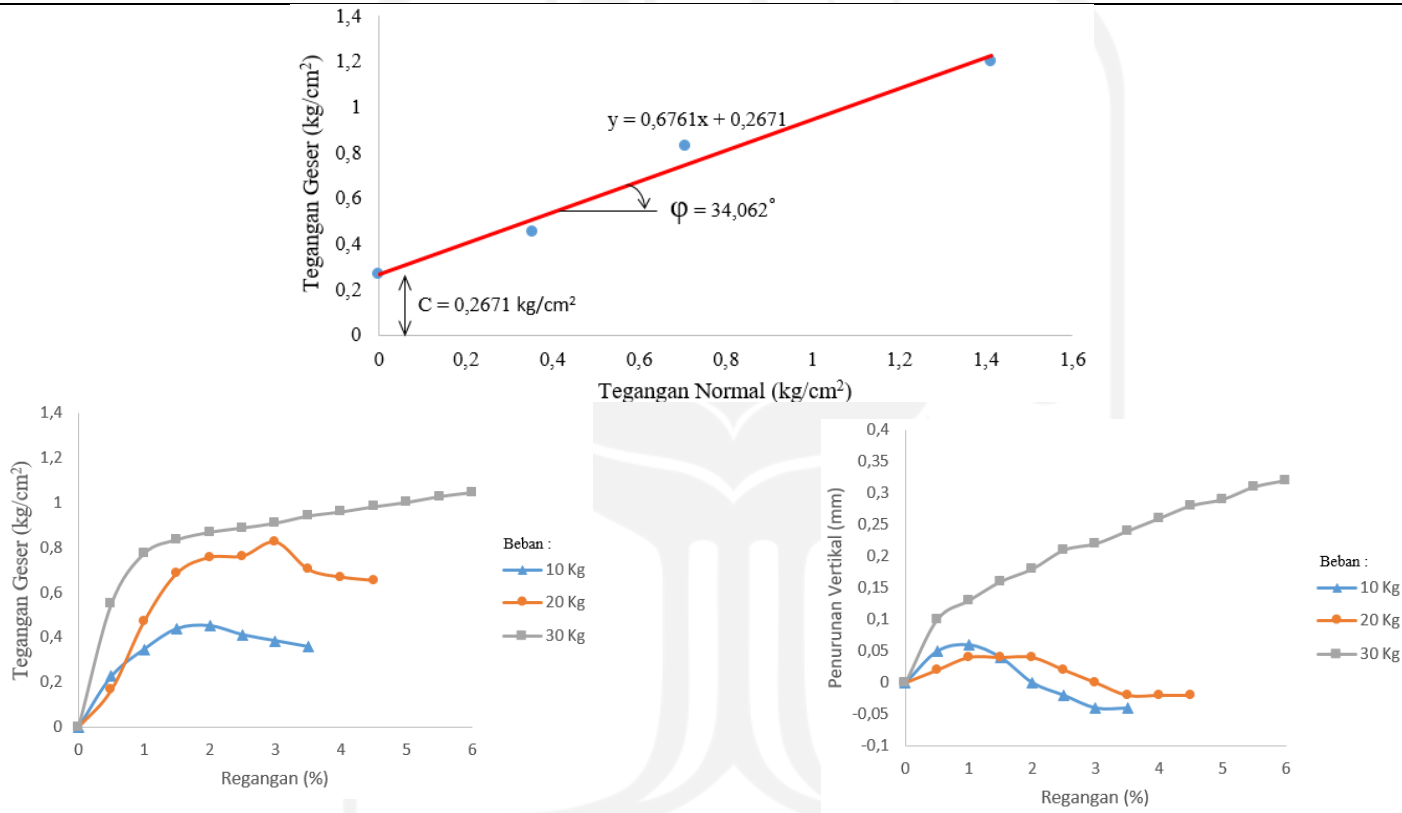
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 100,85 gr	Berat Sampel : 107,86 gr	Berat Sampel : 106,36 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal	Regangan	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal	Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal	Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal
(mm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	6,39	6,39	0,226	0,05	4,69	4,69	0,166	0,02	15,55	15,55	0,550	0,1
0,6	1	9,8	9,8	0,346	0,06	13,36	13,36	0,472	0,04	21,91	21,91	0,775	0,13
0,9	1,5	12,38	12,38	0,438	0,04	19,41	19,41	0,686	0,04	23,65	23,65	0,836	0,16
1,2	2	12,74	12,74	0,450	0	21,4	21,4	0,757	0,04	24,58	24,58	0,869	0,18
1,5	2,5	11,61	11,61	0,410	-0,02	21,56	21,56	0,762	0,02	25,13	25,13	0,888	0,21
1,8	3	10,86	10,86	0,384	-0,04	23,33	23,33	0,825	0	25,73	25,73	0,910	0,22
2,1	3,5	10,12	10,12	0,358	-0,04	19,87	19,87	0,702	-0,02	26,63	26,63	0,941	0,24
2,4	4					18,91	18,91	0,669	-0,02	27,14	27,14	0,959	0,26
2,7	4,5					18,49	18,49	0,654	-0,02	27,8	27,8	0,983	0,28
3	5									28,34	28,34	1,002	0,29
3,3	5,5									29,09	29,09	1,028	0,31
3,6	6									29,59	29,59	1,046	0,32
3,9	6,5									30,07	30,07	1,063	0,33
4,2	7									30,24	30,24	1,069	0,33
4,5	7,5									30,32	30,32	1,072	0,34
4,8	8									30,76	30,76	1,087	0,34
5,1	8,5									31,11	31,11	1,100	0,35
5,4	9									32,29	32,29	1,142	0,36
5,7	9,5									33,55	33,55	1,186	0,36
6	10									33,81	33,81	1,195	0,37

Lanjutan Lampiran 35 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 5% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 2



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022
Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 36 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 1



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

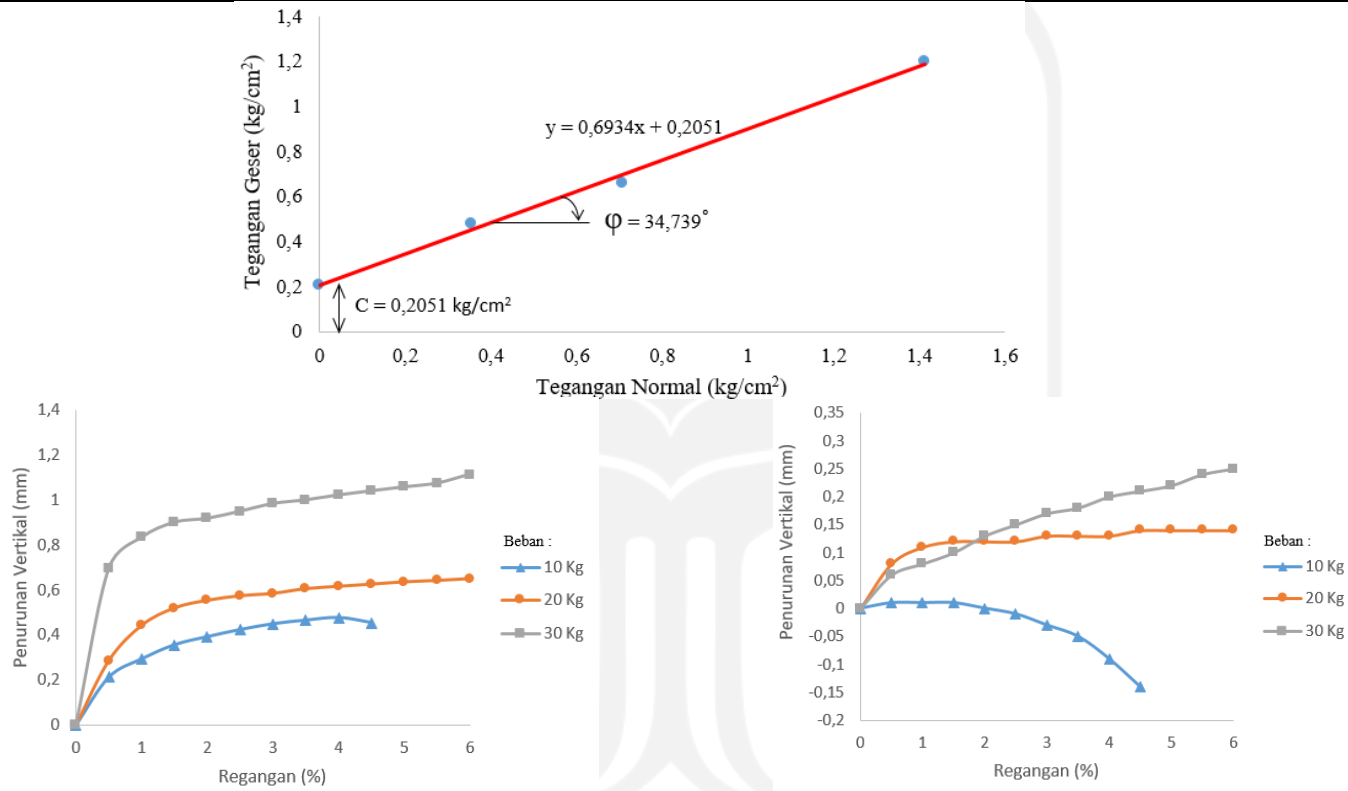
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 106,55 gr	Berat Sampel : 105,46 gr	Berat Sampel : 105,16 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal	Regangan	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal	Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal	Dial Beban	Beban Horizontal	Tegangan Geser	Penurunan Vertikal
(mm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	6	6	0,212	0,01	8,08	8,08	0,286	0,08	19,68	19,68	0,696	0,06
0,6	1	8,3	8,3	0,293	0,01	12,51	12,51	0,442	0,11	23,58	23,58	0,834	0,08
0,9	1,5	10,07	10,07	0,356	0,01	14,7	14,7	0,520	0,12	25,47	25,47	0,900	0,1
1,2	2	11,08	11,08	0,392	0	15,66	15,66	0,554	0,12	25,96	25,96	0,918	0,13
1,5	2,5	11,97	11,97	0,423	-0,01	16,23	16,23	0,574	0,12	26,85	26,85	0,949	0,15
1,8	3	12,7	12,7	0,449	-0,03	16,53	16,53	0,584	0,13	27,82	27,82	0,984	0,17
2,1	3,5	13,15	13,15	0,465	-0,05	17,12	17,12	0,605	0,13	28,28	28,28	1,000	0,18
2,4	4	13,48	13,48	0,477	-0,09	17,42	17,42	0,616	0,13	28,9	28,9	1,022	0,2
2,7	4,5	12,84	12,84	0,454	-0,14	17,69	17,69	0,625	0,14	29,42	29,42	1,040	0,21
3	5					17,98	17,98	0,636	0,14	29,91	29,91	1,057	0,22
3,3	5,5					18,15	18,15	0,642	0,14	30,38	30,38	1,074	0,24
3,6	6					18,38	18,38	0,650	0,14	31,47	31,47	1,113	0,25
3,9	6,5					18,51	18,51	0,654	0,14	32,1	32,1	1,135	0,26
4,2	7					18,55	18,55	0,656	0,14	32,63	32,63	1,154	0,26
4,5	7,5					18,55	18,55	0,656	0,14	32,99	32,99	1,166	0,27
4,8	8					18,45	18,45	0,652	0,14	33,15	33,15	1,172	0,28
5,1	8,5					18,41	18,41	0,651	0,14	33,55	33,55	1,186	0,28
5,4	9									33,76	31,38	1,109	0,28
5,7	9,5									33,91	32,59	1,152	0,28
6	10									33,91	33,86	1,197	0,29

Lanjutan Lampiran 36 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 1



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022
Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 37 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 2



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

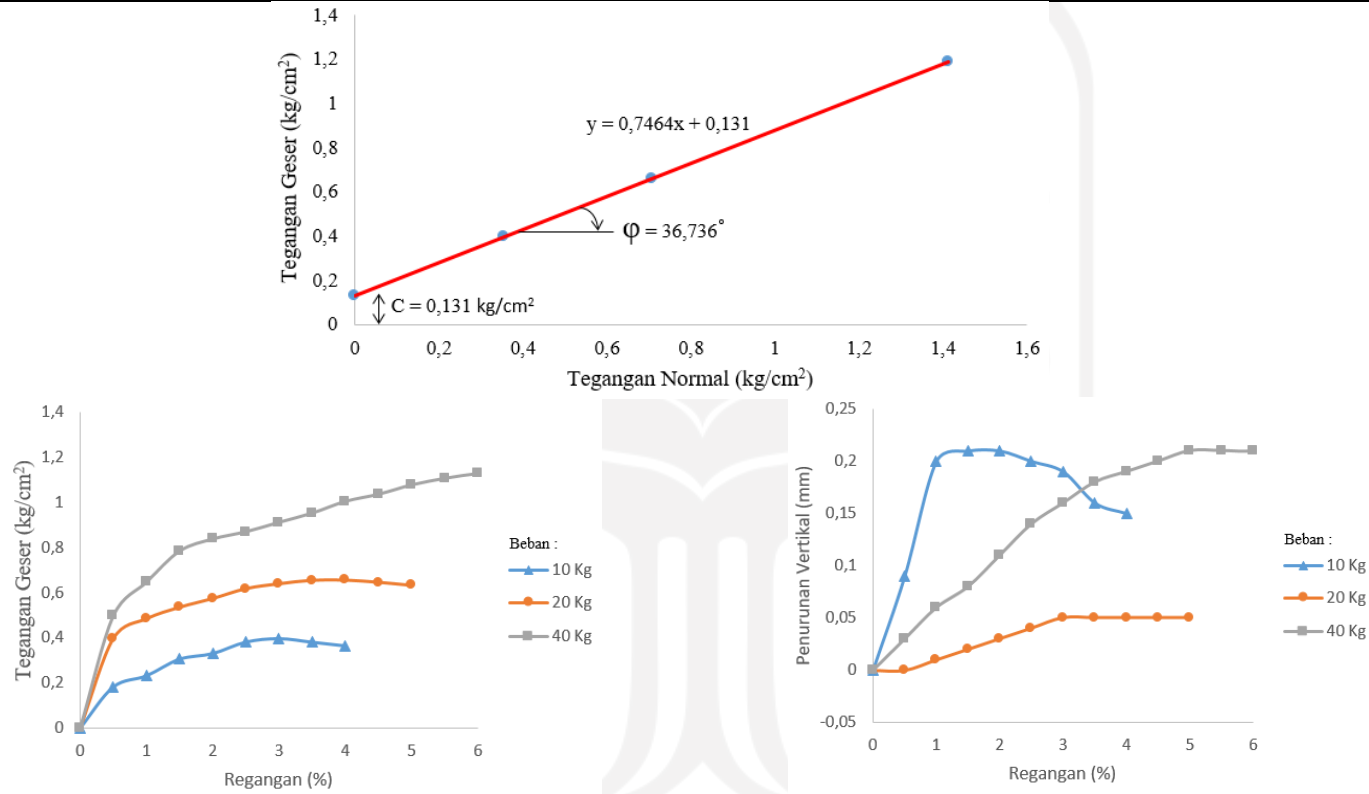
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 105,76 gr	Berat Sampel : 105,66 gr	Berat Sampel : 104,44 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	5,16	5,16	0,182	0,09	11,22	11,22	0,397	0	14,06	14,06	0,497	0,03
0,6	1	6,56	6,56	0,232	0,2	13,7	13,7	0,484	0,01	18,28	18,28	0,646	0,06
0,9	1,5	8,65	8,65	0,306	0,21	15,14	15,14	0,535	0,02	22,18	22,18	0,784	0,08
1,2	2	9,35	9,35	0,331	0,21	16,23	16,23	0,574	0,03	23,69	23,69	0,838	0,11
1,5	2,5	10,79	10,79	0,381	0,2	17,47	17,47	0,618	0,04	24,6	24,6	0,870	0,14
1,8	3	11,23	11,23	0,397	0,19	18,08	18,08	0,639	0,05	25,78	25,78	0,911	0,16
2,1	3,5	10,78	10,78	0,381	0,16	18,52	18,52	0,655	0,05	26,94	26,94	0,952	0,18
2,4	4	10,32	10,32	0,365	0,15	18,54	18,54	0,655	0,05	28,4	28,4	1,004	0,19
2,7	4,5					18,27	18,27	0,646	0,05	29,3	29,3	1,036	0,2
3	5					17,88	17,88	0,632	0,05	30,47	30,47	1,077	0,21
3,3	5,5									31,29	31,29	1,106	0,21
3,6	6									31,89	31,89	1,127	0,21
3,9	6,5									32,22	32,22	1,139	0,22
4,2	7									32,69	32,69	1,156	0,22
4,5	7,5									33,15	33,15	1,172	0,22
4,8	8									33,55	33,55	1,186	0,21
5,1	8,5									33,59	33,59	1,188	0,21
5,4	9									33,48	33,48	1,184	0,21
5,7	9,5									33,17	33,17	1,173	0,21
6	10									33,01	33,01	1,167	0,21

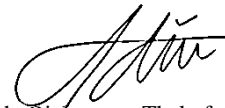
Lanjutan Lampiran 37 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 7% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 2



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022
Peneliti


(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 38 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 1



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

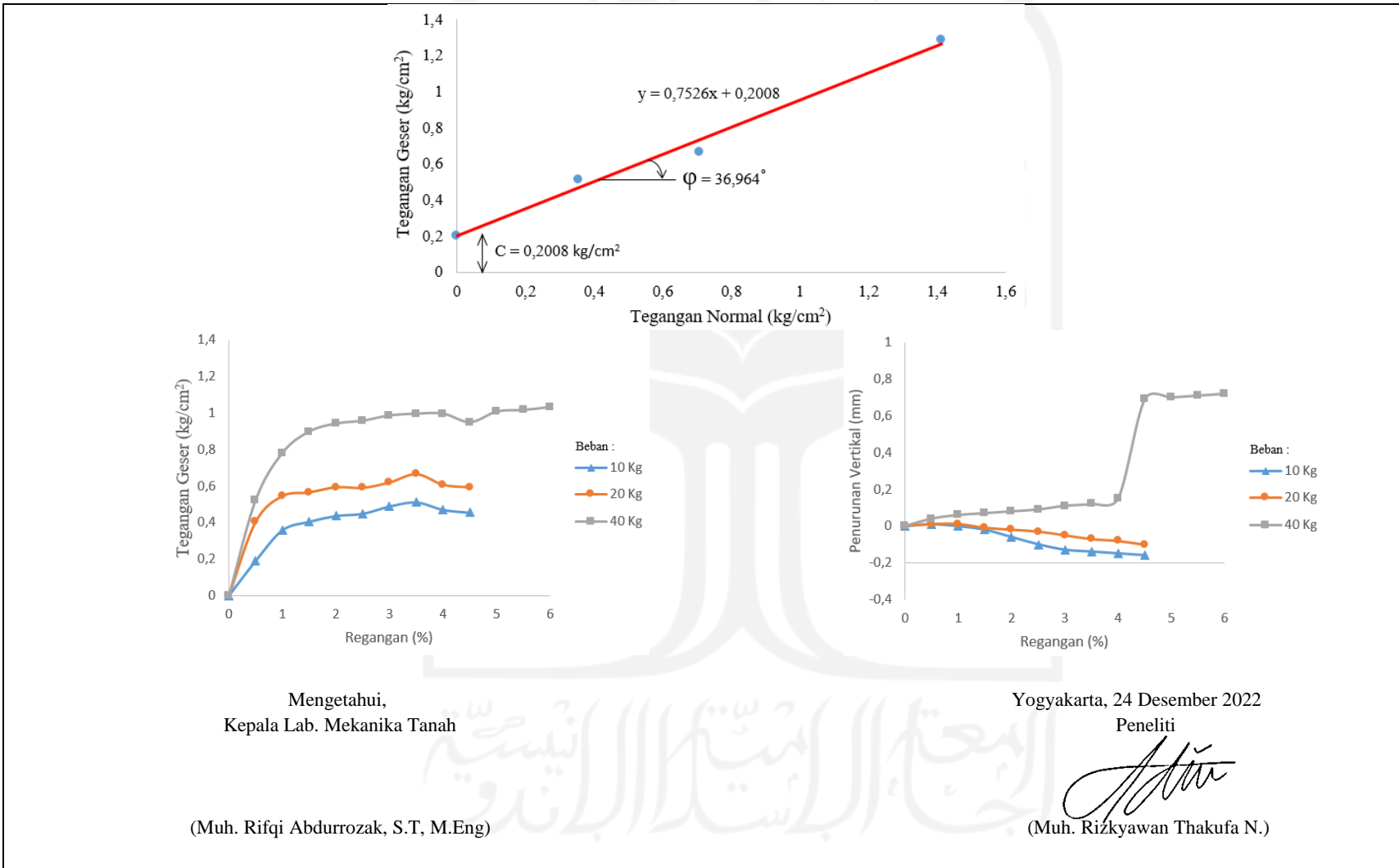
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 107,03 gr	Berat Sampel : 105, gr	Berat Sampel : 104,86 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	5,4	5,4	0,191	0,01	11,44	11,44	0,404	0,01	14,79	14,79	0,523	0,04
0,6	1	10,17	10,17	0,360	0	15,43	15,43	0,546	0,01	22,08	22,08	0,781	0,06
0,9	1,5	11,48	11,48	0,406	-0,02	16	16	0,566	-0,01	25,38	25,38	0,897	0,07
1,2	2	12,38	12,38	0,438	-0,06	16,8	16,8	0,594	-0,02	26,61	26,61	0,941	0,08
1,5	2,5	12,72	12,72	0,450	-0,1	16,71	16,71	0,591	-0,03	27,05	27,05	0,956	0,09
1,8	3	13,86	13,86	0,490	-0,13	17,54	17,54	0,620	-0,05	27,86	27,86	0,985	0,11
2,1	3,5	14,48	14,48	0,512	-0,14	18,82	18,82	0,665	-0,07	28,13	28,13	0,994	0,12
2,4	4	13,32	13,32	0,471	-0,15	17,17	17,17	0,607	-0,08	28,14	28,14	0,995	0,15
2,7	4,5	12,88	12,88	0,455	-0,16	16,78	16,78	0,593	-0,1	26,82	26,82	0,948	0,69
3	5									28,47	28,47	1,007	0,7
3,3	5,5									28,71	28,71	1,015	0,71
3,6	6									29,19	29,19	1,032	0,72
3,9	6,5									30,02	30,02	1,061	0,73
4,2	7									30,3	30,3	1,071	0,74
4,5	7,5									31,88	31,88	1,127	0,75
4,8	8									32,16	32,16	1,137	0,75
5,1	8,5									33,67	33,67	1,190	0,76
5,4	9									34,05	31,38	1,109	0,77
5,7	9,5									35,36	32,59	1,152	0,77
6	10									36,42	33,86	1,197	0,78

Lanjutan Lampiran 38 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 1



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022
Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

Lampiran 39 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 2



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

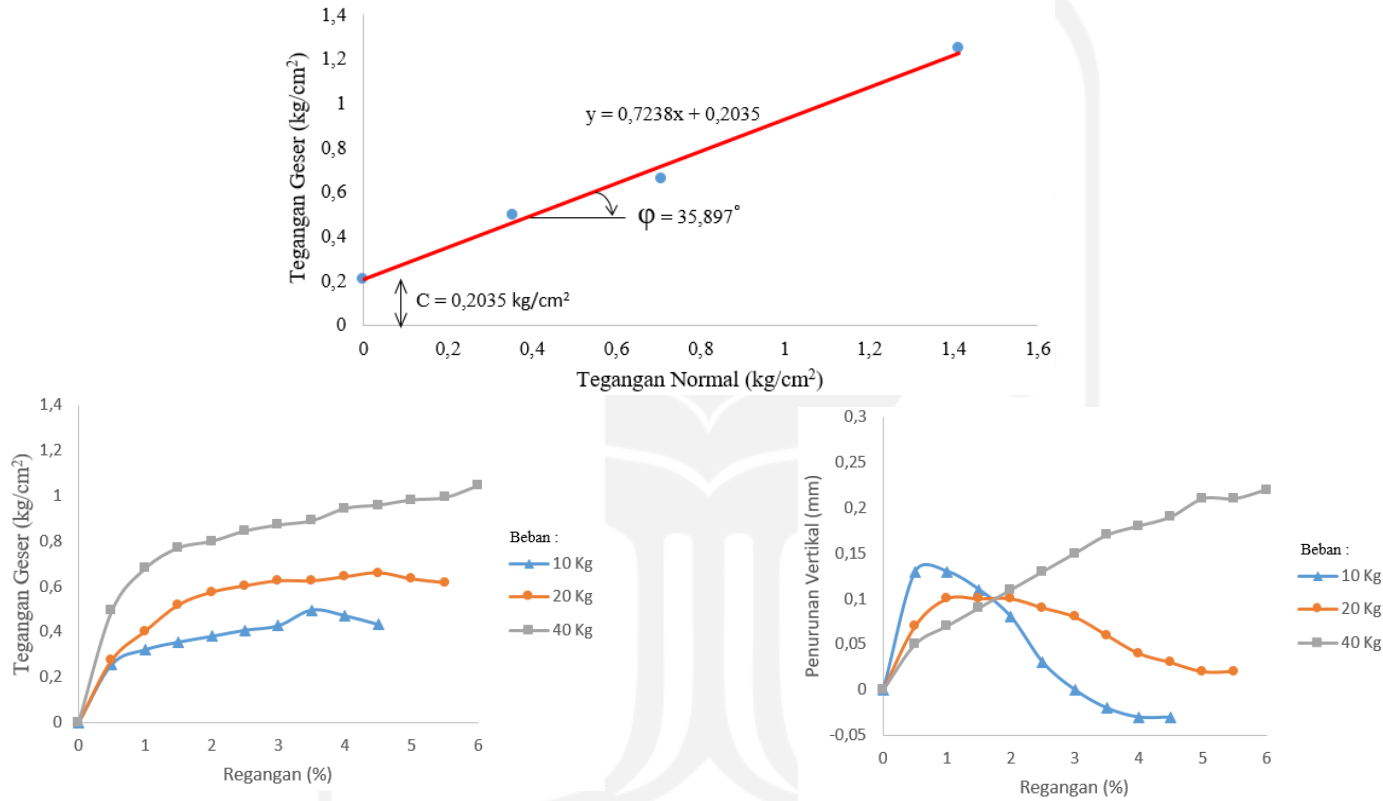
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PENGUJIAN GESER LANGSUNG

D : 6 cm	Berat Sampel : 107,03 gr	Berat Sampel : 105, gr	Berat Sampel : 104,86 gr
t : 2 cm	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div	Kalibrasi : 1 kg/div
A : 28,286 cm ²	Tegangan Normal : 0,354 kg/cm ²	Tegangan Normal : 0,707kg/cm ²	Tegangan Normal : 1,414 kg/cm ²

Peralihan Horizontal (mm)	Regangan (%)	Beban 10 Kg				Beban 20 Kg				Beban 40 Kg			
		Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)	Dial Beban (div)	Beban Horizontal (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Penurunan Vertikal (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,5	5,4	5,4	0,191	0,01	11,44	11,44	0,404	0,01	14,79	14,79	0,523	0,04
0,6	1	10,17	10,17	0,360	0	15,43	15,43	0,546	0,01	22,08	22,08	0,781	0,06
0,9	1,5	11,48	11,48	0,406	-0,02	16	16	0,566	-0,01	25,38	25,38	0,897	0,07
1,2	2	12,38	12,38	0,438	-0,06	16,8	16,8	0,594	-0,02	26,61	26,61	0,941	0,08
1,5	2,5	12,72	12,72	0,450	-0,1	16,71	16,71	0,591	-0,03	27,05	27,05	0,956	0,09
1,8	3	13,86	13,86	0,490	-0,13	17,54	17,54	0,620	-0,05	27,86	27,86	0,985	0,11
2,1	3,5	14,48	14,48	0,512	-0,14	18,82	18,82	0,665	-0,07	28,13	28,13	0,994	0,12
2,4	4	13,32	13,32	0,471	-0,15	17,17	17,17	0,607	-0,08	28,14	28,14	0,995	0,15
2,7	4,5	12,88	12,88	0,455	-0,16	16,78	16,78	0,593	-0,1	26,82	26,82	0,948	0,69
3	5									28,47	28,47	1,007	0,7
3,3	5,5									28,71	28,71	1,015	0,71
3,6	6									29,19	29,19	1,032	0,72
3,9	6,5									30,02	30,02	1,061	0,73
4,2	7									30,3	30,3	1,071	0,74
4,5	7,5									31,88	31,88	1,127	0,75
4,8	8									32,16	32,16	1,137	0,75
5,1	8,5									33,67	33,67	1,190	0,76
5,4	9									34,05	31,38	1,109	0,77
5,7	9,5									35,36	32,59	1,152	0,77
6	10									36,42	33,86	1,197	0,78

Lanjutan Lampiran 39 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli + 10% Dolomite dengan Pemeraman 7 Hari Sampel 2



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 Desember 2022

Peneliti

(Muh. Rizkyawan Thakufa N.)

