

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN ASAM FOSFAT (H_3PO_4)
DAN *FLY ASH* PADA TANAH BERBUTIR HALUS
TERHADAP PARAMETER KUAT TEKAN BEBAS
(*THE EFFECT OF ADDITIONAL PHOSPHORIC ACID
(H_3PO_4) AND FLY ASH IN FINE GRAIN SOILS ON
PARAMETERS OF UNCONFINED COMPRESSION TEST*)**

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



**Ayyasy Nabhan
18511009**

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

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN ASAM FOSFAT (H_3PO_4) DAN *FLY ASH* PADA TANAH BERBUTIR HALUS TERHADAP PARAMETER KUAT TEKAN BEBAS (*THE EFFECT OF ADDITIONAL PHOSPHORIC ACID (H_3PO_4) AND FLY ASH IN FINE GRAIN SOILS ON PARAMETERS OF UNCONFINED COMPRESSION TEST*)

Disusun oleh

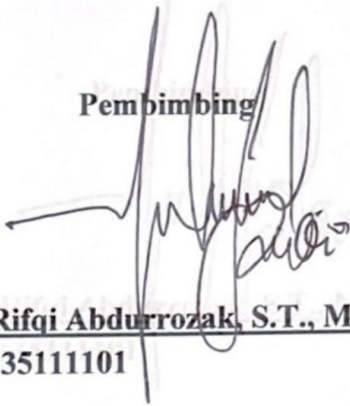
Ayyasy Nabhan
18511009

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

Diuji pada tanggal 06 September 2023

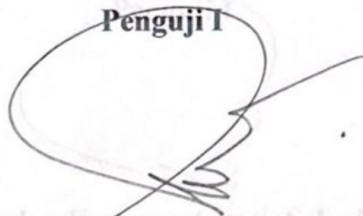
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing



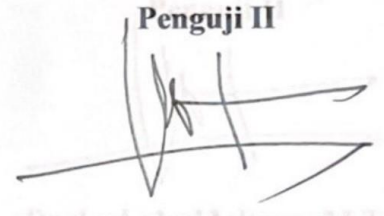
Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T., M. Eng.
NIK: 135111101

Penguji I



Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.
NIK: 045110407

Penguji II

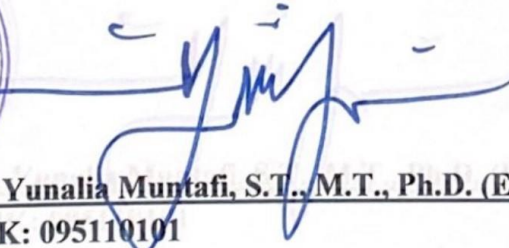


Dr. Ir. Lalu Makrup, M.T.
NIK: 885110106

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil





Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng).
NIK: 095110101

SURAT 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 pada bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. 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.

Yogyakarta, 06 September 2023
Yang membuat pernyataan,



METERAI
TEMPEL
70FAKX548271411

Ayyasy Nabhan
(18511009)

KATA PENGANTAR

Tiada kata lain selain mengucapkan rasa syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “*Pengaruh Penambahan Asam Fosfat (H_3PO_4) dan Fly Ash pada Tanah Berbutir Halus Terhadap Parameter Kuat Tekan Bebas*”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat ucapan saran, kritik, bimbingan, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan hal tersebut, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M. Eng., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak ilmu, nasihat, serta dorongan selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Ibu Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T., selaku dosen penguji I Tugas Akhir, yang telah memberikan banyak masukan, kritik maupun saran serta evaluasi supaya menjadi lebih baik pada kesempatan yang akan datang.
3. Bapak Dr. Ir. Lalu Makrup, M.T., selaku dosen penguji II Tugas Akhir, yang juga telah memberikan banyak masukan, kritik maupun saran serta evaluasi supaya menjadi lebih baik pada kesempatan yang akan datang.
4. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Alm. Bapak Gadafi Novel dan Almh. Ibu Sumarti segalanya bagi penulis, anugerah dari Tuhan dan sosok istimewa yang Tuhan titipkan untuk menunjukkan kasih-Nya kepada penulis. Terimakasih karena selalu berjuang dan berkorban untuk kehidupan penulis.

6. Keluarga Bapak Susanto, Ibu Suparti dan Ibu Sartini yang rela tersita waktunya untuk merawat, membimbing serta menjaga penulis seperti orang tua sendiri dan selalu mendoakan, memberikan dukungan baik secara material maupun spiritual serta tiada henti dalam membantu penulis melewati masa sulit yang tidak akan pernah terlupakan. Terimakasih atas semua kepedulian dan kebaikan yang diberikan.
7. Mba Puput, Mas Gigin, Mas Agung dan Mba Ica saudara yang sudah seperti kakak kandung penulis sendiri yang selalu menguatkan, mendampingi, menjadi bagian dalam cerita, selalu hadir berperan memberikan dukungan baik dan membersamai meniti liku kehidupan hingga sampai sekarang.
8. Serta semua teman-teman yang telah hadir memberikan perhatian, nasihat dan dukungan semangat hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dengan sepenuhnya bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih terlalu jauh dari kata sempurna, karena dengan segala keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang masih harus penulis tingkatkan lagi supaya dapat lebih baik kedepannya. Untuk itu, penulis sangat menerima kritik dan saran yang membangun dari pihak mana pun. Semoga dikemudian hari hasil ini dapat memberikan kontribusi dan manfaat bagi semua.

Yogyakarta, 06 September 2023

Penulis,



Ayyasy Nabhan
18511009

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
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 Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Stabilisasi Tanah menggunakan Asam Fosfat (H_3PO_4)	4
2.3 Stabilisasi Tanah menggunakan <i>Fly Ash</i>	6
2.4 Perbandingan Peneliti dengan Peneliti Lain	8
2.5 Persamaan dan Perbedaan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	11
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Tanah	12
3.1.1 Pengertian Tanah	12
3.1.2 Tanah Berbutir Halus	12
3.2 Sistem Klasifikasi Tanah	12

3.2.1	Sistem Klasifikasi <i>Unified Soil Classification System</i> (USCS)	13
3.2.2	Sistem Klasifikasi <i>American Association of State Highway and Transportation Official</i> (AASHTO)	15
3.3	<i>Properties</i> Tanah	17
3.3.1	Kadar Air	17
3.3.2	Berat Volume	17
3.3.3	Berat Jenis	18
3.3.4	Batas - Batas Konsistensi (<i>Atterberg Limit</i>)	19
3.4	Pengujian Analisis Butiran	23
3.4.1	Pengujian Analisa Saringan	23
3.4.2	Pengujian Analisis Hidrometer	24
3.5	Pemadatan Tanah (<i>Proctor Standard</i>)	24
3.6	Pengujian Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>)	26
3.7	Stabilisasi Tanah	28
3.8	Asam Fosfat (H_3PO_4)	29
3.9	<i>Fly Ash</i>	30
BAB IV METODE PENELITIAN		32
4.1	Jenis Penelitian	32
4.2	Lokasi Penelitian	32
4.3	Bahan dan Benda Uji	32
4.3.1	Bahan	32
4.3.2	Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel	34
4.4	Bagan Alir Penelitian	38
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		40
5.1	Hasil Penelitian	40
5.1.1	Pengujian Kadar Air	40
5.1.2	Pengujian Berat Volume	41
5.1.3	Pengujian Berat Jenis	41
5.1.4	Pengujian Batas-batas Konsistensi (<i>Atteberg Limit</i>)	42
5.1.5	Pengujian Analisa Saringan	47
5.1.6	Pengujian Pemadatan Tanah (<i>Proctor Standard</i>)	51

5.1.7 Pengujian Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>)	55
5.2 Pembahasan	60
5.2.1 Tanah Asli	60
5.2.2 Pengujian Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>)	65
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	84
6.1 Kesimpulan	84
6.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	<i>Atterberg Limit</i>	19
Gambar 3.2	Perubahan Volume Pengujian Batas Susut	20
Gambar 3.3	Alat Cassagrande	21
Gambar 3.4	<i>Grooving Tools</i>	21
Gambar 3.5	(a) Tanah Setelah Digores, (b) Tanah Setelah Pengujian	21
Gambar 3.6	Grafik Hubungan Kadar Air dengan Jumlah Pukulan pada Uji Batas Cair	22
Gambar 3.7	Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering	26
Gambar 3.8	Skema Uji Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>)	27
Gambar 4.1	Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Asli	33
Gambar 4.2	Asam Fosfat (H_3PO_4)	33
Gambar 4.3	<i>Fly Ash</i>	34
Gambar 4.4	Bagan Alir atau <i>Flowchart</i> Penelitian	39
Gambar 5.1	Grafik Batas Cair Tanah Asli Sampel 1	44
Gambar 5.2	Grafik Batas Cair Tanah Asli Sampel 2	44
Gambar 5.3	Grafik Analisa Distribusi Butiran Tanah Asli Rata-rata	50
Gambar 5.4	Grafik <i>Proctor Standard</i> Sampel 1	54
Gambar 5.5	Grafik <i>Proctor Standard</i> Sampel 2	54
Gambar 5.6	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas	56
Gambar 5.7	Grafik Hubungan Regangan dan Tegangan pada Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Asli	57
Gambar 5.8	Grafik Karakteristik Tanah Asli Berdasarkan Metode USCS	62
Gambar 5.9	Hasil Klasifikasi Tanah Asli Berdasarkan Metode USCS	63
Gambar 5.10	Hasil Klasifikasi Tanah Asli Berdasarkan AASHTO	65
Gambar 5.11	Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4)	67
Gambar 5.12	Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i>	67

Gambar 5.13 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> 8% dan Asam Fosfat (H_3PO_4)	68
Gambar 5.14 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> 12% dan Asam Fosfat (H_3PO_4)	68
Gambar 5.15 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Lama Pemeraman 1 Hari	69
Gambar 5.16 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Lama Pemeraman 7 Hari	69
Gambar 5.17 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> dengan Lama Pemeraman 1 Hari	70
Gambar 5.18 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> dengan Lama Pemeraman 7 Hari	70
Gambar 5.19 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Lama Pemeraman	71
Gambar 5.20 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4)	73
Gambar 5.21 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i>	73
Gambar 5.22 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> 8% dan Asam Fosfat (H_3PO_4)	74
Gambar 5.23 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> 12% dan Asam Fosfat (H_3PO_4)	74
Gambar 5.24 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Lama Pemeraman 1 Hari	75
Gambar 5.25 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Lama Pemeraman 7 Hari	75

Gambar 5.26 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> dengan Lama Pemeraman 1 Hari	76
Gambar 5.27 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> dengan Lama Pemeraman 7 Hari	76
Gambar 5.28 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Lama Pemeraman	77
Gambar 5.29 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4)	79
Gambar 5.30 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i>	79
Gambar 5.31 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> 8% dan Asam Fosfat (H_3PO_4)	80
Gambar 5.32 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> 12% dan Asam Fosfat (H_3PO_4)	80
Gambar 5.33 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Lama Pemeraman 1 Hari	81
Gambar 5.34 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Lama Pemeraman 7 Hari	81
Gambar 5.35 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> dengan Lama Pemeraman 1 Hari	82
Gambar 5.36 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> dengan Lama Pemeraman 7 Hari	82
Gambar 5.37 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Lama Pemeraman	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Peneliti dengan Peneliti yang lain	8
Tabel 3.1	Sistem Klasifikasi Tanah USCS	14
Tabel 3.2	Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO	16
Tabel 3.3	Berat Jenis Tanah sesuai dengan Klasifikasinya	18
Tabel 3.4	Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	23
Tabel 3.5	Satuan Unit Saringan dan Diameter (Standar Amerika)	23
Tabel 3.6	Ukuran Alat Pemadatan Tanah <i>Proctor Standard</i>	25
Tabel 3.7	Ukuran Alat Uji <i>Proctor Standard Metode A</i>	25
Tabel 3.8	Susunan Kimia dan Sifat Fisik Rata-rata <i>Fly Ash</i>	31
Tabel 4.1	Variasi Campuran Sampel Tanah	35
Tabel 4.2	Jumlah Sampel Tanah Setiap Pengujian	36
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli	40
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli	41
Tabel 5.3	Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli	42
Tabel 5.4	Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1	43
Tabel 5.5	Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 2	43
Tabel 5.6	Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas Cair Rata-rata	44
Tabel 5.7	Hasil Pengujian Batas Plastis	45
Tabel 5.8	Hasil Pengujian Batas Susut	46
Tabel 5.9	Hasil Perhitungan Indeks Plastisitas	47
Tabel 5.10	Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 1	47
Tabel 5.11	Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 2	48
Tabel 5.12	Hasil Pengujian Analisa Saringan Rata-rata	48
Tabel 5.13	Hasil Pengujian Hidrometer Sampel 1	49
Tabel 5.14	Hasil Pengujian Hidrometer Sampel 2	49
Tabel 5.15	Hasil Pengujian Hidrometer Rata-rata	50
Tabel 5.16	Hasil Presentase Fraksi Butiran Tanah Sampel Rata-rata	51
Tabel 5.17	Data Penambahan Air Sampel 1	52

Tabel 5.18	Data Penambahan Air Sampel 2	52
Tabel 5.19	Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 1	53
Tabel 5.20	Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Sampel 2	53
Tabel 5.21	Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli	55
Tabel 5.22	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Asli	57
Tabel 5.23	Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas dengan Bahan Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dan <i>Fly Ash</i>	59
Tabel 5.24	Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli	60
Tabel 5.25	Rekapitulasi Hasil Nilai Kuat Tekan (q_u) Bebas pada Pengujian Kuat Tekan Bebas	66
Tabel 5.26	Rekapitulasi Hasil Nilai Kohesi (c) pada Pengujian Kuat Tekan Bebas	72
Tabel 5.27	Rekapitulasi Hasil Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) pada Pengujian Kuat Tekan Bebas	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pengujian Kadar Air Tanah	89
Lampiran 2	Hasil Pengujian Berat Volume Tanah	90
Lampiran 3	Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah	91
Lampiran 4	Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli	92
Lampiran 5	Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli	96
Lampiran 6	Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli	97
Lampiran 7	Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Asli	98
Lampiran 8	Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> Tanah Asli	102
Lampiran 9	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Asli	108
Lampiran 10	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 1 Hari	112
Lampiran 11	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 7 Hari	156

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi:

W_1	= Berat Cawan (gram)
W_2	= Berat Cawan + Tanah Basah (gram)
W_3	= Berat Cawan + Tanah Kering (gram)
W_w	= Berat Air (gram)
W_s	= Berat Tanah Kering (gram)
w	= Kadar Air (%)
w_{opt}	= Kadar Air Optimum (%)
W	= Berat Tanah Total (gram)
V	= Volume Tanah Total (cm ³)
G_s	= Berat Jenis
C_u	= Koefisien Seragam
C_c	= Koefisien Gradasi
γ_s	= Berat Volume Butiran Padat (gram)
γ_w	= Berat Volume Air (gram/cm ³)
γ_b	= Berat Volume Tanah Basah (gram/cm ³)
γ_d	= Berat Volume Tanah Kering (gram/cm ³)
$\gamma_{d maks}$	= Berat Volume Tanah Kering Maksimum (gram/cm ³)
$t^{\circ}C$	= Suhu dalam Celcius (°)
N	= Jumlah Pukulan
R_a	= Pembacaan Hidrometer
R_c	= Pembacaan Hidrometer Terkoreksi
L	= Kedalaman Efektif Hidrometer (cm)
t	= Waktu Pengendapan (menit)
k	= Nilai Kalibrasi (kg/div)
ε	= Nilai Regangan (%)
ΔL	= Selisih Tinggi Setelah Pengujian dan Tinggi Awal (cm)
L_o	= Tinggi Sampel Awal (cm)

Δ terkoreksi	= Nilai Luas Terkoreksi (cm^2)
A	= Luas Terkoreksi (cm^2)
P	= Total Beban pada Sampel (kg)
σ	= Tegangan (kg/cm^2)
α	= Sudut Keruntuhan Sampel ($^\circ$)
$\text{tg } \alpha$	= Nilai tg Sudut Runtuh Sampel ($^\circ$)
q_u	= Nilai Kuat Tekan Bebas (kg/cm^2)
c	= Nilai Kohesi (kg/cm^2)
ϕ	= Sudut Geser Dalam ($^\circ$)

Singkatan:

USCS	= <i>Unified Soil Classification System</i>
AASHTO	= <i>American Association of State Highway and Transportation Official</i>
LL	= <i>Liquid Limit</i> (Batas Cair)
PL	= <i>Plastic Limit</i> (Batas Plastis)
SL	= <i>Shrinkage Limit</i> (Batas Susut)
PI	= <i>Plasticity Index</i> (Indeks Plastisitas)
MDD	= <i>Maximum Dry Density</i>
OMC	= <i>Optimum Moisture Content</i>
GI	= <i>Group Index</i> (Indeks Kelompok)
TA	= Tanah Asli
AF	= Asam Fosfat
FA	= <i>Fly Ash</i>
UCT	= <i>Unconfined Compression Test</i> (Pengujian Kuat Tekan Bebas)

ABSTRAK

Pada pekerjaan konstruksi kondisi dan karakteristik tanah menjadi suatu hal yang penting pada perencanaan bangunan sebagai dasar perletakan struktur. Dalam menangani hal tersebut, maka perlu dilakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui karakteristik tanah dengan cara stabilisasi tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui klasifikasi jenis tanah asli, sifat fisik tanah asli serta mengetahui pengaruh penambahan asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* terhadap parameter kuat tekan bebas.

Pada penelitian ini menggunakan metode pengujian kuat tekan bebas untuk mendapatkan nilai kuat tekan bebas (q_u), nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Pengujian dilakukan pada tanah asli serta tanah yang diberi bahan tambah campuran asam fosfat (H_3PO_4) sebesar 2%, 4% dan 6% serta bahan tambah *fly ash* sebesar 8% dan 12%. Sampel dari pengujian kuat tekan bebas dilakukan masa pemeraman terlebih dahulu selama 1 dan 7 hari. Sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah terganggu (*disturbed*) pada jenis tanah asli di daerah Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan bebas menunjukkan bahwa penambahan asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* dapat mempengaruhi nilai dari hasil pengujian kuat tekan bebas. Pada pengujian kuat tekan bebas tanah asli memiliki nilai kuat tekan bebas sebesar $1,992 \text{ kg/cm}^2$, nilai kohesi sebesar $0,566 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser dalam sebesar 31° , sedangkan peningkatan nilai tertinggi terjadi pada variasi campuran bahan tambah *fly ash* 12% dan asam fosfat (H_3PO_4) 6% dalam masa pemeraman 7 hari dengan nilai kuat tekan bebas sebesar $7,324 \text{ kg/cm}^2$, nilai kohesi sebesar $1,517 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser dalam sebesar 45° . Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* serta pemeraman berpengaruh dalam meningkatkan nilai kuat tekan bebas (q_u), nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

Kata kunci: Asam Fosfat (H_3PO_4), *Fly Ash*, Kuat Tekan Bebas, Kohesi, Sudut Geser Dalam

ABSTRACT

Soil conditions and characteristics are crucial thing while building planning as a structure foundation. Taking from the circumstances, laboratory tests are necessary to determine the characteristics of the soil with the soil stabilization method. This study aims to determine the classification and the properties of the natural soil and to determine the effect of the addition of phosphoric acid (H_3PO_4) and fly ash with the parameters of unconfined compressive strength.

The unconfined compression test is used in this study to obtain the value of the unconfined compressive strength (q_u), the cohesion (c), and angle of internal friction (ϕ). The testing is conducted on the natural soil and the soil mixed with various additions of phosphoric acid (H_3PO_4) at 2%, 4%, and 6%, as well as fly ash at 8% and 12%. Samples from the unconfined compression test were first subjected to a curing period of 1 and 7 days. The soil samples used in the unconfined compression test are disturbed samples taken from the original soil type in the Pule Village, Selogiri District, Wonogiri Regency, Central Java Province.

Based on the results of the unconfined compression test, it is found that the addition of phosphoric acid (H_3PO_4) and fly ash can affect the values of the unconfined compressive strength. The original soil in the unconfined compression test has an unconfined compressive strength value of 1.992 kg/cm², cohesion value of 0.566 kg/cm², and angle of internal friction value of 31°. The highest increase occurs in the variation with a mixture of 12% fly ash and 6% phosphoric acid (H_3PO_4) with a curing time of 7 days, resulting in an unconfined compressive strength value of 7.324 kg/cm², cohesion value of 1.517 kg/cm², and angle of internal friction value of 45°. This indicates that the addition of phosphoric acid (H_3PO_4) and fly ash, as well as the curing time, significantly influence the improvement of unconfined compressive strength (q_u), cohesion (c), and angle of internal friction (ϕ).

Keywords: Phosporic Acid (H_3PO_4), Fly Ash, Unconfined Compressive Strength, Cohesion, Angle of internal friction

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pekerjaan konstruksi kondisi dan karakteristik tanah menjadi suatu hal yang penting pada perencanaan bangunan sebagai dasar perletakan struktur. Tanah merupakan bagian penting yang menjadi penyangga pada suatu bangunan supaya bangunan mampu berdiri dengan kokoh serta aman. Dalam kegiatan pembangunan yang dilakukan di permukaan tanah dapat timbul reaksi dari tanah tersebut yang mana akan dibangun suatu bangunan. Kondisi tanah dalam suatu konstruksi bangunan harus diperhatikan dengan seksama, yang mana keadaan tanah harus dalam kondisi yang stabil serta kuat supaya mampu menahan beban dari suatu bangunan yang berdiri.

Realitanya dilapangan sering didapati tanah dengan kondisi yang kurang baik seperti daya dukung tanah yang kecil, kadar air, serta sifat kembang susutnya yang tinggi. Tanah dengan karakteristik atau kondisi seperti itu, maka diperlukan perubahan kondisi tanah seperti memperbaiki sifat tanah dengan bahan tambah untuk perkuatan tanah. Dalam menangani permasalahan pada tanah tersebut, maka perlu dilakukan pengujian di Laboratorium untuk mengetahui karakteristik tanah tersebut dengan cara stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah terbagi menjadi tiga jenis yaitu stabilisasi secara fisik, kimia dan mekanis. Pada penelitian ini, dilakukan stabilisasi tanah secara kimia yaitu menggunakan bahan tambah asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* pada tanah butir halus.

Pada penelitian ini, penulis menerapkan stabilisasi tanah berbutir halus dengan menambahkan asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*. Dalam penelitian ini penulis berfokus mengenai pengaruh penambahan asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* pada stabilisasi tanah berbutir halus terhadap parameter kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*). Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas didapatkan rumusan masalah dalam penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana klasifikasi jenis tanah pada saat kondisi asli berdasarkan sifat fisiknya?
2. Bagaimana parameter kuat tekan bebas pada kondisi tanah asli berdasarkan sifat mekaniknya?
3. Bagaimana pengaruh penambahan asam fosfat (H_3PO_4) pada stabilisasi tanah terhadap parameter kuat tekan bebas?
4. Bagaimana pengaruh penambahan *fly ash* pada stabilisasi tanah terhadap parameter kuat tekan bebas?
5. Bagaimana pengaruh penambahan asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* pada stabilisasi tanah terhadap parameter kuat tekan bebas?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui klasifikasi jenis tanah berdasarkan sifat fisik tanah asli.
2. Mengetahui parameter kuat tekan bebas berdasarkan sifat mekanik tanah asli.
3. Mengetahui pengaruh penambahan asam fosfat (H_3PO_4) pada stabilisasi tanah terhadap parameter kuat tekan bebas.
4. Mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* pada stabilisasi tanah terhadap parameter kuat tekan bebas.
5. Mengetahui pengaruh penambahan asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* pada stabilisasi tanah terhadap parameter kuat tekan bebas.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik tanah pada lokasi yang digunakan sebagai sampel pengujian.
2. Memberikan informasi mengenai nilai daya dukung tanah serta pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan bahan tambah asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* terhadap tanah berbutir halus.

1.5 Batasan Penelitian

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

1. Sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah terganggu (*disturbed*) pada jenis tanah asli di daerah Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah.
2. Pengujian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia berupa:
 - a. pengujian kadar air,
 - b. pengujian berat volume tanah,
 - c. pengujian berat jenis tanah,
 - d. pengujian analisa saringan,
 - e. pengujian *proctor standard*, dan
 - f. pengujian kuat tekan bebas.
3. Bahan tambah (*additive*) yang digunakan adalah asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*.
4. Penelitian ini hanya membandingkan nilai parameter kuat tekan bebas antara tanah asli dengan tanah yang di stabilisasi menggunakan asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*.
5. Kadar air yang digunakan pada uji kuat tekan bebas menggunakan kadar air optimum dari hasil uji *proctor standard*.
6. Tidak dilakukan pemeriksaan terhadap unsur-unsur kimia yang terkandung dalam tanah, asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*.
7. Nilai ekonomis, reaksi kimia serta pengaruh terhadap lingkungan tidak dibahas dalam penelitian ini.
8. Penambahan variasi asam fosfat (H_3PO_4) pada sampel sebesar 2%, 4%, dan 6% terhadap berat sampel uji dan *fly ash* sebesar 8% dan 12% terhadap berat sampel uji, serta dilakukan masa pemeraman sampel selama 1 hari dan 7 hari.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Secara umum stabilisasi tanah merupakan suatu metode alternatif yang memperbaiki sifat-sifat tanah yang ada sekaligus meningkatkan daya dukungnya dengan prinsip partikel-partikel tanah menjadi lebih padat dan menyatu. Di banyak negara, stabilisasi tanah dengan bahan *additive* telah diterapkan secara luas dan berhasil. *Additive* pada tanah bermasalah adalah salah satu metode pengembangan yang digunakan untuk menstabilkan tanah dalam geoteknik.

Proses stabilisasi sendiri terdapat dua jenis yaitu stabilisasi tanah mekanik dan stabilisasi tanah kimiawi. Stabilisasi tanah mekanik adalah penambahan kekuatan atau daya dukung tanah dengan mengatur gradasi tanah. Usaha ini biasanya menggunakan sistem pemadatan dan biasa digunakan pada tanah yang berbutir halus serta dilakukan dengan bantuan alat atau mesin pemadat supaya hasilnya maksimal. Stabilisasi tanah kimiawi merupakan stabilisasi dengan cara pencampuran tanah dengan bahan tambah serta bahan tambah yang digunakan pada stabilisasi tanah kimiawi dapat berupa bahan tambah kimia seperti aspal/bitumen, kapur, garam dapur, semen dan bahan kimia lain, ataupun berupa bahan tambah organik yang lain.

2.2 Stabilisasi Tanah menggunakan Asam Fosfat (H_3PO_4)

Ibrahim, dkk. (2013) telah melakukan penelitian mengenai stabilisasi tanah lempung dengan bahan kimia asam fosfat sebagai lapisan fondasi jalan. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah asam fosfat dengan presentase bahan tambah sebesar 0%, 2,5%, 7,5%, 10% dan 12,5%. Tahap berikutnya dilakukan pengujian CBR ASTM D1883-94 untuk tanah asli dan tanah dengan bahan tambah. Uji tanah asli ini, digunakan sebagai pembanding pada hasil selanjutnya yang menggunakan variasi asam fosfat dan uji CBR ini selain dirawat 1 hari, dilakukan perendaman selama 4 hari dan *liquid limit* (LL) dan *plastic limit* (PL) mengalami penurunan, artinya *index plastic* (IP) cenderung menurun. Penambahan *additive* untuk CBR

perendaman (*soaked*) 4 hari (96 jam) pada tanah asli akan memperbaiki sifat mekanis tanah, yaitu menyelimuti butiran tanah dan bekerja efektif sehingga kekuatannya meningkat dan pengembangannya (*swelling*) menurun. Namun nilai CBR pada perendaman (*soaked*) dan CBR tanpa perendaman (*unsoaked*) dengan penambahan *additive* cenderung meningkat, dan nilai CBR mencapai titik puncak peningkatan pada penambahan *additive* sebesar 7,5%, tetapi pada penambahan *additive* 10% dan 12,5% cenderung mengalami penurunan. Dari hasil pengujian dari penelitian di laboratorium, asam fosfat dapat dimanfaatkan untuk stabilisasi tanah lempung dapat dilihat dari peningkatan nilai CBR.

Wiqoyah, dkk. (2018) telah melakukan penelitian mengenai kuat tekan bebas tanah lempung Nambuhan, Purwodadi yang dicampur dengan asam fosfat (H_3PO_4) dengan perawatan 4 dan 7 hari. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah asam fosfat (H_3PO_4) dengan presentasi bahan tambah 0%, 3%, 6%, 9% dan 12% dan dilakukan perawatan 4 dan 7 hari dengan pengujian kuat tekan bebas. Pada pengujian ini nilai kuat tekan bebas (q_u) dan kohesi tanah *undrained* (c_u) tanah asli lebih besar dari tanah campuran asam fosfat (H_3PO_4) tanpa perawatan maupun dengan perawatan. Nilai kuat tekan bebas (q_u) dan kohesi tanah *undrained* (c_u) tanah campuran asam fosfat (H_3PO_4) 9% dan 12% dengan perawatan cenderung mengalami kenaikan dibandingkan dengan tanpa perawatan. Nilai terbesar kuat tekan bebas (q_u) dengan perawatan diperoleh pada tanah campuran 9% asam fosfat (H_3PO_4) dengan waktu perawatan selama 7 hari yaitu kenaikan sebanyak 10,5% dibandingkan dengan tanpa perawatan dengan nilai 2,455 kg/cm² dan kohesi tanah *undrained* (c_u) terbesar diperoleh pada tanah campuran 9% asam fosfat (H_3PO_4) dengan waktu perawatan selama 7 hari yaitu kenaikan sebanyak 10,5% dibandingkan tanpa perawatan dengan nilai 1,228 kg/cm².

Syahril, dkk. (2020) telah melakukan penelitian mengenai studi stabilisasi tanah lunak pada lereng dengan menggunakan abu vulkanik dan asam fosfat mengenai indeks plastisitas. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah abu vulkanik dengan presentase bahan tambah 6%, 8%, 10% dan asam fosfat dengan presentase bahan tambah 10%. Campuran tanah dilakukan pengujian berupa pengujian indeks sifat tanah dan juga sifat rekayasa. Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan

hasil indeks plastisitas (*PI*) dari tanah asli dengan tanah yang distabilkan dengan abu vulkanik dan asam fosfat. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan abu vulkanik dan asam fosfat menunjukkan bahwa tanah asli adalah tanah lempung lunak yang memiliki *properties* pengembangan tinggi dengan indeks plastisitas (*PI*) nilainya mencapai 48%. Penambahan abu vulkanik dengan persentase 6%, 8%, 10% dan asam fosfat dengan persentase 10% untuk semua varian campuran dapat menyebabkan nilai plastisitas indeks (*PI*) menurun. Campuran varian 3 (10% AV + 10% AF), memiliki penurunan terbesar nilai indeks plastisitas sebesar 70,37% dari nilai indeks plastisitas indeks (*PI*) dari tanah asli. Stabilisasi tanah pada lereng menyebabkan kemiringan lebih stabil, karena indeks plastisitas nilai menurun. Penurunan indeks plastisitas menyebabkan nilai aktivitas tanah kecil. Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penambahan abu vulkanik dan asam fosfat dengan persentase tertentu dapat mengurangi nilai indeks plastisitas (*PI*) pada tanah lunak.

2.3 Stabilisasi Tanah menggunakan *Fly Ash*

Chowdury, dkk. (2016) telah melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan penstabil seperti semen dan *fly ash* dalam meningkatkan kuat tekan bebas tanah organik. Tiga presentase stabilisator yang berbeda digunakan untuk mengamati pengaruh kandungan stabilisasi pada perolehan kekuatan. Spesimen dikeringkan pada tiga periode waktu yang berbeda untuk mengetahui pengaruh waktu pemeraman. Kuat tekan bebas tanah organik dapat ditingkatkan secara signifikan dengan stabilisasi semen. Penambahan semen 5% menyebabkan kekuatan meningkat dengan faktor mendekati 19 dibandingkan dengan nilai tidak stabil (dari 29 kPa menjadi 542 kPa) setelah perawatan selama 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa stabilisasi semen mampu digunakan secara efektif untuk meningkatkan daya dukung beban tanah organik. *Fly ash* dapat diaplikasikan dengan stabilizer yang lebih kuat seperti semen.

Indera, dkk. (2016) telah melakukan penelitian mengenai stabilisasi tanah dengan menggunakan *fly ash* dan pengaruhnya terhadap nilai kuat tekan bebas. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah *fly ash* dengan variasi presentase penambahan 0%, 10%, 20% dan 30%, serta pemeraman selama 0 hari, 7 hari, 14

hari dan 21 hari. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui klasifikasi tanah, indeks plastisitas tanah dan mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* terhadap sifat fisik tanah, serta mengetahui nilai kuat tekan bebas tanah dalam kondisi eksisting dan setelah dicampurkan *fly ash*. Dari hasil pengujian diperoleh, tanah yang distabilisasi dengan *fly ash* pada variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% menunjukkan adanya peningkatan nilai daya dukung, batas plastis dan batas cair tanah serta penurunan nilai berat jenis tanah yang. Nilai UCT (*Unconfined Compression Test*) terbesar terdapat pada tanah campuran dengan kadar *fly ash* sebesar 20% dengan pemeraman selama 21 hari yaitu sebesar 2,55 kg/cm² meningkat sebesar 202,38% dari nilai terendah yaitu 1,26 kg/cm² penambahan *fly ash* meningkatkan nilai batas plastis dan batas cair serta menurunkan nilai berat jenis.

Hangge, dkk. (2021) telah melakukan penelitian mengenai pemanfaatan *fly ash* untuk stabilisasi tanah dasar lempung ekspansif. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah kapur dan *fly ash* dengan tujuan untuk mengetahui perubahan sifat fisik dan mekanis tanah serta daya dukung tanah yang distabilisasi dengan kapur dan *fly ash* dengan variasi campuran kapur 5% (tetap) dan *fly ash* 10%, 15%, 20% dan 25%. Pengujian dilakukan pada tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan kapur dan *fly ash* untuk mengetahui kuat dukung maksimum yang dihasilkan melalui pengujian CBR (*California Bearing Ratio*). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai berat jenis tanah, batas cair, batas plastis, indeks plastisitas, kadar air optimum dan potensi pengembangan tanah mengalami penurunan seiring penambahan persentase *fly ash*. Nilai batas susut, berat volume kering tanah padat dan nilai CBR mengalami peningkatan seiring dengan penambahan persentase *fly ash*. Nilai pengembangan tanah menurun sebesar 69,34% dan nilai CBR (*soaked*) mengalami peningkatan sebesar 620,56% pada variasi campuran kapur 5% dan *fly ash* 25% dengan pemeraman 7 hari. Nilai CBR paling tinggi dihasilkan pada pengujian CBR tak terendam dengan pemeraman, di mana menghasilkan nilai CBR sebesar 8,44% pada variasi campuran kapur 5% dan *fly ash* 25% (variasi IV).

2.4 Perbandingan Peneliti dengan Peneliti Lain

Adapun perbandingan antara penelitian yang dilakukan dengan penelitian sebelumnya yang dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbandingan Peneliti dengan Peneliti yang lain

Nama	Ibrahim, dkk. (2013)	Hangge, dkk. (2021)	Chowdury, dkk. (2016)	Wiqoyah, dkk. (2018)	Indera, dkk. (2016)	Nabhan (2022)
Judul Penelitian	Stabilisasi Tanah Lempung dengan Bahan Kimia Asam Fosfat sebagai Lapisan Fondasi Jalan	Pemanfaatan <i>Fly Ash</i> untuk Stabilisasi Tanah Dasar Lempung Ekspansif	<i>Stabilization of Organic Soil from Bangladesh with Cement and Fly Ash</i>	Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Nambuhan, Purwodadi yang dicampur dengan Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Perawatan 4 dan 7 Hari	Stabilisasi Tanah dengan menggunakan <i>Fly Ash</i> dan Pengaruhnya terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas	Pengaruh Penambahan Asam Fosfat (H_3PO_4) dan <i>Fly Ash</i> pada Stabilisasi Tanah Berbutir Halus terhadap Parameter Kuat Tekan Bebas
Bahan Tambah	1. Asam fosfat sebesar 0%, 2,5%, 7,5%, 10% dan 12,5%	1. Kapur sebesar 5% 2. <i>Fly Ash</i> sebesar 10%, 15%, 20% dan 25%	1. Semen sebesar 1,5%, 3% dan 5% 2. <i>Fly Ash</i> sebesar 5%, 10% dan 20%	1. Asam fosfat (H_3PO_4) dengan presentasi bahan tambah 0%, 3%, 6%, 9% dan 12%	1. <i>Fly Ash</i> sebesar 0%, 10%, 20% dan 30%	1. Asam Fosfat (H_3PO_4) sebesar 2%, 4% dan 6% 2. <i>Fly Ash</i> sebesar 8% dan 12%

Nama	Ibrahim, dkk. (2013)	Hangge, dkk. (2021)	Chowdury, dkk. (2016)	Wiqoyah, dkk. (2018)	Indera, dkk. (2016)	Nabhan (2022)
Metode Pengujian	Uji CBR dengan perendaman selama 1 hari dan 4 hari.	Uji CBR (<i>California Bearing Ratio</i>).	Uji Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>) dengan pemeraman selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari.	Uji Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>) dan dilakukan perawatan 4 dan 7 hari.	Uji Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>) dengan pemeraman 0, 7, 14 dan 21 hari.	Uji Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>) dengan pemeraman 1 dan 7 hari.
Hasil Penelitian	Berdasarkan hasil penelitian penambahan <i>additive</i> untuk CBR perendaman (<i>soaked</i>) 4 hari (96 jam) pada tanah asli akan memperbaiki sifat mekanis tanah dan <i>swelling</i> menurun, nilai CBR pada perendaman (<i>soaked</i>) dan CBR tanpa perendaman (<i>unsoaked</i>) dengan penambahan <i>additive</i> cenderung meningkat, dan nilai CBR mencapai titik puncak	Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai berat jenis tanah, batas cair, batas plastis, indeks plastisitas, kadar air optimum dan potensi pengembangan tanah mengalami penurunan seiring penambahan persentase <i>fly ash</i> . Nilai batas susut, berat volume kering tanah padat dan nilai CBR mengalami peningkatan seiring dengan penambahan persentase <i>fly ash</i> .	Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan bebas organik dapat ditingkatkan secara signifikan dengan stabilisasi semen. Penambahan 5% menyebabkan kekuatan meningkat dengan factor besar mendekati 19 dibandingkan dengan nilai tidak stabil (dari 29 kPa menjadi 542 kPa) setelah perawatan 28 hari.	Pada pengujian UCT, nilai kuat tekan bebas (q_u) dan kohesi tanah <i>undrained</i> (c_u) tanah asli lebih besar dari tanah campuran asam fosfat (H_3PO_4) tanpa perawatan maupun dengan perawatan. Nilai kuat tekan bebas (q_u) dan kohesi tanah <i>undrained</i> (c_u) tanah campuran asam fosfat (H_3PO_4) 9% dan 12% dengan perawatan cenderung mengalami kenaikan dibandingkan dengan tanpa perawatan.	Dari hasil pengujian diperoleh, tanah yang di stabilisasi dengan <i>fly ash</i> pada variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% menunjukkan adanya peningkatan nilai daya dukung, batas plastis dan batas cair tanah serta penurunan nilai berat jenis tanah yang. Nilai UCT terbesar terdapat pada tanah campuran dengan kadar <i>fly ash</i>	Dari hasil pengujian peningkatan nilai tertinggi terdapat pada variasi campuran dengan bahan tambah <i>fly ash</i> 12% dan asam fosfat (H_3PO_4) 6% dengan lama pemeraman 7 hari yakni dari nilai tanah asli yang awalnya nilai kuat tekan bebas (q_u) sebesar 1,992 kg/cm ² menjadi 7,324 kg/cm ² , nilai

Nama	Ibrahim, dkk. (2013)	Hangge, dkk. (2021)	Chowdury, dkk. (2016)	Wiqoyah, dkk. (2018)	Indera, dkk. (2016)	Nabhan (2022)
Hasil Penelitian	peningkatan pada penambahan <i>additive</i> sebesar 7,5%, tetapi pada penambahan <i>additive</i> 10% dan 12,5% cenderung mengalami penurunan.	Nilai pengembangan tanah menurun sebesar 69,34% dan nilai CBR (<i>soaked</i>) mengalami peningkatan sebesar 620,56% pada variasi campuran kapur 5% dan <i>fly ash</i> 25% dengan pemeraman 7 hari. Nilai CBR paling tinggi dihasilkan pada pengujian CBR tak terendam dengan pemeraman, di mana menghasilkan nilai CBR sebesar 8,44% pada variasi campuran kapur 5% dan <i>fly ash</i> 25% (variasi IV).	Hasil pengujian menunjukkan bahwa stabilisasi semen mampu digunakan secara efektif untuk meningkatkan daya dukung beban tanah organik. <i>Fly ash</i> dapat diaplikasikan dengan stabilizer yang lebih kuat seperti semen. Penelitian lebih lanjut harus dilakukan untuk menyelidiki efek campuran dari dua bahan tersebut, yaitu semen dan <i>fly ash</i> .	Nilai terbesar kuat tekan bebas (q_u) dengan perawatan diperoleh pada tanah campuran 9% asam fosfat (H_3PO_4) dengan waktu perawatan selama 7 hari yaitu kenaikan sebanyak 10,5% dibandingkan dengan tanpa perawatan dengan nilai 2,455 kg/cm ² dan kohesi tanah <i>undrained</i> (c_u) terbesar diperoleh pada tanah campuran 9% asam fosfat (H_3PO_4) dengan waktu perawatan selama 7 hari yaitu kenaikan sebanyak 10,5% dibandingkan tanpa perawatan dengan nilai 1,228 kg/cm ² .	sebesar 20% dengan pemeraman selama 21 hari yaitu sebesar 2,55 kg/cm ² meningkat sebesar 202,38% dari nilai terendah yaitu 1,26 kg/cm ² penambahan <i>fly ash</i> meningkatkan nilai batas plastis dan batas cair serta menurunkan nilai berat jenis.	kohesi (c) sebesar 0,566 kg/cm ² menjadi 1,517 kg/cm ² dan nilai sudut geser dalam (ϕ) sebesar 31° yang menjadi 45°.

Sumber: Ibrahim, dkk. (2013), Hangge, dkk. (2021), Chowdury, dkk (2016), Wiqoyah, dkk. (2018), Indera, dkk. (2016), Nabhan (2022)

2.5 Persamaan dan Perbedaan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

Adapun persamaan dan perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu sebagai berikut.

1. Persamaan Penelitian

Pada penelitian ini penulis memiliki persamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim, dkk. (2013), Syahril, dkk. (2020) dan Wiqoyah, dkk. (2018), dimana penelitian menggunakan bahan stabilisasi berupa asam fosfat (H_3PO_4) serta penelitian yang dilakukan oleh Hangge, dkk. (2021), Chowdury, dkk. (2016) dan Indera, dkk. (2016), yang mana penelitian menggunakan bahan stabilisasi berupa *fly ash*. Metode pengujian ini juga memiliki persamaan dengan Chowdury, dkk. (2016), Wiqoyah, dkk. (2018) dan Indera, dkk. (2016), yaitu pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) pada tanah butir halus.

2. Perbedaan Penelitian

Perbedaan dengan penelitian terdahulu yaitu sampel tanah yang digunakan yaitu berasal dari Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. Selain itu, kadar penambahan bahan stabilisasi tanah yang digunakan berbeda dengan penelitian sebelumnya. Pada penelitian ini penulis menggunakan bahan tambah berupa asam fosfat (H_3PO_4) dengan variasi presentase 2%, 4% dan 6% dan *fly ash* dengan variasi presentase 8% dan 12% dengan lama waktu pemeraman 1 hari dan 7 hari. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian terhadap parameter kuat tekan bebas pada tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi menggunakan asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

3.1.1 Pengertian Tanah

Dalam pengertian secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat atau butiran mineral-mineral padat yang tidak terikat satu sama lain dan dari bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

Dalam pandangan teknik sipil, tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik, endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antar butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah (Hardiyatmo, 2012).

3.1.2 Tanah Berbutir Halus

Tanah berbutir halus (tanah berkohesi) merupakan tanah dan kerikil yang mempunyai nilai kurang dari 50% berat total. Simbol dari kelompok tanah berbutir halus ini adalah M (lanau), C (lempung), OH (organik) dan MH (anorganik).

3.2 Sistem Klasifikasi Tanah

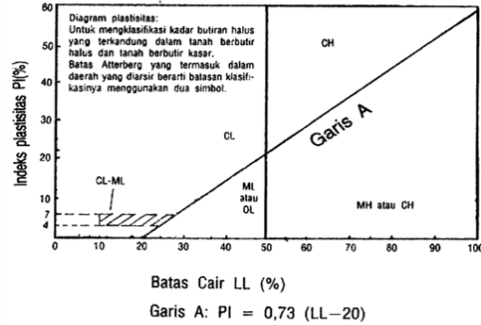
Pada dasarnya sistem klasifikasi tanah dibentuk untuk memberikan informasi mengenai karakteristik dan sifat fisik tanah. Dikarenakan variasi sifat dan perilaku tanah yang beragam, secara umum sistem klasifikasi mengelompokkan tanah ke dalam beberapa kategori umum dimana tanah mempunyai kesamaan sifat fisiknya. Terdapat dua sistem kategori yang biasanya digunakan dalam mengelompokkan tanah, dua sistem itu memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas – batas Atterberg. Sistem tersebut yakni *Unified Soil Classification System* (USCS) dan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

3.2.1 Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS)

Sistem klasifikasi USCS pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Arthur Cassagrande pada tahun 1942 bertujuan untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang selama Perang Dunia II. Sistem ini diganti oleh kelompok teknisi *United State Bureau of Reclamation* (USBR) pada tahun 1952. Pada tahun 1969 kemudian sistem ini diadopsi oleh *American Society for Testing and Materials* (ASTM) sebagai metode standar klasifikasi tanah (ASTM 2487).

Pada sistem ini jika tanah yang lolos saringan nomor 200 kurang dari 50% maka diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) dan jika lebih dari 50% lolos saringan nomor 200 diklasifikasikan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung). Pengelompokan tanah berdasarkan sistem klasifikasi tanah USCS secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah USCS

Devisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis		Kriteria laboratorium		
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan No. 200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan saringan No. 4 (4,75mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, kurang dari 5% lolos saringan no. 200: GW, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan No. 200: GM, GC, SM, SC. 5%-12% lolos saringan No. 200: Batasan klasifikasi yang memenuhi simbol dobel	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4, Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3	
		Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus	GP			Tidak memenuhi kriteria untuk GW	
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung		Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berbeda di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol
			GC	Kerikil berlempung, campuran, kerikil pasir-lempung		Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$	
	Pasir lebih dari 50% lolos saringan No. 4 (4,74 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.		$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6, Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3	
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kriteria untuk SW	
			SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau		Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $pi < 4$	Bila batas Atterberg berbeda di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir lempung		Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$	
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no.200 (0.075)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	 <p>Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.</p> <p>Batas Cair LL (%) Garis A: $PI = 0,73 (LL - 20)$</p>			
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ("lean clays")				
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.				
	Lanau dan lempung batas cair > 50%	MH	Lanau organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis				
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ("fat clays")				
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi				
Tanah dengan kadar organik tinggi		P ₁	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi.	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM <i>Designation</i> D-2488			

Sumber: Hardiyatmo (2012)

3.2.2 Sistem Klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)*

Sistem ini dibuat oleh *American Association of State Highway and Transportation Officials*, terutama dikembangkan untuk menganalisa material *subgrade* pada pembangunan jalan raya. Sistem klasifikasi AASHTO ini awalnya membagi beberapa tanah kedalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 yaitu termasuk subkelompok. Sistem yang direvisi (*Proc. 25th Annual Meeting of Highway Research Board, 1945*) mempertahankan delapan kelompok dasar tanah tapi menambahkan dua subkelompok dalam A-1, empat kelompok dalam A-2, dan dua subkelompok dalam A-7. Kelompok A-8 tidak diperlihatkan tetapi merupakan gambut atau rawang yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual. Tanah-tanah dalam setiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompok, yang dihitung dengan rumus-rumus empiris (Bowles, 1984).

Tanah yang di klasifikasikan ke dalam A- 1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir di mana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200. Tanah di mana lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Butiran yang dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung (Das, 1995).

Indeks kelompok (*group index*) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.1 berikut.

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

Keterangan:

GI = Indeks kelompok (*group index*),

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

LL = Batas cair (%), dan

PI = Indeks plastisitas (%).

Sistem klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi Tanah 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. 40											
Batas cair (LL)	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks plastis (PI)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (G)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

Sumber: Hardiyatmo (2012)

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

3.3 *Properties Tanah*

Sifat fisik tanah merupakan sifat asli dari tanah itu sendiri atau sifat yang berhubungan dengan elemen penyusunan massa tanah yang telah ada. *Properties* tanah ditunjukkan dengan berbagai parameter yang disebut dengan indeks *properties* atau indeks sifat fisis tanah, seperti kadar air, berat volume, berat jenis, batas susut, batas plastis, batas cair, analisa saringan dan sebagainya.

3.3.1 Kadar Air

Kadar air (*water content*) adalah nilai dari perbandingan antara berat air (W_w) dalam satuan tanah dengan berat kering tanah (W_s) tersebut (Hardiyatmo, 2012). Tujuan pengujian ini untuk mengetahui nilai kandungan kadar air tanah. Nilai kadar air tanah dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 3.2 berikut.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan:

w = Kadar air (%),

W_w = Berat air (gram),

W_s = Berat tanah kering (gram).

3.3.2 Berat Volume

Berat volume tanah adalah nilai dari perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara (W) dengan volume total tanah (V) (Hardiyatmo, 2012). Berat volume bertujuan untuk mengetahui nilai berat pada suatu sampel tanah terhadap volume tertentu. Nilai berat volume dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 3.3 berikut.

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \quad (3.3)$$

Keterangan:

γ_b = Berat volume tanah basah (gram/cm³),

W = Berat tanah total (gram),

V = Volume tanah total (cm³).

3.3.3 Berat Jenis

Berat jenis (G_s) tanah merupakan perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) pada *temperature* 4° C (Hardiyatmo, 2012). Pengujian berat jenis tanah dilakukan untuk mendapatkan nilai berat jenis dari tanah berbutir halus. Berat jenis dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 3.4 berikut.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (3.4)$$

Keterangan:

G_s = Berat jenis,

γ_s = Berat volume butiran padat (gram/cm³),

γ_w = Berat volume air (gram/cm³).

Berikut merupakan nilai berat jenis dari berbagai macam klasifikasi tanah yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 dibawah ini.

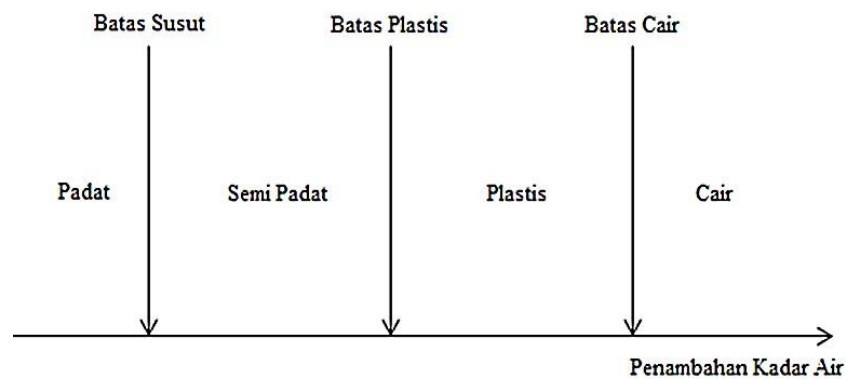
Tabel 3.3 Berat Jenis Tanah sesuai dengan Klasifikasinya

Klasifikasi 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: Hardiyatmo (2012)

3.3.4 Batas - Batas Konsistensi (*Atterberg Limit*)

Konsistensi merupakan suatu kondisi yang dialami oleh tanah yang dipengaruhi oleh kadar air tersebut. Konsistensi tanah dapat berupa padat, semi padat, plastis atau cair sesuai dengan kadar airnya. Atterberg (1991) dalam Hardiyatmo (2012) memberikan cara untuk menggambarkan batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan air tanah. Adapun terdapat tiga batas-batas konsistensi pada tanah yakni batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*) dan batas susut (*shrinkage limit*). Batas-batas konsistensi tanah dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.

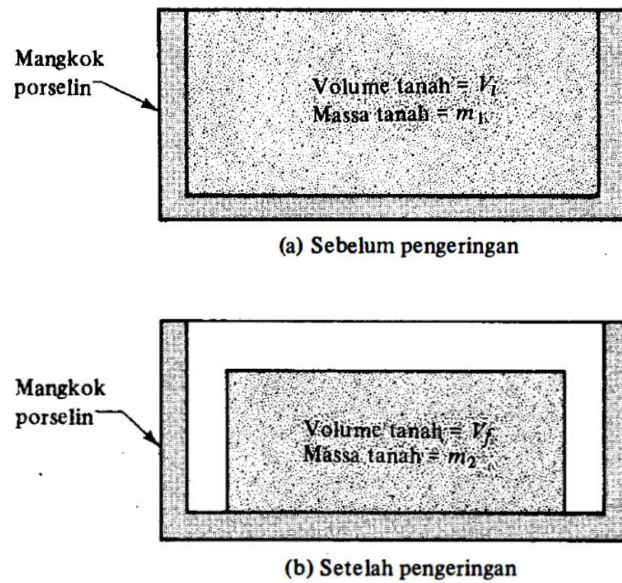


Gambar 3.1 Atterberg Limit

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

1. Batas Susut/SL (*Shrinkage Limit*)

Batas susut merupakan takaran air tanah dengan kedudukan diantara kondisi semi padat dan padat atau dapat dikatakan persentase takaran air dari tanah tersebut jika dilangsungkan pengurangan takaran pada air selanjutnya tidak akan menyebabkan perubahan volume pada tanah (Hardiyatmo, 2012). Percobaan pada batas susut dilakukan melalui sampel tanah yang telah lolos saring dengan nomor 40. pengujian batas susut menggunakan alat porselin dengan ukuran diameter 44,4 mm dan tinggi 12,7 mm, kemudian tanah yang akan diuji dimasukkan dalam porselin tersebut kemudian dikeringkan menggunakan oven, dari pengujian tersebut didapatkan kadar air semula dengan sebelum di oven dan perubahan takaran air setelah dimasukan oven. Berikut merupakan Gambar 3.2 yang merepresentasikan volume serta masa tanah sebelum dan setelah dikeringkan.



Gambar 3.2 Perubahan Volume Pengujian Batas Susut
(Sumber: Das, 1995)

Batas susut dapat dicari melalui Persamaan 3.5 seperti dibawah ini.

$$SL = \left\{ \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} - \frac{(v_1 - v_2)\gamma_w}{m_2} \right\} \times 100\% \quad (3.5)$$

Keterangan:

m_1 = Berat tanah basah dalam cawan percobaan (gram),

m_2 = Berat tanah kering oven (gram),

v_1 = Volume tanah basah dalam cawan (cm^3),

v_2 = Volume tanah kering oven (cm^3),

γ_w = Berat volume air (gram/cm^3).

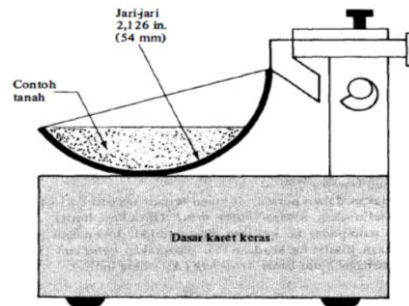
2. Batas Plastis/PL (*Plastic Limit*)

Batas plastis (*plastic limit*) merupakan kadar air tanah pada titik antara keadaan semi padat dan plastis, yakni persentase kadar air dari tanah ketika digulung membentuk silinder dengan diameter $\pm 3,2$ mm dan mulai terjadi retakan (Hardiyatmo, 2012).

3. Batas Cair (*Liquid Limit*)

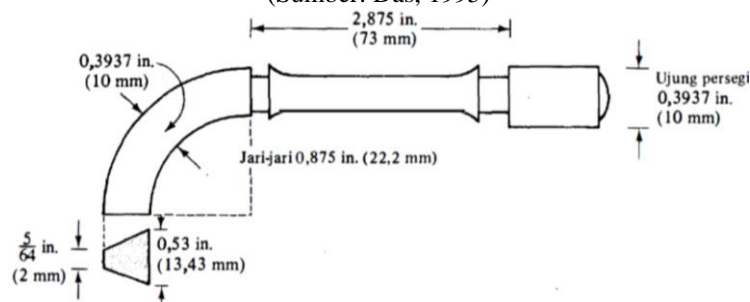
Batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara kondisi cair dengan keadaan plastis, atau kadar air tanah menjadi batas peralihan dari konsistensi tanah yang

semula cair ke plastis maupun sebaliknya. Batas cair diketahui dengan melakukan pengujian *cassagrande*, yaitu dengan cara meletakkan sampel tanah pada alat *cassagrande* yang berupa mangkok kemudian digores tepat ditengah mangkok menggunakan *grooving tools* yang akan membuat jarak goresan tanah 12,7 mm, dengan cara memutar tuas maka mangkok tersebut akan terjadi naik turun setinggi 10 mm dan dilakukan dengan mengamati ketukan pada interval 12-18, 18-25, 25-32, dan 32-45, batas cair berfungsi untuk mengetahui jenis dan sifat tanah dari bagian tanah yang memiliki ukuran butir lolos saringan No. 40. Alat yang digunakan untuk pengujian batas cair bisa dilihat pada Gambar 3.3, 3.4 dan 3.5 seperti dibawah ini.



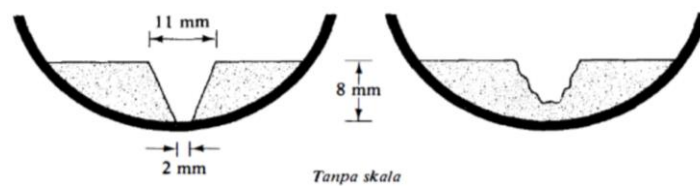
Gambar 3.3 Alat Cassagrande

(Sumber: Das, 1995)



Gambar 3.4 Grooving Tools

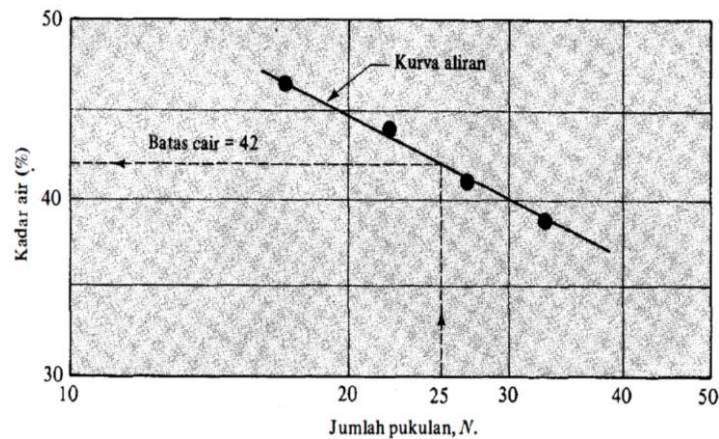
(Sumber: Das, 1995)



Gambar 3.5 (a) Tanah Setelah Digores, (b) Tanah Setelah Pengujian

(Sumber: Das, 1995)

Apabila semua data sudah diperoleh kemudian membuat grafik hubungan antara ketukan sebagai *absis* (skala log) dan kadar air sebagai *ordinat* (dalam persen skala biasa) seperti Gambar 3.6 sebagai berikut.



Gambar 3.6 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Jumlah Pukulan pada Uji Batas Cair
(Sumber: Das, 1995)

4. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Plasticity index (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis (Hardiyatmo, 2012). Indeks plastisitas (*plasticity index*) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis, sehingga indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Apabila tanah mempunyai *PI* tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Apabila *PI* rendah, sebagaimana contoh lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering (Hardiyatmo, 2012). Nilai dari *PI* dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.6 sebagai berikut.

$$PI = LL - PL \quad (3.6)$$

Keterangan:

PI = Indeks Plastisitas (%),

LL = Batas cair (%), dan

PL = Batas plastis (%).

Adapun batasan tentang indeks plastisitas, sifat, macam tanah dan kohesi dapat dilihat dalam Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

<i>PI</i>	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber: Jumikis (1962)

3.4 Pengujian Analisis Butiran

Sifat-sifat tanah sangat bergantung pada ukuran butirannya. Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanah. Analisis ukuran butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu (Hardiyatmo, 2012).

3.4.1 Pengujian Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan dilakukan untuk mendapatkan distribusi ukuran partikel tanah yang memiliki diameter lebih besar dari 0,075 mm. Pengujian analisa saringan ini dilakukan dengan cara diayak dan sampel tanah digetarkan dengan satu set saringan yang sudah disusun. Untuk melakukan pengayakan digunakan *vibrator* yang dikerjakan selama 15 menit. Adapun susunan beberapa nomor saringan serta ukuran lubang menurut standar Amerika dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Satuan Unit Saringan dan Diameter (Standar Amerika)

No. Saringan	Diameter Lubang (mm)
3	6,35
4	4,75
6	3,35
8	2,36
10	2,00
16	1,18
20	0,85
30	0,60
40	0,42

Lanjutan Tabel 3.5 Satuan Unit Saringan dan Diameter (Standar Amerika)

50	0,30
60	0,25
70	0,21
100	0,15
140	0,106
200	0,075
270	0,053

Sumber: Hardiyatmo (2012)

3.4.2 Pengujian Analisis Hidrometer

Pengujian analisis hidrometer ini dapat digunakan untuk memperoleh distribusi ukuran partikel tanah berdiameter kurang dari 0,075 mm. Pada intinya, analisis hidrometer ini berdasar pada sedimentasi butir tanah dalam air. Di laboratorium, pengujian hidrometer dilakukan pada gelas ukur berbentuk silinder yang memiliki kapasitas 1000 ml. Dalam pengujian hidrometer ini 100 gram tanah kering yang sudah di oven dicampurkan dengan larutan yang biasa digunakan sebagai bahan pendispersi.

3.5 Pemadatan Tanah (*Proctor Standard*)

Pemadatan tanah atau *proctor standard* merupakan sebuah usaha dalam meningkatkan kerapatan tanah dengan memanfaatkan energi mekanis. Tujuan dari pemadatan diperuntukkan dalam mengevaluasi tanah supaya dapat memenuhi syarat kepadatan dalam suatu pekerjaan tertentu. Pemadatan tanah berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga dengan demikian dapat meningkatkan daya dukung pondasi di atasnya dan pemadatan juga dapat mengurangi besarnya penurunan tanah yang tidak diinginkan dan meningkatkan kemantapan lereng timbunan (Das, 1995).

Metode pemeriksaan kepadatan tanah menurut jenis tanah dan besarnya kepadatan yang diperlukan, dengan menggunakan metode *proctor standard* atau pemadatan tanah yang digunakan seperti pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Ukuran Alat Pemadatan Tanah *Proctor Standard*

Metode	Diameter <i>Mold</i>	Benda Uji	Jumlah Lapis	Jumlah Pukulan
A	4" (102 mm)	Lolos No. 4	3	25
B	6" (152 mm)	Lolos No. 4	3	56
C	4" (102 mm)	Lolos No. 3/4	3	25
D	6" (152 mm)	Lolos No. 3/4	3	56

Sumber: ASTM (D 698-70)

Pemadatan tanah yang dipakai dan dilakukan di laboratorium pada penelitian Tugas Akhir ini merupakan pemadatan *proctor standard* metode A dengan acuan ASTM D 698-70. Berikut ukuran, bentuk palu, jumlah lapisan, jumlah pukulan dan volume cetakan dapat dilihat pada Tabel 3.7 dibawah ini.

Tabel 3.7 Ukuran Alat Uji *Proctor Standard* Metode A

Standar ASTM D 698-70	
Palu (Penumbuk)	24,5 N (5,5 lb)
Tinggi Jatuh	305 mm (12 in)
Jumlah Lapisan	3 lapis
Jumlah Tumbukan per Lapisan	25 kali
Benda Uji Tanah	Lolos saringan No. 4
Diameter <i>Mold</i>	4" (102 mm)

Sumber: ASTM (D 698-70)

Dari pemadatan tanah, berat tanah basah yang berada di dalam cetakan dan volumenya yang sudah diketahui maka dari itu berat volume tanah basah (γ) dapat dihitung melalui Persamaan 3.3.

Langkah berikutnya sesudah mencari berat volume tanah basah kemudian mencari kadar air masing-masing sampel tanah yang sudah dipadatkan. Kadar air dapat diperoleh menggunakan Persamaan 3.2.

Selanjutnya mencari nilai berat volume tanah kering (γ_d) setelah nilai berat volume tanah basah dan kadar air diketahui dengan menggunakan Persamaan 3.7 sebagai berikut.

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \quad (3.7)$$

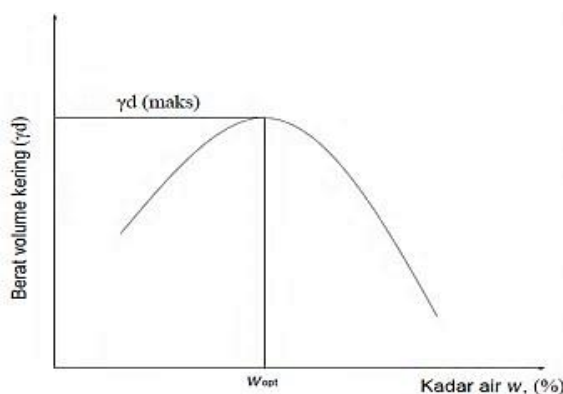
Keterangan:

γ_d = Berat volume tanah kering (gram/cm³),

w = Kadar air (%),

γ_b = Berat volume tanah basah (gram/cm³).

Setelah dilakukan pemadatan kerapatan butiran, kemudian kadar air dan kerapatan keringnya ditentukan. Proses ini diulang setidaknya lima kali dengan tingkat kadar air yang berbeda pada jenis tanah yang sama. Hasil pengujian *proctor standard* dapat digambarkan seperti Gambar 3.7 berikut.



Gambar 3.7 Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

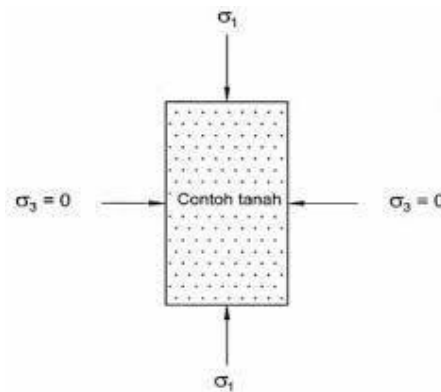
Kurva yang dihasilkan dari pengujian menunjukkan bahwa nilai berat dari volume kering terbesar atau kepadatan maksimum ($\gamma_{d \text{ max}}$) dicapai saat nilai kadar air yang terbaik (W_{optimum}).

3.6 Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Pengujian kuat tekan bebas atau UCT (*Unconfined Compression Test*) merupakan suatu cara yang dilakukan di laboratorium mekanika tanah untuk mengukur seberapa kuat daya dukung tanah dalam menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya dan regangan tanah akibat dari tekanan itu sendiri. Kuat tekan bebas diartikan juga sebagai tegangan pada saat tanah mulai tergeser yang ditunjukkan dengan mulai berkurangnya beban walaupun regangannya bertambah atau tegangan pada saat terjadinya regangan

sebesar 20%. Nilai yang lebih dahulu terjadi diantara keduanya ditetapkan sebagai nilai kuat tekan bebas (Tahta, 2018).

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan besarnya kohesi tanah (c), sudut geser dalam tanah (ϕ) dan kuat tekan bebas tanah (q_u). Kuat tekan bebas tanah adalah besarnya tekanan axial (kg/cm^2) yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah atau besarnya tekanan yang memberikan pemendekan tanah hingga 20%, apabila tanah sampai pemendekan 20% tersebut tanah tidak pecah, maka dianggap runtuh. Pada saat pengujian, benda uji diberi tegangan vertikal sedangkan tegangan selnya sama dengan nol. Contoh skema uji tekan bebas dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8 Skema Uji Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

Berdasarkan Hardiyatmo (2012) kuat tekan bebas dapat dihitung dalam Persamaan 3.8 berikut.

$$q_u = \frac{P}{\Delta \text{terkoreksi}} \quad (3.8)$$

Keterangan:

- q_u = Nilai kuat tekan bebas
- P = Total beban pada sampel
- Δ terkoreksi = Nilai luas terkoreksi

Berdasarkan Das (2011) menghitung kohesi tanah dapat dihitung dalam Persamaan 3.9 berikut.

$$c = \frac{qu}{2tg\alpha} \quad (3.9)$$

Keterangan:

c = Kohesi tanah (kg/cm²)

α = Sudut pecah (°)

Berdasarkan Das (2011) menghitung sudut geser dalam tanah dapat dihitung dalam Persamaan 3.10 berikut.

$$\varphi = 2(\alpha - 45^\circ) \quad (3.10)$$

Keterangan:

φ = Sudut geser dalam tanah (°)

α = Sudut pecah (°)

3.7 Stabilisasi Tanah

Tanah memiliki beragam variasi dan tidak selalu mempunyai sifat yang baik terhadap pemanfaatan seperti halnya pada bidang konstruksi, baik itu konstruksi jalan, gedung maupun infrastruktur yang lain. Dalam hal ini terdapat cara untuk memperbaiki tanah yang buruk yaitu dengan cara stabilisasi.

Stabilisasi tanah merupakan suatu usaha untuk memperbaiki sifat tanah dasar supaya tanah dasar tersebut dapat memiliki kemampuan yang lebih baik dan upaya untuk meningkatkan daya dukung tanah yang memenuhi syarat. Proses stabilisasi tanah ini merupakan pencampuran pada tanah dengan tanah yang lain untuk memperoleh gradasi yang sesuai atau diinginkan serta pencampuran tanah dengan bahan tambah sehingga sifat teknis tanah dapat menjadi lebih baik. Stabilisasi tanah secara garis besar dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Stabilisasi kimia yaitu menambahkan bahan kimia tertentu dengan material tanah, sehingga terjadi reaksi kimia antara tanah dengan bahan pencampurnya yang akan menghasilkan material baru yang memiliki sifat teknis lebih baik.
2. Stabilisasi fisik yaitu mengenakan energi dari beban dinamis atau beban statis ke dalam lapisan tanah, sehingga terjadi dekomposisi baru dalam massa tanah

sehingga memperbaiki karakteristik lapisan tanah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

3. Stabilisasi mekanis yaitu dengan cara tanah dipadatkan.

Penelitian ini melakukan stabilisasi tanah dengan cara kimia yaitu dengan menambahkan asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* sebagai bahan stabilisasi pada tanah berbutir halus.

3.8 Asam Fosfat (H_3PO_4)

Asam fosfat merupakan cairan asam mineral (anorganik) yang memiliki rumus kimia (H_3PO_4). Asam fosfat dibuat dengan cara melebur fosfat anhidrat ke dalam air. Fosfat anorganik maupun organik terdapat dalam tanah. Bentuk anorganiknya adalah senyawa Ca, Fe, Al, dan F. Fosfat organik mengandung senyawa yang berasal dari tanaman dan mikroorganisme dan tersusun dari asam nukleat, fosfolipid dan fitin (Rao, 1994). Penambahan asam fosfat atau senyawa fosfat lainnya ke dalam tanah mampu meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah terhadap air. Asam fosfat akan bereaksi dengan kation dari mineral tanah membentuk senyawa baru yang akan mengikat struktur mineral yang ada di dalam tanah hingga menjadi suatu lapisan yang keras dan tidak dapat larut di dalam air. Jika asam fosfat ditambahkan ke dalam mineral tanah akan terjadi reaksi antara asam fosfat dengan kation yang ada di dalam tanah yang menghasilkan senyawa aluminium atau senyawa besi terutama senyawa aluminium atau senyawa besi terutama senyawa aluminium metafosfat (Ibrahim, 2013).

Stabilisasi tanah menggunakan asam fosfat atau senyawa fosfat lainnya ke dalam tanah mampu untuk meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah terhadap air. Apabila asam fosfat ditambahkan ke dalam mineral tanah maka akan terjadi reaksi antara asam fosfat dengan kation yang ada di dalam tanah yang menghasilkan senyawa aluminium atau senyawa besi terutama senyawa besi metafosfat. Pada kondisi tanah, pori-pori tanah dapat dikeluarkan dengan memberikan *dispersing agent*. Asam fosfat berfungsi sebagai "*dispersing agent*" yang mampu melepaskan ion aluminium yang terdapat pada molekul tanah dengan menghancurkan struktur mineral tanah. Kation aluminium kemudian bereaksi

struktur mineral tanah. Kation aluminium tersebut bereaksi dengan asam fosfat yang membentuk gel aluminium metafosfat dan berfungsi sebagai “*coagulator*” yang akan membekukan tanah. Aluminium metafosfat yang terbentuk akan mengikat struktur mineral yang ada dalam tanah sehingga menjadi suatu lapisan yang keras dan tidak dapat larut dalam air.

3.9 *Fly Ash*

Fly ash adalah limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batu bara dan *fly ash* merupakan material yang memiliki ukuran butiran halus, berwarna keabu-abuan yang diperoleh dari hasil pembakaran batu bara (Hangge, 2021). *Fly ash* mengandung unsur kimia antara lain silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), fero oksida (Fe_2O_3) dan kalsium oksida (CaO), juga mengandung unsur tambahan lain yaitu magnesium oksida (MgO), titanium oksida (TiO_2), alkalin (Na_2O dan K_2O), sulfur trioksida (SO_3), pospor oksida (P_2O_5) dan carbon (Apriyanti, 2014).

Fly ash merupakan material yang memiliki ukuran butiran halus yang dapat dipandang sebagai lanau halus yang tidak plastis berdasarkan klasifikasi *Unified Soil Classification System (USCS)* memiliki sifat *pozzolan*. Sifat *pozzolan*, yaitu suatu bahan yang mengandung silika atau alumina silika yang mempunyai sifat perekat (sementasi) pada dirinya sendiri dengan butirannya yang sangat halus bisa bereaksi secara kimia dengan air membentuk bahan perekat pada *temperature normal* (Sudjianto, 2012). *Fly ash* sendiri tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen, tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh *fly ash* akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat (Setiyono, 2022).

Menurut ASTM C 618 (ASTM 1980, *Annual Books of ASTM Standards*) *fly ash* dibagi menjadi dua kelas yaitu kelas F dan kelas C. Perbedaan utama dari kedua *fly ash* tersebut adalah banyaknya kalsium, silika, aluminium dan kadar besi dalam *fly ash* tersebut. Susunan kimia dan sifat fisik rata-rata abu terbang (*fly ash*), ASTM C 618-78 dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3.8 Susunan Kimia dan Sifat Fisik Rata-rata *Fly Ash*

Parameter		<i>Fly Ash</i>	
		Kelas F	Kelas C
A.	Susunan Kimia		
	Silikon Dioksida (SiO ₂) + Alumunium Oksida	70	50
	(Al ₂ O ₃) + Besi Oksida (Fe ₂ O ₃) min (%)		
	Kalsium Oksida (CaO) (%)	< 10	> 20
	Magnesium Oksida (MgO) maks (%)	5	5
	Sulfur Trioksida (SO ₃) maks (%)	5	5
	Hilang Pijar maks (%)	12	6
	Total Alkali Na ₂ O maks (%)	1,5	1,5
	Kadar Air maks (%)	3	3
B.	Sifat-sifat Fisik		
	Pemuaian dengan <i>autoclave</i> maks (%)	0,8	0,8
	Kehalusan 45 μm maks (%)	34	34

Sumber: ASTM (C 618-78)

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian adalah prosedur pelaksanaan yang digunakan dalam menemukan jawaban dari perkara yang akan diteliti. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Metode ini dilaksanakan dengan melakukan pemeriksaan serta pengujian tanah di laboratorium sesuai dengan data yang diperlukan. Penelitian dilakukan berdasarkan pada jurnal artikel, buku dan standar pengujian umum yang digunakan dalam bidang geoteknik. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penambahan asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* pada tanah berbutir halus terhadap nilai parameter kuat tekan bebas (*unconfined compression test*).

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

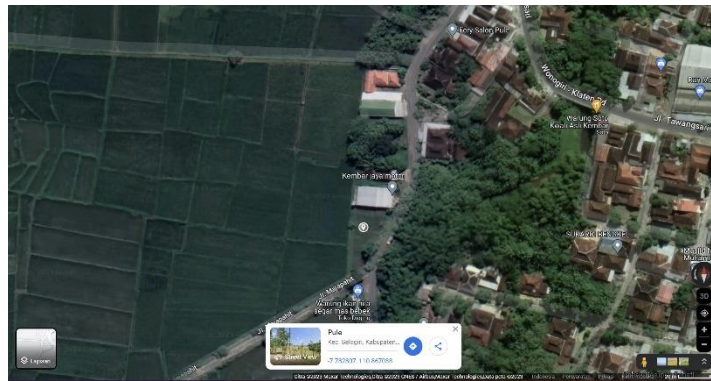
4.3 Bahan dan Benda Uji

4.3.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah berbutir halus, asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*.

1. Tanah Berbutir Halus

Tanah berbutir halus ini berasal dari Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. Pengambilan sampel dilangsungkan pada kondisi tanah yang terganggu (*disturbed*) yaitu tanah asli yang langsung dimasukkan kedalam karung. Lokasi pengambilan sampel tanah asli dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Asli

2. Asam Fosfat (H_3PO_4)

Asam fosfat (H_3PO_4) merupakan bahan tambah berbentuk cairan yang digunakan untuk stabilisasi tanah. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan asam fosfat (H_3PO_4) pada beberapa variasi yang sudah ditentukan hingga ditemukan variasi yang ideal untuk meningkatkan daya dukung tanah. Bahan tambah asam fosfat (H_3PO_4) dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Asam Fosfat (H_3PO_4)

3. *Fly Ash*

Pada pengujian ini menggunakan bahan tambah berupa *fly ash*. *Fly ash* yang digunakan merupakan limbah pembakaran batu bara dari PT. PLN Indonesia Power PLTU Jawa Tengah 2 Adipala OMU, Cilacap, Jawa Tengah. Bahan tambah *fly ash* dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3 *Fly Ash*

4.3.2 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel

Penelitian ini terdiri dari variasi penambahan bahan stabilisasi berupa asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*. Variasi campuran tanah memiliki tujuan untuk mengetahui besar presentase peningkatan nilai parameter kuat tekan bebas pada variasi sampel tanah saat dilakukan uji kuat tekan bebas (*unconfined compression test*). Variasi campuran benda uji yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Variasi Campuran Sampel Tanah

Tipe	Variasi Campuran Benda Uji	Keterangan
A	Tanah Asli (TA)	% × berat kering tanah
B	TA + 2% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	% × berat kering tanah
C	TA + 4% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	% × berat kering tanah
D	TA + 6% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	% × berat kering tanah
E	TA + 8% <i>Fly Ash</i>	% × berat kering tanah
F	TA + 12% <i>Fly Ash</i>	% × berat kering tanah
G	TA + 8% <i>Fly Ash</i> + 2% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	% × berat kering tanah
H	TA + 8% <i>Fly Ash</i> + 4% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	% × berat kering tanah
I	TA + 8% <i>Fly Ash</i> + 6% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	% × berat kering tanah
J	TA + 12% <i>Fly Ash</i> + 2% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	% × berat kering tanah
K	TA + 12% <i>Fly Ash</i> + 4% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	% × berat kering tanah
L	TA + 12% <i>Fly Ash</i> + 6% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	% × berat kering tanah

Penelitian ini melakukan beberapa pengujian untuk memperoleh hasil serta perbandingan dari campuran bahan tambah tersebut. Untuk mendapatkan perbandingan hasil yang sesuai pada campuran bahan tambah diperlukan jumlah sampel untuk perbandingan, maka jumlah sampel pada masing-masing pengujian dibuat minimal 2 buah sampel, sehingga jumlah sampel masing-masing pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Jumlah Sampel Tanah Setiap Pengujian

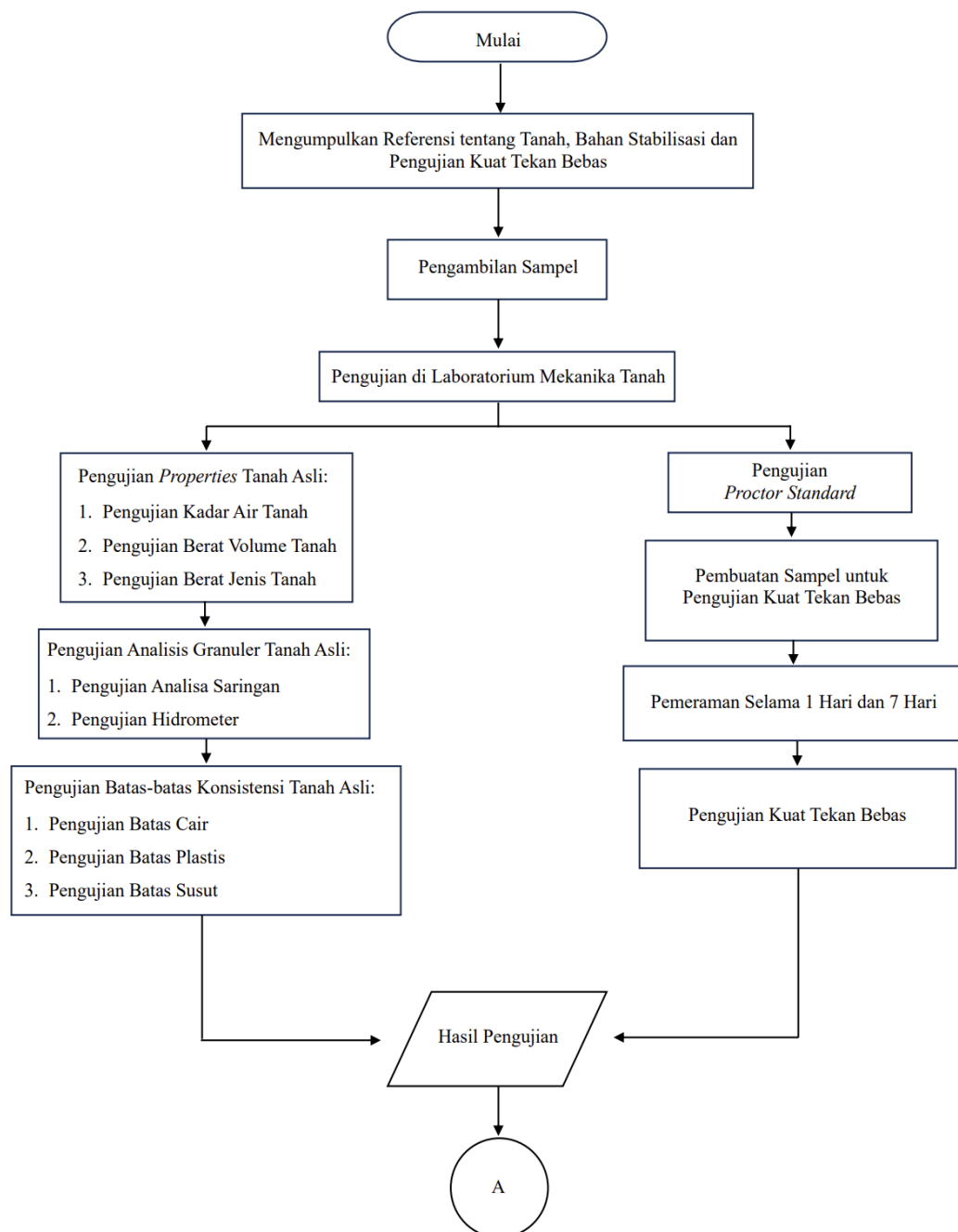
No.	Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji	Satuan
1.	Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli		
	a. Pengujian Kadar Air	2	buah
	b. Pengujian Berat Volume	2	buah
	c. Pengujian Berat Jenis	2	buah
	d. Pengujian Batas Cair	2	buah
	e. Pengujian Batas Plastis	2	buah
	f. Pengujian Batas Susut	2	buah
	g. Pengujian Analisa Saringan	2	buah
	h. Pengujian Analisa Hidrometer	2	buah
2.	Pengujian Pematatan Tanah (<i>Proctor Standard</i>) Tanah Asli	2	buah
3.	Pengujian Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>)		
	a. Tanah Asli	2	buah
	b. Pemeraman 1 Hari		
	1) TA + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)	2	buah
	2) TA + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)	2	buah
	3) TA + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)	2	buah
	4) TA + 8% <i>Fly Ash</i>	2	buah
	5) TA + 12% <i>Fly Ash</i>	2	buah
	6) TA + 8% <i>Fly Ash</i> + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)	2	buah

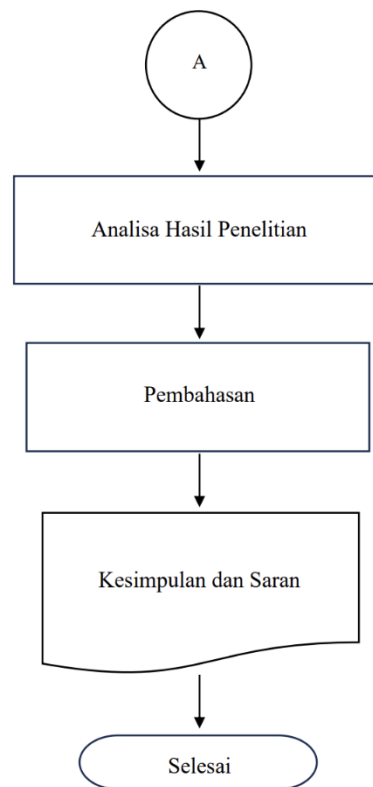
Lanjutan Tabel 4.2 Jumlah Sampel Tanah Setiap Pengujian

No.	Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji	Satuan
	7) TA + 8% <i>Fly Ash</i> + 4% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	8) TA + 8% <i>Fly Ash</i> + 6% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	9) TA + 12% <i>Fly Ash</i> + 2% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	10) TA + 12% <i>Fly Ash</i> + 4% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	11) TA + 12% <i>Fly Ash</i> + 6% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	c. Pemeraman 7 Hari		
	1) TA + 2% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	2) TA + 4% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	3) TA + 6% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	4) TA + 8% <i>Fly Ash</i>	2	buah
	5) TA + 12% <i>Fly Ash</i>	2	buah
	6) TA + 8% <i>Fly Ash</i> + 2% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	7) TA + 8% <i>Fly Ash</i> + 4% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	8) TA + 8% <i>Fly Ash</i> + 6% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	9) TA + 12% <i>Fly Ash</i> + 2% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	10) TA + 12% <i>Fly Ash</i> + 4% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	11) TA + 12% <i>Fly Ash</i> + 6% Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	2	buah
	Jumlah Benda Uji	64	buah

4.4 Bagan Alir Penelitian

Adapun bagan alir penelitian atau *flowchart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.





Gambar 4.4 Bagan Alir atau *Flowchart* Penelitian

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang digunakan adalah data pengujian langsung yang diperoleh melalui pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pada penelitian ini dilakukan pengujian meliputi pengujian terhadap sifat fisik tanah asli, sifat mekanis tanah asli dan pengaruh penambahan bahan stabilisasi tanah berupa asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* terhadap parameter kuat tekan bebas (*unconfined compression test*).

5.1.1 Pengujian Kadar Air

Kadar air tanah (w) merupakan nilai perbandingan antara berat air (W_w) dengan berat kering tanah (W_s). Pengujian kadar air ini bertujuan untuk mengetahui kadar air sampel tanah asli yang di uji. Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli

Uraian	Satuan	Hasil	
		1	2
Berat Container, W_1	gram	5,57	7,44
Berat Container + Tanah Basah, W_2	gram	55,65	63,67
Berat Container + Tanah Kering, W_3	gram	43,40	49,43
Berat Air, $W_w = W_2 - W_3$	gram	12,25	14,24
Berat Tanah Kering, $W_s = W_3 - W_1$	gram	37,83	41,99
Kadar Air, $w = (W_w/W_s) \times 100 \%$	%	32,38	33,91
Kadar air rata-rata, $w_{rata-rata}$	%	33,15	

Berdasarkan hasil pengujian kadar air diketahui bahwa sampel tanah asli yang berasal dari Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah, memiliki nilai kadar air rata-rata sebesar 33,15%.

5.1.2 Pengujian Berat Volume

Berat volume tanah (γ) merupakan nilai perbandingan antara berat tanah total (W) termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan volume tanah (V). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat volume sampel tanah asli yang di uji. Hasil pengujian berat volume dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli

Uraian	Satuan	Hasil	
		1	2
Diameter Ring, d	cm	5	5
Tinggi Ring, t	cm	2,03	2,03
Volume Ring, V	cm ³	39,85	39,85
Berat Ring, W ₁	gram	34,16	34,16
Berat Ring + Tanah Basah, W ₂	gram	103,58	103,02
Berat Tanah Basah, W ₃ = W ₂ - W ₁	gram	69,42	68,86
Berat Volume Tanah, γ	gram/cm ³	1,742	1,728
Berat Volume Tanah Rata-rata, $\gamma_{rata-rata}$	gram/cm ³	1,735	

Berdasarkan hasil pengujian berat volume diketahui bahwa sampel tanah asli yang berasal dari Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah, memiliki berat volume tanah rata-rata sebesar 1,735 gram/cm³.

5.1.3 Pengujian Berat Jenis

Berat jenis (G_s) tanah merupakan perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s), dengan berat volume air (γ_w) pada temperature tertentu. Berikut merupakan hasil pengujian berat jenis yang dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

Uraian	Satuan	Hasil	
		1	2
Berat Piknometer, W_1	gram	42,09	39,25
Berat Piknometer + Tanah Kering, W_2	gram	66,91	66,51
Berat Piknometer + Tanah + Air Penuh, W_3	gram	159,57	154,93
Berat Piknometer + Air Penuh, W_4	gram	144,39	138,19
Suhu Air, t	°C	26,5	26,5
Berat Volume Tanah pada Suhu $T^{\circ}\text{C}$, γ_w pada suhu t ($^{\circ}\text{C}$)	gram/cm ³	0,997	0,997
Berat Volume Tanah pada Suhu $27,5^{\circ}\text{C}$, γ_w pada suhu ($27,5^{\circ}\text{C}$)	gram/cm ³	0,996	0,996
Berat Tanah Kering, $W_s = W_2 - W_1$	gram	24,82	27,26
$A = W_s + W_4$	gram	169,21	165,45
$I = A - W_3$	gram	9,64	10,52
Berat Jenis Tanah pada Suhu $T^{\circ}\text{C}$, $G_s(t^{\circ}\text{C}) = W_s/I$	-	2,57	2,59
Berat Jenis Tanah pada Suhu $27,5^{\circ}\text{C}$, $G_s(27,5^{\circ}\text{C}) = G_s(t^{\circ}\text{C}) \times (\gamma_w t^{\circ}\text{C} / \gamma_w 27,5^{\circ}\text{C})$	-	2,58	2,59
Berat Jenis Rata-rata Tanah pada Suhu $27,5^{\circ}\text{C}$, $G_s(27,5^{\circ}\text{C})$ rata-rata	-	2,58	

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis diketahui bahwa sampel tanah asli yang berasal dari Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah, didapatkan memiliki nilai berat jenis rata-rata tanah sebesar 2,58.

5.1.4 Pengujian Batas-batas Konsistensi (*Atteberg Limit*)

Pengujian *atteberg limit* ini bertujuan untuk menentukan angka-angka konsistensi yang menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak dengan mempertimbangkan kandungan kadar air tanah. Pengujian ini terdiri dari batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*) dan batas susut (*shrinkage limit*).

1. Pengujian Batas Cair

Pengujian batas cair bertujuan untuk mengetahui batas cair dari suatu sampel tanah yang digunakan. Pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui jenis dan sifat-sifat pada tanah yang lolos saringan No. 40. Hasil pengujian batas cair tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 berikut ini.

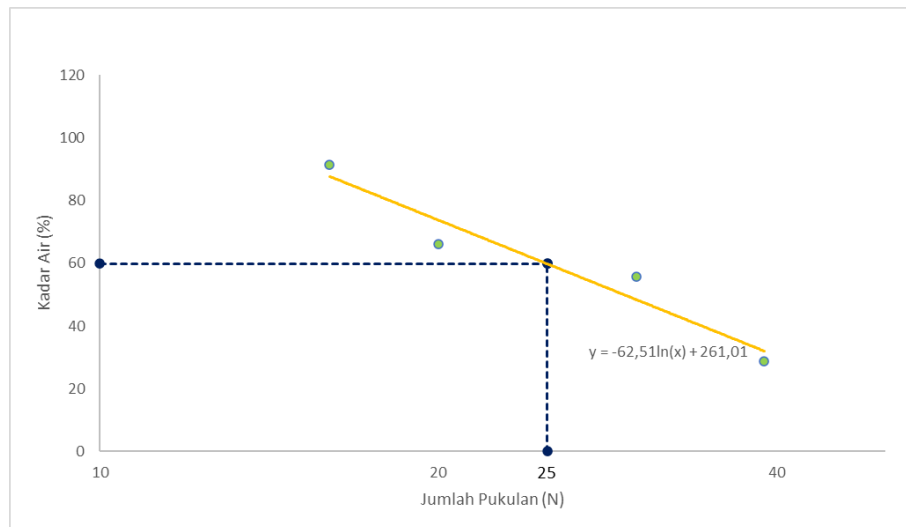
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1

Uraian	Satuan	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
Berat Cawan, W_1	gram	12,80	7,46	6,41	7,04	5,82	13,08	5,54	6,43
Berat Cawan + Tanah Basah, W_2	gram	28,25	27,37	20,65	21,22	26,88	24,70	25,98	27,43
Berat Cawan + Tanah Kering, W_3	gram	20,86	17,89	15,01	15,55	19,44	20,49	21,43	22,72
Berat Air, W_w	gram	7,39	9,48	5,64	5,67	7,44	4,21	4,55	4,71
Berat Tanah Kering, W_s	gram	8,06	10,43	8,60	8,51	13,62	7,41	15,89	16,29
Kadar Air, w	%	91,687	90,891	65,581	66,627	54,625	56,815	28,634	28,913
Kadar Air Rata-rata, $w_{rata-rata}$	%	91,290		66,104		55,720		28,774	
Jumlah Pukulan, N		16		20		30		39	

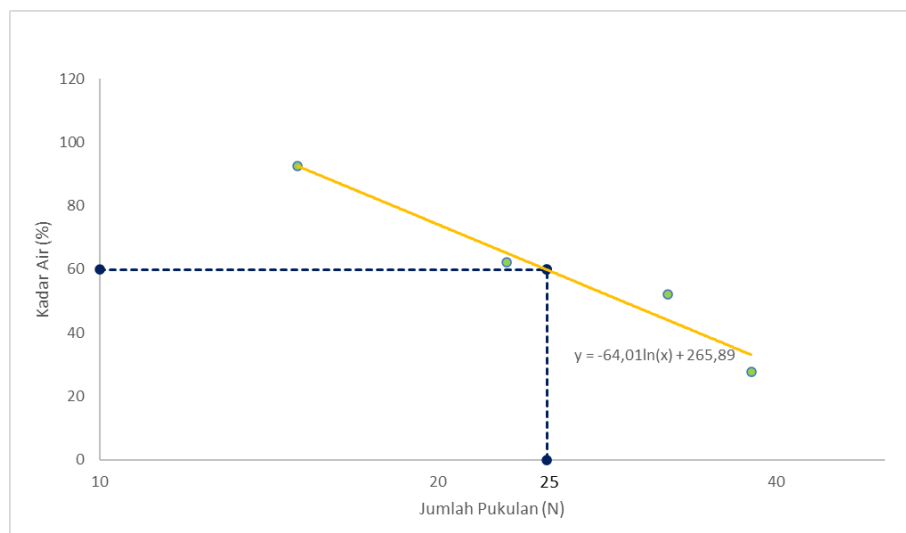
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 2

Uraian	Satuan	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
Berat Cawan, W_1	gram	13,40	5,73	6,83	12,68	5,27	7,68	5,71	6,80
Berat Cawan + Tanah Basah, W_2	gram	24,11	26,61	21,34	22,94	24,35	25,23	26,35	27,01
Berat Cawan + Tanah Kering, W_3	gram	18,93	16,63	15,79	18,99	17,87	19,15	21,78	22,71
Berat Air, W_w	gram	5,18	9,98	5,55	3,95	6,48	6,08	4,57	4,30
Berat Tanah Kering, W_s	gram	5,53	10,90	8,96	6,31	12,60	11,47	16,07	15,91
Kadar Air, w	%	93,670	91,559	61,942	62,599	51,428	53,007	28,438	27,027
Kadar Air Rata-rata, $w_{rata-rata}$	%	92,615		62,271		52,218		27,733	
Jumlah Pukulan, N		15		23		32		38	

Berdasarkan hasil perhitungan dari pengujian batas cair diatas dapat ditunjukkan dalam bentuk grafik hubungan antara nilai kadar air (%) dengan jumlah pukulan (n) yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.1 Grafik Batas Cair Tanah Asli Sampel 1



Gambar 5.2 Grafik Batas Cair Tanah Asli Sampel 2

Berdasarkan grafik dari pengujian batas cair diatas didapatkan nilai dari batas cair tanah asli. Adapun hasil dari pengujian batas cair dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas Cair Rata-rata

Sampel	Satuan	Hasil
Tanah Asli Sampel 1	%	59,798
Tanah Asli Sampel 2	%	59,850
Rata-rata	%	59,824

Dari hasil perhitungan pengujian batas cair tanah asli di Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah mendapatkan nilai batas cair rata-rata sebesar 59,824%.

2. Pengujian Batas Plastis

Pengujian batas plastis bertujuan untuk dapat mengetahui kadar air tanah dalam kondisi plastis. Hasil dari pengujian batas plastis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut ini.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Batas Plastis

Uraian	Satuan	Sampel 1		Sampel 2	
		1	2	1	2
Berat Cawan, W_1	gram	6,82	7,15	5,98	6,32
Berat Cawan + Tanah Basah, W_2	gram	24,23	22,38	24,72	25,19
Berat Cawan + Tanah Kering, W_3	gram	19,75	18,46	20,14	20,31
Berat Air, W_w	gram	4,48	3,92	4,58	4,88
Berat Tanah Kering, W_s	gram	12,93	11,31	14,16	13,99
Kadar Air, w	gram	34,648	34,660	32,345	34,882
Batas Plastis	%	34,654		33,613	
Batas Plastis rata-rata	%	34,134			

Berdasarkan hasil dari pengujian batas plastis tanah asli menunjukkan bahwa nilai batas plastis rata-rata sampel tanah dari Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah adalah sebesar 34,134%.

3. Pengujian Batas Susut

Pengujian batas susut bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah pada kondisi batas susut. Hasil pengujian batas plastis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Batas Susut

Uraian	Simbol	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat Cawan Susut	W_1	gram	36,69	36,89
Berat Cawan Susut + Tanah Basah	W_2	gram	60,21	61,77
Berat Cawan Susut + Tanah Kering	W_3	gram	51,02	52,47
Berat Tanah Kering	W_0	gram	14,33	15,58
Kadar Air	w	gram	64,131	59,692
Volume Cawan Susut				
Diameter Ring	d	cm	4,125	4,125
Tinggi Ring	t	cm	1,35	1,35
Volume Ring	V	cm ³	18,032	18,032
Volume Tanah Kering				
Berat Air Raksa yang Terdesak Tanah Kering + Gelas Ukur	W_4	gram	172,15	167,44
Berat Gelas Ukur	W_5	gram	48,67	45,24
Berat Air Raksa	W_6	gram	123,48	122,20
Berat Tanah Kering	W_0	gram	14,33	15,58
Volume Tanah Kering	V_0	cm ³	9,079	8,985
Batas Susut				
Batas Susut Tanah	SL	%	1,655	1,624
Batas Susut Tanah rata-rata	$SL_{rata-rata}$	%	1,639	

Berdasarkan hasil pengujian batas susut tanah asli menunjukkan bahwa nilai batas susut rata-rata sampel tanah dari Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah adalah sebesar 1,639%.

4. Indeks Plastisitas

Indeks Plastisitas (*PI*) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Nilai batas plastis dan batas cair memiliki hubungan yang mana selisih nilainya merupakan nilai indeks plastisitas (*PI*) suatu tanah. Nilai indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Berdasarkan nilai batas cair dan batas plastis maka dapat diperoleh nilai indeks plastisitas (*PI*). Hasil dari perhitungan indeks plastisitas dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Indeks Plastisitas

Uraian	Satuan	Hasil	
		Sampel 1	Sampel 2
Batas Cair	%	59,798	59,850
Batas Plastis	%	34,654	33,613
Indeks Plastisitas	%	25,144	26,236
Indeks Plastisitas Rata-rata	%	25,690	

Berdasarkan hasil dari perhitungan indeks plastisitas tersebut menunjukkan bahwa nilai indeks plastisitas rata-rata sampel tanah asli dari Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah adalah sebesar 25,690%.

5.1.5 Pengujian Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan bertujuan untuk mengetahui pendistribusian ukuran butir tanah atau menentukan presentase ukuran butiran tanah yang tertahan saringan No. 200. Pengujian ini menggunakan 2 sampel tanah yang memiliki berat masing-masing sebesar 1000 gram. Hasil dari pengujian analisa saringan dapat dilihat pada Tabel 5.10, Tabel 5.11 dan Tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 1

Nomor Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Tanah Tertahan (gram)	Berat Tanah Lolos (gram)	Presentase Tanah Tertahan (%)	Presentase Tanah Lolos (%)
4	4,475	2,32	997,678	0,232	99,768
10	2	6,74	990,935	0,674	99,094
20	0,85	11,31	979,624	1,131	97,962
40	0,425	13,84	965,778	1,385	96,578
60	0,25	11,57	954,202	1,158	95,420
140	0,106	40,36	913,836	4,037	91,384
200	0,075	16,57	897,261	1,658	89,726
Pan		897,261	0	89,726	0
Total		1000		100,0	
Berat Tanah Mula-mula				1000	gram
Presentase Lolos Saringan No. 200				89,726	%

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 2

Nomor Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Tanah Tertahan (gram)	Berat Tanah Lolos (gram)	Presentase Tanah Tertahan (%)	Presentase Tanah Lolos (%)
4	4,475	4,74	995,260	0,474	99,526
10	2	5,36	989,900	0,536	98,990
20	0,85	8,17	981,730	0,817	98,173
40	0,425	11,80	969,930	1,180	96,993
60	0,25	20,22	949,710	2,022	94,971
140	0,106	60,62	889,090	6,062	88,909
200	0,075	24,84	864,250	2,484	86,425
Pan		864,250	0	86,425	0
Total		1000		100,0	
Berat Tanah Mula-mula				1000	gram
Presentase Lolos Saringan No. 200				86,425	%

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Analisa Saringan Rata-rata

Nomor Saringan	Diameter Saringan (mm)	Presentase Tanah Lolos Sampel 1 (%)	Presentase Tanah Lolos Sampel 2 (%)	Presentase Tanah Lolos Rata-rata (%)
4	4,475	99,768	99,526	99,647
10	2	99,094	98,990	99,042
20	0,85	97,962	98,173	98,068
40	0,425	96,578	96,993	96,785
60	0,25	95,420	94,971	95,196
140	0,106	91,384	88,909	90,146
200	0,075	89,726	86,425	88,076
Pan		0	0	0
Presentase Lolos Saringan No. 200			88,076	%

Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan diatas maka diperoleh bahwa sampel tanah yang digunakan dalam pengujian merupakan tanah berbutir halus, untuk mengetahui diameter butiran tanah yang lolos saringan No. 200 serta mengetahui nilai presentase kadar lanau dan lempungnya perlu dilakukan pengujian hidrometer. Pengujian hidrometer dilakukan menggunakan dua sampel, setiap sampelnya diambil sebesar 60 gram dari tanah yang lolos saringan No. 200. Hasil dari pengujian hidrometer dapat dilihat pada Tabel 5.13, 5.14 dan 5.15 berikut ini.

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Hidrometer Sampel 1

Jam	Suhu	Pembacaan Hidrometer, Ra	Pembacaan Hidrometer Terko reksi, Rc	% Lolos	Hyd. Terko reksi Minis kus, R	Kedalaman Efektif, L	L/t	k	Diameter, D
menit	°C					cm			mm
0	26	45	47	70,70	48	8,4	0	0,0130	0
2	26	41	43	64,69	44	9,1	4,55	0,0130	0,0278
5	26	34	36	54,15	37	10,2	2,04	0,0130	0,0186
30	26	26	28	42,12	29	11,5	0,383	0,0130	0,0081
60	26	22	24	36,10	25	12,2	0,203	0,0130	0,0059
250	26	12	14	21,06	15	13,8	0,055	0,0130	0,0031
1440	26	4	6	9,02	7	15,2	0,010	0,0130	0,0013

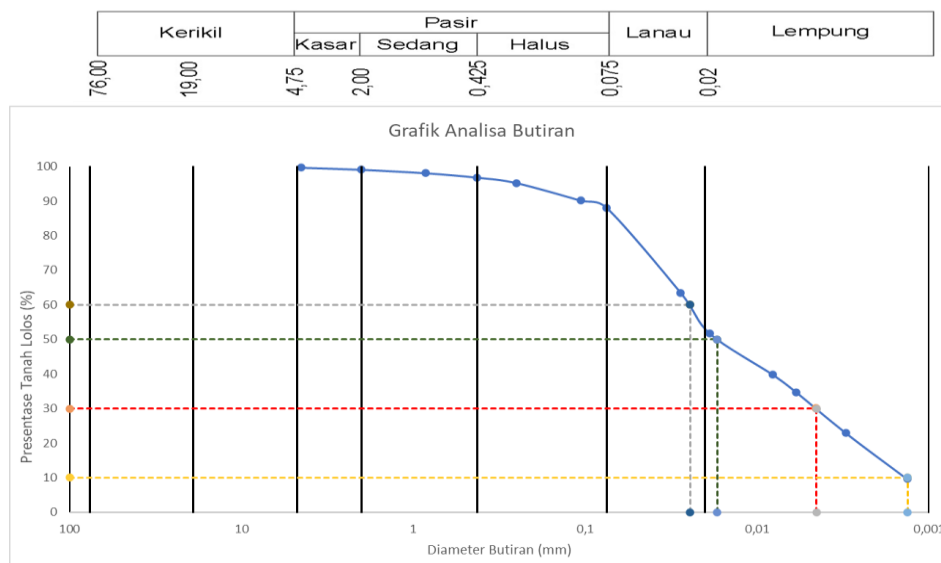
Tabel 5.14 Hasil Pengujian Hidrometer Sampel 2

Jam	Suhu	Pembacaan Hidrometer, Ra	Pembacaan Hidrometer Terko reksi, Rc	% Lolos	Hyd. Terko reksi Minis kus, R	Kedalaman Efektif, L	L/t	K	Diameter, D
menit	°C					cm			mm
0	26	50	52	75,35	53	7,6	0	0,0130	0
2	26	41	43	62,31	44	9,1	4,55	0,0130	0,0278
5	26	32	34	49,26	35	10,6	2,12	0,0130	0,0190
30	26	24	26	37,67	27	11,9	0,396	0,0130	0,0082
60	26	21	23	33,32	24	12,4	0,206	0,0130	0,0059
250	26	15	17	24,63	18	13,3	0,053	0,0130	0,0030
1440	26	5	7	10,14	8	15,0	0,010	0,0130	0,0013

Tabel 5.15 Hasil Pengujian Hidrometer Rata-rata

Jam	Suhu	Pembacaan Hidrometer, Ra	Pembacaan Hidrometer Terko reksi, Rc	% Lolos	Hyd. Terko reksi Minis kus, R	Kedalaman Efektif, L	L/t	k	Diameter, D
menit	°C					cm			mm
0	26	47,5	49,5	73,09	50,5	8	0	0,0130	0
2	26	41	43	63,50	44	9,1	4,55	0,0130	0,0278
5	26	33	35	51,68	36	10,4	2,08	0,0130	0,0188
30	26	25	27	39,87	28	11,7	0,39	0,0130	0,0081
60	26	21,5	23,5	34,70	24,5	12,3	0,205	0,0130	0,0059
250	26	13,5	15,5	22,88	16,5	13,55	0,054	0,0130	0,0030
1440	26	4,5	6,5	9,59	7,5	15,1	0,010	0,0130	0,0013

Dari hasil pengujian analisa saringan tanah dan pengujian hidrometer diatas didapatkan presentase jenis agregat berdasarkan ukuran butirannya yang dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut.

**Gambar 5.3 Grafik Analisa Distribusi Butiran Tanah Asli Rata-rata**

Seperti yang tersaji pada Gambar 5.3 diatas terlihat presentase pengelompokan yang didasarkan pada ukuran butiran pada pengujian analisa saringan dan hidrometer tanah asli rata-rata. Hasil perhitungan presentase dari pengujian yang telah dilaksanakan, disajikan dan dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut ini.

Tabel 5.16 Hasil Presentase Fraksi Butiran Tanah Sampel Rata-rata

Keterangan	Hasil	Satuan
Tanah Lolos Saringan #200	88,076	%
Kerikil	0,353	%
Pasir	11,924	%
Lanau	36,390	%
Lempung	51,686	%
D10	0,0013	mm
D30	0,005	mm
D60	0,0245	mm
$C_u = D_{60}/D_{10}$	18,421	
$C_c = D_{30}^2/(D_{10} \times D_{60})$	0,621	

Berdasarkan Tabel 5.16 diatas dapat diketahui nilai presentase dari berbagai jenis ukuran butiran yang ada dalam sampel uji analisa saringan tanah dan hidrometer, hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah di daerah Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah memiliki kandungan kerikil sebesar, pasir, lanau, lempung.

5.1.6 Pengujian Pemadatan Tanah (*Proctor Standard*)

Pengujian pemadatan tanah (*proctor standard*) merupakan sebuah pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai dari kepadatan maksimum (*maximum dry density/MDD*) dan kadar air optimum (*optimum moisture content/OMC*) dari suatu sampel tanah dengan cara pemadatan. Pengujian pemadatan tanah dilakukan dengan cara memberi tambahan air dengan volume dan interval tertentu kepada sampel tanah sampai sampel mengalami penurunan berat volume. Penyebab penurunan berat volume adalah air yang mulai mengisi rongga pori yang sebelumnya terisi butiran tanah, sehingga butiran tanah tidak bisa mengisi rongga saat dilakukan pemadatan. Penambahan air terhadap berat volume tanah sangat berpengaruh. Berikut data penambahan air yang dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan Tabel 5.18 berikut.

Tabel 5.17 Data Penambahan Air Sampel 1

Uraian	Satuan	Sampel 1				
		1	2	3	4	5
Berat Sampel Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula (w)	%	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Berat Cetakan	gram	1744	1744	1744	1744	1744
Berat Cetakan + Tanah Basah	gram	3233	3383	3445	3432	3422
Berat Tanah Basah	gram	1489	1639	1701	1688	1678
Berat Volume Tanah Basah (γ)	gram/cm ³	1,566	1,724	1,789	1,775	1,765

Tabel 5.18 Data Penambahan Air Sampel 2

Uraian	Satuan	Sampel 2				
		1	2	3	4	5
Berat Sampel Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula (w)	%	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Berat Cetakan	gram	1744	1744	1744	1744	1744
Berat Cetakan + Tanah Basah	gram	3224	3340	3445	3420	3405
Berat Tanah Basah	gram	1480	1596	1701	1676	1661
Berat Volume Tanah Basah (γ)	gram/cm ³	1,557	1,679	1,789	1,763	1,747

Korelasi dari berat volume tanah (γ) dengan berat volume kering (γ_d) dapat dihitung dan dipahami dengan persamaan (3.7). Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 5.19 dan Tabel 5.20 berikut ini.

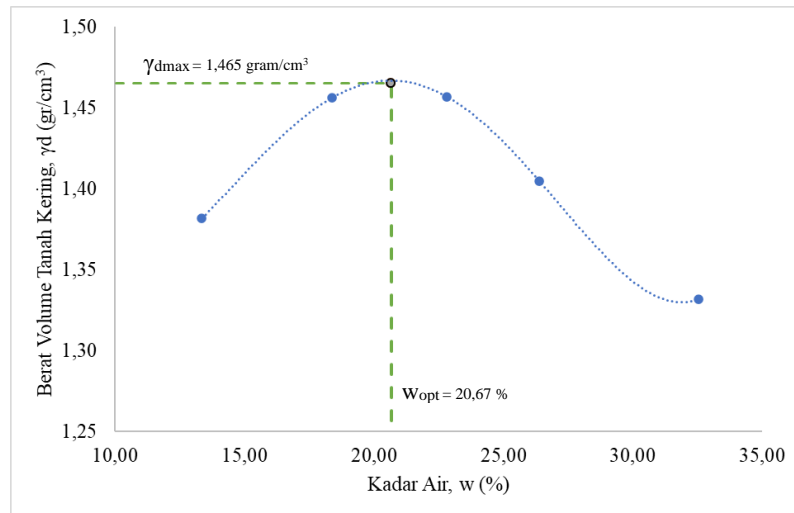
Tabel 5.19 Hasil Pengujian Proctor Standard Sampel 1

Uraian	Satuan	1		2		3		4		5	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Berat Cawan	gram	5,55	6,86	9,09	9,29	7,14	6,71	8,96	8,01	5,95	6,97
Berat Cawan + Tanah Basah	gram	15,14	22,97	35,53	30,22	42,77	29,53	41,85	24,47	29,59	31,45
Berat Cawan + Tanah Kering	gram	14,08	20,96	31,45	26,95	36,27	25,22	35,07	20,99	23,81	25,42
Berat Air	gram	1,06	2,01	4,08	3,27	6,5	4,31	6,78	3,48	5,78	6,03
Berat Tanah Kering	gram	8,53	14,1	22,36	17,66	29,13	18,51	26,11	12,98	17,86	18,45
Kadar Air	%	12,43	14,26	18,25	18,52	22,31	23,28	25,97	26,81	32,36	32,68
Kadar Air rata-rata	%	13,34		18,38		22,80		26,39		32,52	
Berat Volume Tanah Kering	gram/cm ³	1,382		1,456		1,457		1,405		1,332	

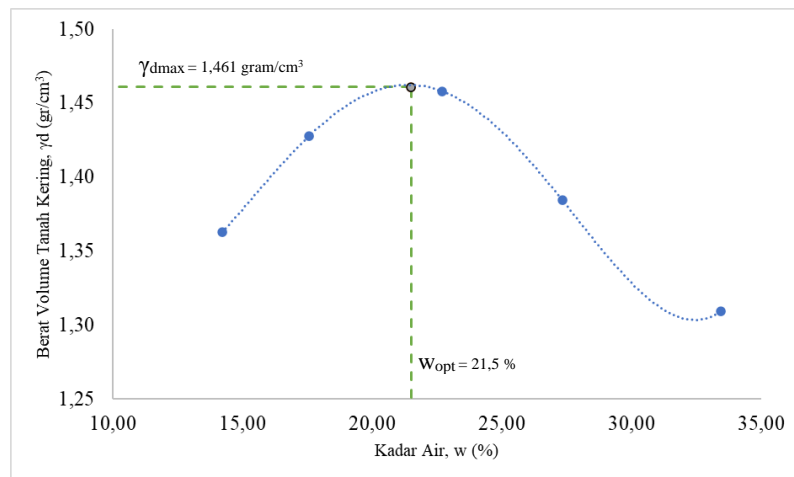
Tabel 5.20 Hasil Pengujian Proctor Standard Sampel 2

Uraian	Satuan	1		2		3		4		5	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Berat Cawan	gram	6,51	7,55	7,68	6,96	8,87	8,96	7,75	8,9	8,96	8,94
Berat Cawan + Tanah Basah	gram	35,81	27,73	32,28	34,48	31,46	23,24	21,49	28,51	36,55	32,58
Berat Cawan + Tanah Kering	gram	32,17	25,21	28,4	30,6	27,14	20,69	18,45	24,43	29,65	26,64
Berat Air	gram	3,64	2,52	3,88	3,88	4,32	2,55	3,04	4,08	6,9	5,94
Berat Tanah Kering	gram	25,66	17,66	20,72	23,64	18,27	11,73	10,7	15,53	20,69	17,7
Kadar Air	%	14,18	14,27	18,72	16,41	23,64	21,73	28,41	26,27	33,34	33,55
Kadar Air rata-rata	%	14,22		17,56		22,69		27,34		33,45	
Berat Volume Tanah Kering	gram/cm ³	1,363		1,428		1,458		1,384		1,309	

Dari perhitungan diatas dipresentasikan grafik dari hubungan berat volume kering dengan kadar air sehingga diperoleh berat volume tanah kering maksimum dan kadar air optimum. Grafik dari korelasi antara berat volume tanah kering dan kadar air tanah asli dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.4 Grafik Proctor Standard Sampel 1



Gambar 5.5 Grafik Proctor Standard Sampel 2

Dari grafik tersebut didapatkan berat volume tanah kering maksimum dan kadar air optimum tanah asli. Hasil berat volume kering maksimum dan kadar air optimum dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut.

Tabel 5.21 Hasil Pengujian Proctor Standard Tanah Asli

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Kadar Air Optimum	%	20,67	21,5	21,085
Berat Volume Tanah Kering Maksimum	gram/cm ³	1,465	1,461	1,463

Hasil dari pengujian *proctor standard* atau pemadatan tanah asli menunjukkan bahwa nilai berat volume tanah kering rata-rata dan kadar air optimum rata-rata sampel tanah di Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah adalah 1,463 gram/cm³ dan 21,085%.

5.1.7 Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Pengujian kuat tekan bebas bertujuan untuk menentukan besarnya sudut geser dalam (ϕ), kohesi (c) dan kuat tekan bebas (q_u). Pengujian kuat tekan bebas pada penelitian Tugas Akhir ini terdiri dari pengujian kuat tekan bebas tanah asli dan pengujian kuat tekan bebas tanah asli dengan menggunakan bahan tambah stabilisasi yaitu asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*. Bahan tambah asam fosfat (H_3PO_4) dengan presentase sebesar 2%, 4% dan 6% terhadap berat sampel uji dan *fly ash* dengan presentase bahan tambah sebesar 8% dan 12% terhadap berat sampel uji, serta dengan lama pemeraman masing-masing 1 hari dan 7 hari.

1. Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Asli

Berikut merupakan contoh hasil perhitungan dari pengujian kuat tekan bebas tanah asli sampel 1 sebagai berikut.

$$\text{LRC} = 0,506 \text{ kg/div}$$

$$\text{Luas AO} = 10,406 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tinggi Lo} = 7,09 \text{ cm}$$

$$\text{Total deformation } \Delta L = \frac{360}{1000} = 0,36 \text{ mm}$$

$$\text{Pembacaan load dial} = 44$$

$$\begin{aligned} \text{Total load, P} &= 44 \times 0,506 \\ &= 22,264 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Regangan, } \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{0,36}{7,09} = 5,078 \%$$

$$\text{Luas Terkoreksi, A} = \frac{A_0}{1-\varepsilon} = \frac{10,406}{1-0,05078} = 10,963 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tegangan, } \sigma = \frac{P}{A} = \frac{22,264}{10,963} = 2,031 \text{ kg/cm}^2$$

Pada pembacaan dial 360 terbaca dial beban 44 dengan beban 22,264 kg.

Tegangan, $q_u = \sigma = \frac{P}{A} = 2,031 \text{ kg/cm}^2$, setelah sampel mencapai beban maksimumnya, sampel akan mengalami keruntuhan atau retak, maka dilakukan pengukuran sudut pada retakan yang ada pada sampel tanah tersebut.

Berikut merupakan gambar dari hasil pengujian kuat tekan bebas yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

Dari hasil pembacaan beban maksimum dan sudut keruntuhan dapat dihitung kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

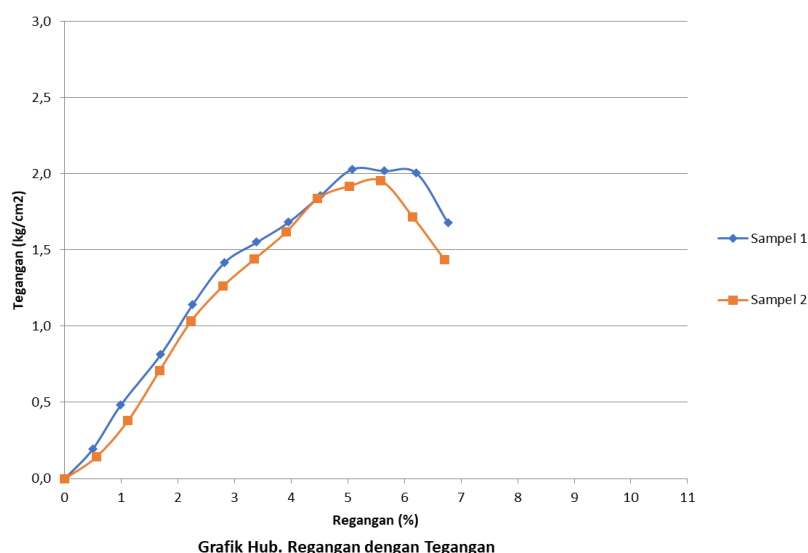
Berikut contoh dari perhitungan kohesi pada tanah asli.

$$\begin{aligned} \text{Kohesi, } c &= \frac{qu}{2 \times \text{tg}\alpha} \\ &= \frac{2,031}{2 \times \text{tg } 65} \\ &= 0,474 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Berikut contoh perhitungan sudut geser dalam pada tanah asli.

$$\begin{aligned} \text{Sudut geser dalam, } \phi &= 2 \times (\alpha - 45^\circ) \\ &= 2 \times (65 - 45^\circ) \\ &= 40^\circ \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan pengujian kuat tekan bebas tanah asli diatas, didapatkan nilai regangan (ϵ) dan tegangan (σ) untuk membuat grafik kuat tekan bebas tanah asli yang dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut.



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Regangan dan Tegangan pada Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Asli

Dari hasil perhitungan diatas, didapatkan rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan bebas tanah asli yang dapat dilihat pada Tabel 5.22 berikut ini.

Tabel 5.22 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Asli

Pengujian Kuat Tekan Bebas	α (°)	q_u (kg/cm ²)	Kohesi, c (kg/cm ²)	Sudut Geser Dalam, ϕ (°)
Sampel 1	65	2,031	0,474	40
Sampel 2	56	1,953	0,659	22
Rata-rata	61	1,992	0,566	31

Hasil pengujian kuat tekan bebas tanah asli menunjukkan bahwa nilai kuat tekan bebas (q_u), kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) dalam sampel tanah di Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah adalah 1,992 kg/cm² (nilai kuat tekan bebas), 0,566 kg/cm² (kohesi) dan 31° (sudut geser dalam).

2. Hasil Perhitungan Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah dengan Bahan Tambah Asam Fosfat (H_3PO_4) dan *Fly Ash*.

Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan bebas tanah asli dengan campuran bahan stabilisasi berupa asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* dengan lama pemeraman 1 hari dan 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.23 berikut ini.

Tabel 5.23 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas dengan Bahan Campuran Asam Fosfat (H₃PO₄) dan *Fly Ash*

Variasi	Rata-rata					
	Pemeraman 1 hari			Pemeraman 7 hari		
	q _u (kg/cm ²)	kohesi (kg/cm ²)	φ (°)	q _u (kg/cm ²)	kohesi (kg/cm ²)	φ (°)
AF 2%	2,484	0,689	32	3,635	0,906	37
AF 4%	3,340	0,908	33	4,812	1,097	41
AF 6%	5,060	1,315	35	6,311	1,342	44
FA 8%	2,875	0,830	30	4,397	0,980	42
FA 12%	3,138	0,846	34	4,602	1,001	43
FA 8% + AF 2%	3,432	0,814	40	5,043	1,098	43
FA 8% + AF 4%	4,525	1,086	40	6,197	1,345	43
FA 8% + AF 6%	5,735	1,247	43	7,088	1,471	45
FA 12% + AF 2%	4,143	0,955	41	5,234	1,171	42
FA 12% + AF 4%	5,098	1,135	42	6,541	1,424	43
FA 12% + AF 6%	6,219	1,351	43	7,324	1,517	45

Keterangan:

AF : Asam Fosfat (H₃PO₄)

FA : *Fly Ash*

5.2 Pembahasan

Penelitian dalam Tugas Akhir membahas mengenai sifat dan karakteristik dari sampel tanah asli dan tanah yang sudah dicampur menggunakan bahan tambah untuk stabilisasi berupa Asam Fosfat (H_3PO_4) dan *Fly Ash*. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir berasal dari Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. Pembahasan penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan didasarkan pada data-data yang telah didapatkan dan disajikan pada pembahasan sebelumnya.

5.2.1 Tanah Asli

1. Sifat Fisik Tanah Asli

Rekapitulasi dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk menentukan sifat fisik dan karakteristik pada tanah asli dari Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah yang dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut ini.

Tabel 5.24 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

No.	Pengujian	Satuan	Hasil
1.	Kadar Air (w)	%	33,15
2.	Berat Volume (γ)	gram/cm ³	1,735
3.	Berat Jenis (G_s)		2,58
4.	Analisis Butiran Tanah		
	% Lolos #200	%	88,076
	Kerikil	%	0,353
	Pasir	%	11,924
	Lanau	%	36,390
	Lempung	%	51,686
5.	Batas-batas Konsistensi		
	Batas Cair (LL)	%	59,824
	Batas Plastis (PL)	%	34,134
	Batas Susut (SL)	%	1,639
	Indeks Plastisitas (PI = LL-PL)	%	25,690
6.	<i>Proctor Standard</i>		
	Kadar Air Optimum	%	21,085
	Berat Volume Maksimum	gram/cm ³	1,463

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

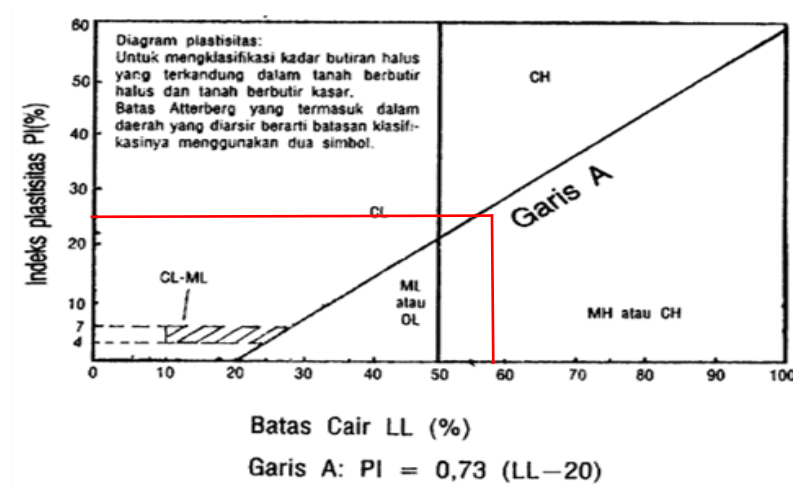
Klasifikasi tanah berdasarkan *unified soil classification system* (USCS) dapat ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.1. Berdasarkan hal tersebut klasifikasi tanah dengan *unified soil classification system* (USCS) dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

a. Divisi Utama

Divisi utama ditentukan berdasarkan presentase tanah yang lolos saringan No. 200 dan pengujian batas cair. Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan didapatkan presentase tanah lolos saringan No. 200 (0,075 mm) sebesar 88,076% dan nilai batas cair 59,82% maka sampel tanah termasuk dalam divisi utama tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan No. 200 (0,075 mm) serta lanau dan lempung batas cair lebih dari 50%.

b. Jenis Kelompok

Jenis kelompok ditentukan berdasarkan dari pengujian batas cair, batas plastis, dan indeks plastisitas. Pada pengujian batas-batas konsistensi (*atteberg limit*) maka didapatkan nilai batas cair (LL) sebesar 59,82%, batas plastis (PL) sebesar 34,13% dan indeks plastisitas (PI) sebesar 25,69%. Nilai batas cair dan indeks plastisitas dapat diplotkan melalui grafik karakteristik tanah asli dan tabel klasifikasi tanah dengan metode *unified soil classification system* (USCS) untuk melakukan pengelompokkan tanah. Grafik karakteristik tanah asli dan Tabel hasil klasifikasi metode *unified soil classification system* (USCS) dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.8 Grafik Karakteristik Tanah Asli Berdasarkan Metode USCS

Berdasarkan grafik diatas dengan nilai batas cair 59,82% dan nilai indeks plastisitas sebesar 25,69%, maka sampel tanah dapat dikategorikan dalam kelompok MH atau OH.

Hasil klasifikasi jenis tanah berdasarkan *unified soil classification system* (USCS) dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut ini.

Devisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan No. 200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan saringan No. 4 (4,75mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
			GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung
			GC	Kerikil berlempung, campuran, kerikil pasir-lempung
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4 (4,74 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.
			SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir lempung
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai 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 > 50%	MH	Lanau organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis	
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (<i>"fat clays"</i>)	
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi		
Tanah dengan kadar organik tinggi		P ₁	Gambut (<i>"peat"</i>) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi.	

Gambar 5.9 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Berdasarkan Metode USCS

Berdasarkan hasil klasifikasi tanah menurut *unified soil classification system* (USCS) diatas dapat diketahui bahwa sampel tanah dari Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah termasuk tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan No. 200 (0,075 mm) serta lanau dan lempung batas cair lebih dari 50% sehingga termasuk dalam kelompok OH, yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO)

Klasifikasi jenis tanah berdasarkan AASHTO dapat diperoleh dari Tabel 3.2. Berdasarkan hal tersebut klasifikasi tanah dengan *american association of state highway and transportation officials* (AASHTO) dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

a. Klasifikasi Umum

Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan didapatkan persentase tanah lolos yang saringan No. 200 (0,075 mm) sebesar 88,076% maka sampel tanah termasuk dalam klasifikasi umum tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan No. 200).

b. Klasifikasi Kelompok

Klasifikasi kelompok ditentukan berdasarkan presentase tanah lolos saringan No. 200, nilai batas cair, indeks plastisitas dan indeks kelompok yang dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- 1) Pada pengujian analisa saringan didapatkan presentase tanah yang lolos saringan No. 200 sebesar 88,076%.
- 2) Pada pengujian batas-batas konsistensi (*atteberg limit*) didapatkan nilai batas cair sebesar 59,82%, batas plastis sebesar 34,13%, dan indeks plastisitas sebesar 25,69%. Kelompok A-7 terbagi menjadi A-7-5 serta A-7-6 yang bergantung pada nilai batas plastisnya (PL) untuk batas plastis lebih dari 30 termasuk dalam klasifikasi A-7-5 dan untuk batas plastis kurang dari 30 masuk dalam klasifikasi A-7-6.
- 3) Nilai Indeks Kelompok (GI) dihitung berdasarkan Persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} GI &= (F-35) [0,2 + 0,005 (LL-40)] + 0,01 (F-15) (PI-10) \\ &= (88,076-35) [0,2 + 0,005 (59,82-40)] + 0,01 (88,076-15) (25,69-10) \\ &= 27,34 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian tersebut maka sampel tanah memenuhi syarat dalam klasifikasi kelompok A-7-5 yaitu tanah lolos saringan No. 200 minimal sebesar 36%, nilai batas cair minimal sebesar 41%, indeks plastisitas minimal 11% dan indeks kelompok maksimal sebesar 20%.

c. Tipe Material yang Pokok pada Umumnya

Berdasarkan hasil klasifikasi kelompok maka sampel tanah termasuk tipe material pokok tanah berlempung.

d. Penilaian Umum sebagai Tanah Dasar

Berdasarkan klasifikasi umum (jenis tanah lanau-lempung), maka penilaian umum sebagai tanah dasar untuk sampel tanah yang diuji termasuk dalam kategori sedang sampai buruk.

Hasil klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut ini.

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

Gambar 5.10 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Berdasarkan AASHTO

Berdasarkan hasil klasifikasi tanah dengan metode AASHTO dapat diketahui bahwa sampel tanah dari Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah termasuk dalam kelompok A-7-5 dengan jenis tanah berlempung dan sifat tanah dasar sedang sampai buruk.

5.2.2 Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Pengujian kuat tekan bebas ini bertujuan untuk nilai kuat tekan bebas tanah asli maupun tanah yang sudah diberikan bahan tambah atau campuran dengan asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*. Pengujian ini dilakukan pada kondisi tanah dengan kadar air yang optimum. Tegangan aksial yang diberikan diatas benda uji bertahap bertambah dengan durasi waktu yang telah ditentukan sampai benda uji mengalami keretakan atau keruntuhan.

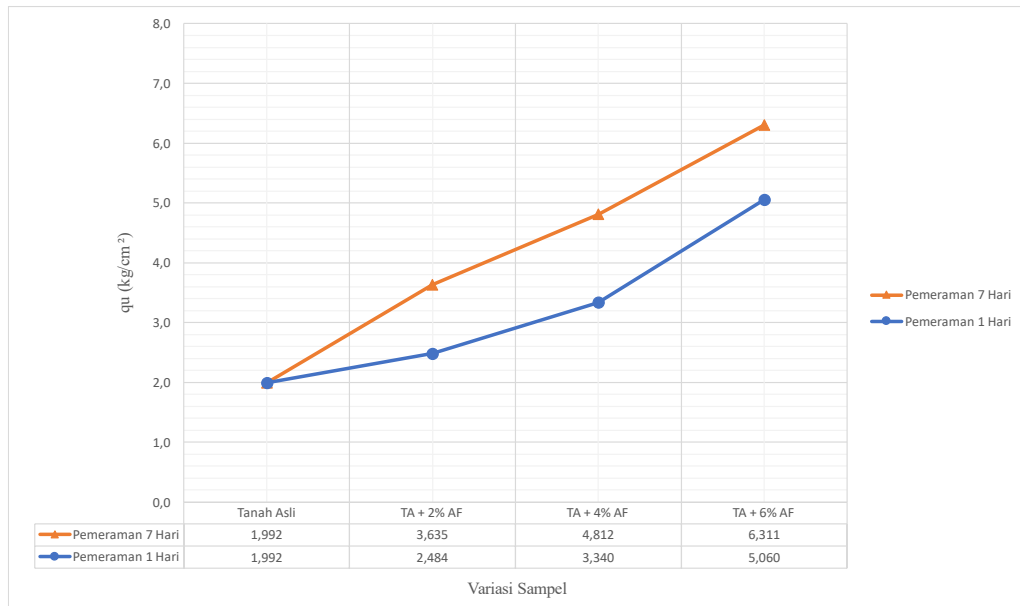
1. Analisis Kuat Tekan Bebas (q_u)

Perbandingan nilai kuat tekan bebas tanah pada pengujian kuat tekan bebas dalam menggunakan bahan tambah atau campuran asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* dapat dilihat pada Tabel 5.25 berikut ini.

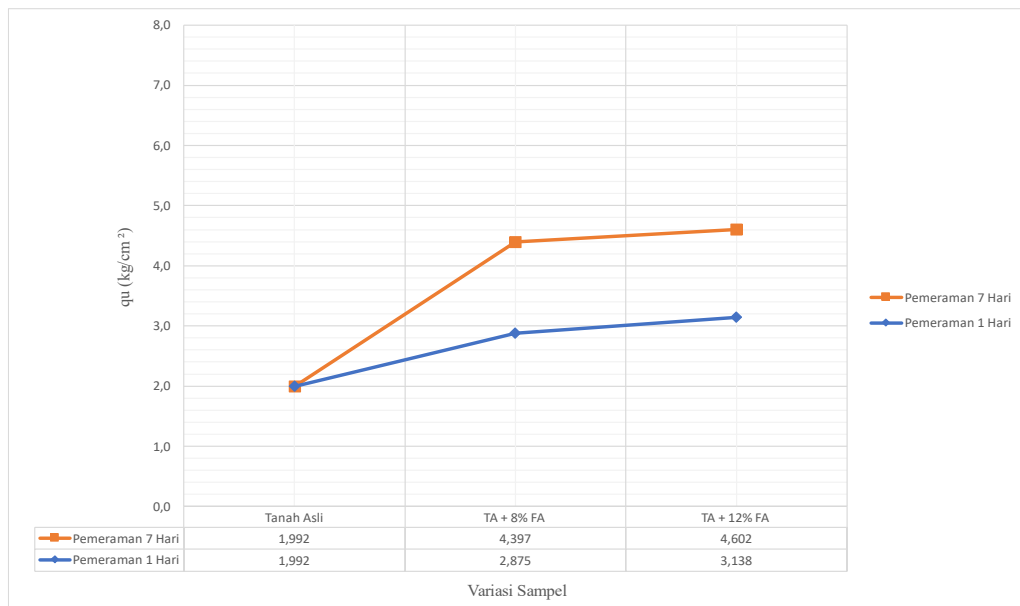
Tabel 5.25 Rekapitulasi Hasil Nilai Kuat Tekan (q_u) Bebas pada Pengujian Kuat Tekan Bebas

Keterangan	Nilai Kuat Tekan Bebas, q_u (kg/cm ²)							
	0%		2%		4%		6%	
Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4)								
Pemeraman (Hari)	1	7	1	7	1	7	1	7
Tanah Asli	1,992		2,484	3,635	3,340	4,812	5,060	6,311
Tanah Asli + <i>Fly Ash</i> 8%	2,875	4,397	3,432	5,043	4,525	6,197	5,735	7,088
Tanah Asli + <i>Fly Ash</i> 12%	3,138	4,602	4,143	5,234	5,098	6,541	6,219	7,324

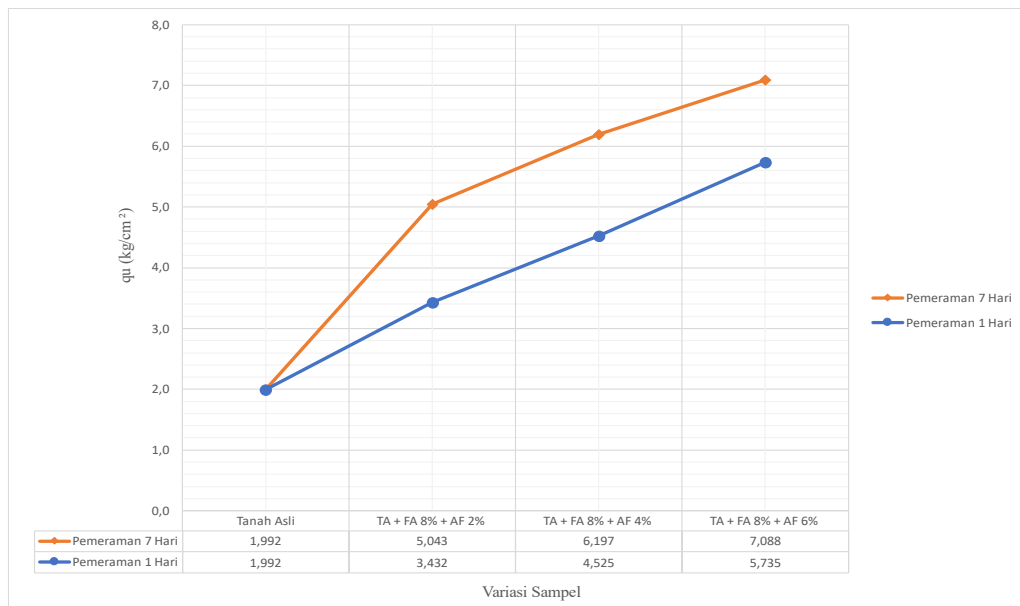
Dari hasil pengujian kuat tekan bebas diatas, grafik perbandingan nilai kuat tekan bebas terhadap variasi penambahan campuran asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* serta terhadap lama pemeraman dapat dilihat pada Gambar 5.11, Gambar 5.12, Gambar 5.13, Gambar 5.14, Gambar 5.15, Gambar 5.16, Gambar 5.17, Gambar 5.18 dan Gambar 5.19 berikut.



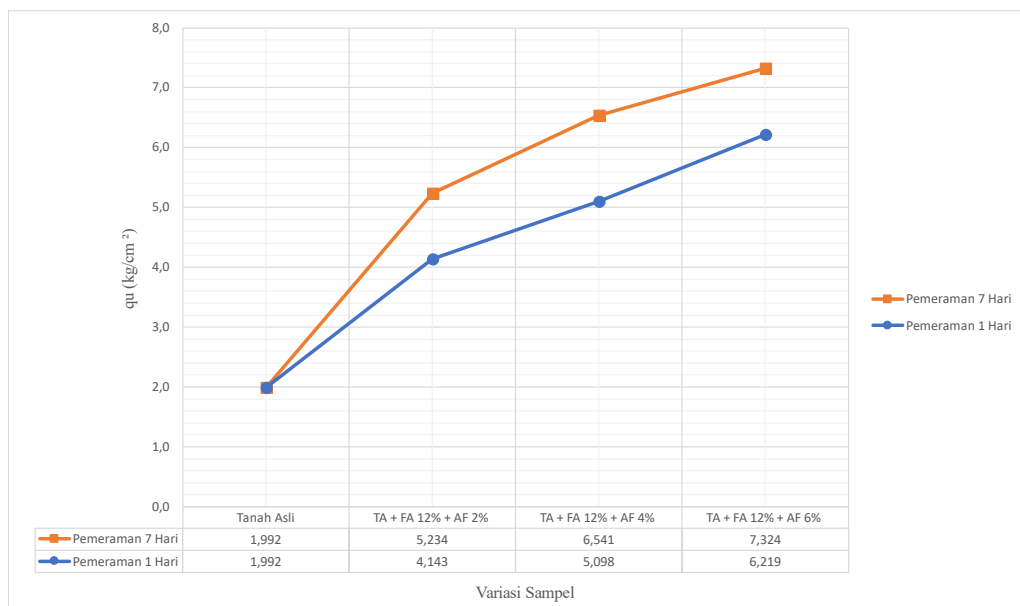
Gambar 5.11 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4)



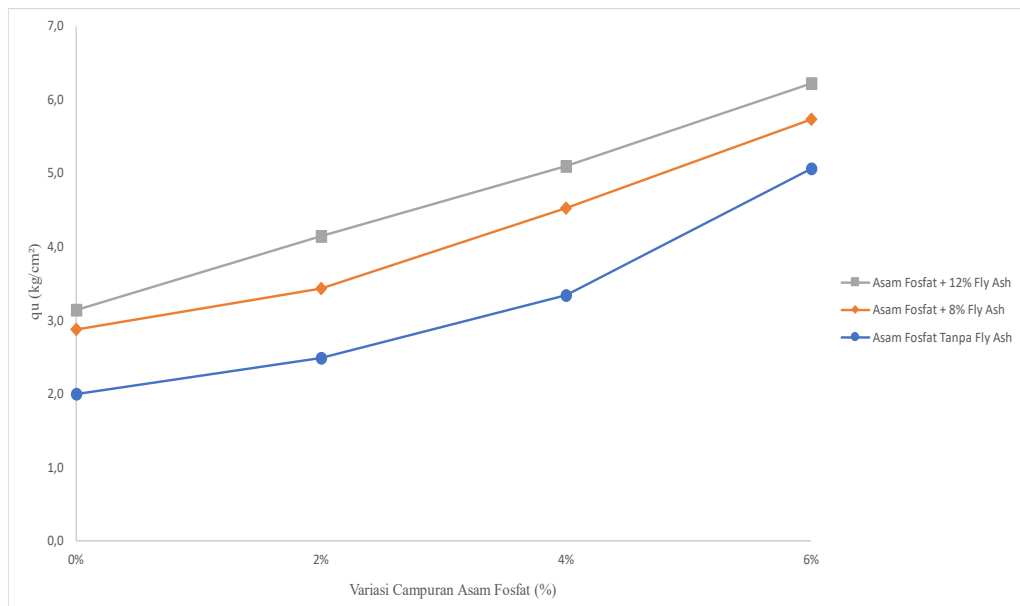
Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash*



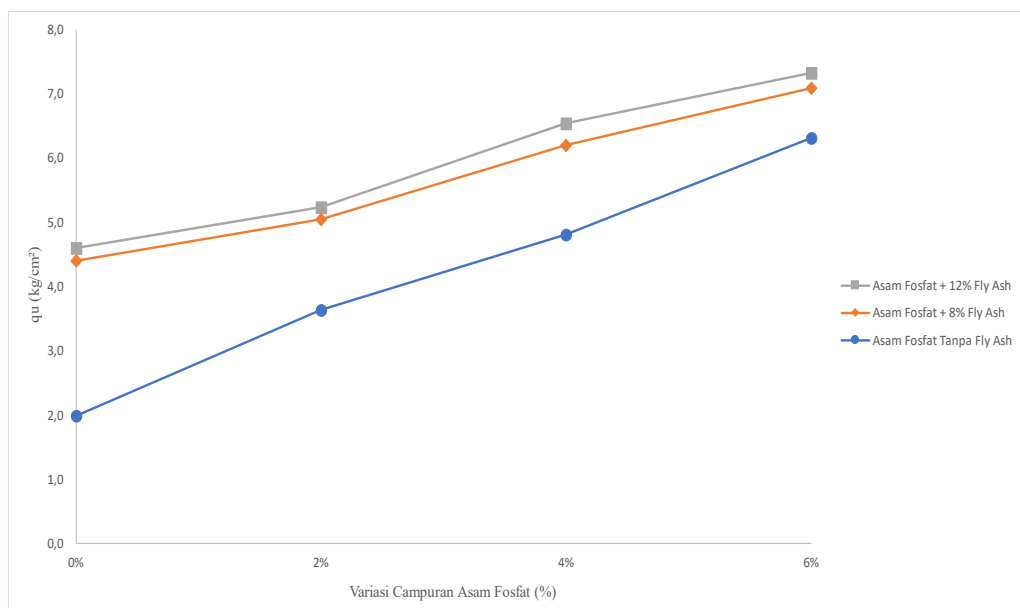
Gambar 5.13 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash* 8% dan Asam Fosfat (H_3PO_4)



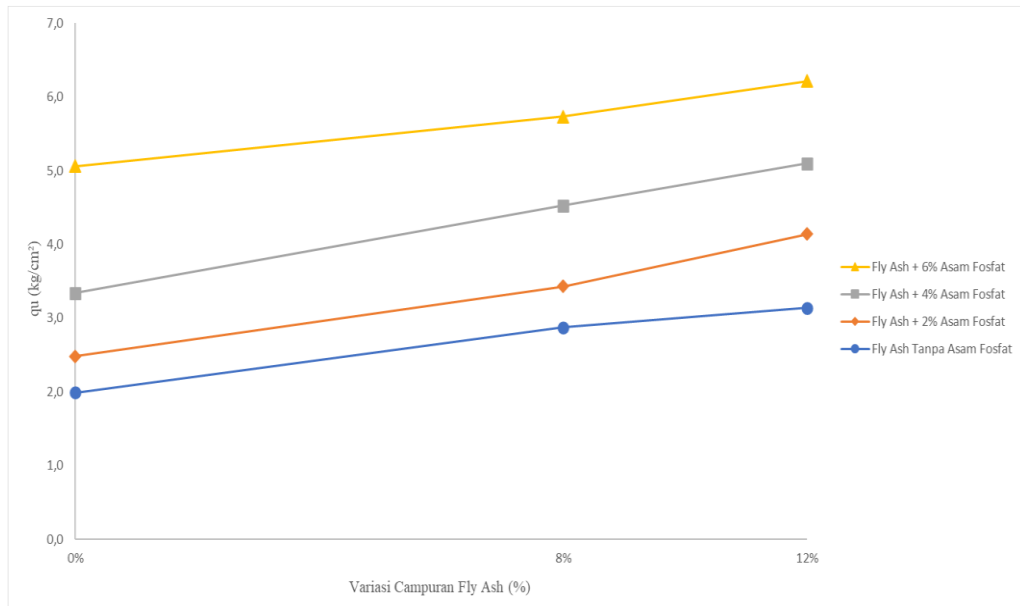
Gambar 5.14 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash* 12% dan Asam Fosfat (H_3PO_4)



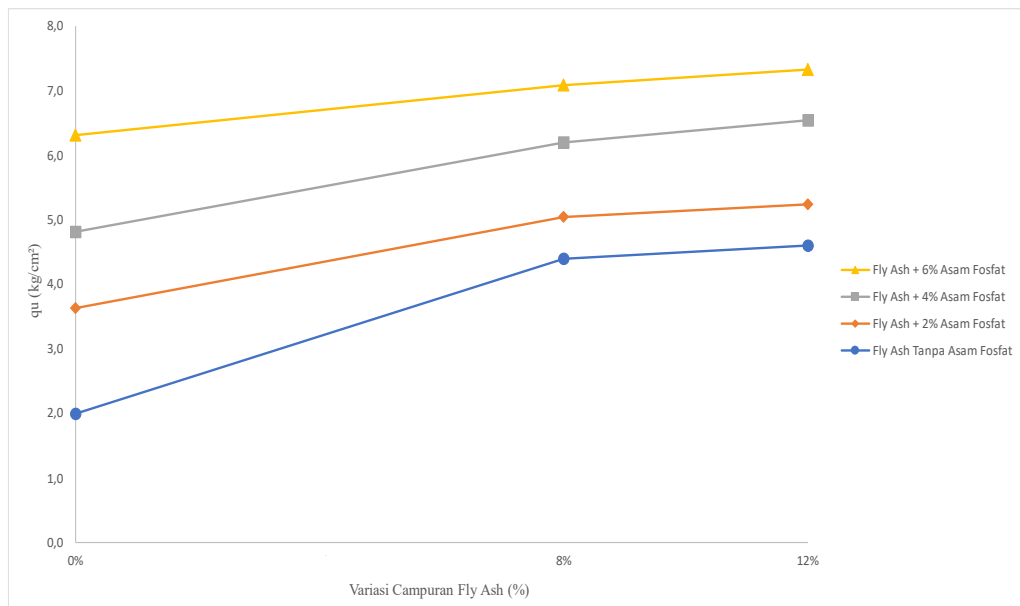
Gambar 5.15 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Lama Pemeraman 1 Hari



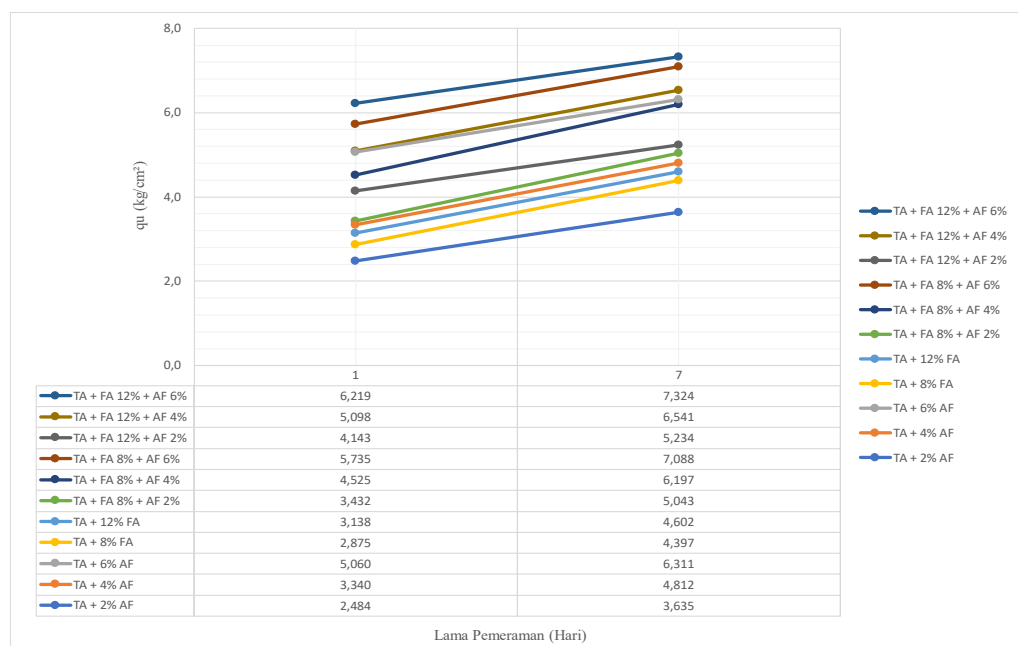
Gambar 5.16 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Lama Pemeraman 7 Hari



Gambar 5.17 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash* dengan Lama Pemeraman 1 Hari



Gambar 5.18 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash* dengan Lama Pemeraman 7 Hari



Gambar 5.19 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Terhadap Lama Pemeraman

Dari grafik hasil pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) diatas menunjukkan terjadinya peningkatan nilai kuat tekan bebas (q_u). Nilai kuat tekan bebas (q_u) tanah asli didapatkan nilai sebesar 1,992 kg/cm² yang mengalami kenaikan setelah tanah asli diberikan bahan tambah atau campuran asam fosfat (H₃PO₄) dan *fly ash*. Nilai kuat tekan bebas (q_u) dengan variasi campuran asam fosfat (H₃PO₄) memiliki nilai tertinggi pada variasi campuran asam fosfat (H₃PO₄) sebesar 6% dengan lama pemeraman 7 hari, nilai kuat tekan bebas (q_u) menjadi 6,311 kg/cm². Pada variasi campuran dengan bahan tambah *fly ash*, nilai kuat tekan bebas (q_u) tertinggi berada pada variasi campuran *fly ash* sebesar 12% lama pemeraman 7 hari dengan nilai kuat tekan bebas (q_u) sebesar 4,602 kg/cm², sedangkan pada variasi campuran dengan bahan tambah asam fosfat (H₃PO₄) dan *fly ash*, nilai kuat tekan bebas (q_u) tertinggi atau maksimum yakni dengan variasi campuran *fly ash* 12% + asam fosfat (H₃PO₄) 6% dengan lama pemeraman 7 hari yaitu dengan nilai kuat tekan bebas (q_u) sebesar 7,324 kg/cm². Dapat disimpulkan nilai kuat tekan bebas (q_u) tertinggi yaitu pada variasi campuran *fly ash* 12% + asam fosfat (H₃PO₄) 6% dengan lama pemeraman 7 hari.

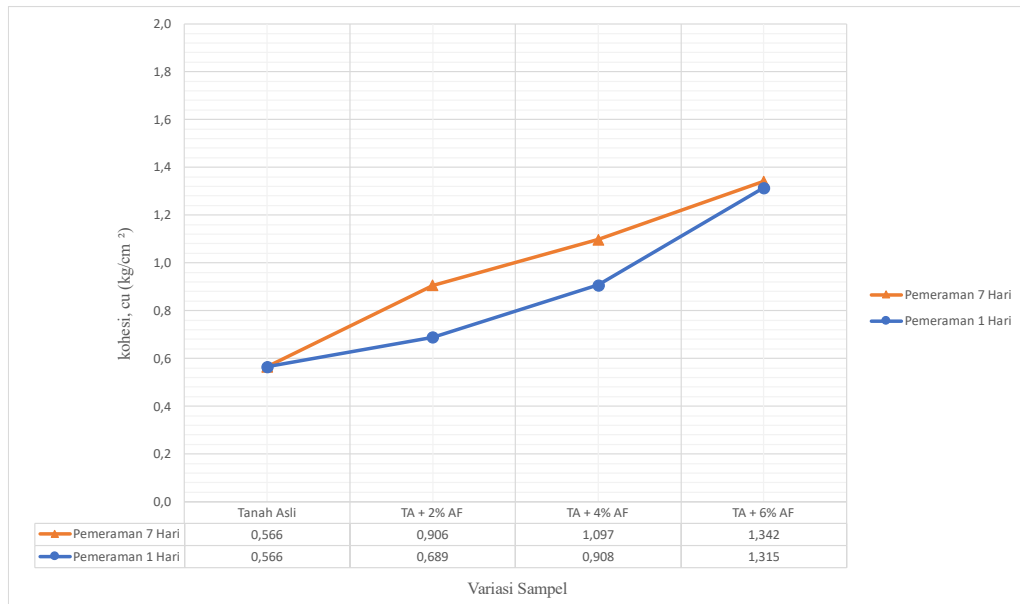
2. Kohesi (c)

Perbandingan nilai kohesi (c) pada pengujian kuat tekan bebas tanah dalam menggunakan bahan tambah atau campuran asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut ini.

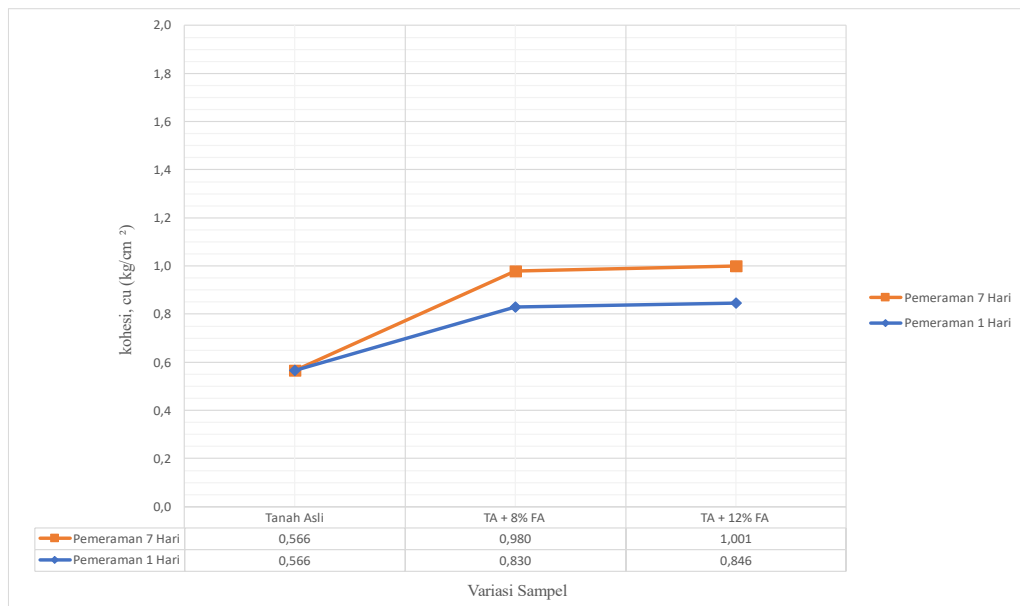
Tabel 5.26 Rekapitulasi Hasil Nilai Kohesi (c) pada Pengujian Kuat Tekan Bebas

Keterangan	Nilai Kohesi, c (kg/cm ²)							
	0%		2%		4%		6%	
Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4)								
Pemeraman (Hari)	1	7	1	7	1	7	1	7
Tanah Asli	0,566		0,689	0,906	0,908	1,097	1,315	1,342
Tanah Asli + <i>Fly Ash</i> 8%	0,830	0,980	0,814	1,098	1,086	1,345	1,247	1,471
Tanah Asli + <i>Fly Ash</i> 12%	0,846	1,001	0,955	1,171	1,135	1,424	1,351	1,517

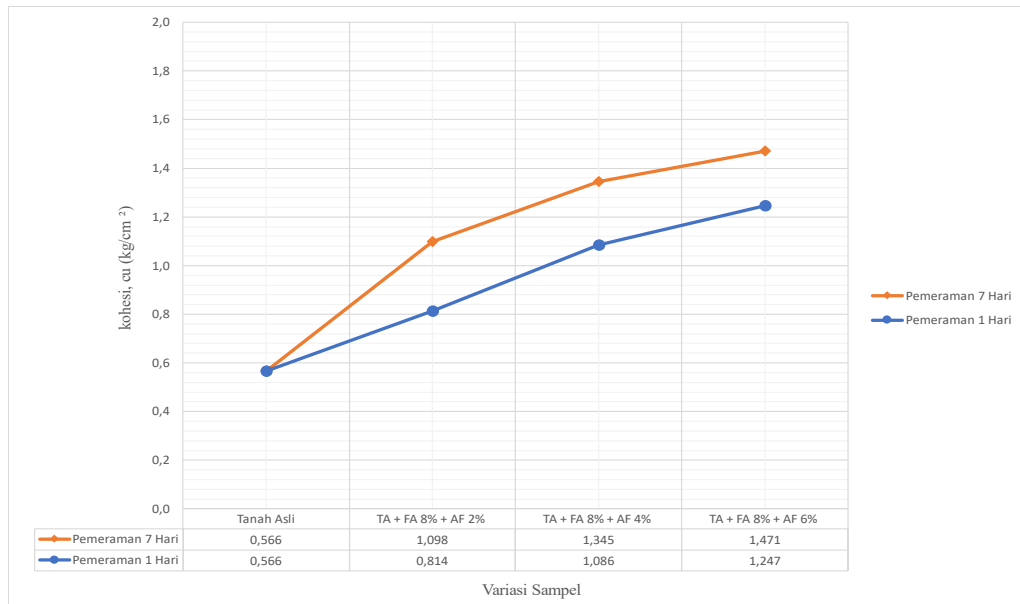
Dari hasil pengujian kuat tekan bebas diatas, grafik perbandingan nilai kohesi terhadap variasi penambahan campuran asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* serta terhadap lama pemeraman dapat dilihat pada Gambar 5.20, Gambar 5.21, Gambar 5.22, Gambar 5.23, Gambar 5.24, Gambar 5.25, Gambar 5.26, Gambar 5.27 dan Gambar 5.28 berikut.



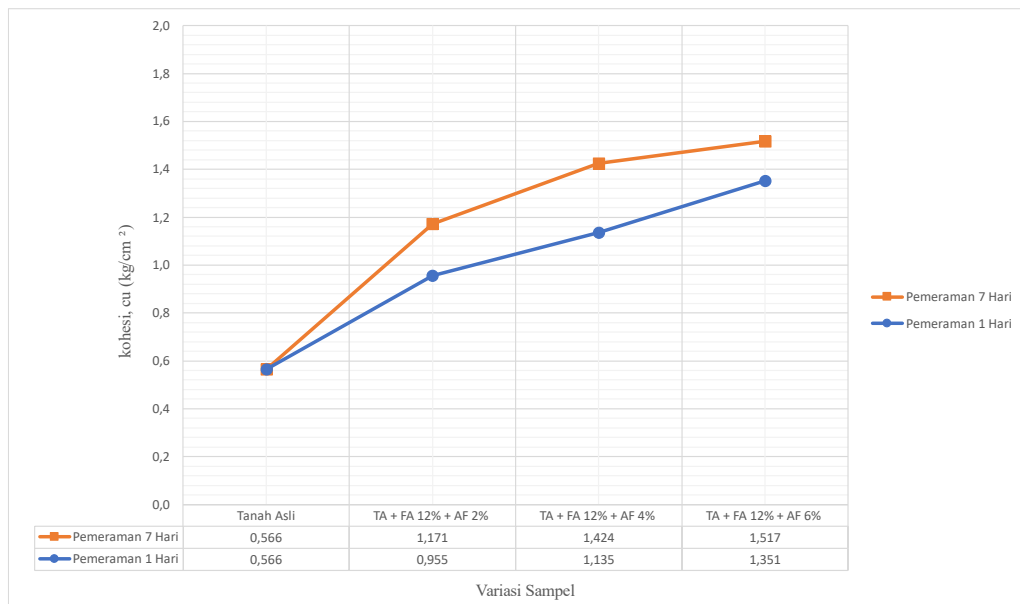
Gambar 5.20 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4)



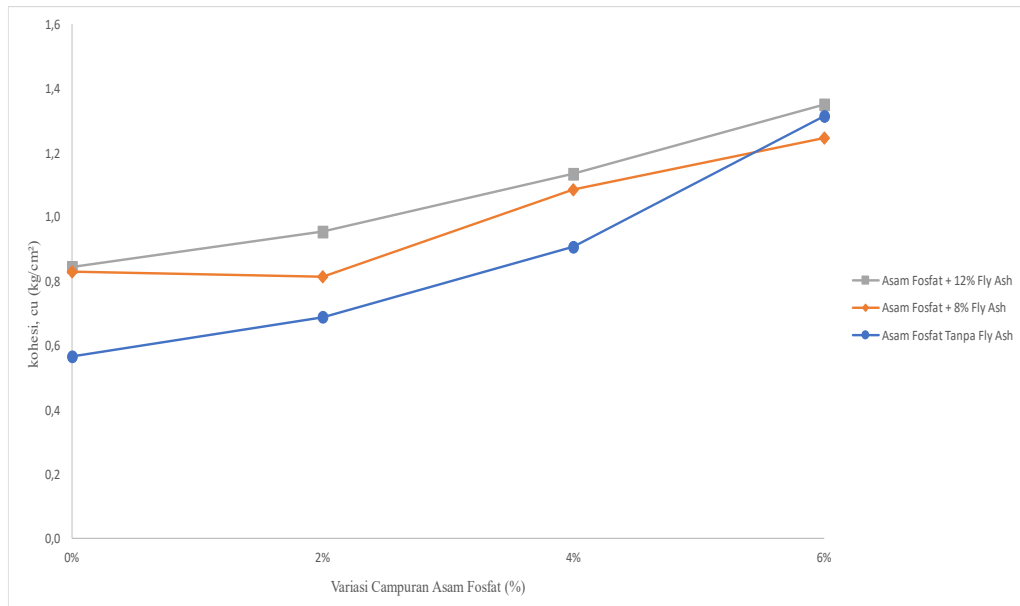
Gambar 5.21 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash*



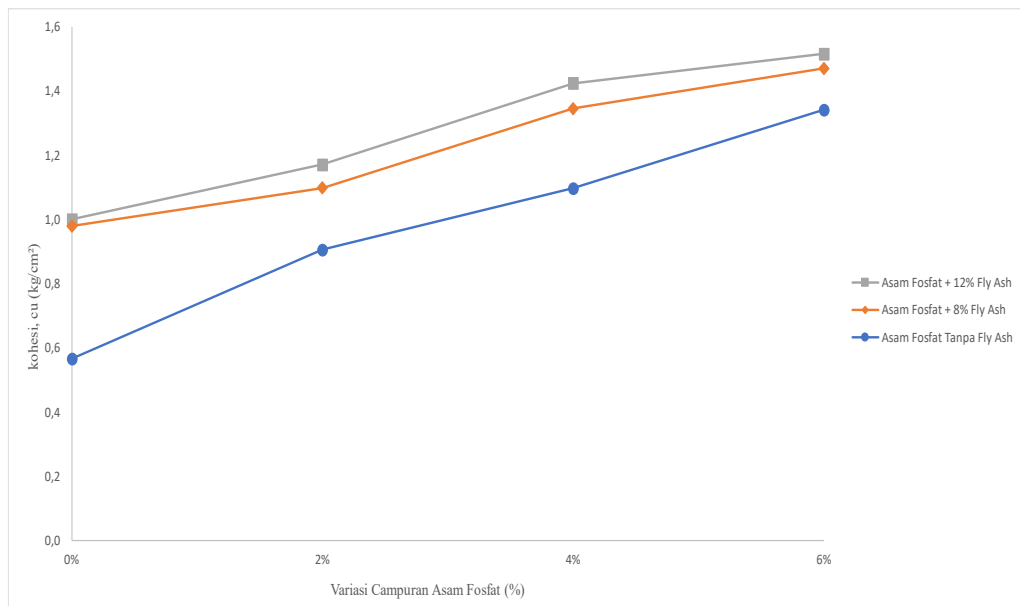
Gambar 5.22 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash* 8% dan Asam Fosfat (H_3PO_4)



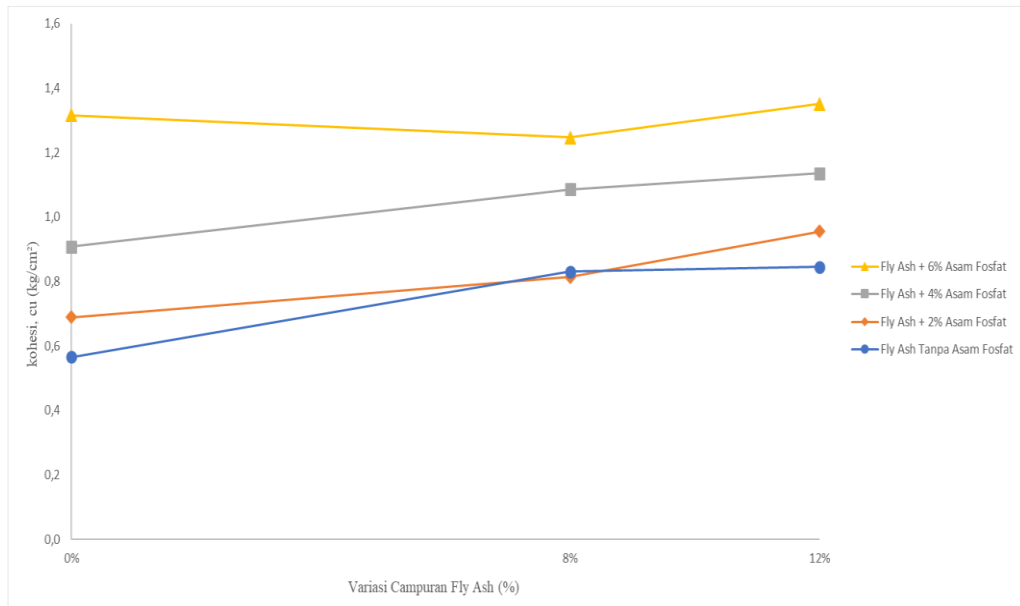
Gambar 5.23 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash* 12% dan Asam Fosfat (H_3PO_4)



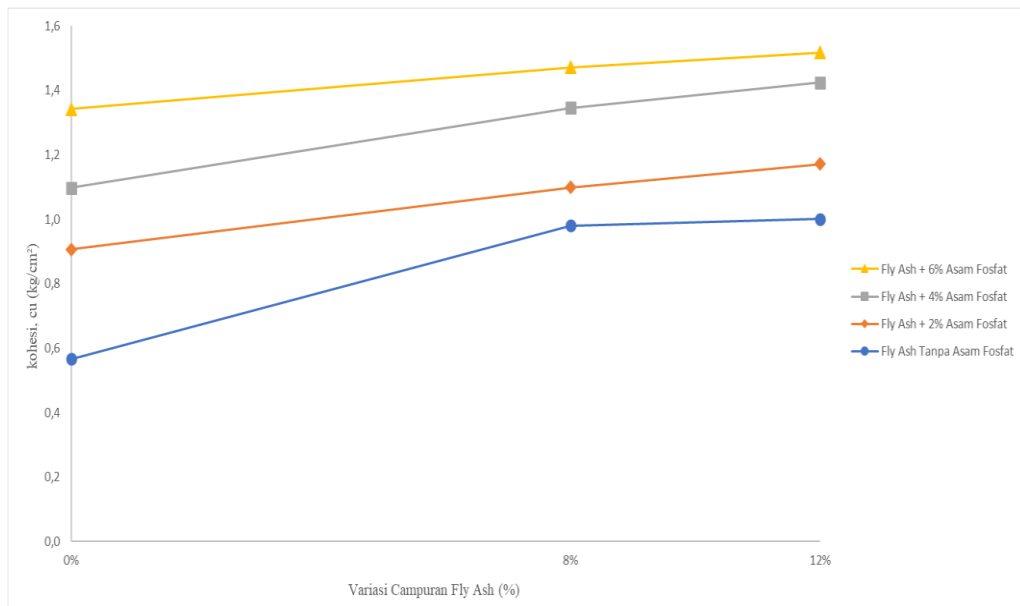
Gambar 5.24 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Lama Pemeraman 1 Hari



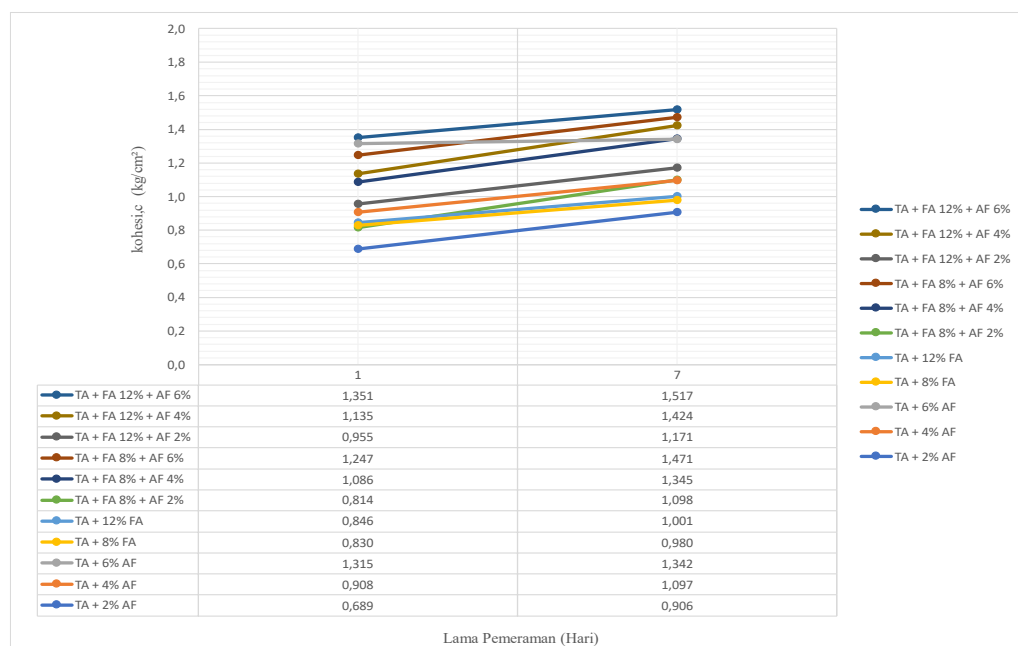
Gambar 5.25 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Lama Pemeraman 7 Hari



Gambar 5.26 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash* dengan Lama Pemeraman 1 Hari



Gambar 5.27 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash* dengan Lama Pemeraman 7 Hari



Gambar 5.28 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (c) Terhadap Lama Pemeraman

Dari grafik hasil pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) diatas menunjukkan terjadinya peningkatan nilai kohesi (c). Nilai kohesi (c) tanah asli didapatkan nilai sebesar $0,566 \text{ kg/cm}^2$ yang mengalami kenaikan setelah tanah asli diberikan bahan tambah atau campuran asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*. Nilai kohesi (c) dengan variasi campuran asam fosfat (H_3PO_4) memiliki nilai tertinggi pada variasi campuran asam fosfat (H_3PO_4) sebesar 6% dengan lama pemeraman 7 hari, nilai kohesi (c) menjadi $1,342 \text{ kg/cm}^2$. Pada variasi campuran dengan bahan tambah *fly ash*, kohesi (c) tertinggi berada pada variasi campuran *fly ash* sebesar 12% lama pemeraman 7 hari dengan nilai kohesi (c) sebesar $1,001 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan pada variasi campuran dengan bahan tambah asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*, nilai kohesi (c) tertinggi atau maksimum yakni dengan variasi campuran *fly ash* 12% + asam fosfat (H_3PO_4) 6% dengan lama pemeraman 7 hari yaitu dengan nilai kohesi (c) sebesar $1,517 \text{ kg/cm}^2$. Dapat disimpulkan nilai kohesi (c) tertinggi yaitu pada variasi campuran *fly ash* 12% + asam fosfat (H_3PO_4) 6% dengan lama pemeraman 7 hari.

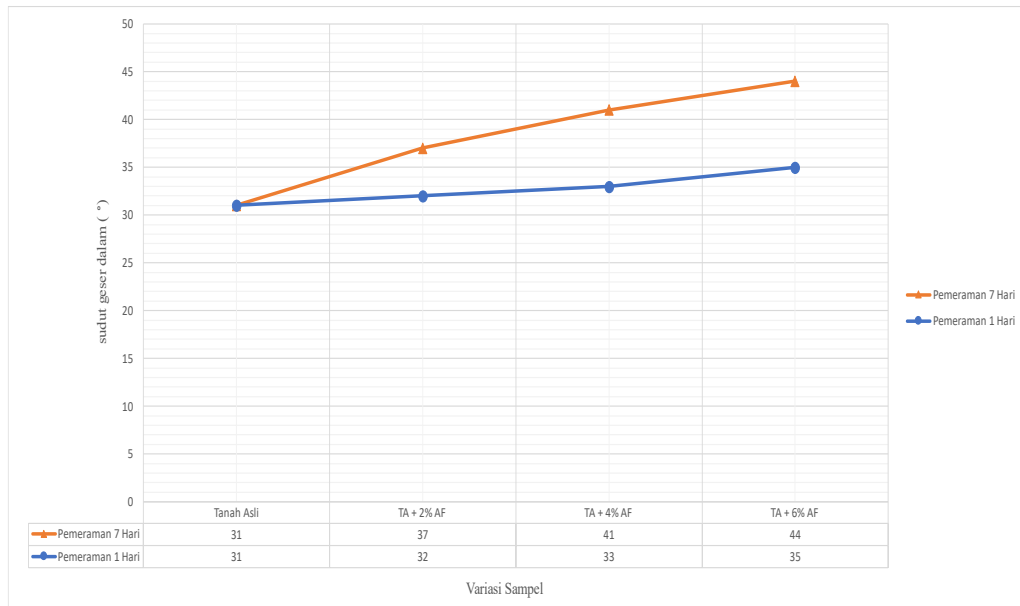
3. Sudut Geser Dalam (ϕ)

Perbandingan nilai sudut geser dalam (ϕ) pada pengujian kuat tekan bebas tanah dalam menggunakan bahan tambah atau campuran asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* dapat dilihat pada Tabel 5.27 berikut ini.

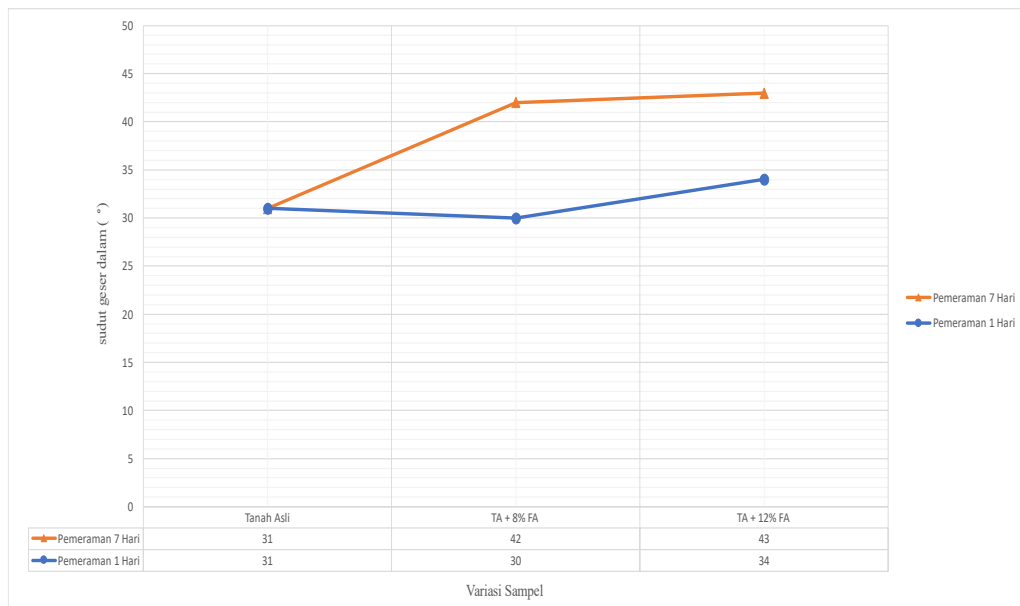
Tabel 5.27 Rekapitulasi Hasil Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) pada Pengujian Kuat Tekan Bebas

Keterangan	Nilai Sudut Geser Dalam, ϕ (°)							
	0%		2%		4%		6%	
Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4)								
Pemeraman (Hari)	1	7	1	7	1	7	1	7
Tanah Asli	31		32	37	33	41	35	44
Tanah Asli + <i>Fly Ash</i> 8%	30	42	40	43	40	43	43	45
Tanah Asli + <i>Fly Ash</i> 12%	34	43	41	42	42	43	43	45

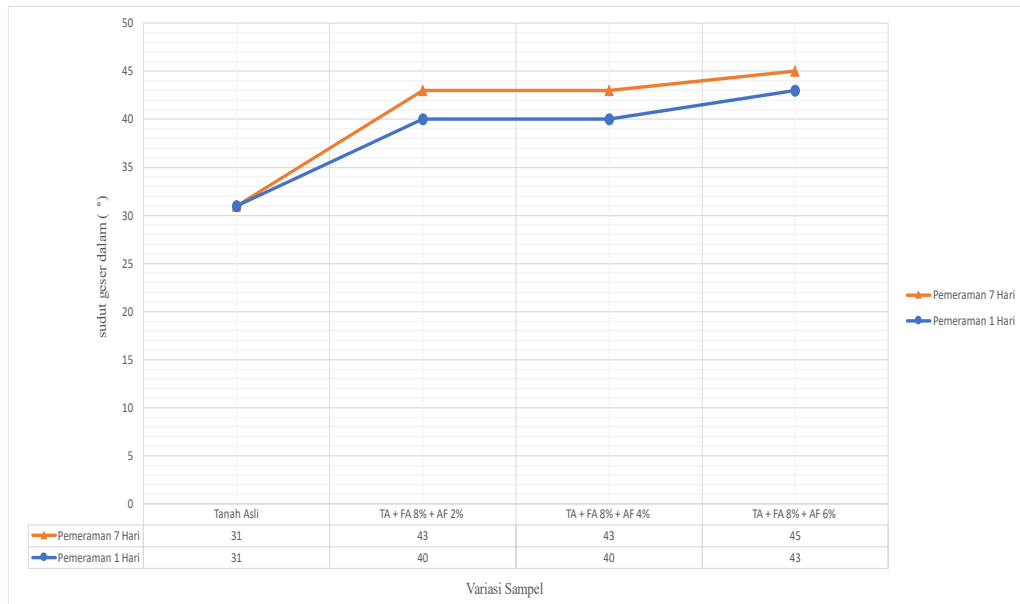
Dari hasil pengujian kuat tekan bebas diatas, grafik perbandingan nilai sudut geser dalam (ϕ) terhadap variasi penambahan campuran asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash* serta terhadap lama pemeraman dapat dilihat pada Gambar 5.29, Gambar 5.30, Gambar 5.31, Gambar 5.32, Gambar 5.33, Gambar 5.34, Gambar 5.35, Gambar 5.36 dan Gambar 5.37 berikut.



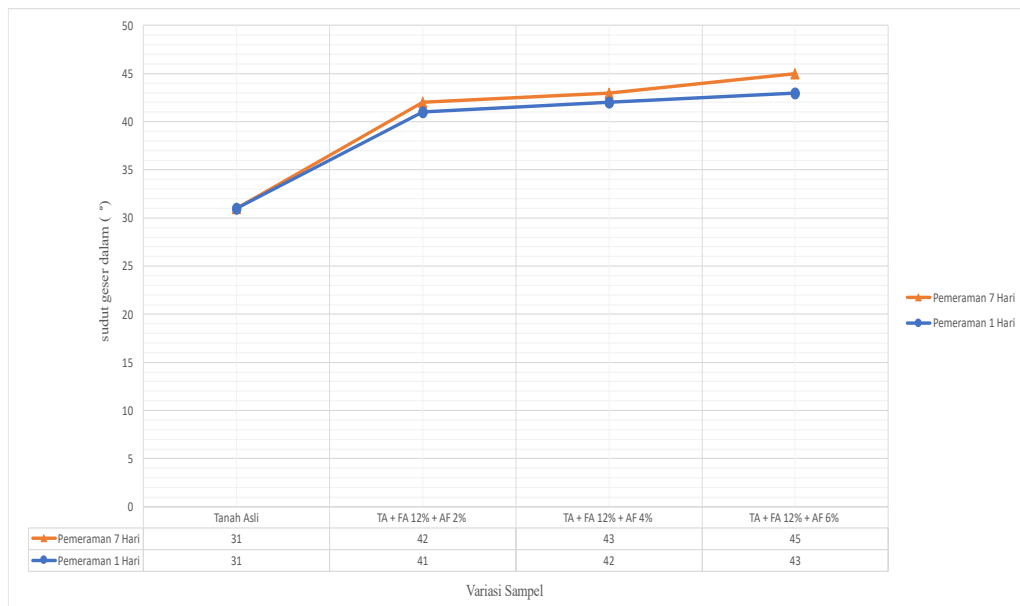
Gambar 5.29 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4)



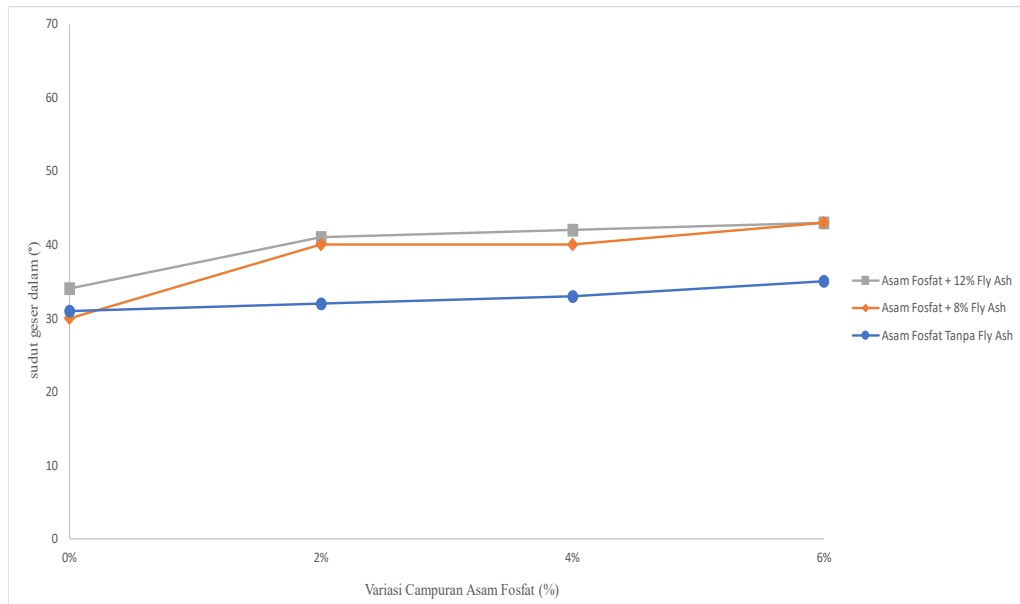
Gambar 5.30 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash*



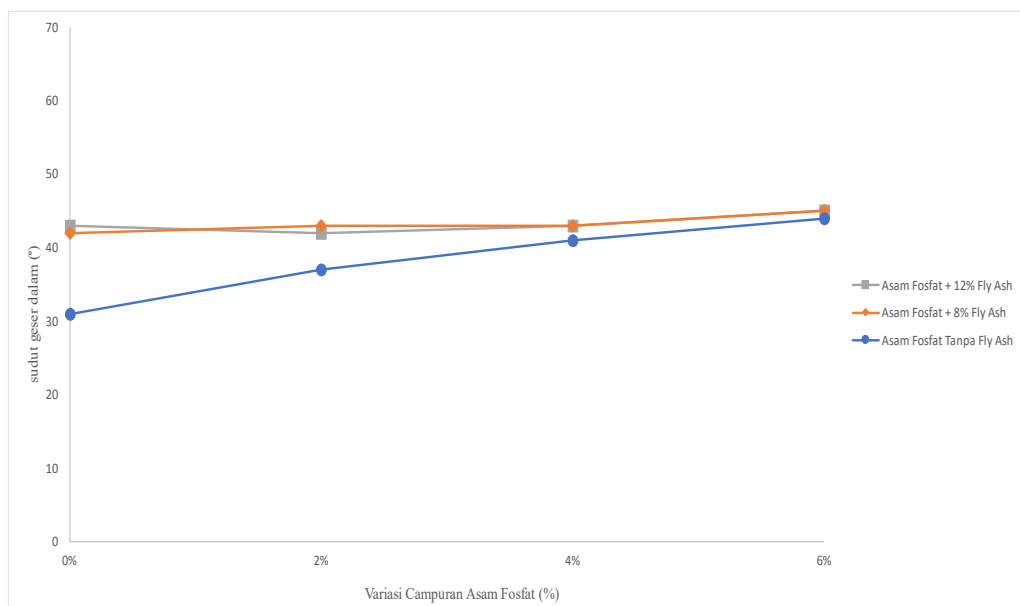
Gambar 5.31 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash* 8% dan Asam Fosfat (H_3PO_4)



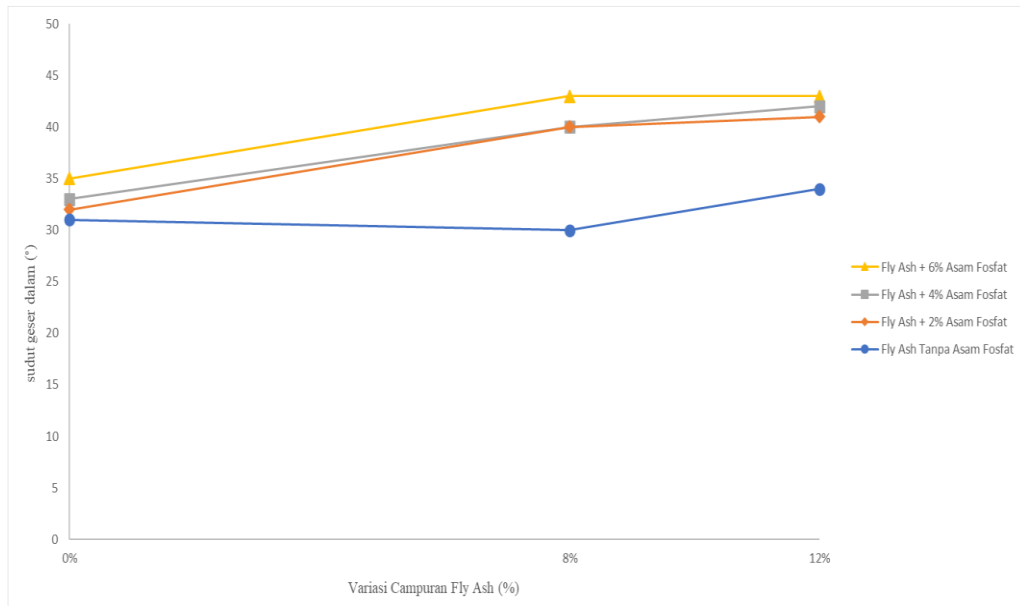
Gambar 5.32 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash* 12% dan Asam Fosfat (H_3PO_4)



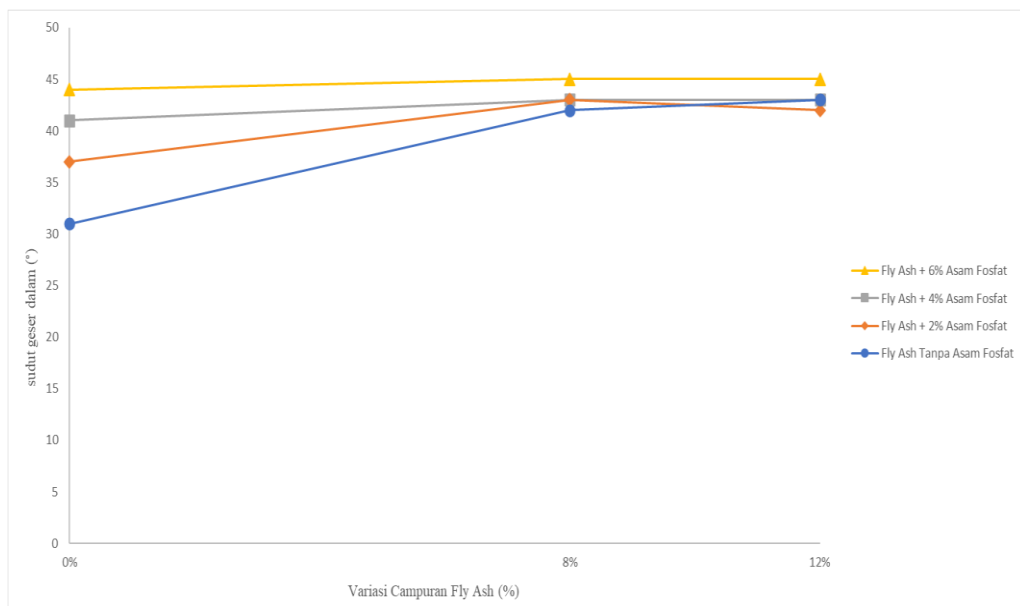
Gambar 5.33 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Lama Pemeraman 1 Hari



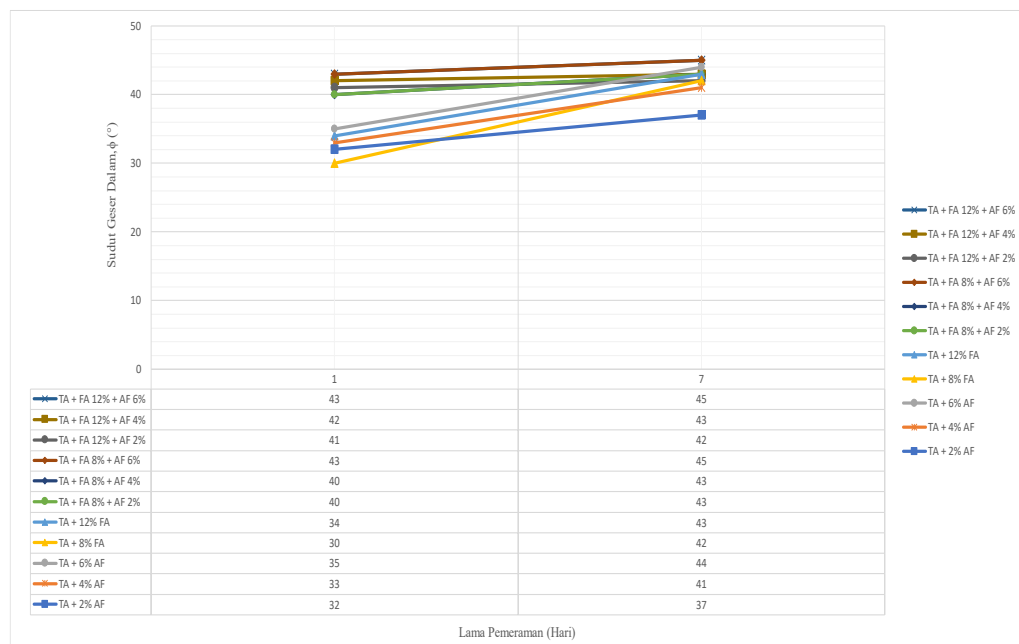
Gambar 5.34 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Lama Pemeraman 7 Hari



Gambar 5.35 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash* dengan Lama Pemeraman 1 Hari



Gambar 5.36 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Variasi Campuran *Fly Ash* dengan Lama Pemeraman 7 Hari



Gambar 5.37 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Terhadap Lama Pemeraman

Dari grafik hasil pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) diatas menunjukkan terjadinya peningkatan nilai sudut geser dalam (ϕ). Nilai sudut geser dalam (ϕ) tanah asli didapatkan nilai sebesar 31° yang mengalami kenaikan setelah tanah asli diberikan bahan tambah atau campuran asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*. Nilai sudut geser dalam (ϕ) dengan variasi campuran asam fosfat (H_3PO_4) memiliki nilai tertinggi pada variasi campuran asam fosfat (H_3PO_4) sebesar 6% dengan lama pemeraman 7 hari, nilai sudut geser dalam (ϕ) menjadi 44° . Pada variasi campuran dengan bahan tambah *fly ash*, peningkatan nilai tertinggi berada pada variasi campuran *fly ash* sebesar 12% lama pemeraman 7 hari dengan nilai sudut geser dalam (ϕ) sebesar 43° , sedangkan pada variasi campuran dengan bahan tambah asam fosfat (H_3PO_4) dan *fly ash*, nilai sudut geser dalam (ϕ) tertinggi atau maksimum yakni dengan variasi campuran *fly ash* 12% + asam fosfat (H_3PO_4) 6% dengan lama pemeraman 7 hari yaitu dengan nilai sudut geser dalam (ϕ) sebesar 45° . Dapat disimpulkan nilai sudut geser dalam (ϕ) tertinggi yaitu pada variasi campuran *fly ash* 12% + asam fosfat (H_3PO_4) 6% dengan lama pemeraman 7 hari.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan sampel tanah asli di Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah menurut sistem klasifikasi tanah metode USCS, tanah tersebut termasuk kelompok OH, yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi sedangkan menurut sistem klasifikasi AASHTO, tanah tersebut termasuk kedalam kelompok A-7-5 dengan jenis tanah berlempung dan sifat tanah dasar sedang sampai buruk.
2. Menurut hasil dari pengujian sifat mekanis tanah, sampel tanah asli di Desa Pule, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah pada parameter pengujian kuat tekan bebas memiliki nilai kuat tekan bebas (q_u) sebesar 1,992 kg/cm², nilai kohesi (c) sebesar 0,566 kg/cm² dan sudut geser dalam sebesar (ϕ) 31°.
3. Berdasarkan hasil dari pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) peningkatan paling tinggi pada variasi campuran bahan tambah *fly ash* yaitu pada variasi bahan sebesar 12% *fly ash* dengan lama pemeraman 7 hari yaitu dengan nilai kuat tekan bebas (q_u) sebesar 4,602 kg/cm², nilai kohesi (c) 1,001 kg/cm² dan nilai sudut geser dalam sebesar (ϕ) 43°. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan variasi campuran bahan tambah *fly ash* serta lama pemeraman memiliki pengaruh dalam meningkatkan nilai kuat tekan bebas (q_u), nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

4. Pada pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) variasi campuran dengan bahan tambah asam fosfat (H_3PO_4) peningkatan tertinggi terdapat pada variasi bahan 6% asam fosfat (H_3PO_4) dengan lama pemeraman 7 hari yaitu dengan nilai kuat tekan bebas (q_u) sebesar $6,311 \text{ kg/cm}^2$, nilai kohesi (c) $1,376 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser dalam (ϕ) sebesar 44° . Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan variasi campuran bahan tambah asam fosfat (H_3PO_4) dengan lama pemeraman memiliki pengaruh dalam meningkatkan nilai kuat tekan bebas (q_u), nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) serta pada variasi campuran bahan tambah asam fosfat (H_3PO_4) mengalami peningkatan yang lebih signifikan dibandingkan dengan variasi campuran bahan tambah *fly ash*.
5. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) pada variasi campuran bahan tambah *fly ash* dan asam fosfat (H_3PO_4) peningkatan tertinggi terdapat pada variasi campuran dengan bahan tambah 12% *fly ash* dan 6% asam fosfat (H_3PO_4) dengan lama pemeraman 7 hari yaitu nilai kuat tekan bebas (q_u) sebesar $7,324 \text{ kg/cm}^2$, nilai kohesi (c) sebesar $1,517 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser dalam (ϕ) sebesar 45° . Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan variasi campuran bahan tambah *fly ash* dan asam fosfat (H_3PO_4) serta lama pemeraman berpengaruh dalam meningkatkan nilai kuat tekan bebas (q_u), nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

6.2 Saran

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

1. Penelitian selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan jenis tanah yang berbeda dan bahan tambah yang sama.
2. Penelitian selanjutnya dapat melakukan penambahan masa pemeraman yang berbeda dan lebih variatif.
3. Penelitian selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan pengujian yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials. 1971. *Standard Test Method of Test for Plastic Limit of Soil*. ASTM designation: D 424-74. Philadelphia. PA.
- American Society for Testing and Materials. 1972. *Standard Test Method of Test for Liquid Limit of Soil*. ASTM designation: D 423-66. Philadelphia. PA.
- American Society for Testing and Materials. 1980. *Standard Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for use as a Material Admixture in Portland Cement Concrete*. ASTM designation: C 618-78. Philadelphia. PA.
- American Society for Testing and Materials. 1989. *Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Efford*. ASTM designation: D 698-70. Philadelphia. PA.
- American Society for Testing and Materials. 1989. *Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*. ASTM designation: D 2216-71. Philadelphia. PA.
- American Society for Testing and Materials. 1989. *Standard Test Method of Test for Shrinkage Limit of Soil*. ASTM designation: D 424-74. Philadelphia. PA.
- American Society for Testing and Materials. 2002. *Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer*. ASTM designation: D 854-72. Philadelphia. PA.
- ASTM Internasional. 2010. *Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil*. ASTM D 2166. United State. ASTM Internasional.
- Bowles, J.E. 1984. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Terjemahan oleh Johan K. Hainim. 1986. Erlangga. Jakarta.
- Das, B.M. 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Terjemahan oleh Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. 1988. Erlangga. Jakarta.

- Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Das, B M. 2010. *Principles of Geotechnical Engineering*. USA.
- Hangge, E. E., Bella, R. A. & Ullu, M. C., 2021. Pemanfaatan Fly Ash untuk Stabilisasi Tanah Dasar Lempung Ekspansif. *Jurnal Teknik Sipil*, Volume 10 No. 1, pp. 1-14.
- Hardiyatmo, H. C., 2002. *Mekanika Tanah I*. 3th ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C., 2012. *Mekanika Tanah I*. 6th ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ibrahim, Hasan, A. & Yuniar, 2013. Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Kimia Asam Fosfat Sebagai Lapisan Fondasi Jalan. *PILAR*, Volume 8 No. 1, pp. 1-9.
- Indera K, R., Mina, E. & Rahman, T., 2016. Stabilisasi Tanah dengan Menggunakan Fly Ash dan Pengaruhnya terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab. Serang). *Jurnal Fondasi*, Volume 5 No. 1, pp. 1-10.
- Nath, B. D., Molla, M. K. A. & Sarkar, G., 2017. Study on Strength Behavior of Organic Soil Stabilized with Fly Ash. *Hindawi: International Scholarly Research Notices*, Volume 2017, Article ID 5786541, pp. 1-6.
- Syahril, S., Suyono, A. & Prajudi, I. R., 2020. Study of Soft Soil Stabilization on Slope Using Volcanic Ash and Phosphoric Acid Concerning of Plasticity Index. *ATLANTIS PRESS*, 198 (International Seminar of Science and Applied Technology (ISSAT 2020)), pp. 1-6.
- Wiqoyah, Q. et al., 2018. Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Nambuhan, Purwodadi yang Dicampur dengan Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan Perawatan 4 dan 7 Hari. *Simposium Nasional RAPI XVII*, Issue ISSN 1412-9612, pp. 1-6.

LAMPIRAN



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

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

PENGUJIAN KADAR AIR
ASTM D 2216-71

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec. Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 04 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli

Uraian	Hasil		Satuan
	Sampel 1	Sampel 2	
Berat Container, W_1	5,57	7,44	gram
Berat Container + Tanah basah, W_2	55,65	63,67	gram
Berat Container + Tanah kering, W_3	43,40	49,43	gram
Berat Air, W_w	12,25	14,24	ram
Berat Tanah Kering, W_s	37,83	41,99	gram
Kadar Air, w	32,38	33,91	%
Kadar Air rata-rata, $w_{rata-rata}$	33,15		%

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN BERAT VOLUME
ASTM D 2216

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec. Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 04 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli

Uraian	Hasil		Satuan
	Sampel 1	Sampel 2	
Diameter Ring, d	5	5	cm
Tinggi Ring, t	2,03	2,03	cm
Volume Ring, V	39,85	39,85	cm ³
Berat Ring, W ₁	34,16	34,16	gram
Berat Ring + Tanah Basah, W ₂	103,58	103,02	gram
Berat Tanah Basah, W ₃	69,42	68,86	gram
Berat Volume Tanah, γ_b	1,742	1,728	gram/cm ³
Berat Volume rata-rata	1,735		gram/cm ³

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN BERAT JENIS
ASTM D 854-72

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 04 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli

Uraian	Satuan	Hasil	
		Sampel 1	Sampel 2
Berat Piknometer, W_1	gram	42,09	39,25
Berat Piknometer + Tanah Kering, W_2	gram	66,91	66,51
Berat Piknometer + Tanah + Air Penuh, W_3	gram	159,57	154,93
Berat Piknometer + Air Penuh, W_4	gram	144,39	138,19
Suhu Air, t	gram	26,5	26,5
Berat Volume Tanah pada Suhu $T^\circ C$, γ_w	gram/cm ³	0,997	0,997
Berat Volume Tanah pada Suhu $27,5^\circ C$, γ_w	gram/cm ³	0,996	0,996
Berat Tanah Kering, $W_s = W_2 - W_1$	gram	24,82	27,26
$A = W_s + W_4$	gram	169,21	165,45
$I = A - W_3$	gram	9,64	10,52
Berat jenis tanah pada suhu T, $G_s = W_s/I$	-	2,57	2,59
Berat jenis tanah pada suhu $27,5^\circ C$	-	2,58	2,59
Berat jenis rata-rata pada suhu $27,5^\circ C$	-	2,58	

Mengetahui
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN BATAS CAIR
ASTM D 423-66

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 06 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Uraian	Satuan	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
No. Cawan	gram								
Berat Cawan, W_1	gram	12,80	7,46	6,41	7,04	5,82	13,08	5,54	6,43
Berat Cawan + Tanah Basah, W_2	gram	28,25	27,37	20,65	21,22	26,88	24,70	25,98	27,43
Berat Cawan + Tanah Kering, W_3	gram	20,86	17,89	15,01	15,55	19,44	20,49	21,43	22,72
Berat Air, W_w	gram	7,39	9,48	5,64	5,67	7,44	4,21	4,55	4,71
Berat Tanah Kering, W_s	gram	8,06	10,43	8,60	8,51	13,62	7,41	15,89	16,29
Kadar Air, w	%	91,687	90,891	65,581	66,627	54,625	56,815	28,634	28,913
Kadar Air rata – rata, $w_{rata-rata}$	%	91,290		66,104		55,720		28,774	
Jumlah Pukulan, N		16		20		30		39	

Mengetahui
Kepala Lab Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

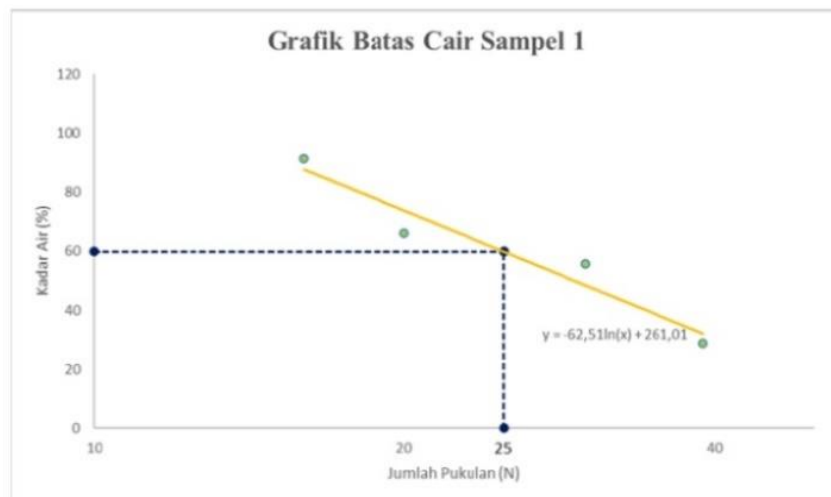


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

PENGUJIAN BATAS CAIR
ASTM D 423-66

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 06 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1



Batas Cair Tanah Asli Sampel I = 59,798%

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN BATAS CAIR
ASTM D 423-66

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 06 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Uraian	Satuan	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
No. Cawan	gram								
Berat Cawan, W_1	gram	13,40	5,73	6,83	12,68	5,27	7,68	5,71	6,80
Berat Cawan + Tanah Basah, W_2	gram	24,11	26,61	21,34	22,94	24,35	25,23	26,35	27,01
Berat Cawan + Tanah Kering, W_3	gram	18,93	16,63	15,79	18,99	17,87	19,15	21,78	22,71
Berat Air, W_w	gram	5,18	9,98	5,55	3,95	6,48	6,08	4,57	4,30
Berat Tanah Kering, W_s	gram	5,53	10,90	8,96	6,31	12,60	11,47	16,07	15,91
Kadar Air, w	%	93,670	91,559	61,942	62,599	51,428	53,007	28,438	27,027
Kadar Air rata – rata, $w_{rata-rata}$	%	92,615		62,721		52,218		27,733	
Jumlah Pukulan, N		15		23		32		38	

Mengetahui
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

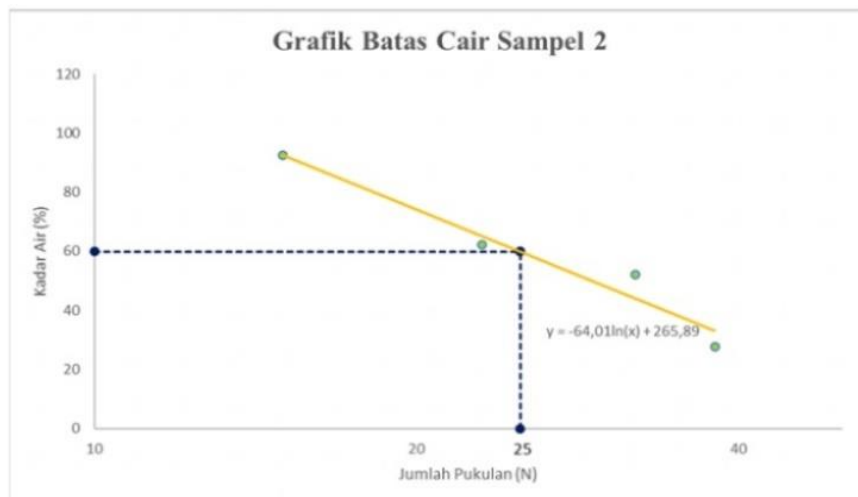


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

PENGUJIAN BATAS CAIR
ASTM D 423-66

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 06 januari 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2



Batas Cair Tanah Asli Sampel II = 59,850%

Mengetahui
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN BATAS PLASTIS
ASTM D 424-74**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 06 Januari 2023
Sampel : Tanah Asli

Uraian	Satuan	Sampel 1		Sampel 2	
		1	2	1	2
Berat Cawan, W_1	gram	6,82	7,15	5,98	6,32
Berat Cawan + Tanah Basah, W_2	gram	24,23	22,38	24,72	25,19
Berat Cawan + Tanah Kering, W_3	gram	19,75	18,46	20,14	20,31
Berat Air, W_w	gram	4,48	3,92	4,58	4,88
Berat Tanah Kering, W_s	gram	12,93	11,31	14,16	13,99
Kadar Air, w	gram	34,648	34,660	32,345	34,882
Batas Plastis	%	34,654		33,613	
Batas Plastis rata-rata	%	34,134			

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN BATAS SUSUT
ASTM D 427-74

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 10 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli

Uraian	Sampel I	Sampel II	Satuan
Berat Cawan Susut, W_1	36,69	36,89	gram
Berat Cawan Susut + Tanah Basah, W_2	60,21	61,77	gram
Berat Cawan Susut + Tanah Kering, W_3	51,02	52,47	gram
Berat Tanah Kering, W_0	14,33	15,58	gram
Kadar Air, w	64,131	59,692	
Volume Tanah Basah = Volume Cawan Susut			
Diameter Ring, d	4,125	4,125	cm
Tinggi Ring, t	1,35	1,35	cm
Volume Ring, V	18,032	18,032	cm ³
Volume Tanah Kering			
Berat Air Raksa yang Terdesak Tanah Kering + Gelas Ukur, W_4	172,15	167,44	gram
Berat Gelas Ukur, W_5	48,67	45,24	gram
Berat Air Raksa, W_6	123,48	122,20	gram
Berat Tanah Kering, W_0	14,33	15,58	gram
Volume Tanah Kering, V_0	9,079	8,985	cm ³
Batas Susut			
Batas Susut Tanah, SL	1,655	1,624	%
Batas Susut Tanah rata-rata, $SL_{rata-rata}$	1,639		%

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
ASTM D 422-72

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 13 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel Rata-Rata

Nomor Saringan	Diameter Saringan (mm)	Presentase Tanah Lolos Sampel 1 (%)	Presentase Tanah Lolos Sampel 2 (%)	Presentase Tanah Lolos Rata-rata (%)
4	4,475	99,768	99,526	99,647
10	2	99,094	98,990	99,042
20	0,85	97,962	98,173	98,068
40	0,425	96,578	96,993	96,785
60	0,25	95,420	94,971	95,196
140	0,106	91,384	88,909	90,146
200	0,075	89,726	86,425	88,076
Pan		0	0	0
Presentase Lolos Saringan No. 200			88,076 %	

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER
ASTM D 421-72

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 16 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel Rata-Rata

Jam	Suhu	Pembacaan Hidrometer, Ra	Pembacaan Hidrometer Terkoreksi, Rc	% Lolos	Hyd. Terkoreksi Miniskus, R	Kedalaman Efektif, L	L/t	k	Diameter, D
menit	°C					cm			mm
0	26	47,5	49,5	73,09	50,5	8	0	0,0130	0
2	26	41	43	63,50	44	9,1	4,55	0,0130	0,0278
5	26	33	35	51,68	36	10,4	2,08	0,0130	0,0188
30	26	25	27	39,87	28	11,7	0,39	0,0130	0,0081
60	26	21,5	23,5	34,70	24,5	12,3	0,205	0,0130	0,0059
250	26	13,5	15,5	22,88	16,5	13,55	0,054	0,0130	0,0030
1440	26	4,5	6,5	9,59	7,5	15,1	0,010	0,0130	0,0013

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

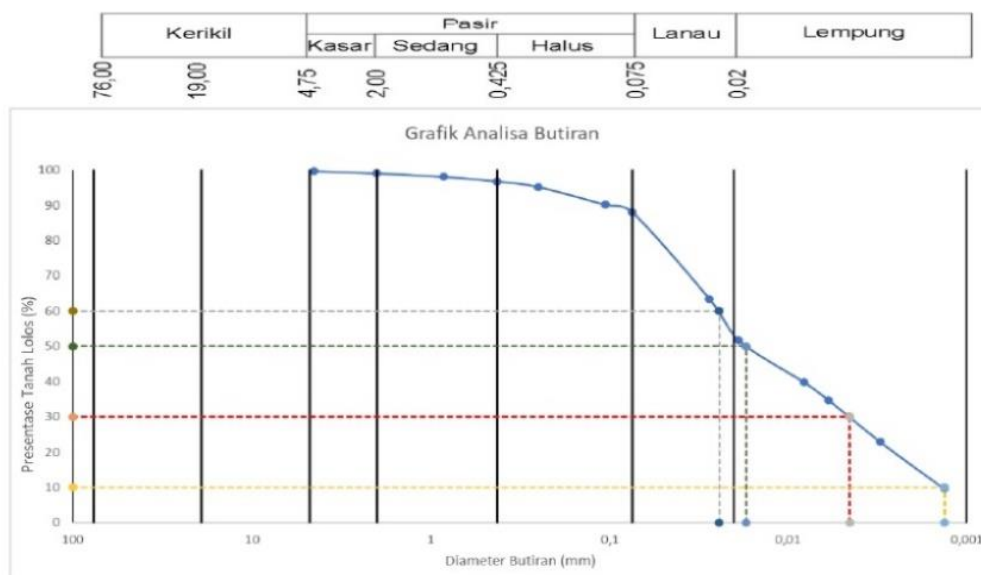


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

GRAFIK DISRIBUSI BUTIRAN
TANAH ASLI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 17 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel Rata-Rata



Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

FRAKSI BUTIRAN
TANAH ASLI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 17 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel Rata-Rata

Uraian	Hasil	Satuan
Tanah Lolos Saringan #200	88,076	%
Kerikil	0,353	%
Pasir	11,924	%
Lanau	36,390	%
Lempung	51,686	%
D10	0,0013	mm
D30	0,005	mm
D60	0,0245	mm
Cu	18,421	
Cc	0,621	

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (PROCTOR STANDARD)
ASTM D 698-70

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 24 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

MOLD			
1	Diameter	cm	10,22
2	Tinggi	cm	11,59
3	Volume	cm ³	950,769
4	Berat	gr	1744

HAMMER			
1	Berat	Kg	2.5
2	Lapis	Buah	3
3	Tumbukan	Kali	25
4	Tinggi Jatuh	cm	30.5

Uraian	Sampel					Ket.
	1	2	3	4	5	
Berat sampel tanah	2000	2000	2000	2000	2000	gram
Kadar air mula-mula	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	%
Penambahan air	100	200	300	400	500	ml
Berat cetakan	1744	1744	1744	1744	1744	gram
Berat cetakan + tanah basah	3233	3383	3445	3432	3422	gram
Berat tanah basah	1489	1639	1701	1688	1678	gram
Berat volume tanah basah	1,566	1,724	1,789	1,775	1,765	gram/cm ³

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (*PROCTOR STANDARD*)
ASTM D 698-70**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 24 Januari 2023
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Uraian	Satuan	1		2		3		4		5	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Berat Cawan	gram	5,55	6,86	9,09	9,29	7,14	6,71	8,96	8,01	5,95	6,97
Berat Cawan + Tanah Basah	gram	15,14	22,97	35,53	30,22	42,77	29,53	41,85	24,47	29,59	31,45
Berat Cawan + Tanah Kering	gram	14,08	20,96	31,45	26,95	36,27	25,22	35,07	20,99	23,81	25,42
Berat Air	gram	1,06	2,01	4,08	3,27	6,5	4,31	6,78	3,48	5,78	6,03
Berat Tanah Kering	gram	8,53	14,1	22,36	17,66	29,13	18,51	26,11	12,98	17,86	18,45
Kadar Air	%	12,43	14,26	18,25	18,52	22,31	23,28	25,97	26,81	32,36	32,68
Kadar Air rata-rata	%	13,34		18,38		22,80		26,39		32,52	
Berat Volume Tanah Kering	gram/cm ³	1,382		1,456		1,457		1,405		1,332	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

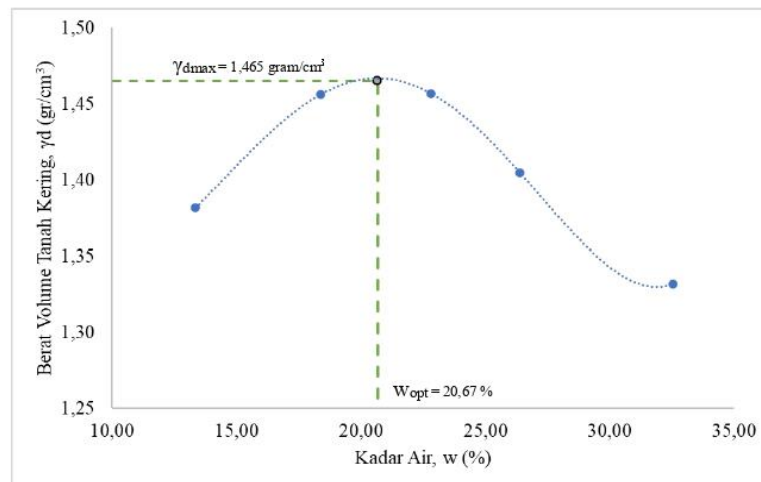


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (*PROCTOR STANDARD*)
ASTM D 698-70

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 24 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1



Uraian	Satuan	Sampel 1
Kepadatan Kering Maks(γ_d)	gram/cm ³	1,465
Kadar Air Optimum (w)	%	20,67

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (*PROCTOR STANDARD*)
ASTM D 698-70

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 24 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

MOLD			
1	Diameter	cm	10,22
2	Tinggi	cm	11,59
3	Volume	cm ³	950,769
4	Berat	gram	1744

HAMMER			
1	Berat	Kg	2.5
2	Lapis	Buah	3
3	Tumbukan	Kali	25
4	Tinggi Jatuh	cm	30.5

Uraian	Sampel					Ket.
	1	2	3	4	5	
Berat sampel tanah	2000	2000	2000	2000	2000	gram
Kadar air mula-mula	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	%
Penambahan air	100	200	300	400	500	ml
Berat cetakan	1744	1744	1744	1744	1744	gram
Berat cetakan + tanah basah	3224	3340	3445	3420	3405	gram
Berat tanah basah	1480	1596	1701	1676	1661	gram
Berat volume tanah basah	1,557	1,679	1,789	1,763	1,747	gram/cm ³

Mengetahui,
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
 Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (*PROCTOR STANDARD*)
ASTM D 698-70**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 24 Januari 2023
Sampel : Tanah Asli Sampel 2

Uraian	Satuan	1		2		3		4		5	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Berat Cawan	gram	6,51	7,55	7,68	6,96	8,87	8,96	7,75	8,9	8,96	8,94
Berat Cawan + Tanah Basah	gram	35,81	27,73	32,28	34,48	31,46	23,24	21,49	28,51	36,55	32,58
Berat Cawan + Tanah Kering	gram	32,17	25,21	28,4	30,6	27,14	20,69	18,45	24,43	29,65	26,64
Berat Air	gram	3,64	2,52	3,88	3,88	4,32	2,55	3,04	4,08	6,9	5,94
Berat Tanah Kering	gram	25,66	17,66	20,72	23,64	18,27	11,73	10,7	15,53	20,69	17,7
Kadar Air	%	14,18	14,27	18,72	16,41	23,64	21,73	28,41	26,27	33,34	33,55
Kadar Air rata-rata	%	14,22		17,56		22,69		27,34		33,45	
Berat Volume Tanah Kering	gram/cm ³	1,363		1,428		1,458		1,384		1,309	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

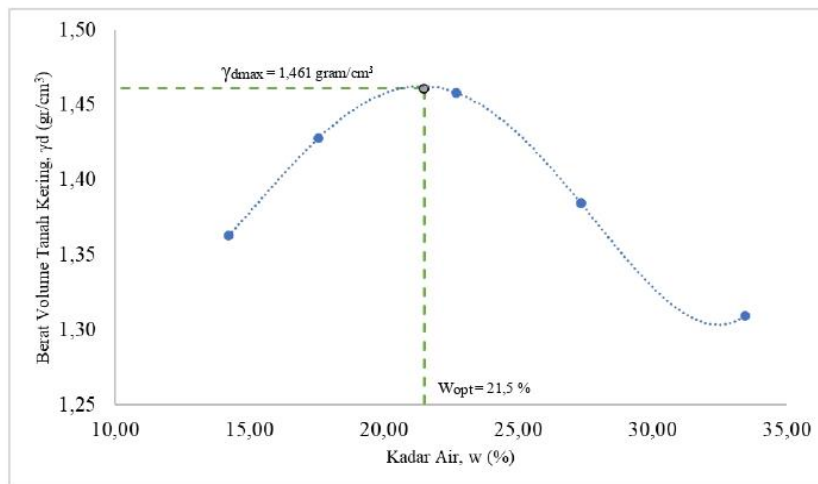


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (*PROCTOR STANDARD*)
ASTM D 698-70

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 24 Januari 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2



Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Kepadatan Kering Maks (γ_d)	gram/cm ³	1,465	1,461	1,463
Kadar Air Optimum (w)	%	20,67	21,5	21,085

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 11 April 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	8,90	9,20
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	17,22	17,12
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	15,83	15,65
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	8,32	7,92
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	6,93	6,45
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,39	1,47
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	20,058	22,791
Kadar air rata-rata, w (%)	21,424	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	136,60
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,64
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,09
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,406
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	73,78
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,851
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,525

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi)	$\epsilon = \Delta L/L_0$	Tegangan, $\sigma = P/A$
	(div)	kg	%	(kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	4	2,024	0,564	0,193
80	10	5,060	1,128	0,481
120	17	8,602	1,693	0,813
160	24	12,144	2,257	1,141
200	30	15,180	2,821	1,418
240	33	16,698	3,385	1,550
280	36	18,216	3,949	1,681
320	40	20,240	4,513	1,857
360	44	22,264	5,078	2,031
400	44	22,264	5,642	2,019
440	44	22,264	6,206	2,007
480	37	18,722	6,770	1,677

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

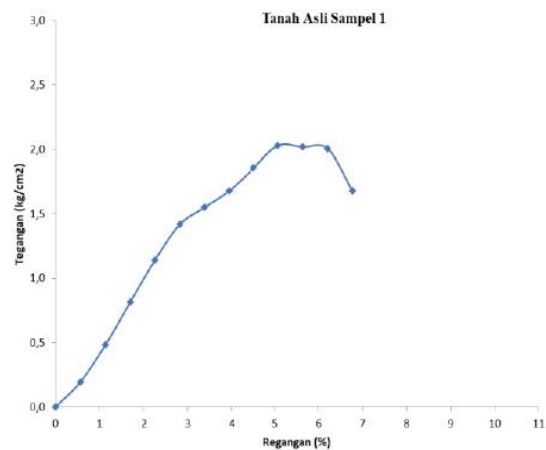
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 April 2023
Sampel : Tanah Asli Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Pada
Tanah Asli Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan Pada Tanah
Asli Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	2,031
c_u (kg/cm ²)	0,474
α (°)	65
ϕ (°)	40

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 11 April 2023
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	9,04	8,80
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	17,33	17,55
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,02	15,87
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	8,29	8,75
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	6,98	7,07
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,31	1,68
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	18,768	23,762
Kadar air rata-rata, w (%)	21,265	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	135,31
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,66
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,16
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,521
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	75,32
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,796
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,481

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	3	1,518	0,559	0,143
80	8	4,048	1,117	0,380
120	15	7,590	1,676	0,709
160	22	11,132	2,235	1,034
200	27	13,662	2,793	1,262
240	31	15,686	3,352	1,441
280	35	17,710	3,911	1,617
320	40	20,240	4,469	1,838
360	42	21,252	5,028	1,918
400	43	21,758	5,587	1,953
440	38	19,228	6,145	1,715
480	32	16,192	6,704	1,436

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

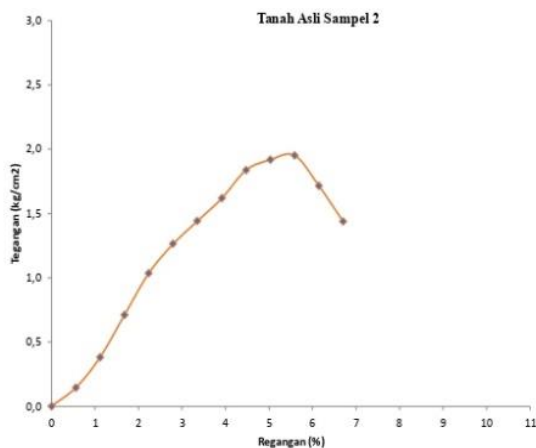
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 April 2023
Sampel : Tanah Asli Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Pada Tanah
Asli Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan Pada Tanah
Asli Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	1,953
c_u (kg/cm ²)	0,659
α (°)	56
ϕ (°)	22

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 11 April 2023
 Sampel : Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	9,08	9,01
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	17,21	17,04
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	15,98	15,47
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	8,13	8,03
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	6,90	6,46
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,23	1,57
Kadar air, $w = (W_W / W_S) \times 100\%$ (%)	17,826	24,303
Kadar air rata-rata, w (%)	21,065	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	133,76
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,64
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,24
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,406
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	75,34
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,775
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,466

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi)	$\epsilon = \Delta L / L_0$	Tegangan, $\sigma = P / A$
	(div)	kg	%	(kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	8	4,048	0,552	0,387
80	20	10,120	1,105	0,962
120	31	15,686	1,657	1,482
160	41	20,746	2,210	1,950
200	48	24,288	2,762	2,270
240	54	27,324	3,315	2,539
280	54	27,324	3,867	2,524
320	51	25,806	4,420	2,370
360	47	23,782	4,972	2,172

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

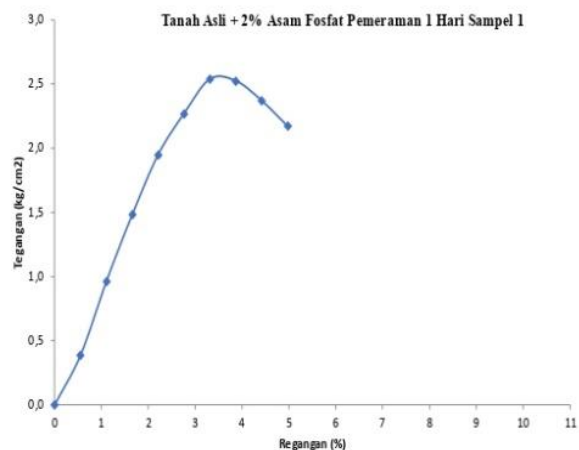
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari
Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari
Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	2,539
c_u (kg/cm ²)	0,733
α (°)	60
φ (°)	30

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 11 April 2023
 Sampel : Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	9,10	9,25
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	16,94	17,57
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	15,61	16,14
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	7,84	8,32
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	6,51	6,89
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,33	1,43
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	20,430	20,755
Kadar air rata-rata, w (%)	20,592	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	132,05
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,57
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,135
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,010
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	71,42
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,849
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,533

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi)	$\epsilon = \Delta L/L_0$	Tegangan, $\sigma = P/A$
	(div)	kg	%	(kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	9	4,554	0,561	0,452
80	29	14,674	1,121	1,450
120	33	16,698	1,682	1,640
160	40	20,240	2,242	1,977
200	44	22,264	2,803	2,162
240	46	23,276	3,364	2,247
280	50	25,300	3,924	2,428
320	45	22,770	4,485	2,173
360	39	19,734	5,046	1,872

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

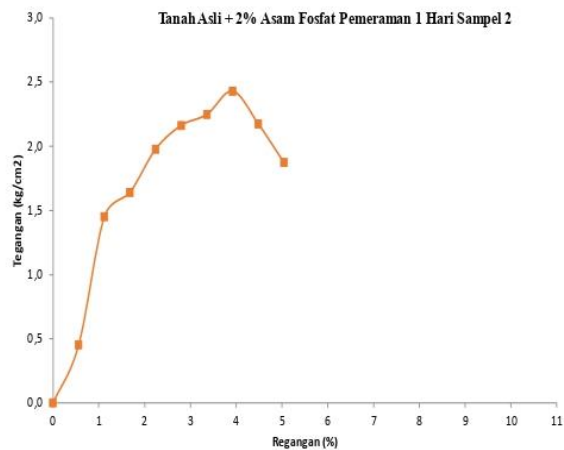
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari
Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari
Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	2,428
c_u (kg/cm ²)	0,646
α (°)	62
ϕ (°)	34

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 11 April 2023
 Sampel : Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	9,02	9,26
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	20,50	20,17
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	18,46	18,13
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	11,48	10,91
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,44	8,87
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,04	2,04
Kadar air, $w = (W_W / W_S) \times 100\%$ (%)	21,610	22,999
Kadar air rata-rata, w (%)	22,305	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	136,51
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,63
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,11
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,349
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	73,58
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,855
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,517

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L / L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P / A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	6	3,036	0,563	0,292
80	24	12,144	1,125	1,160
120	36	18,216	1,688	1,730
160	70	35,420	2,250	3,345
200	65	32,890	2,813	3,089
240	40	20,240	3,376	1,890
280	34	17,204	3,938	0,000

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

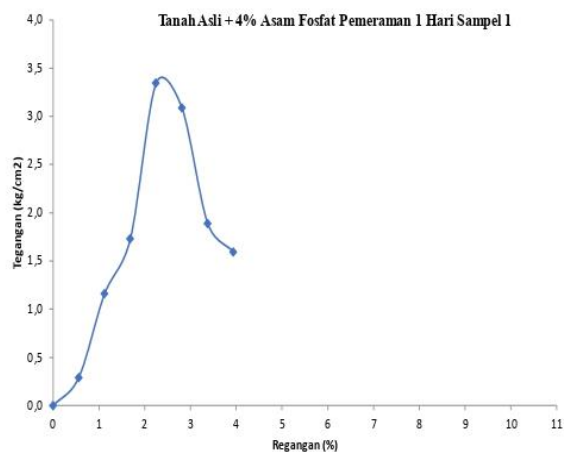
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari
Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari
Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	3,345
c_u (kg/cm ²)	0,966
α (°)	60
ϕ (°)	30

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 11 April 2023
 Sampel : Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	9,07	8,87
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,25	18,92
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,71	17,24
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	9,18	10,05
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	7,64	8,37
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,54	1,68
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	20,157	20,072
Kadar air rata-rata, w (%)	20,114	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	134,86
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,61
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,11
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,235
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	72,77
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,853
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,543

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	3	1,518	0,563	0,147
80	12	6,072	1,125	0,587
120	28	14,168	1,688	1,361
160	69	34,914	2,250	3,334
200	67	33,902	2,813	3,219
240	39	19,734	3,376	1,863
280	32	16,192	3,938	1,520

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

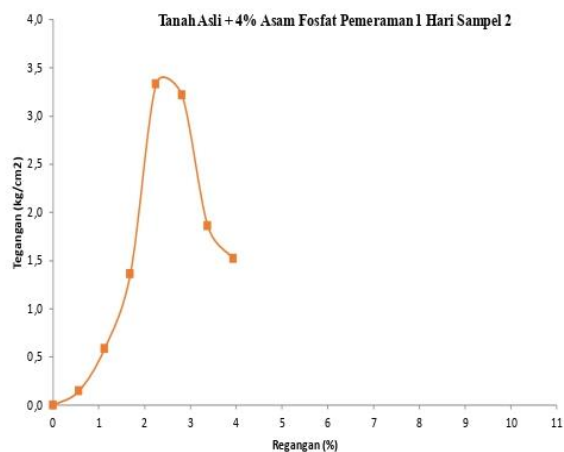
**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2



Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari
Sampel 2



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari
Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	3,334
c_u (kg/cm ²)	0,849
α (°)	63
ϕ (°)	36

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 11 April 2023
 Sampel : Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	9,08	8,97
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	22,29	22,87
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	19,91	20,31
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	13,21	13,90
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,83	11,34
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,38	2,56
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	21,976	22,575
Kadar air rata-rata, w (%)	22,275	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	135,57
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,62
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,17
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,321
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	73,99
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,832
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,498

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	33	16,698	0,558	1,609
80	76	38,456	1,116	3,685
120	110	55,660	1,674	5,303
160	99	50,094	2,232	4,745
200	91	46,046	2,789	4,337
240	61	30,866	3,347	2,891

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

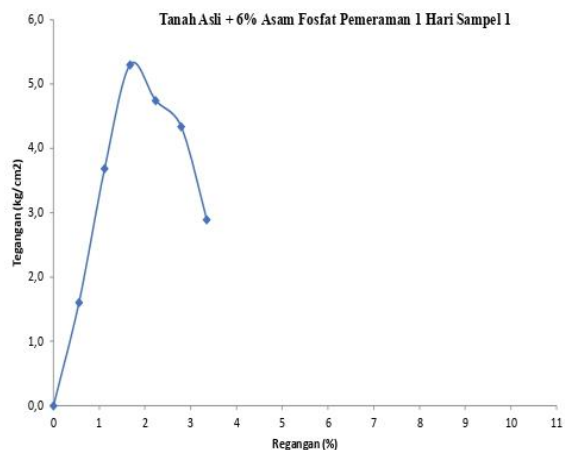
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari
Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari
Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	5,303
c_u (kg/cm ²)	1,125
α (°)	67
ϕ (°)	44

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	8,86	8,97
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	22,48	21,20
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	20,11	19,14
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	13,62	12,23
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	11,25	10,17
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,37	2,06
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	21,067	20,256
Kadar air rata-rata, w (%)	20,661	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	133,23
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,68
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,13
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,636
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	75,83
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,757
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,456

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	11	5,566	0,561	0,520
80	47	23,782	1,122	2,211
120	103	52,118	1,683	4,818
160	97	49,082	2,244	4,511
200	75	37,950	2,805	3,468
240	55	27,830	3,366	2,528

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

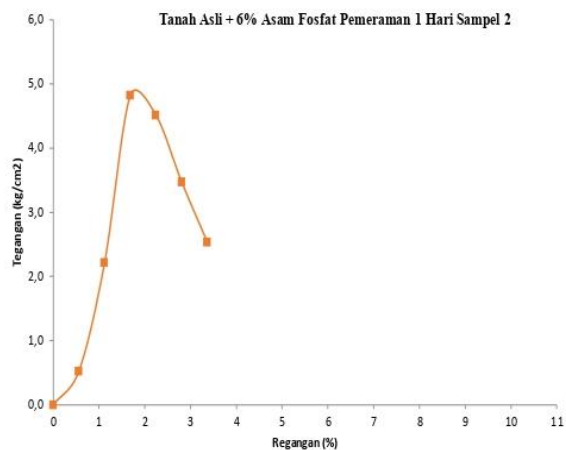
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari
Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari
Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	4,818
c_u (kg/cm ²)	1,505
α (°)	58
φ (°)	26

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 12 April 2023
 Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	12,64	13,40
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	20,86	22,67
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	19,55	21,02
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	8,22	9,27
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	6,91	7,62
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,31	1,65
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	18,958	21,654
Kadar air rata-rata, w (%)	20,306	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	133,88
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,62
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,15
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,292
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	73,58
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,819
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,512

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi)	$\epsilon = \Delta L/L_0$	Tegangan, $\sigma = P/A$
	(div)	kg	%	(kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	2	0,940	0,559	0,091
80	8	3,760	1,119	0,361
120	11	5,170	1,678	0,494
160	28	13,160	2,238	1,250
200	44	20,680	2,797	1,953
240	56	26,320	3,357	2,471
280	66	31,020	3,916	2,896
320	60	28,200	4,476	2,617
360	48	22,560	5,035	2,082
400	30	14,100	5,594	1,293

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

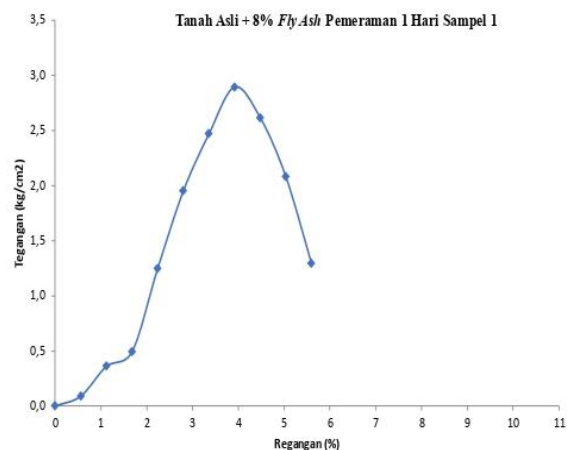
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 12 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	2,896
c_u (kg/cm ²)	0,803
α (°)	61
ϕ (°)	32

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 12 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	9,20	8,94
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,03	18,36
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,53	16,80
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	8,83	9,42
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	7,33	7,86
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,50	1,56
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	20,464	19,847
Kadar air rata-rata, w (%)	20,156	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	132,56
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,58
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,11
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,066
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	71,56
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,852
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,541

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	1	0,470	0,563	0,046
80	6	2,820	1,125	0,277
120	11	5,170	1,688	0,505
160	23	10,810	2,250	1,050
200	41	19,270	2,813	1,861
240	53	24,910	3,376	2,391
280	62	29,140	3,938	2,781
320	64	30,080	4,501	2,854
360	54	25,380	5,063	2,394
400	41	19,270	5,626	1,807

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

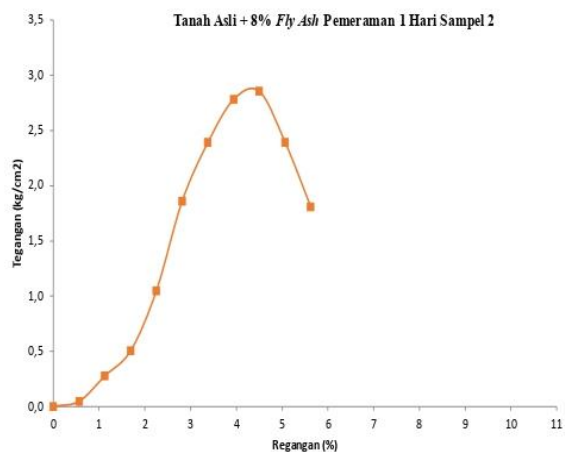
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 12 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	2,854
c_u (kg/cm ²)	0,857
α (°)	59
ϕ (°)	28

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 25 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	12,74	12,96
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	27,75	23,98
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	25,14	22,17
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	15,01	11,02
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	12,40	9,21
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,61	1,81
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	21,048	19,653
Kadar air rata-rata, w (%)	20,350	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	132,94
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,77
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,18
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	11,163
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	80,14
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,659
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,378

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	15	7,590	0,557	0,676
80	41	20,746	1,114	1,838
120	60	30,360	1,671	2,674
160	72	36,432	2,228	3,191
200	58	29,348	2,786	2,556
240	49	24,794	3,343	2,147
280	39	19,734	3,900	1,699
320	29	14,674	4,457	1,256

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

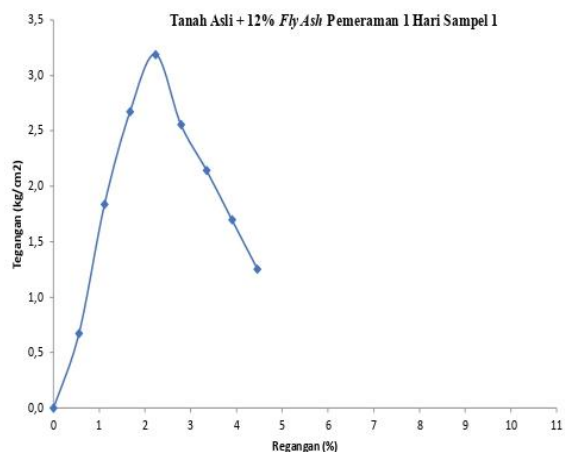
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 25 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	3,191
c_u (kg/cm ²)	1,036
α (°)	57
ϕ (°)	24

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 12 April 2023
 Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	12,83	12,76
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	24,47	25,96
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	22,22	23,87
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	11,64	13,20
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,39	11,11
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,25	2,09
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	23,962	18,812
Kadar air rata-rata, w (%)	21,387	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	133,83
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,65
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,23
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,463
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	75,65
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,769
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,457

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	6	3,036	0,553	0,289
80	11	5,566	1,107	0,526
120	33	16,698	1,660	1,569
160	50	25,300	2,213	2,364
200	63	31,878	2,766	2,962
240	66	33,396	3,320	3,086
280	49	24,794	3,873	2,278
320	36	18,216	4,426	1,664

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

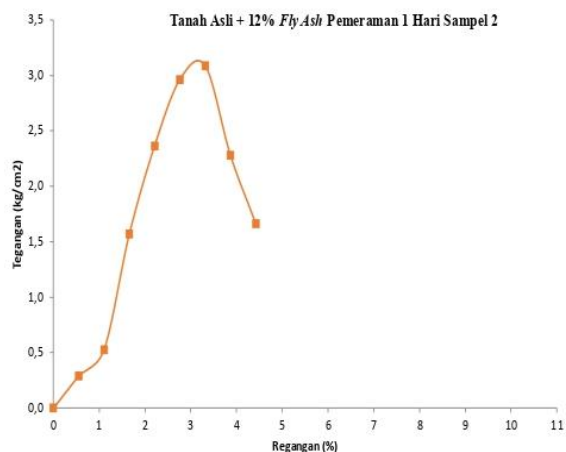
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 12 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	3,086
c_u (kg/cm ²)	0,655
α (°)	67
ϕ (°)	44

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,56	5,84
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,68	18,56
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,42	16,37
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	13,12	12,72
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,86	10,53
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,26	2,19
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	20,810	20,798
Kadar air rata-rata, w (%)	20,804	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	133,07
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,61
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,07
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,235
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	72,36
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,839
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,522

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	4	2,024	0,566	0,197
80	17	8,602	1,132	0,831
120	29	14,674	1,697	1,409
160	61	30,866	2,263	2,947
200	74	37,444	2,829	3,555
240	43	21,758	3,395	2,054
280	30	15,180	3,960	1,424
320	20	10,120	4,526	0,944

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

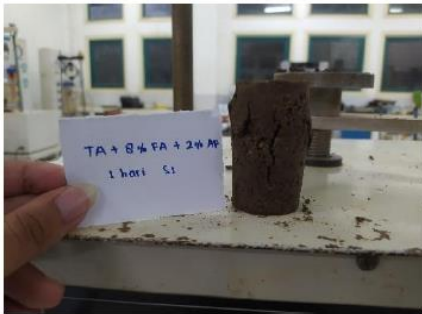


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

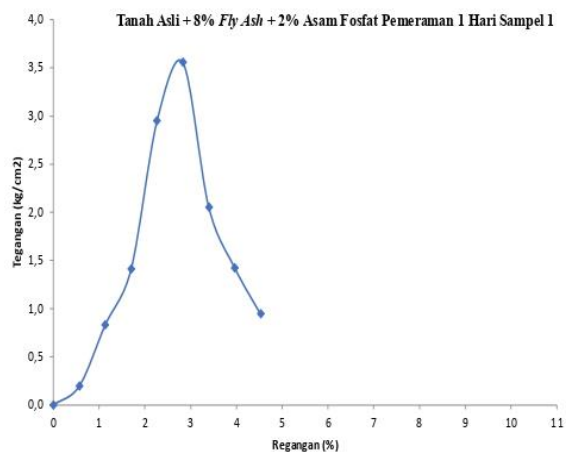
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	3,555
c_u (kg/cm ²)	1,026
α (°)	60
ϕ (°)	30

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 11 Mei 2023
 Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,94	5,49
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,18	18,60
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,16	16,38
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	12,24	13,11
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,22	10,89
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,02	2,22
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	19,765	20,386
Kadar air rata-rata, w (%)	20,075	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	132,69
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,64
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,16
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,406
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	74,50
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,781
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,483

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	2	1,012	0,559	0,097
80	10	5,060	1,117	0,481
120	32	16,192	1,676	1,530
160	62	31,372	2,235	2,947
200	70	35,420	2,793	3,309
240	66	33,396	3,352	3,102
280	50	25,300	3,911	2,336
320	35	17,710	4,469	1,626

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

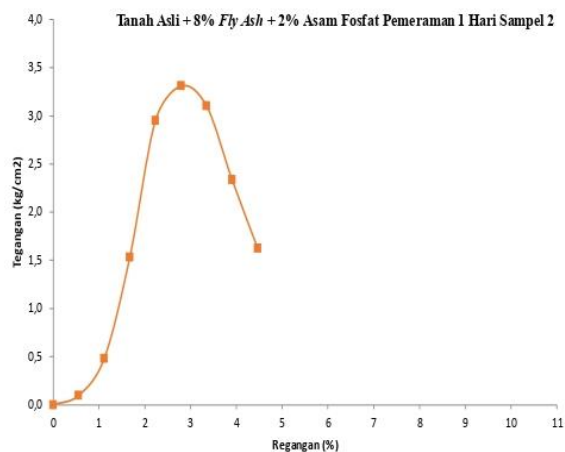
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	3,309
c_u (kg/cm ²)	0,602
α (°)	70
φ (°)	50

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 11 Mei 2023
 Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,65	7,68
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,96	19,12
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,52	17,19
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	13,31	11,44
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,87	9,51
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,44	1,93
Kadar air, $w = (W_W / W_S) \times 100\%$ (%)	22,447	20,294
Kadar air rata-rata, w (%)	21,371	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	135,06
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,63
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,15
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,349
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	73,99
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,825
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,504

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L / L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P / A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	2	1,012	0,559	0,097
80	6	3,036	1,119	0,290
120	27	13,662	1,678	1,298
160	66	33,396	2,238	3,155
200	100	50,600	2,797	4,753
240	104	52,624	3,357	4,914
280	101	51,106	3,916	4,745
320	96	48,576	4,476	4,484
360	82	41,492	5,035	3,807

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

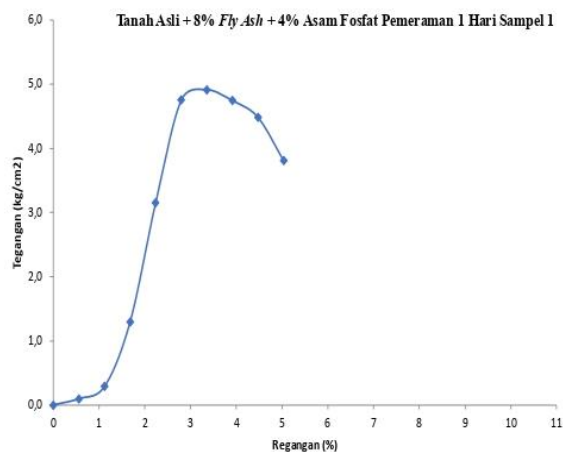
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	4,914
c_u (kg/cm ²)	1,419
α (°)	60
φ (°)	30

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 11 Mei 2023
 Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,65	5,84
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,53	19,38
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,41	17,01
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	12,88	13,54
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,76	11,17
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,12	2,37
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	19,703	21,218
Kadar air rata-rata, w (%)	20,460	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	134,04
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,66
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,14
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,521
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	75,11
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,784
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,481

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	7	3,542	0,560	0,335
80	25	12,650	1,120	1,189
120	52	26,312	1,681	2,459
160	72	36,432	2,241	3,385
200	82	41,492	2,801	3,833
240	89	45,034	3,361	4,137
280	82	41,492	3,922	3,789
320	65	32,890	4,482	2,986
360	55	27,830	5,042	2,512

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

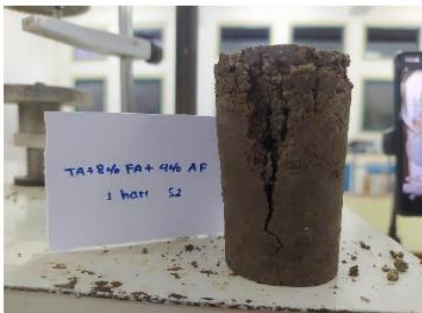


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

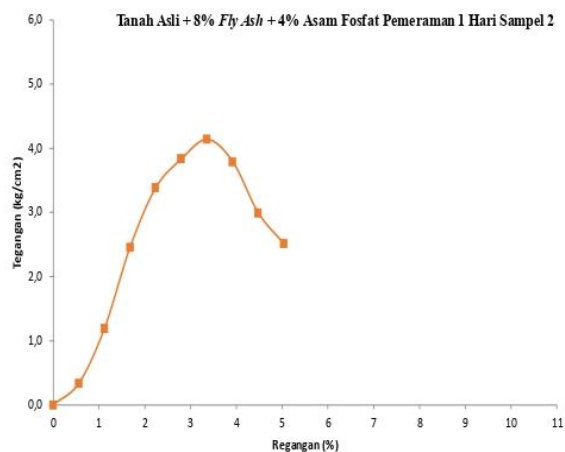
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	4,137
c_u (kg/cm ²)	0,753
α (°)	70
φ (°)	50

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,73	5,43
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	17,22	18,12
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	15,12	16,02
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	11,49	12,69
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,39	10,59
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,10	2,10
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	22,364	19,830
Kadar air rata-rata, w (%)	21,097	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	134,75
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,66
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,28
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,521
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	76,59
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,759
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,453

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	3	1,518	0,549	0,143
80	25	12,650	1,099	1,189
120	55	27,830	1,648	2,602
160	86	43,516	2,198	4,045
200	115	58,190	2,747	5,379
240	125	63,250	3,297	5,814
280	105	53,130	3,846	4,856
320	75	37,950	4,396	3,449
360	50	25,300	4,945	2,286

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

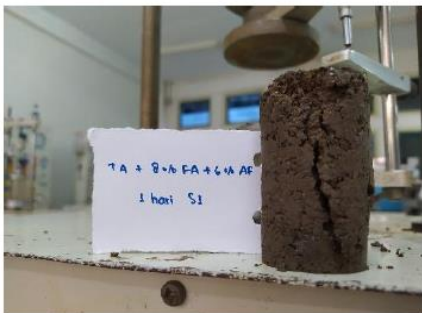


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

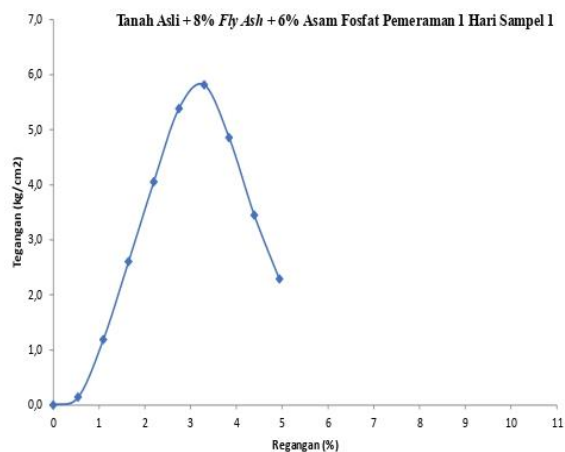
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	5,814
c_u (kg/cm ²)	1,174
α (°)	68
φ (°)	46

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,50	5,54
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	17,99	17,10
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	15,80	15,20
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	12,49	11,56
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,30	9,66
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,19	1,90
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	21,262	19,669
Kadar air rata-rata, w (%)	20,465	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	131,65
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,63
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,22
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,349
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	74,72
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,762
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,463

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	3	1,518	0,554	0,146
80	37	18,722	1,108	1,789
120	72	36,432	1,662	3,462
160	89	45,034	2,216	4,255
200	119	60,214	2,770	5,657
240	108	54,648	3,324	5,105
280	91	46,046	3,878	4,277
320	62	31,372	4,432	2,897
360	43	21,758	4,986	1,998

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

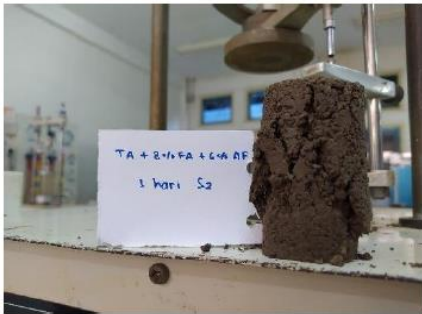


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

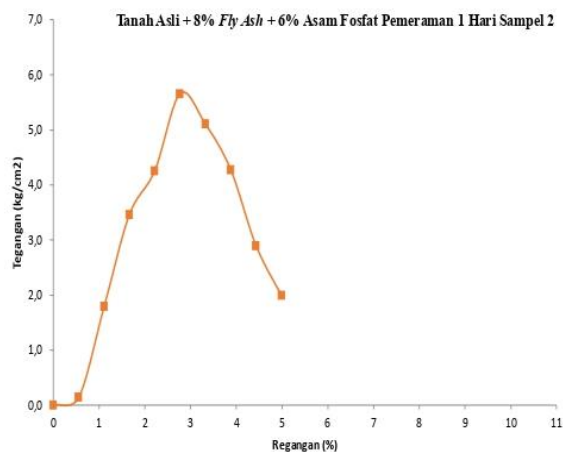
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 11 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	5,657
c_u (kg/cm ²)	1,319
α (°)	65
φ (°)	40

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESSION TEST)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 12 Mei 2023
 Sampel : Tanah Asli + 12% Fly Ash + 2% Asam Fosfat (H₃PO₄) Pemeraman 1 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W ₁ (gram)	5,67	5,55
Berat tanah basah + container, W ₂ (gram)	18,96	18,81
Berat tanah kering + container, W ₃ (gram)	16,22	16,88
Berat tanah basah, W = W ₂ -W ₁ (gram)	13,29	13,26
Berat tanah kering, WS = W ₃ -W ₁ (gram)	10,55	11,33
Berat air, WW = W ₃ -W ₂ (gram)	2,74	1,93
Kadar air, w = (W _W /W _S) × 100% (%)	25,972	17,034
Kadar air rata-rata, w (%)	21,503	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	134,55
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,57
Tinggi awal sampel tanah, L _o (cm)	7,12
Luas penampang sampel tanah, A _o (cm ²)	10,010
Volume awal sampel tanah, V _o (cm ³)	71,27
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,888
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,554

Vertical Dial × 0,01 mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban × Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L / L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P / A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	3	1,518	0,562	0,151
80	11	5,566	1,124	0,550
120	35	17,710	1,685	1,739
160	65	32,890	2,247	3,212
200	80	40,480	2,809	3,930
240	92	46,552	3,371	4,494
280	85	43,010	3,933	4,128
320	78	39,468	4,494	3,766
360	64	32,384	5,056	3,072

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

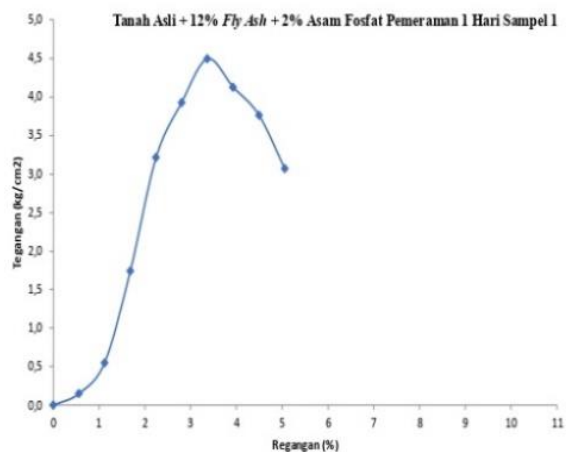
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 12 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	4,494
c_u (kg/cm ²)	1,145
α (°)	63
φ (°)	36

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 12 Mei 2023
 Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	6,04	5,51
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	19,37	18,62
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,74	16,72
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	13,33	13,11
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,70	11,21
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,63	1,90
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	24,579	16,949
Kadar air rata-rata, w (%)	20,764	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	133,24
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,67
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,20
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,578
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	76,16
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,749
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,449

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	5	2,530	0,556	0,238
80	15	7,590	1,111	0,710
120	25	12,650	1,667	1,176
160	45	22,770	2,222	2,105
200	68	34,408	2,778	3,162
240	82	41,492	3,333	3,792
280	65	32,890	3,889	3,158
320	51	25,806	4,444	2,463
360	39	19,734	5,000	1,873

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

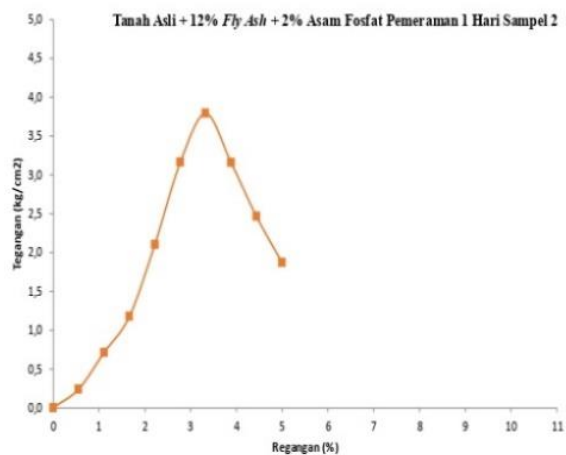
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 12 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	3,792
c_u (kg/cm ²)	0,766
α (°)	68
φ (°)	46

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 12 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,42	5,50
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,99	19,00
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,40	17,00
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	13,57	13,50
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,98	11,50
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,59	2,00
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	23,588	17,391
Kadar air rata-rata, w (%)	20,490	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	132,22
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,59
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,20
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,122
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	72,88
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,814
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,506

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	16	8,096	0,556	0,795
80	37	18,722	1,111	1,829
120	70	35,420	1,667	3,441
160	100	50,600	2,222	4,888
200	105	53,130	2,778	5,103
240	94	47,564	3,333	4,542
280	83	41,998	3,889	3,988
320	61	30,866	4,444	2,914

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

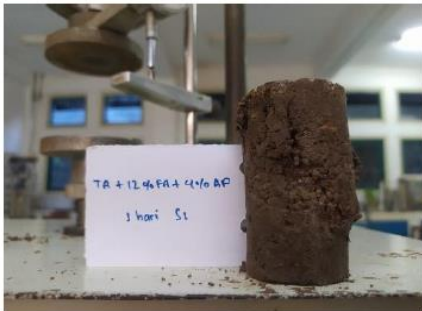


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

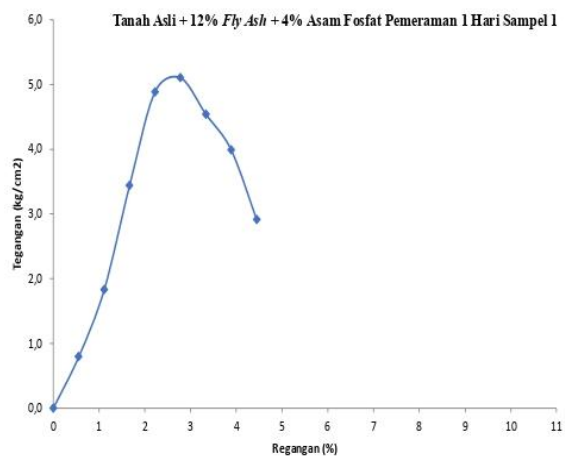
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 12 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	5,103
c_u (kg/cm ²)	1,190
α (°)	65
φ (°)	40

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 12 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,64	5,56
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,62	18,71
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,59	16,17
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	12,98	13,15
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,95	10,61
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,03	2,54
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	18,539	23,940
Kadar air rata-rata, w (%)	21,239	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	135,15
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,66
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,05
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,521
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	74,17
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,822
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,503

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	18	9,108	0,567	0,861
80	40	20,240	1,135	1,902
120	77	38,962	1,702	3,640
160	103	52,118	2,270	4,841
200	109	55,154	2,837	5,094
240	96	48,576	3,404	4,460
280	81	40,986	3,972	3,741
320	61	30,866	4,539	2,801

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

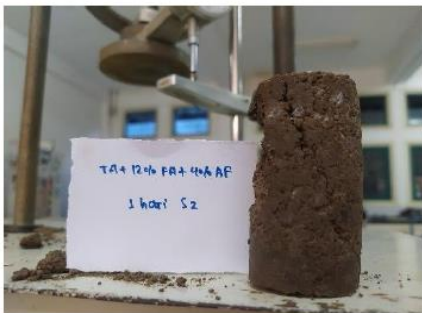


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

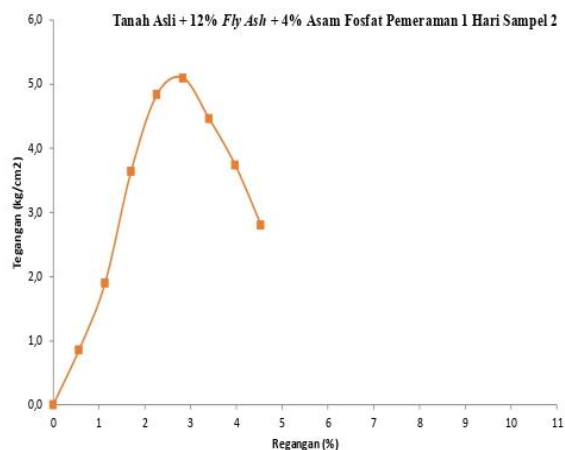
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 12 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	5,094
c_u (kg/cm ²)	1,081
α (°)	67
ϕ (°)	44

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 17 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,50	5,50
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	17,66	17,62
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	15,23	15,78
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	12,16	12,12
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,73	10,28
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,43	1,84
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	24,974	17,899
Kadar air rata-rata, w (%)	21,437	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	135,28
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,57
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,09
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,010
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	70,97
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,906
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,570

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	5	2,530	0,564	0,251
80	14	7,084	1,128	0,700
120	51	25,806	1,693	2,534
160	104	52,624	2,257	5,139
200	122	61,732	2,821	5,993
240	130	65,780	3,385	6,349
280	125	63,250	3,949	6,069
320	106	53,636	4,513	5,116

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

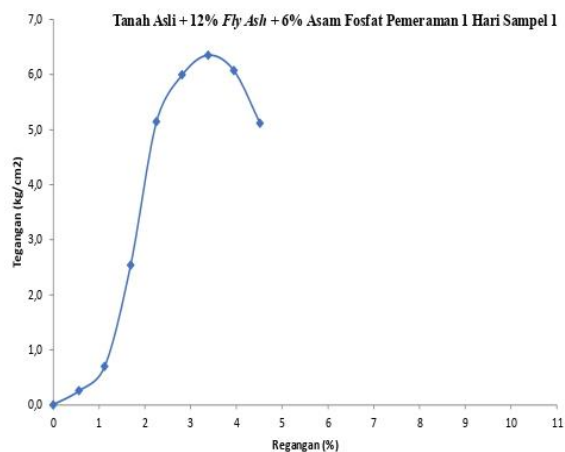
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 17 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	6,349
c_u (kg/cm ²)	1,283
α (°)	68
φ (°)	46

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 17 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,83	5,78
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	17,64	17,46
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	15,87	15,20
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	11,81	11,68
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,04	9,42
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,77	2,26
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	17,629	23,992
Kadar air rata-rata, w (%)	20,810	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	133,11
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,61
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,07
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,235
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	72,36
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,839
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,523

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	9	4,554	0,566	0,442
80	37	18,722	1,132	1,808
120	93	47,058	1,697	4,520
160	126	63,756	2,263	6,088
200	120	60,720	2,829	5,765
240	105	53,130	3,395	5,015
280	71	35,926	3,960	3,371
320	48	24,288	4,526	2,266

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

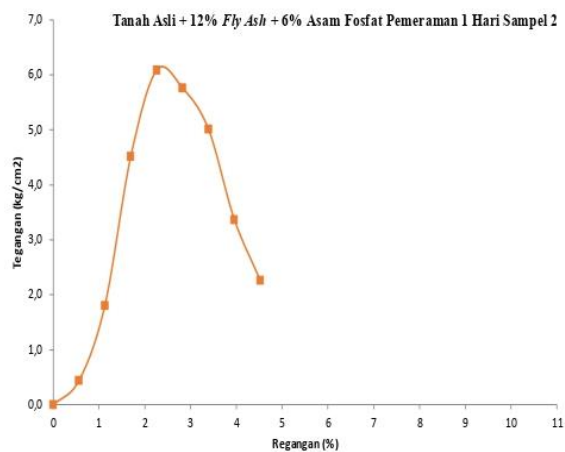
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec. Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 17 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 1 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	6,088
c_u (kg/cm ²)	1,419
α (°)	65
ϕ (°)	40

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 13 April 2023
 Sampel : Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	12,96	12,69
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	17,98	21,38
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	17,18	19,81
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	5,02	8,69
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	4,22	7,12
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	0,80	1,57
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	18,957	22,051
Kadar air rata-rata, w (%)	20,504	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	134,14
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,68
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,09
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,665
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	75,61
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,774
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,472

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	16	7,520	0,564	0,701
80	48	22,560	1,128	2,091
120	76	35,720	1,693	3,293
160	84	39,480	2,257	3,618
200	64	30,080	2,821	2,741
240	54	25,380	3,385	2,299
280	47	22,090	3,949	1,989

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

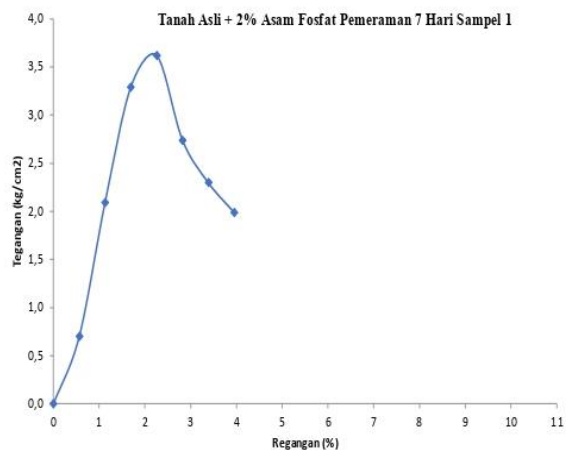
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari
Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari
Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	3,618
c_u (kg/cm ²)	0,882
α (°)	64
ϕ (°)	38

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	9,09	9,21
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	14,35	15,76
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	13,48	14,63
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	5,26	6,55
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	4,39	5,42
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	0,87	1,13
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	19,818	20,849
Kadar air rata-rata, w (%)	20,333	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	133,50
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,58
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,13
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,066
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	71,77
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,860
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,546

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	14	6,580	0,561	0,650
80	30	14,100	1,122	1,385
120	63	29,610	1,683	2,892
160	80	37,600	2,244	3,652
200	62	29,140	2,805	2,814
240	52	24,440	3,366	2,346
280	46	21,620	3,927	2,063

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

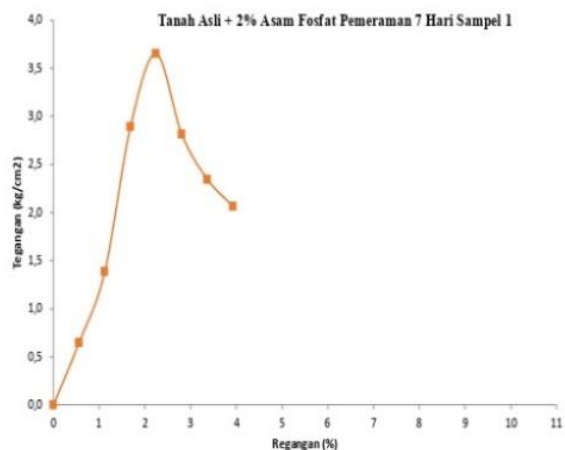
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari
Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari
Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	3,652
c_u (kg/cm ²)	0,930
α (°)	63
φ (°)	36

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	8,99	8,88
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	19,11	18,86
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	17,00	17,16
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	10,12	9,98
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	8,01	8,28
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,11	1,70
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	26,342	20,531
Kadar air rata-rata, w (%)	23,437	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	136,82
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,16
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,09
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	7,843
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	55,60
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	2,461
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,993

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	12	6,072	0,564	0,770
80	45	22,770	1,128	2,871
120	65	32,890	1,693	4,123
160	72	36,432	2,257	4,541
200	78	39,468	2,821	4,891
240	77	38,962	3,385	4,800
280	73	36,938	3,949	4,524
320	62	31,372	4,513	3,820

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

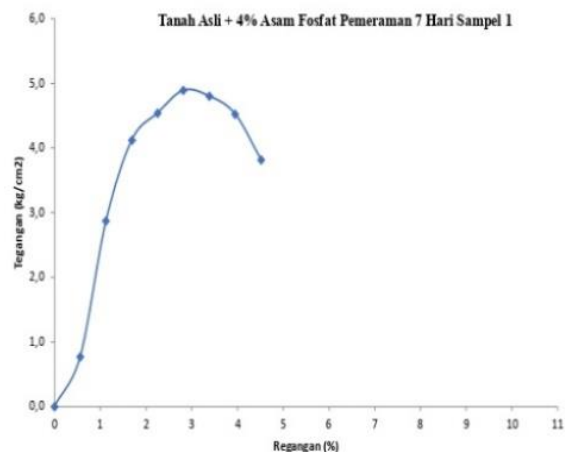
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari
Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari
Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	4,891
c_u (kg/cm ²)	1,140
α (°)	65
φ (°)	40

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	12,86	12,76
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	19,27	18,13
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	17,98	17,22
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	6,41	5,37
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	5,12	4,46
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,29	0,91
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	25,195	20,404
Kadar air rata-rata, w (%)	22,799	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	131,57
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,17
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,02
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	7,892
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	55,40
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	2,375
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,934

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	8	4,048	0,570	0,510
80	36	18,216	1,140	2,282
120	59	29,854	1,709	3,718
160	72	36,432	2,279	4,511
200	76	38,456	2,849	4,734
240	69	34,914	3,419	4,273
280	54	27,324	3,989	3,324
320	42	21,252	4,558	2,570

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

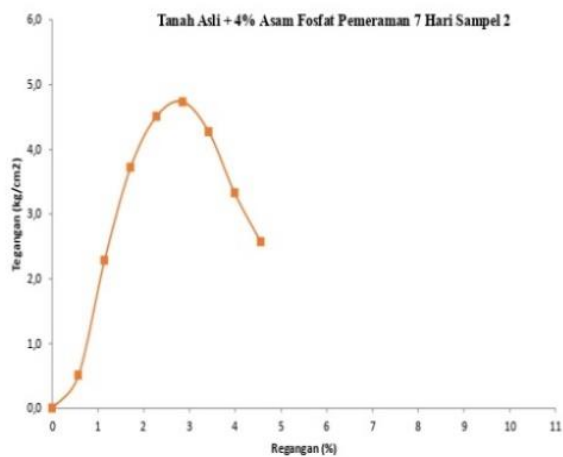
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari
Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari
Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	4,734
c_u (kg/cm ²)	1,054
α (°)	66
φ (°)	42

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	12,76	9,00
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	23,17	20,05
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	21,08	18,09
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	10,41	11,05
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	8,32	9,09
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,09	1,96
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	25,120	21,562
Kadar air rata-rata, w (%)	23,341	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	136,84
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,66
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,19
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,521
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	75,64
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,809
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,467

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	5	2,530	0,556	0,239
80	29	14,674	1,113	1,379
120	75	37,950	1,669	3,547
160	113	57,178	2,225	5,314
200	128	64,768	2,782	5,985
240	137	69,322	3,338	6,369
280	100	50,600	3,894	4,622
320	62	31,372	4,451	2,849
360	48	24,288	5,007	2,193

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

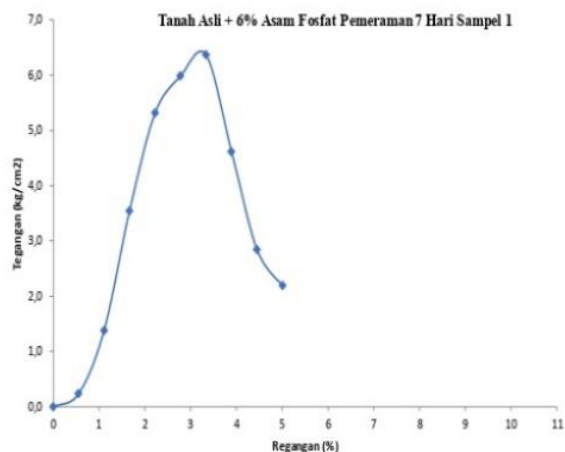
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec. Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari
Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari
Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	6,369
c_u (kg/cm ²)	1,159
α (°)	70
φ (°)	50

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 13 April 2023
 Sampel : Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	9,09	9,27
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	16,15	19,81
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	14,87	17,81
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	7,06	10,54
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	5,78	8,54
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,28	2,00
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	22,145	23,419
Kadar air rata-rata, w (%)	22,782	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	135,12
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,64
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,24
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,406
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	75,34
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,793
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,461

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	7	3,542	0,552	0,338
80	26	13,156	1,105	1,250
120	71	35,926	1,657	3,395
160	88	44,528	2,210	4,184
200	100	50,600	2,762	4,728
240	133	67,298	3,315	6,253
280	96	48,576	3,867	4,487
320	81	40,986	4,420	3,765
360	57	28,842	4,972	2,634

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

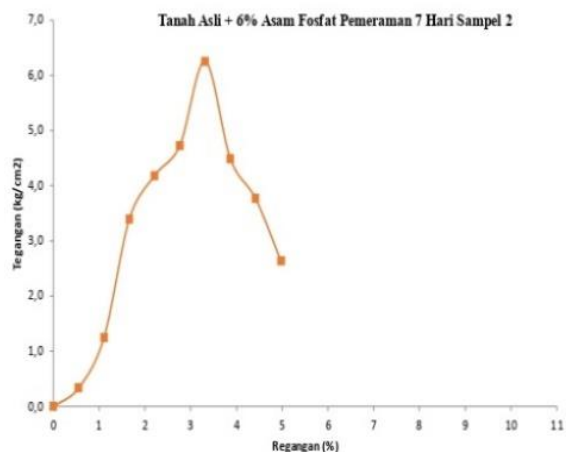
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari
Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari
Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	6,253
c_u (kg/cm ²)	1,525
α (°)	64
φ (°)	38

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 13 April 2023
 Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	12,77	12,83
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	21,76	21,56
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	20,04	20,29
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	8,99	8,73
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	7,27	7,46
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,72	1,27
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	23,659	17,024
Kadar air rata-rata, w (%)	20,342	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	131,29
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,64
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,12
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,406
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	74,09
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,772
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,472

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	14	7,084	0,562	0,677
80	54	27,324	1,124	2,596
120	75	37,950	1,685	3,585
160	90	45,540	2,247	4,278
200	51	25,806	2,809	2,410
240	34	17,204	3,371	1,598
280	24	12,144	3,933	1,121
320	19	9,614	4,494	0,882

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

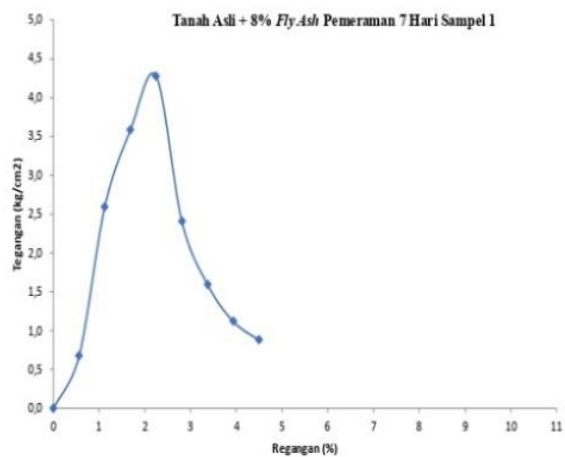
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	4,278
c_u (kg/cm ²)	1,137
α (°)	62
φ (°)	34

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	9,25	8,90
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	20,40	19,93
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	18,84	17,41
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	11,15	11,03
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,59	8,51
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,56	2,52
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	16,267	29,612
Kadar air rata-rata, w (%)	22,940	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	135,71
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,64
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,13
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,406
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	74,19
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,829
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,488

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	16	8,096	0,561	0,774
80	56	28,336	1,122	2,692
120	90	45,540	1,683	4,303
160	95	48,070	2,244	4,516
200	95	48,070	2,805	4,490
240	90	45,540	3,366	4,229
280	75	37,950	3,927	3,504
320	68	34,408	4,488	3,158

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

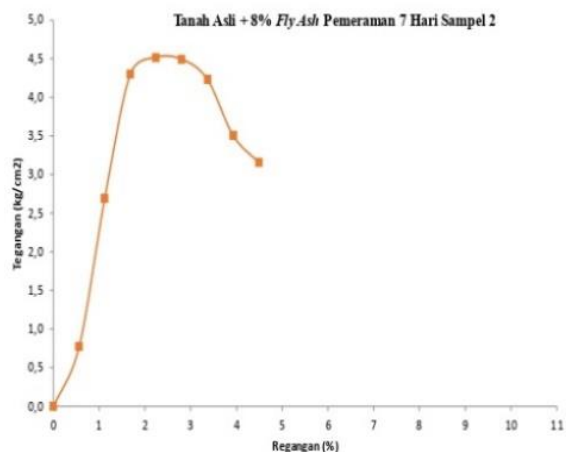
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec. Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 2



Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 2



Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 2

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	4,516
c_u (kg/cm ²)	0,822
α (°)	70
φ (°)	50

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 13 April 2023
 Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	9,05	13,11
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	20,56	26,47
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	18,40	24,14
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	11,51	13,36
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,35	11,03
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,16	2,33
Kadar air, $w = (W_W / W_S) \times 100\%$ (%)	23,102	21,124
Kadar air rata-rata, w (%)	22,113	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	136,23
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,63
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,13
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,349
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	73,78
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,846
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,512

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L / L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	4	2,024	0,561	0,194
80	14	7,084	1,122	0,677
120	29	14,674	1,683	1,394
160	50	25,300	2,244	2,390
200	73	36,938	2,805	3,469
240	89	45,034	3,366	4,205
280	99	50,094	3,927	4,650
320	82	41,492	4,488	3,829
360	62	31,372	5,049	2,878
400	48	24,288	5,610	2,215

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

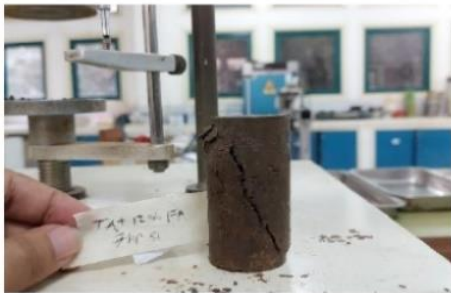


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

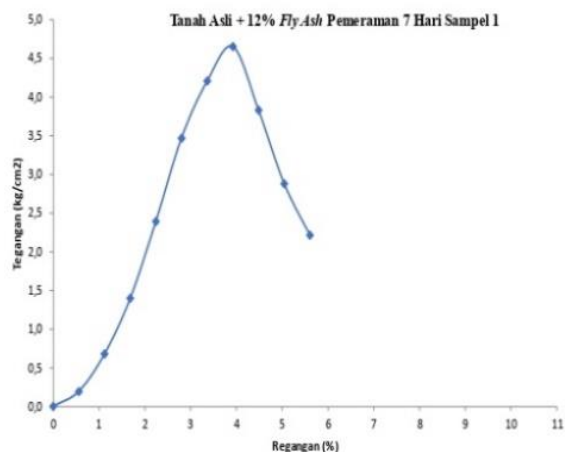
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec. Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	4,650
c_u (kg/cm ²)	1,035
α (°)	66
φ (°)	42

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	8,83	9,19
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	25,58	26,07
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	22,55	23,09
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	16,75	16,88
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	13,72	13,90
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	3,03	2,98
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	22,085	21,439
Kadar air rata-rata, w (%)	21,762	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	136,31
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,65
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,14
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,463
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	74,71
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,825
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,498

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	5	2,530	0,560	0,240
80	17	8,602	1,120	0,813
120	35	17,710	1,681	1,664
160	64	32,384	2,241	3,026
200	85	43,010	2,801	3,995
240	91	46,046	3,361	4,253
280	98	49,588	3,922	4,553
320	71	35,926	4,482	3,280
360	55	27,830	5,042	2,526
400	39	19,734	5,602	1,780

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

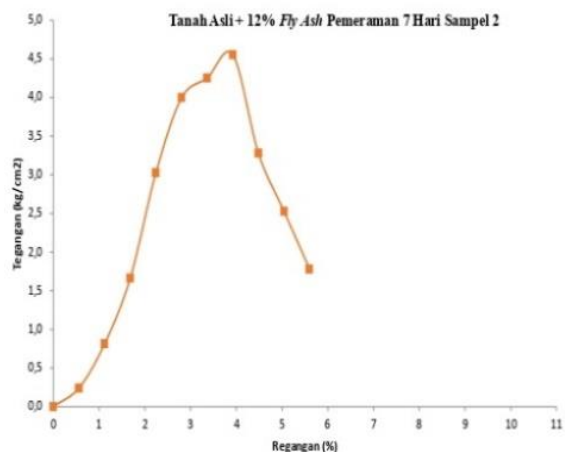
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 13 April 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* Pemeraman 7 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	4,553
c_u (kg/cm ²)	0,966
α (°)	67
φ (°)	44

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,84	5,66
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	17,21	16,97
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	15,12	15,00
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	11,37	11,31
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,28	9,34
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,09	1,97
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	22,522	21,092
Kadar air rata-rata, w (%)	21,807	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	135,12
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,65
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,13
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,463
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	74,60
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,811
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,487

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	31	15,686	0,561	1,491
80	79	39,974	1,122	3,777
120	93	47,058	1,683	4,422
160	104	52,624	2,244	4,916
200	109	55,154	2,805	5,123
240	86	43,516	3,366	4,019
280	65	32,890	3,927	3,020
320	52	26,312	4,513	2,401
360	43	21,758	5,078	1,974

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

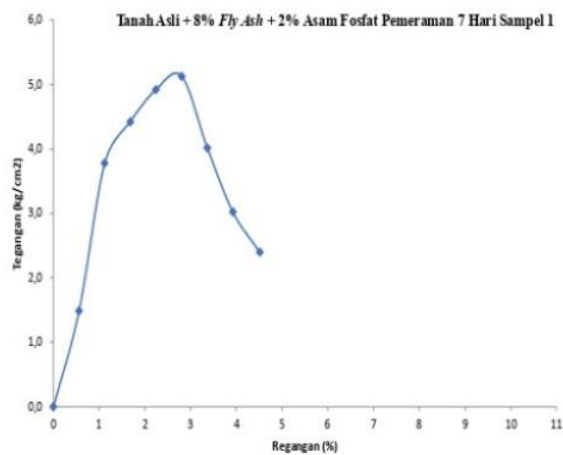
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 7 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 7 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	5,123
c_u (kg/cm ²)	0,932
α (°)	70
ϕ (°)	50

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,86	5,50
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	17,61	17,74
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	15,62	15,71
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	11,75	12,24
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,76	10,21
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,99	2,03
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	20,389	19,882
Kadar air rata-rata, w (%)	20,136	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	133,76
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,61
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	6,91
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,235
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	70,73
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,891
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,574

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	15	7,590	0,579	0,737
80	29	14,674	1,158	1,417
120	48	24,288	1,737	2,332
160	71	35,926	2,315	3,429
200	95	48,070	2,894	4,561
240	104	52,624	3,473	4,963
280	83	41,998	4,052	3,937
320	35	17,710	4,631	1,650
360	30	15,180	5,210	1,406

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

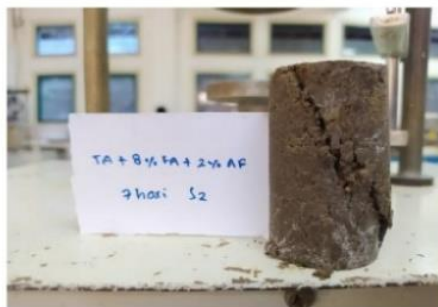


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

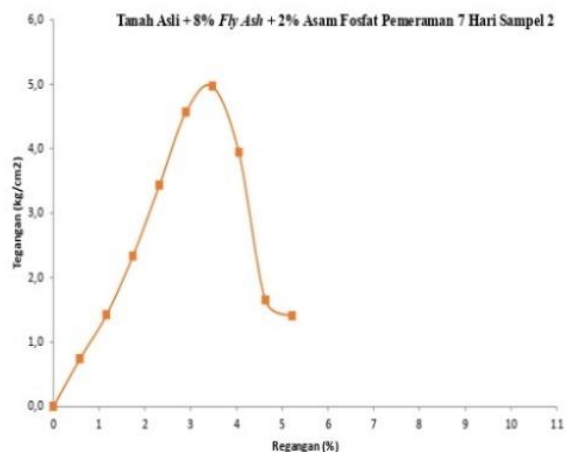
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	4,963
c_u (kg/cm ²)	1,264
α (°)	63
φ (°)	36

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 16 Mei 2023
 Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,49	5,72
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	19,60	18,81
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	17,01	16,56
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	14,11	13,09
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	11,52	10,84
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,59	2,25
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	22,483	20,756
Kadar air rata-rata, w (%)	21,620	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	135,31
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,68
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,16
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,636
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	76,15
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,777
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,461

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	4	2,024	0,559	0,189
80	8	4,048	1,117	0,376
120	21	10,626	1,676	0,982
160	42	21,252	2,235	1,953
200	73	36,938	2,793	3,376
240	139	70,334	3,352	6,391
280	114	57,684	3,911	5,211
320	98	49,588	4,469	4,454

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

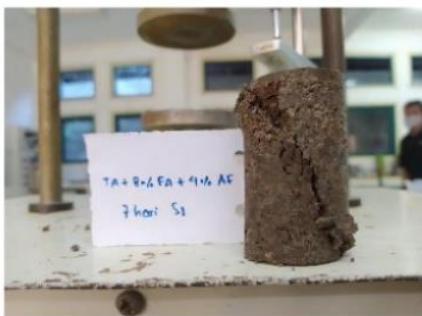


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

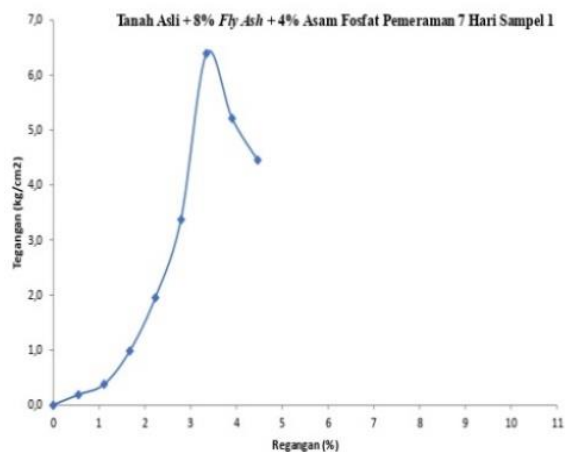
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	6,391
c_u (kg/cm ²)	1,291
α (°)	68
φ (°)	46

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 16 Mei 2023
 Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,94	5,56
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,92	18,60
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,79	16,14
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	12,98	13,04
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,85	10,58
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,13	2,46
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	19,631	23,251
Kadar air rata-rata, w (%)	21,441	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	134,04
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,64
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,14
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,406
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	74,30
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,804
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,486

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	3	1,518	0,560	0,145
80	13	6,578	1,120	0,625
120	54	27,324	1,681	2,582
160	90	45,540	2,241	4,278
200	127	64,262	2,801	6,002
240	101	51,106	3,361	4,746
280	81	40,986	3,922	3,784
320	61	30,866	4,482	2,833

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

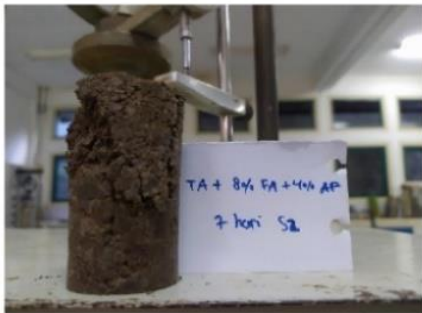


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

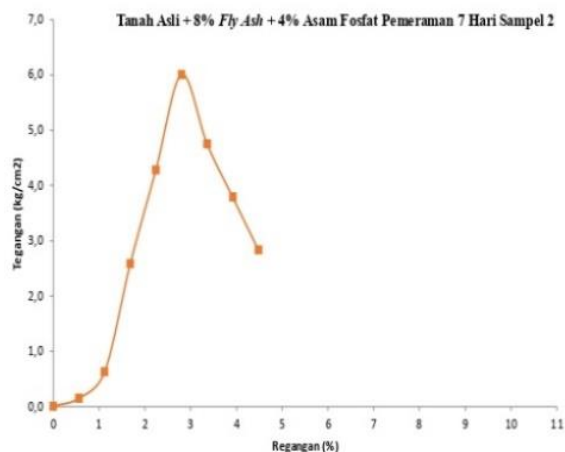
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	6,002
c_u (kg/cm ²)	1,399
α (°)	65
φ (°)	40

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,65	5,42
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,86	18,05
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,58	15,72
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	13,21	12,63
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,93	10,30
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,28	2,33
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	20,860	22,621
Kadar air rata-rata, w (%)	21,741	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	136,49
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,71
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,15
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,810
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	77,29
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,766
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,451

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	1	0,506	0,559	0,047
80	21	10,626	1,119	0,972
120	81	40,986	1,678	3,728
160	150	75,900	2,238	6,864
200	155	78,430	2,797	7,052
240	157	79,442	3,357	7,102
280	157	79,442	3,916	7,061
320	148	74,888	4,476	6,617
360	122	61,732	5,035	5,423

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

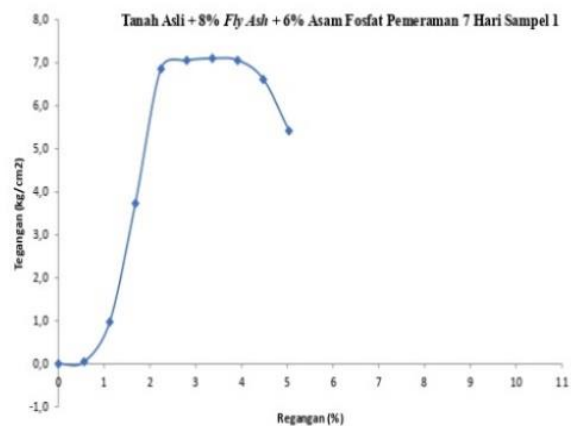
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	7,102
c_u (kg/cm ²)	1,292
α (°)	70
φ (°)	50

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	7,68	7,53
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,50	18,61
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,60	16,77
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	10,82	11,08
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	8,92	9,24
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,90	1,84
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	21,300	19,913
Kadar air rata-rata, w (%)	20,607	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	133,52
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,62
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,16
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,292
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	73,69
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,812
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,502

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	16	8,096	0,559	0,782
80	48	24,288	1,117	2,333
120	133	67,298	1,676	6,429
160	140	70,840	2,235	6,729
200	148	74,888	2,793	7,073
240	144	72,864	3,352	6,842
280	116	58,696	3,911	5,480
320	87	44,022	4,469	4,086
360	75	37,950	5,028	3,502

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

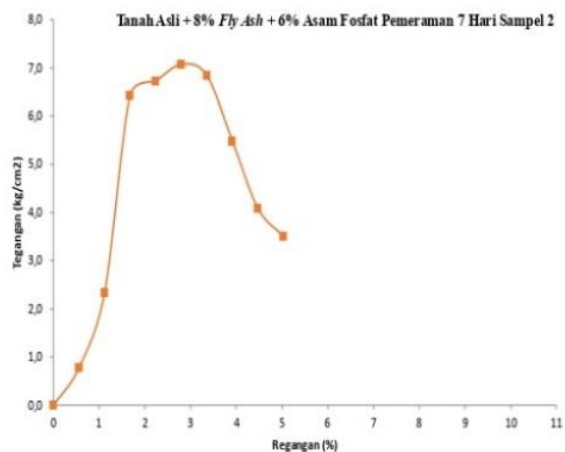
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 8% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	7,073
c_u (kg/cm ²)	1,649
α (°)	65
φ (°)	40

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	6,49	5,55
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	17,43	17,20
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	15,53	15,21
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	10,94	11,65
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,04	9,66
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,90	1,99
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	21,018	20,600
Kadar air rata-rata, w (%)	20,809	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	132,86
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,66
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,30
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,521
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	76,80
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,730
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,432

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi)	$\epsilon = \Delta L/L_0$	Tegangan, $\sigma = P/A$
	(div)	kg	%	(kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	23	11,638	0,548	1,100
80	61	30,866	1,096	2,902
120	95	48,070	1,644	4,494
160	105	53,130	2,192	4,939
200	109	55,154	2,740	5,099
240	117	59,202	3,288	5,442
280	110	55,660	3,836	5,088
320	85	43,010	4,384	3,909
360	65	32,890	4,932	2,972

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

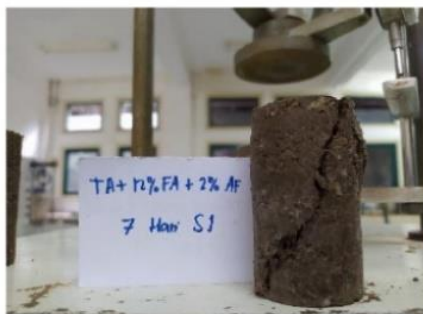


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

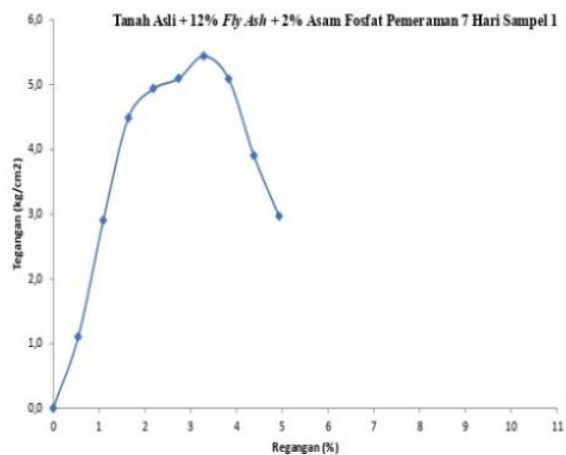
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	5,442
c_u (kg/cm ²)	1,327
α (°)	64
φ (°)	38

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 16 Mei 2023
 Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	5,79	6,46
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,57	18,84
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,56	16,53
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	12,78	12,38
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	10,77	10,07
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,01	2,31
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	18,663	22,939
Kadar air rata-rata, w (%)	20,801	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	133,93
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,56
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,25
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	9,954
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	72,16
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,856
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,536

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	7	3,542	0,552	0,354
80	22	11,132	1,103	1,106
120	38	19,228	1,655	1,900
160	61	30,866	2,207	3,032
200	80	40,480	2,759	3,955
240	94	47,564	3,310	4,620
280	104	52,624	3,862	5,026
320	72	36,432	4,414	3,460
360	64	32,384	4,966	3,057

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

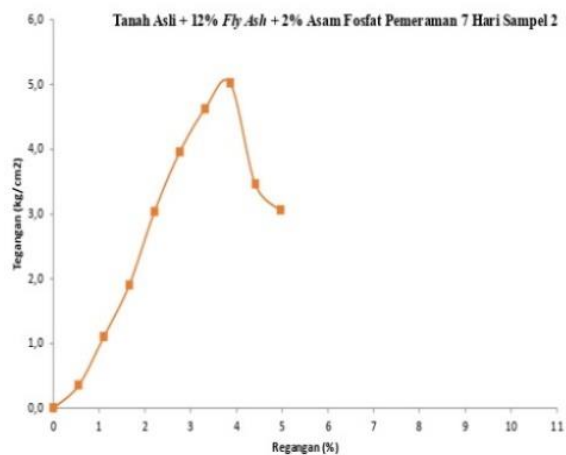
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 2% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	5,026
c_u (kg/cm ²)	1,015
α (°)	68
φ (°)	46

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
 Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
 Tanggal : 16 Mei 2023
 Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	6,78	6,66
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,10	17,22
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,24	15,26
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	11,32	10,56
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,46	8,60
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,86	1,96
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	19,662	22,791
Kadar air rata-rata, w (%)	21,226	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	135,03
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,67
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,23
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,578
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	76,48
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,766
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,456

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	31	15,686	0,553	1,475
80	69	34,914	1,107	3,264
120	97	49,082	1,660	4,563
160	120	60,720	2,213	5,613
200	142	71,852	2,766	6,604
240	113	57,178	3,320	5,226
280	93	47,058	3,873	4,276
320	65	32,890	4,426	2,972

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

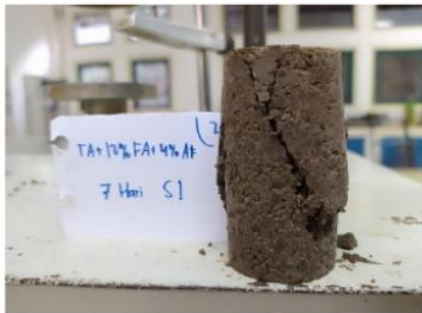


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

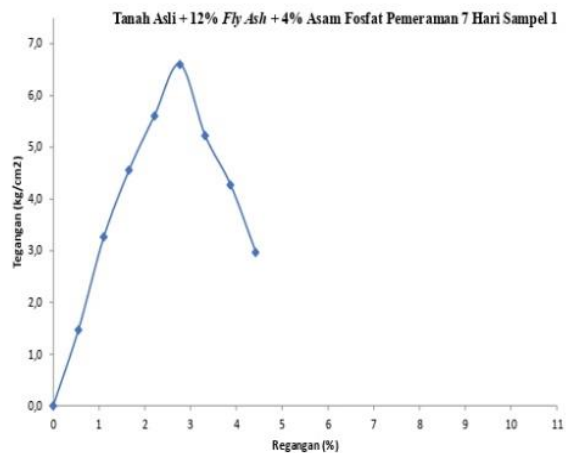
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	6,604
c_u (kg/cm ²)	1,540
α (°)	65
φ (°)	40

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	7,74	6,68
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	19,33	18,76
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	17,50	16,53
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	11,59	12,08
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,76	9,85
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,83	2,23
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	18,750	22,640
Kadar air rata-rata, w (%)	20,695	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	133,40
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,64
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,28
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,406
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	75,76
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,761
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,459

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	55	27,830	0,549	2,660
80	87	44,022	1,099	4,184
120	100	50,600	1,648	4,782
160	122	61,732	2,198	5,802
200	137	69,322	2,747	6,479
240	86	43,516	3,297	4,044
280	66	33,396	3,846	3,086
320	53	26,818	4,396	2,464

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)

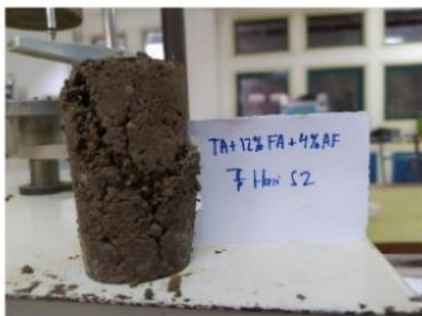


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

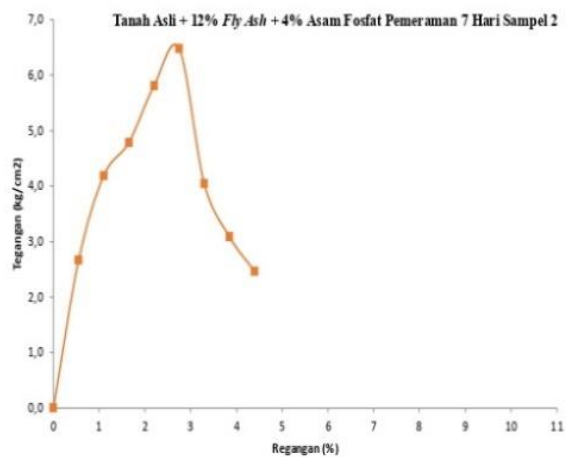
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 4% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	6,479
c_u (kg/cm ²)	1,309
α (°)	68
φ (°)	46

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	6,74	6,86
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	18,11	18,48
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	16,35	16,23
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	11,37	11,62
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,61	9,37
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	1,76	2,25
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	18,314	24,013
Kadar air rata-rata, w (%)	21,164	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	134,62
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,57
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,26
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,010
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	72,67
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,852
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,529

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban (div)	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi) kg	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	25	12,650	0,551	1,257
80	68	34,408	1,102	3,400
120	110	55,660	1,653	5,469
160	150	75,900	2,204	7,415
200	94	47,564	2,755	4,621
240	74	37,444	3,306	3,617
280	52	26,312	3,857	2,527

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

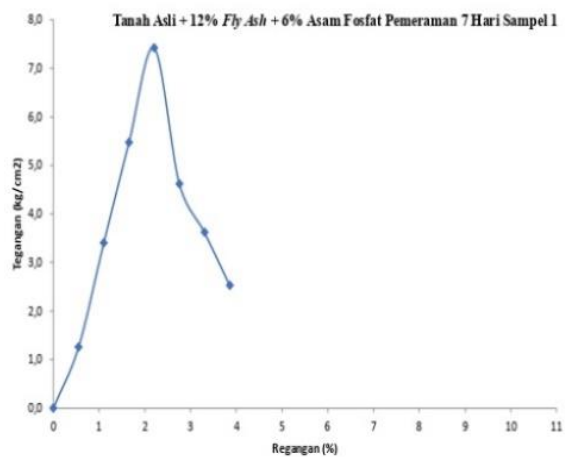
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 1



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 1**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	7,415
c_u (kg/cm ²)	1,498
α (°)	68
φ (°)	46

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

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

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2

KADAR AIR		
No. Uji	1	2
No. Container	a	b
Berat container, W_1 (gram)	6,02	6,82
Berat tanah basah + container, W_2 (gram)	17,54	17,98
Berat tanah kering + container, W_3 (gram)	15,52	16,02
Berat tanah basah, $W = W_2 - W_1$ (gram)	11,52	11,16
Berat tanah kering, $W_S = W_3 - W_1$ (gram)	9,50	9,20
Berat air, $W_W = W_3 - W_2$ (gram)	2,02	1,96
Kadar air, $w = (W_W/W_S) \times 100\%$ (%)	21,263	21,304
Kadar air rata-rata, w (%)	21,284	

DATA SAMPEL	
Berat sampel tanah (gram)	136,03
Diameter sampel tanah, D (cm)	3,59
Tinggi awal sampel tanah, L_0 (cm)	7,16
Luas penampang sampel tanah, A_0 (cm ²)	10,122
Volume awal sampel tanah, V_0 (cm ³)	72,47
Berat isi tanah basah (gram/ cm ³)	1,877
Berat isi tanah kering (gram/ cm ³)	1,548

Vertical Dial $\times 0,01$ mm	Pem. Dial Beban	Beban, P (dial) (Beban \times Kalibrasi)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ %	Tegangan, $\sigma = P/A$ (kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	0,000
40	21	10,626	0,559	1,044
80	58	29,348	1,117	2,867
120	104	52,624	1,676	5,112
160	148	74,888	2,235	7,233
200	128	64,768	2,793	6,220
240	84	42,504	3,352	4,058
280	46	23,276	3,911	2,210

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)



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

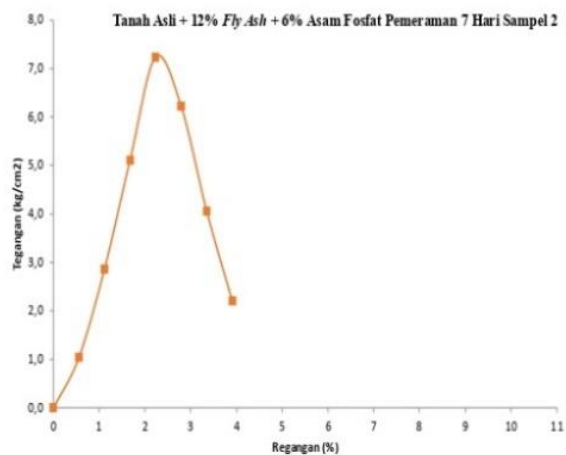
Jalan Kaliurang KM 14,5 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*)
ASTM D 2166**

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Desa Pule, Kec, Selogiri, Kab. Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah
Dikerjakan : Ayyasy Nabhan
Tanggal : 16 Mei 2023
Sampel : Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4) Pemeraman 7 Hari Sampel 2



**Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**



**Grafik Hubungan Regangan dengan Tegangan
Tanah Asli + 12% *Fly Ash* + 6% Asam Fosfat (H_3PO_4)
Pemeraman 1 Hari Sampel 2**

Uraian	
q_u (kg/cm ²)	7,233
c_u (kg/cm ²)	1,535
α (°)	67
φ (°)	44

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 31 Juli 2023
Peneliti

(Ayyasy Nabhan)