**TUGAS AKHIR**

# PENGARUH PENAMBAHAN MATOS PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH

## *(THE EFFECT OF ADDING MATOS TO CLAY SOIL ON SOIL SHEAR STRENGTH PARAMETERS)*

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




**Indah Purnamasari Darza**
**17511084**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**
**2024**

**TUGAS AKHIR**

# PENGARUH PENAMBAHAN MATOS PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH

## *(THE EFFECT OF ADDING MATOS TO CLAY SOIL ON SOIL SHEAR STRENGTH PARAMETERS)*

Disusun Oleh

**Indah Purnamasari Darza**

**17511084**

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

Diuji pada tanggal 29 Juli 2024

Oleh Dewan Penguji

| Pembimbing | Penguji I | Penguji II |
|---|---|---|
| **Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.** | **M. Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng.** | **Anisa Nur Amalina, S.T., M.Eng.** |
| **NIK : 045110407** | **NIK : 135111101** | **NIK : 215111305** |

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

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

# PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 10 Juli 2024

Yang membuat pernyataan




Indah Purnamasari Darza

(17511084)

# KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepda Allah SWT karena atas berkat dan limpahan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Pengaruh Penambahan Matos pada Tanah Lempung Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini tentunya tidak luput dari segala hambatan yang telah dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan dari berbagai pihak, alhamulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Ibu Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan, saran, pengarahan, dan juga dukungan demi terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Bapak Muhammad Rifqi Abdurrozak, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji I Tugas Akhir.
3. Ibu Anisa Nur Amalina, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji II Tugas Akhir.
4. Ibu Ir. Yunalia Muntafi S.T., M.T., Ph.D.(Eng)., IPM., selaku ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Zainal Abidin Djamal dan Alm. Ibu Darwati Ibrahim selaku orang tua tercinta penulis yang senantiasa memberi dukungan secara moril dan materil, motivasi, nasihat, serta doa untuk kesuksesan penulis.
6. Irianty Susana dan Sigit Buntara selaku kakak tercinta penulis yang telah memberi dukungan secara moril dan materil, motivasi serta doa untuk kesuksesan penulis.
7. Sahabat dan teman–teman terkasih penulis yang telah mendukung, mendoakan dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi orang banyak dan khususnya bagi insan Teknik Sipil.

Yogyakarta, 10 Juli 2024

Indah Purnamasari Darza
17511084

# DAFTAR ISI


| | |
|---|---|
| Halaman Judul | i |
| Lembar Pengesahan | ii |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | **Error! Bookmark not defined.** |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN | xiii |
| ABSTRAK | xiv |
| 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 | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Tinjauan Umum | 4 |
| 2.2 Stabilisasi Tanah Lempung dengan Matos | 4 |
| 2.3 Keaslian Penelitian | 7 |
| BAB III LANDASAN TEORI | 15 |
| 3.1 Tanah | 15 |
| 3.2 Klasifikasi Tanah | 16 |
| 3.3 Tanah Lempung | 20 |
| 3.4 Matos | 21 |
| 3.5 Sifat Fisik Tanah | 23 |
| 3.5.1 Kadar Air (w) | 23 |
| 3.5.2 Analisis Ukuran Butiran | 23 |

3.5.3 Berat Jenis (Gs) 24
3.5.4 Berat Volume Basah (γb) 25
3.5.5 Berat Volume Kering (γd) 25
3.5.6 Batas-Batas Konsistensi 25
3.6 Uji Pemadatan (Proktor Standar) 28
3.7 Nilai Kuat Geser Tanah 29
3.7.1 Pengujian Triaksial Tipe *Unconsolidated Undrained* (UU) 30
BAB IV METODE PENELITIAN 34
4.1 Tinjauan Umum 34
4.2 Lokasi 34
4.3 Bahan dan Benda Uji 34
4.3.1 Bahan 34
4.3.2 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel 35
4.4 Bagan Alir Penelitian 36
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 38
5.1 Hasil Penelitian 38
5.1.1 Pengujian Kadar Air 38
5.1.2 Pengujian Berat Volume 39
5.1.3 Pengujian Berat Jenis 40
5.1.4 Pengujian Analisis Granuler 41
5.1.5 Pengujian Batas–Batas *Atterberg* 46
5.1.6 Pengujian Proktor Standar 52
5.1.7 Pengujian Triaksial UU 56
5.2 Pembahasan 61
5.2.1 Tanah Asli 61
5.2.2 Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi 66
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 71
6.1 Kesimpulan 71
6.2 Saran 72
DAFTAR PUSTAKA 73
LAMPIRAN 75

# DAFTAR TABEL


Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan 8
Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO 18
Tabel 3.2 Kelompok Tanah Berdasarkan *USCS* 19
Tabel 3.3 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut *USCS* 20
Tabel 3.4 Hubungan Indeks Plastisitas terhadap Potensial Pengembangan 21
Tabel 3.5 Macam - Macam Tanah Berdasarkan Berat Jenis (Gs) 24
Tabel 3.6 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah 28
Tabel 4.1 Jenis Pengujian Yang Dilakukan 35
Tabel 4.2 Sampel Pengujian Triaksial Tipe UU Untuk Tanah Asli 35
Tabel 4.3 Sampel Pengujian Triaksial Tipe UU Dengan Pencampuran Matos Variasi 6%, 10% dan 12% 36
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air 38
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume 39
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis 40
Tabel 5.4 Hasil Pengujain Analisis Saringan Sampel 1 41
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Analisis Saringan Sampel 2 42
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Sampel 1 42
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Sampel 2 43
Tabel 5.8 Hasil Rekapitulasi Pengujian Analisis Granuler 44
Tabel 5.9 Hasil Rekapitulasi Fraksi Butiran Tanah 46
Tabel 5.10 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli 46
Tabel 5.11 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli 47
Tabel 5.12 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sampel 1 49
Tabel 5.13 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sampel 2 50
Tabel 5.14 Hasil Rekapitulasi Pengujian Batas Cair Tanah Asli 51
Tabel 5.15 Hasil Pengujian Indeks Plastisitas Tanah Asli 51
Tabel 5.16 Berat Volume Tanah Basah Sampel 1 52

Tabel 5.17 Berat Volume Tanah Basah Sampel 2 52
Tabel 5.18 Hasil Pengujian Proktor Standar Sampel 1 53
Tabel 5.19 Hasil Pengujian Proktor Standar Sampel 2 54
Tabel 5.20 Kepadatan Kering Maksimum dan Kadar Air Optimum Tanah Asli 56
Tabel 5.21 Tegangan Geser Maksimum dan Tegangan Utama 56
Tabel 5.22 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli 58
Tabel 5.23 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Yang Distabilisasi dengan Pemeraman 1 Hari 58
Tabel 5.24 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Yang Distablisasi dengan Pemeraman 3 Hari 59
Tabel 5.25 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Yang Distablisasi dengan Pemeraman 7 Hari 59
Tabel 5.26 Rekapitulasi Pengujian Triaksial UU Tanah Asli yang Distabilisasi dengan Matos 60
Tabel 5.27 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli 61
Tabel 5.28 Hasil Penentuan Divisi Utama Tanah Asli Metode *USCS* 63
Tabel 5.29 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Metode *USCS* 64
Tabel 5.30 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Metode *AASHTO* 65
Tabel 5.31 Pengaruh Penambahan Matos Terhadap Nilai Kohesi (c) 66
Tabel 5.32 Pengaruh Penambahan Matos Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam 68
Tabel 5.33 Pengaruh Penambahan Matos Terhadap Tegangan Geser 69

# DAFTAR GAMBAR


Gambar 3.1 Grafik Plastisitas untuk Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO 18
Gambar 3.2 Batas-batas Atterberg 26
Gambar 3.3 Grafik Penentuan Batas Cair 27
Gambar 3.4 Grafik Hubungan Kadar Air Dan Berat Volume Kering Tanah 29
Gambar 3.5 Garis Keruntuhan menurut Mohr dan Hukum Keruntuhan dari Mohr-Coulmb 30
Gambar 3.6 Lingkaran-lingkaran Mohr Untuk Tegangan Total dan Garis Keruntuhan ($\phi = 0$) Yang Didapat Dari Uji Triaksial UU 32
Gambar 3.7 Alat Uji Triaksial 33
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian 36
Gambar 5.1 Grafik Analisis Hidrometer Sampel 1 43
Gambar 5.2 Grafik Analisis Hidrometer Sampel 2 44
Gambar 5.3 Grafik Hasil Rekapitulasi Pengujian Analisis Hidrometer 45
Gambar 5.4 Grafik Hubungan Jumlah Pukulan dengan Kadar Air Sampel 1 48
Gambar 5.5 Grafik Hubungan Jumlah Pukulan dengan Kadar Air Sampel 2 48
Gambar 5.6 Grafik Uji Proktor Standar Sampel 1 55
Gambar 5.7 Grafik Uji Proktor Standar Sampel 2 55
Gambar 5.8 Grafik Tegangan Regangan Tanah Asli Sampel 1 57
Gambar 5.9 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli Sampel 1 57
Gambar 5.10 Grafik Kohesi dengan Persentase Matos 60
Gambar 5.11 Grafik Sudut Geser Dalam dengan Persentase Matos 61
Gambar 5.12 Grafik Karakteristik Tanah Asli Metode *USCS* 63
Gambar 5.13 Grafik Pengaruh Stabilisasi Matos Terhadap Nilai Kohesi Pengujian Triaksial UU 67
Gambar 5.14 Grafik Pengaruh Stabilisasi Matos Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pengujian Triaksial UU 68
Gambar 5.15 Pengaruh Stabilisasi Matos Terhadap Nilai Tegangan Geser Pengujian Triaksial UU 70

# DAFTAR LAMPIRAN


Lampiran 1 Data Pengujian Kadar Air 76
Lampiran 2 Data Pengujian Berat Volume Tanah Asli 77
Lampiran 3 Data Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli 78
Lampiran 4 Data Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Asli 79
Lampiran 5 Data Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Asli 80
Lampiran 6 Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli 81
Lampiran 7 Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli 82
Lampiran 8 Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli 83
Lampiran 9 Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli 84
Lampiran 10 Data Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli 85
Lampiran 11 Data Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli 86
Lampiran 12 Data Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli 87
Lampiran 13 Data Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli 88
Lampiran 14 Data Hasil Pengujian Proktor Standar Tanah Asli 89
Lampiran 15 Data Hasil Pengujian Triaksial UU 91
Lampiran 16 Data Hasil Pengujian Triaksial UU 92
Lampiran 17 Data Hasil Pengujian Triaksial UU 93
Lampiran 18 Data Hasil Pengujian Triaksial UU 94
Lampiran 19 Data Hasil Pengujian Triaksial UU 95
Lampiran 20 Data Hasil Pengujian Triaksial UU 96
Lampiran 21 Data Hasil Pengujian Triaksial UU 97
Lampiran 22 Data Hasil Pengujian Triaksial UU 98
Lampiran 23 Data Hasil Pengujian Triaksial UU 99
Lampiran 24 Data Hasil Pengujian Triaksial UU 100
Lampiran 25 Data Hasil Pengujian Triaksial UU 101
Lampiran 26 Data Hasil Pengujian Triaksial UU 102
Lampiran 27 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 1 Hari 103

Lampiran 28 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 1 Hari 104
Lampiran 29 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 1 Hari 105
Lampiran 30 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 3 Hari 106
Lampiran 31 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 3 Hari 107
Lampiran 32 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 3 Hari 108
Lampiran 33 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 7 Hari 109
Lampiran 34 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 7 Hari 110
Lampiran 35 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 7 Hari 111
Lampiran 36 Gambar Sampel Tanah Asli 112
Lampiran 37 Gambar Sampel Tanah Asli + 6% Matos 113
Lampiran 38 Gambar Sampel Tanah Asli + 10% Matos 114
Lampiran 39 Gambar Sampel Tanah Asli + 12% Matos 115

# DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AASHTO = *American Association of State Highway and Transportation Classification*

ASTM = *American Standard Testing And Machine*

C = Kohesi (kg/cm2)

GI = *Group Index*

Gs = *Spesific Gravity* (Berat Jenis, gr/$cm^3$)

USCS = *Unified Soils Classification System*

UU = *Unconsolidated-Undrained*

SL = *Shrinkage Limit* (%)

LL = Batas Cair

PI = Indeks Plastis

W = Kadar Air (%)

Ww = Berat Air (gram)

W0 = Berat Tanah Kering (gram)

V0 = Volume Tanah Kering ($cm^3$)

V = Volume ($cm^3$)

D = Diameter Butiran Tanah (cm)

$\sigma$ = Tegangan Normal pada Bidang Runtuh (kN/$m^2$)

$\sigma 1$ = Tegangan Total (kg/$cm^2$)

$\sigma 3$ = Tegangan Sel (kg/$cm^2$)

$\tau$ = Tegangan Geser (kN/$m^2$)

$\Delta\sigma$ = Tegangan Deviator (kg/$cm^2$)

$\varphi$ = Sudut Geser Dalam (°)

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

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

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

$\gamma s$ = Berat Volume Butiran Padat (gr/$cm^3$)

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

# ABSTRAK

Tanah merupakan salah satu material dasar yang sangat penting dalam pekerjaan konstruksi, sebab pada tanah inilah suatu konstruksi bertumpu untuk menahan semua beban diatasnya. Ada beberapa sifat tanah asli dan tidak semua tanah asli dapat memikul beban konstruksi yang berada diatasnya. Salah satunya jenis tanah lempung yang mempunyai sifat daya dukung yang rendah, kembang susut yang relatif besar, plastisitas yang tinggi dan nilai kuat geser yang rendah. Penelitian ini menggunakan tanah dari Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sifat buruk tanah lempung adalah stabilisasi menggunakan bahan kimia seperti matos yang bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah dari daerah tersebut.

Penelitian ini akan melakukan stabilisasi tanah dengan matos sebesar 6%, 10% dan 10% dengan masa pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan matos pada tanah lempung terhadap parameter kuat geser tanah. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini berupa pengujian propertis tanah dan pengujian Triaksial *UU*.

Hasil penelitian ini menunjukan bahwa jenis tanah lempung Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan metode *USCS* masuk kedalam kelompok OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Sedangkan, dengan menggunakan klasifikasi AASHTO masuk kedalam kelompok A-7 dan sub kelompok A-7-5 yaitu tanah lempung dengan sifat sedang sampai buruk. Berdasarkan pengujian Triaksial *UU* didapatkan nilai kohesi tanah asli sebesar 1,126 kg/cm$^2$ dan sudut geser dalam sebesar 48,049°. Berdasarkan pengujian Triaksial *UU* diketahui bahwa penambahan matos 6%, 10%, dan 12% dengan pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari terhadap parameter kuat geser tanah cenderung tidak dapat meningkatkan nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam tanah asli.

**Kata Kunci:** Tanah Lempung, Matos, Triaksial *UU*.

# *ABSTRACT*

*Soil is one of the basic materials that is very important in construction work, because it is on this soil that a construction rests to support all the loads on it. There are several properties of native soil and not all native soil can support the construction load that is above it. One type of clay soil has low bearing capacity, relatively large swelling and shrinkage, high plasticity and low shear strength values. This research used soil from Putat I Village, Patuk District, Gunung Kidul Regency, Special Region of Yogyakarta. The efforts made to improve the bad properties of clay soil are stabilization using chemicals such as matos which aims to increase the bearing capacity of the soil in the area.*

*This research will carry out soil stabilization with 6%, 10% and 10% maturation with a curing period of 1 day, 3 days and 7 days. This research aims to determine the effect of adding matos to clay soil on soil shear strength parameters. The tests carried out in this research took the form of soil properties testing and UU Triaxial testing.*

*The results of this research show that the type of clay soil in Putat I Village, Patuk District, Gunung Kidul Regency, Special Region of Yogyakarta using the USCS method is included in the OH group, namely organic clay soil with medium to high plasticity. Meanwhile, using the AASHTO classification it falls into group A-7 and subgroup A-7-5, namely clay soil with moderate to poor properties. Based on UU Triaxial testing, the original soil cohesion value was 1.126 kg/cm2 and the internal friction angle was 48.049°. Based on UU Triaxial testing, it is known that the addition of 6%, 10%, and 12% matos with 1 day, 3 days, and 7 days of curing on soil shear strength parameters tends not to increase the cohesion value and shear angle value in the original soil.*

***Keywords:*** *Clay, Matos, Triaxial UU.*

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan salah satu material dasar yang sangat penting dalam pekerjaan konstruksi, sebab pada tanah inilah suatu konstruksi bertumpu. Berbagai macam sifat dimiliki tanah asli dan tidak selalu tanah asli tersebut dapat memikul beban dari setiap konstruksi yang berada diatas tanah tersebut, karena kapasitas daya dukungnya yang rendah, maka perlu diadakan perbaikan sifat-sifat tanah untuk menghasilkan tanah yang mampu memikul beban suatu konstruksi yang telah ditetapkan.

Salah satu tanah yang bermasalah adalah tanah lempung. Tanah lempung merupakan tanah yang memiliki beberapa sifat buruk yang dapat mengganggu kekuatan dari suatu bangunan konstruksi sehingga konstruksi tersebut dapat mengalami kerusakan fisik yang tidak dapat diprediksi. Sifat-sifat buruk yang dimiliki oleh tanah lempung yakni kembang susut yang relatif besar, plastisitas yang tinggi dan nilai kuat geser yang rendah. Sifat-sifat inilah yang menyebabkan kerusakan pada konstruksi bangunan. Kerusakan yang ditimbulkan biasanya seperti keretakan pada dinding, terangkatnya pondasi, jalan bergelombang, dan sebagainya. Maka, diperlukan upaya-upaya perbaikan tanah agar tanah lempung dapat dimanfaatkan sebagai tanah dasar dan bahan material yang layak dalam pembangunan konstruksi.

Usaha perbaikan tanah (Stabilisasi) ini dapat terdiri dari salah satu tindakan berikut : Menambah kerapatan tanah, menambah material aditif sehingga menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisis dari material tanah, dan mengganti tanah yang jelek dengan tanah yang baik untuk konstruksi.

Pada penelitian ini akan menambahkan bahan aditif “Matos” untuk mengetahui pengaruh bahan tambah pada tanah lempung terhadap parameter kuat geser tanah.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana klasifikasi tanah lempung pada kondisi asli?
2. Bagaimana parameter kuat geser tanah lempung pada kondisi asli?
3. Bagaimana pengaruh penambahan matos terhadap parameter kuat geser tanah?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan klasifikasi tanah berdasarkan sifat-sifat fisik dan mekanis tanah lempung.
2. Menentukan parameter kuat geser tanah lempung pada kondisi asli.
3. Menentukan pengaruh penambahan matos terhadap parameter kuat geser tanah.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah ilmu pengetahuan mengenai pengaruh yang ditimbulkan dari penambahan zat aditif matos terhadap tanah lempung yang diuji.
2. Memberikan alternatif bahan tambah yang dapat digunakan untuk stabilitas tanah.

## 1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuan dan lebih terarah serta mudah dipahami maka perlu adanya batasan-batasan masalah sebagai berikut ini.

1. Tanah yang diambil adalah tanah lempung.
2. Bahan aditif yang dipakai adalah matos.
3. Penelitian hanya terbatas pada sifat fisik dan mekanis tanah lempung, tidak menganalisis unsur kimia tanah lempung.
4. Konsentrasi campuran yang digunakan yaitu 6%, 10% dan 12% matos dengan kadar air optimum.

5. Waktu pemeraman atau *curring time* pada campuran tanah lempung dilakukan pada 1 hari, 3 hari dan 7 hari.
6. Uji yang dilakukan adalah Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained*.
7. Nilai penurunan tidak diperhitungkan.
8. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknil Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
9. Penelitian ini hanya untuk mengetahui parameter kuat geser tanah setelah ditambah bahan aditif matos.

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Tinjauan Umum

Setiap tanah memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda-beda. Jika suatu tanah bersifat mudah lepas, permeabilitas yang tinggi, kembang susut yang tinggi ataupun sifat-sifat yang tidak diinginkan dengan persyaratan suatu pekerjaan konstruksi, maka tanah tersebut harus dilakukan stabilisasi terlebih dahulu. Stabilisasi tanah secara umum adalah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu.

## 2.2 Stabilisasi Tanah Lempung dengan Matos

Abiyogo (2019) dalam penelitiannya tentang pengaruh stabilisasi tanah lempung dengan kapur tohor dan matos terhadap parameter kuat geser tanah yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur tohor dan matos sebagai bahan stabilisasi terhadap parameter kuat geser. Pengujian yang dilakukan merupakan pengujian propertis tanah dan pengujian Triaksial UU. Penelitian ini melakukan stabilisasi tanah dengan kapur tohor 8%, 10%, 12% dan 16% dengan pemeraman 1 hari, 7 hari dan 14 hari. Kemudian dengan penambahan matos 2%, 4% dan 6% pada persentase kapur tohor 12% konstan dengan pemeraman 1 hari dan 14 hari. Hasil penelitian ini menunjukan jenis tanah lempung Desa Loano, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah dengan menggunakan metode USCS masuk kedalam kelompok OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Dengan menggunakan klasifikasi AASHTO masuk kedalam kelompok A-7 dan sub kelompok A-7-5 yaitu tanah lempung dengan sifat sedang sampai buruk. Berdasarkan pengujian Triaksial UU mendapatkan nilai kohesi terbesar pada penambahan 12% kapur tohor dengan pemeraman 14 hari sebesar 6,838 kg/cm$^2$ dan penambahan 12% kapur dan matos 6% dengan pemeraman 1 hari sebesar 4,565 kg/cm$^2$. Nilai sudut geser pada penambahan 12% kapur tohor dengan pemeraman 14 hari mengalami peningkatan

sebesar 35,891° dan penambahan 12% kapur dan matos 6% dengan pemeraman 1 hari sebesar 34,626°.

Aditya (2021) dalam penelitiannya tentang pengaruh penggunaan matos dan *fly ash* sebagai bahan stabilisasi tanah berbutir halus ditinjau dari nilai kuat geser dan permeabilitas yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan fly ash dan matos sebagai bahan stabilisasi terhadap parameter kuat geser dan permeabilitas tanah. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian propertis tanah, pengujian Triaksial UU, dan pengujian permeabilitas Falling-Head. Hasil penelitian ini menunjukan tanah lempung dari Dusun Jogotamu, Desa Loano, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo dikategorikan lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi berdasarkan klasifikasi USCS dan tanah berlempung dengan sifat sedang sampai buruk berdasarkan klasifikasi AASHTO. Berdasarkan pengujian Triaksial UU didapatkan nilai kohesi tanah asli sebesar 2,09 kg/cm² dengan sudut geser dalam sebesar 44,891º. Nilai kohesi terbesar terdapat pada variasi penambahan 10% *fly ash* + 5% matos pemeraman 1 hari yaitu sebesar 5,5375 kg/cm² dengan nilai sudut geser dalam sebesar 39,383°. Berdasarkan pengujian permeabilitas Falling-Head didapatkan nilai koefisien permeabilitas tanah asli sebesar 6,362 x $10^{-8}$ cm/s. Nilai koefisien permeabilitas terkecil terdapat pada variasi penambahan 10% *fly ash* dan 7% matos yaitu sebesar 0,823 x $10^{-8}$ cm/s.

Hertya (2011) dalam penelitiannya tentang pengaruh matos terhadap nilai kuat geser tanah lempung dengan berbagai nilai indeks plastisitas (PI) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan matos pada tanah. Penelitian ini menggunakan variasi campuran matos 0,1 gr untuk berat tanah 1 kg. Pengujian yang dilakukan adalah uji kadar air, uji *specific grafity*, uji *Atterberg limits*, uji hidrometer, uji Analisa saringan, uji proktor standar dan uji geser langsung (*direct shear test)*. Penambahan Matos mengubah klasifikasi tanah daerah Bayat (Klaten) dari A-7-5 menjadi A-5 (AASHTO), MH menjadi ML/OL (USCS). Tanah Tanon (Sragen) dari A-7-6 menjadi A-6 (AASHTO), CH/OH menjadi CL/OL (USCS). Daerah Wonogiri klasifikasi AASHTO tetap A-7-5, tapi untuk klasifikasi USCS dari CH/OH menjadi MH/OH. Tanah Sambi (Boyolali) dari A-7-6 menjadi A-7-5 (AASHTO), CH menjadi MH/OH (USCS). Uji specific gravity tanah Bayat

(Klaten) 2,630 menjadi 2,465. Tanah Tanon (Sragen) 2,600 menjadi 2,439. Tanah Wonogiri 2,640 menjadi 2,555. Tanah Sambi (Boyolali) 2,655 menjadi 2,542. Uji Atterberg limits, untuk batas cair (LL) mengalami penurunan, lokasi Bayat (Klaten) tanah asli 77,00% tanah campuran Matos 43,10%. Tanah Tanon (Sragen) tanah asli 75,90% tanah campuran 34,40%. Tanah Wonogiri tanah asli 67,50% tanah campuran 57,00%. Tanah Sambi (Boyolali) tanah asli 65,00% menjadi 46,30%. Uji batas plastis (PL), daerah Bayat (Klaten) 50,00% untuk tanah asli, tanah campuran 38,75%. Lokasi Tanon (Sragen) tanah asli 22,50% menjadi 27,00%. Tanah Wonogiri tanah asli 32,18% tanah campuran 30,85%. Tanah Sambi (Boyolali) tanah asli 25,49% tanah campuran 31,45%. Nilai indeks plastisitas (PI) semakin menurun, lokasi Bayat (Klaten) tanah asli 27,00% tanah campuran 3,69%. Tanah Tanon (Sragen) 53,40% menjadi 13,75%. Tanah Wonogiri 35,32% menjadi 26,35%. Sambi (Boyolali) tanah asli 39,51% tanah campuran 14,85%. Uji *direct shear test* (DST) nilai kohesi dan sudut gesek dalam mengalami peningkatan pada tanah campuran. Lokasi Bayat (Klaten) nilai kohesi tanah asli 20,35 kN/m$^2$ menjadi 41,94 kN/m$^2$. Tanah Tanon (Sragen) tanah asli 8,87 kN/m$^2$ menjadi 20,51 kN/m$^2$. Tanah Wonogiri 13,77 kN/m$^2$ menjadi 72,59 kN/m$^2$. Tanah Sambi (Boyolali) 25,67 kN/m$^2$ menjadi 34,11 kN/m$^2$. Nilai sudut gesek dalam lokasi Bayat (Klaten) 13,21° menjadi 59,95°. Tanon (Sragen) tanah asli 14,50° menjadi 48,53°. Tanah Wonogiri 27,42° menjadi 39,39°. Tanah Sambi (Boyolali) 16,26° menjadi 40,60°. Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan stabilisasi matos mampu memperbaiki sifat fisis dan mekanis (kuat geser tanah) tanah.

Afif (2020) melakukan penelitian terkait stabilisasi tanah lempung dengan matos terhadap nilai kuat tekan bebas. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan jenis tanah di sekitar Teknik Sipil Universitas Andalas (Limau Manis), menentukan nilai uji kuat tekan bebas (UCST) tanah asli yang dipadatkan di laboratorium dan menentukan nilai uji kuat tekan bebas (UCST) tanah yang dicampur matos dengan persentase yang telah ditentukan. Sampel tanah lempung diambil di Kawasan sekitar Teknik Sipil, Universitas Andalas dengan kondisi sampel tanah *disturbed*. Persentase bahan aditif matos yang digunakan sebesar 4%, 8%, 12%, 16% dan 20% matos terhadap berat total dengan masa pemeraman 7 hari

dan perendaman selama 4 hari untuk mengetahui pengaruh pencampuran matos terhadap tanah lempung, peningkatan daya dukung tanah lempung yang telah ditambah matos dan daya dukung tanah yang paling baik diantara persentase tanah dan matos. Hasil klasifikasi tanah menurut AASHTO yaitu A-7-5(40), sedangkan menurut sistem USCS tanah tersebut diklasifikasikan sebagai kelompok CH yakni lempung anorganik dengan plastisitas tinggi. Nilai kuat tekan bebas tanah lempung Kawasan sekitar Teknik Sipil Universiatas Andalas (Limau Manis) sebelum distabilisasi dengan matos sebesar 2,824 kg/cm$^2$ untuk kondisi *unsoaked* dan sebesar 0,256 kg/cm$^2$ untuk kondisi *soaked*. Nilai uji kuat tekan bebas terbesar terdapat pada lempung yang telah distabilisasi dengan matos sebesar 20% dengan didapatkan nilai qu uji kuat tekan bebas sebesar 5,331 kg/cm$^2$.

Prayetno, dkk (2023) melakukan penelitian terkait penambahan matos pada stabilisasi tanah lempung di Kabupaten Balangan yang ditinjau dari nilai kuat tekan dan kuat geser. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan matos terhadap tanah lempung di Kabupaten Balangan dengan penggunaan kadar matos sebanyak 1%, 2%, 3% serta dengan pengujian kuat tekan dan kuat geser rendaman (*Soaked)* 4 hari dan tanpa rendaman (*Unsoaked)* 0, 4, 7, 14, dan 28 hari. Berdasarkan hasil uji penelitian diketahui bahwa peningkatan paling optimal berada pada campuran tanah asli ditambah dengan 3% matos yang menghasilkan nilai kuat tekan tanpa rendaman (Unsoaked) di 28 Hari dengan nilai qu sebesar 2,09 kg/cm² dengan rasio peningkatan 224,73%, dan nilai kuat tekan rendaman (Soaked) di 4 hari dengan nilai sebesar 0,9 kg/cm² dengan rasio peningkatan 105,22%, serta nilai kuat geser tanpa rendaman (Unsoaked) dengan nilai sebesar 67,734° pada masa pemeraman 28 hari, dan nilai kuat geser rendaman (Soaked) 4 hari dengan nilai sebesar 45,200°.

### 2.3 Keaslian Penelitian

Perbandingan penelitian atau tugas akhir ini dengan beberapa penelitian terdahulu yang sejenis dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan**

| **Penelitian Terdahulu** | | | | | | **Penelitian yang Dilakukan** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Penelitian** | **Abiyogo (2019)** | **Aditya (2021)** | **Hertya (2011)** | **Afif (2020)** | **Prayetno, dkk (2023)** | **Darza (2024)** |
| Judul Penelitian | Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung dengan Kapur Tohor dan Matos Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah | Pengaruh Penggunaan *Fly Ash* dan Matos *S*ebagai Bahan Stabilisasi Tanah Berbutir Halus Ditinjau dari Nilai Kuat Geser dan Permeabilitas | Pengaruh Matos Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung dengan Berbagai Nilai Indeks Plastisitas (PI). | Stabilisasi Tanah Lempung dengan Matos Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas | Penambahan Matos pada Stabilisasi Tanah Lempung di Kabupaten Balangan yang Ditinjau Dari Nilai Kuat Tekan dan Kuat Geser | Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung dengan Matos Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah. |
| Tujuan Penelitian | Mengetahui pengaruh penambahan kapur tohor dan matos terhadap parameter kuat geser tanah | Mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* dan matos sebagai bahan stabilisasi terhadap parameter kuat geser dan permeabilitas tanah | Mengetahui pengaruh matos terhadap nilai Kuat Geser Tanah dengan berbagai nilai Indeks Plastisitas (PI) | Mengetahui pengaruh penambahan *matos* dengan persentase 4%, 8%, 12%, 16%, dan 20% terhadap berat | Mengetahu pengaruh penambahan matos terhadap tanah lempung di Kabupaten Balangan dengan | Mengetahui pengaruh penambahan matos terhadap parameter kuat geser tanah. |

Sumber: Abiyogo (2019), Aditya (2021), Hertya (2011), Afif (2020), Prayetno, dkk (2023), dan Darza (2024)

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan**

| **Penelitian Terdahulu** | | | | | | **Penelitian yang Dilakukan** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Peneliti** | **Abiyogo (2019)** | **Aditya (2021)** | **Hertya (2011)** | **Afif (2020)** | **Prayetno, dkk (2023)** | **Darza (2024)** |
| Tujuan Penelitian | | | dengan melakukan pengujian sifat fisis tanah dan sifat mekanis tanah. | total dengan masa pemeraman 7 hari dan perendaman 4 hari terhadap nilai kuat tekan bebas. | penggunaan kadar matos sebanyak 1%, 2%, 3% serta dengan pengujian kuat tekan bebas dan kuat geser rendaman (*Soaked)* 4 hari dan tanpa rendaman (*Unsoaked)* 0, 4, 7, 14, dan 28 hari | |
| Metode Penelitian | Uji Triaksial UU | Uji Triaksial UU dan Uji Permeabilitas *Falling-Head* | Uji Proktor Standar dan Uji Geser Langsung | Uji Propertis Tanah dan Uji Tekan Bebas | Uji Tekan Bebas dan Uji Geser Langsung | Uji Triaksial *UU* |
| Bahan Tambah | Kapur Tohor dan Matos | *Fly Ash* dan Matos | Matos | Matos | Matos | Matos |

Sumber: Abiyogo (2019), Aditya (2021), Hertya (2011), Afif (2020), Prayetno (2023), dan Darza (2024)

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan**

| Penelitian Terdahulu | | | | | | Penelitian yang Dilakukan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Peneliti** | **Abiyogo (2019)** | **Aditya (2021)** | **Hertya (2011)** | **Afif (2020)** | **Prayetno, dkk (2023)** | **Darza (2024)** |
| Hasil Penelitian | Hasil penelitian ini menunjukan jenis tanah lempung Desa Loano, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah dengan menggunakan metode | Hasil penelitian ini menunjukan tanah lempung dari Dusun Jogotamu, Desa Loano, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo dikategorikan lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi berdasarkan klasifikasi USCS | Hasil yang didapatkan dari pengujian ini adalah Uji *direct shear test* (DST) nilai kohesi dan sudut gesek dalam mengalami peningkatan pada tanah campuran. Lokasi Bayat | Hasil penelitian ini menunjukan tanah lempung di sekitar Teknik Sipil Universitas Andalas (Limau Manis) dikategorikan lempung anorganic dengan plastisitas tinggi berdasarkan klasifikasi *USCS* dan menurut AASHTO yaitu A-7-5(40). | Berdasarkan hasil uji penelitian diketahui bahwa peningkatan paling optimal berada pada campuran tanah asli ditambah dengan 3% matos yang menghasilkan nilai kuat tekan tanpa rendaman | Hasil penelitian ini menunjukan bahwa jenis tanah lempung Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan metode *USCS* masuk kedalam kelompok OH yaitu tanah lempung organik dengan |

Sumber: Abiyogo (2019), Aditya (2021), Hertya (2011), Afif (2020), Prayetno, dkk (2020), dan Darza (2024)

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan**

| Penelitian Terdahulu | | | | | | Penelitian yang Dilakukan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Peneliti** | **Abiyogo (2019)** | **Aditya (2021)** | **Hertya (2011)** | **Afif (2020)** | **Prayetno, dkk (2023)** | **Darza (2024)** |
| Hasil Penelitian | USCS masuk kedalam kelompok OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Dengan menggunakan klasifikasi AASHTO masuk kedalam | dan tanah berlempung dengan sifat sedang sampai buruk berdasarkan klasifikasi AASHTO. Berdasarkan pengujian Triaksial UU didapatkan nilai kohesi tanah asli sebesar 2,09 kg/cm² dengan sudut geser dalam sebesar 44,891º. | (Klaten) nilai kohesi tanah asli 20,35 kN/m2 menjadi 41,94 kN/$m^2$. Tanah Tanon (Sragen) tanah asli 8,87 kN/$m^2$ menjadi 20,51 kN/$m^2$. Tanah Wonogiri 13,77 kN/$m^2$ menjadi 72,59 kN/$m^2$. Tanah Sambi (Boyolali) 25,67 kN/$m^2$ menjadi 34,11 kN/$m^2$. | Nilai kuat tekan bebas tanah lempung Kawasan sekitar Teknik Sipil Universiatas Andalas (Limau Manis) sebelum distabilisasi dengan matos sebesar 2,824 kg/$cm^2$ untuk kondisi *unsoaked* dan sebesar 0,256 kg/$cm^2$ untuk kondisi *soaked*. | (*Unsoaked*) di 28 Hari dengan nilai qu sebesar 2,09 kg/cm² dengan rasio peningkatan 224,73%, dan nilai kuat tekan rendaman (Soaked) di 4 hari dengan nilai sebesar 0,9 kg/cm² dengan rasio peningkatan 105,22%, serta | plastisitas sedang sampai tinggi. . Sedangkan, dengan menggunakan klasifikasi AASHTO masuk kedalam kelompok A-7 dan sub kelompok A-7-5 yaitu tanah lempung dengan sifat sedang sampai buruk. Berdasarkan pengujian Triaksial *UU* |

Sumber: Abiyogo (2019), Aditya (2021), Hertya (2011), Afif (2020), Prayetno, dkk (2023), dan Darza (2024)

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan**

| Penelitian Terdahulu | | | | | | Penelitian yang Dilakukan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Peneliti** | **Abiyogo (2019)** | **Aditya (2021)** | **Hertya (2011)** | **Afif (2020)** | **Prayetno, dkk (2023)** | **Darza (2024)** |
| Hasil Penelitian | kelompok A-7 dan sub kelompok A-7-5 yaitu tanah lempung dengan sifat sedang sampai buruk. Berdasarkan pengujian Triaksial UU mendapatkan nilai kohesi terbesar pada penambahan 12% kapur tohor dengan | Nilai kohesi terbesar terdapat pada variasi penambahan 10% fly ash + 5% matos pemeraman 1 hari yaitu sebesar 5,5375 kg/cm² dengan nilai sudut geser dalam sebesar 39,383°. Berdasarkan pengujian permeabilitas Falling-Head didapatkan | Nilai sudut gesek dalam lokasi Bayat (Klaten) 13,21° menjadi 59,95°. Tanon (Sragen) tanah asli 14,50° menjadi 48,53°. Tanah Wonogiri 27,42° menjadi 39,39°. Tanah Sambi (Boyolali) 16,26° menjadi 40,60°. | Nilai uji kuat tekan bebas terbesar terdapat pada lempung yang telah distabilisasi dengan matos sebesar 20% dengan didapatkan nilai qu uji kuat tekan bebas sebesar 5,331 kg/cm$^2$. | nilai kuat geser tanpa rendaman (Unsoaked) dengan nilai sebesar 67,734° pada masa pemeraman 28 hari, dan nilai kuat geser rendaman (Soaked) 4 hari dengan nilai sebesar 45,200°. | didapatkan nilai kohesi tanah asli sebesar 1,126 kg/cm$^2$ dan sudut geser dalam sebesar 48,049°. |

Sumber: Abiyogo (2019), Aditya (2021), Hertya (2011), Afif (2020), Prayetno, dkk (2023), dan Darza (2024)

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan**

| Penelitian Terdahulu | | | | | | Penelitian yang Dilakukan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Peneliti** | **Abiyogo (2019)** | **Aditya (2021)** | **Hertya (2011)** | **Afif (2020)** | **Prayetno, dkk (2023)** | **Darza (2024)** |
| Hasil Penelitian | pemeraman 14 hari sebesar 6,838 kg/cm$^2$ dan penambahan 12% kapur dan matos 6% dengan pemeraman 1 hari sebesar 4,565 kg/cm$^2$ . Nilai sudut geser pada penambahan 12% kapur tohor dengan pemeraman 14 hari mengalami | nilai koefisien permeabilitas tanah asli sebesar 6,362 x $10^{-8}$ cm/s. Nilai koefisien permeabilitas terkecil terdapat pada variasi penambahan 10% fly ash dan 7% matos yaitu sebesar 0,823 x $10^{-8}$ cm/s. | | | | |

Sumber: Abiyogo (2019), Aditya (2021), Hertya (2011), Afif (2020), Prayetno, dkk (2023), dan Darza (2024)

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan**

| Penelitian Terdahulu | | | | | | Penelitian yang Dilakukan |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Peneliti** | **Abiyogo (2019)** | **Aditya (2021)** | **Hertya (2011)** | **Afif (2020)** | **Prayetno, dkk (2023)** | **Darza (2024)** |
| Hasil Penelitian | peningkatan sebesar 35,891° dan penambahan 12% kapur dan matos 6% dengan pemeraman 1 hari sebesar 34,626°. | | | | | |

Sumber: Abiyogo (2019), Aditya (2021), Hertya (2011), Afif (2020), Prayetno (2023), dan Darza (2024)

# BAB III
# LANDASAN TEORI

## 3.1 Tanah

Tanah merupakan lapisan teratas lapisan bumi. Tanah memiliki ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda antara tanah di suatu lokasi dengan lokasi yang lain. Menurut Das (1995), dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruangruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut.

Menurut Hardiyatmo (1992) dalam Apriliyandi (2017), tanah adalah ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-ngendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya.

Menurut Bowles (1989) dalam Fauizek dkk (2018), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

1. Berangkal (boulders), merupakan potongan batu yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran antara 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (cobbles).
2. Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (sand), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).
4. Lanau (*silt*), partikel batuan berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau di dekat garis pantai pada muara sungai.
5. Lempung (*clay*), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.

6. Koloid (*colloids*), partikel mineral yang “diam” yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

### 3.2 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah pengelompokan berbagai jenis tanah ke dalam kelompok yang sesuai dengan karakteristiknya. Sistem klasifikasi ini menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi namun tidak ada yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai kemungkinan pemakainya (Das, 1995). Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar. seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles 1989 dalam Adha 2014).

Dalam ilmu mekanika tanah terdapat dua sistem klasifikasi yang umum dikelompokkan. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas Atterberg, sistem-sistem tersebut adalah sebagai berikut.

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

   Sistem ini dikembangkan pada tahun 1929 sebagai Public Road Administrasion Classification System. Sistem ini telah mengalami beberapa perbaikan, yang berlaku saat ini adalah yang diajukan oleh Commite on Classification of Material for Subgrade andGranular Type Road of the Highway Research Board pada tahun 1945 (American Society for Testing and Materials (ASTM) Standar No. D-3282, AASHTO model M105). Sistem klasifikasi AASHTO bermanfaat untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*). Karena sistem ini ditujukan untuk pekerjaan jalan tersebut, maka penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap maksud dan tujuan aslinya. Sistem ini membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7. 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 tanah

lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5 A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung. Sistem klasifikasi AASHTO ini didasarkan pada kriteria sebagai berikut.

a. Ukuran Butir

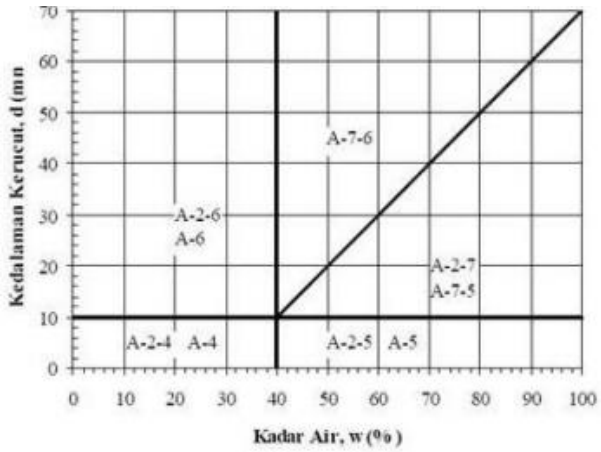
   Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm (3in) dan yang tertahan pada ayakan No. 10 (2 mm).

   Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0.075 mm).

   Lanau dan lempung : bagian tanah yang lolos ayakan No. 200.

b. Plastisitas

   Plastisitas merupakan kemampuan tanah menyesuaikan perubahan bentuk pada volume konstan tanpa retak-retak atau remuk. Bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat. Tingkat keplastisan suatu tanah umumnya ditunjukkan dari nilai indeks plastisitas, yaitu selisih nilai batas cair dan batas plastis suatu tanah. Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih. Grafik plastisitas untuk klasifikasi tanah sistem AASHTO dapat dilihat pada Gambar 3.1.




**Gambar 3.1 Grafik Plastisitas untuk Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO**

(sumber: AASHTO)

c. Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan dalam sampel tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu, tetapi persentase tanah yang dikeluarkan harus dicatat. Apabila dalam sistem klasifikasi AASHTO dipakai untuk mengklasifikasi tanah, maka data dari uji di cocokan dengan angkaangka yang diberikan dalam Tabel 3.1 dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan hingga ditemukan angka-angka yang sesuai (Das, 1995).

**Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO**

| Klasifikasi Umum | Bahan-Bahan (35% atau kurang melalui No.200) | | | | | | | Bahan-Bahan Lanau-Lempung (Lebih dari 35% melalui no.200) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Klasifikasi | A-1 | | A-3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 |
| Kelompok | A-1a | A-1b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | | A-7-5, A-7-6 |
| Analisis Saringan Persen Melalui | | | | | | | | | | | |
| No.10 | 50 maks | | | | | | | | | | |
| No.40 | 30 maks | 50 maks | 51 maks | | | | | | | | |
| No.200 | 15 maks | 25 maks | 10 maks | 35 maks | 35 maks | 35 maks | 35 maks | 36 min | 36 min | 36 min | 36 min |
| Karakteristik fraksi melalui No.40 | | | | | | | | | | | |
| Batas Cair | | | | 40 maks | 41 min | 40 maks | 41 maks | | | | |
| Indeks Plastisitas | 6 maks | | N.P | 10 maks | 10 maks | 11 min | 10 maks | | | | |
| Indeks Kelompok | 0 | 0 | 0 | 0 | | 4 maks | | 8 maks | 12 maks | 16 maks | 20 maks |
| Jenis-jenis bahan pendukung utama | Fragmen batuan, kerikil dan pasir | | Pasir Halus | Kerikil dan pasir berlanau atau berlempung | | | | Tanah berlanau | | Tanah berlempung | |
| Tingkatan umum sebagian tanah dasar | Sangat baik sekali sampai baik | | | | | | | Sedang sampai buruk | | | |

Sumber: Hardiyatmo (2012)

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

   Sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System* mengklasifikasikan tanah menjadi dua kelompok utama sebagai berikut.

   a. Tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) merupakan tanah yang mempunyai persentase lolos saringan no.200 lebih dari 50%.
   b. Tanah berbutir halus (lanau/lempung) merupakan tanah yang mempunyai persentase lolos saringan no.200 lebih dari 50%.

   Tanah juga diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok pada sistem Unified yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Kelompok Tanah Berdasarkan *USCS***

| Jenis Tanah | Prefiks | Subkelompok | Sufiks |
|---|---|---|---|
| Kerikil | G | Gradasi Baik | W |
| Pasir | S | Gradasi Buruk | P |
| Lanau | M | Berlanau | M |
| Lempung | C | Berlempung | C |
| Jenis Tanah | Prefiks | Subkelompok | Sufiks |
| Organia | O | WL < 50% | L |
| Gambut | Pt | WL > 50% | H |

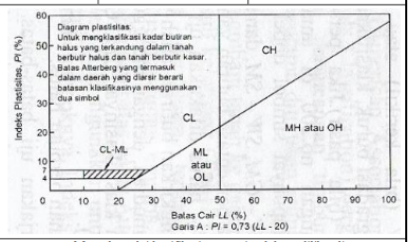
Sumber: Das (1986)

Prefiks : Tanah Utama

Sufiks : Subdivisi dalam kelompok

Pengelompokan sistem klasifikasi tanah menurut USCS secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.3

**Tabel 3.3 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut *USCS***

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

Sumber: Hardiyatmo (2012)

## 3.3 Tanah Lempung

Menurut Satria (2018), tanah lempung adalah tanah yang mempunyai partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastisitas pada tanah bila dicampur dengan air. Tanah lempung dengan plastisitas tinggi, kohesifitas yang besar berakibat fluktuasi kembang susut yang relatif besar. Kondisi tanah basah volume tanah akan mengembang sehingga kuat gesernya akan rendah dan tanah akan lengket, sedangkan pada kondisi kering akan mengalami retakan-retakan akibat tegangan susut dan tanah dalam kondisi keras. Selain itu tanah lempung mempunyai volume pori yang besar sehingga mempunyai berat isi dan sudut gesek yang kecil, hal ini menyebabkan penambahan suatu beban dan konstruksi bangunan pada tanah lempung tidak akan stabil.

Pada umumnya yang disebut dengan lapisan tanah yang lunak adalah lempung atau lanau yang mempunyai harga pengujian standart penetration test lebih kecil dari 4 atau tanah organis seperti gambut yang mempunyai kadar air alamiah yang sangat tinggi. Dilihat dari mineral pembentuknya, tanah lempung dapat dibagi menjadi lempung ekspansif dan lempung non ekspansif (Nurliasari, 2006).

Ada beberapa cara untuk mengetahui apakah tanah tersebut termasuk kategori tanah ekspansif dan seberapa besar potensial pengembangan, di antaranya (Chen, 1975):

1. Identifikasi Mineralogi dengan cara difraksi sinar-X, analisa diferensial termal, analisa kimia, dan Mikroskop Elektron.
2. Cara Tidak Langsung : Tanah ekspansif dapat diidentifikasi berdasarkan nilai indeks plastisitas yang dapat dilihat pada Tabel 3.4 (Chen, 1975).

**Tabel 3.4 Hubungan Indeks Plastisitas terhadap Potensial Pengembangan**

| Index Plastisitas (%) | Potensial Pengembangan |
|---|---|
| 0-15 | Rendah |
| 15-35 | Sedang |
| 35-55 | Tinggi |
| >55 | Sangan Tinggi |

Sumber: Chen (1975)

3. Cara Langsung : Pengukuran pengembangan tanah ekspansif dengan cara langsung dapat dilakukan dengan menggunakan alat konsolidasi satu dimensi. untuk mengetahui angka persentase pengembangan.

Sifat yang menonjol dari tanah lempung adalah daya dukungnya yang sangat rendah, kekakuannya menurun drastis pada kondisi basah dan kembang susutnya sangat tinggi bila mengalami perubahan kadar air sehingga akan retak-retak pada kondisi kering dan mengembang pada kondisi basah. Hal ini disebabkan tanah lempung banyak mengandung mineral montmorillonite bermuatan negatif yang besar, menyerap air yang banyak dengan mengisi rongga pori sehingga tanahnya mengembang dan akibat selanjutnya adalah kekuatannya menurun drastis. Oleh karena itu salah satu cara untuk mengatasi perilaku tanah lempung yang kurang menguntungkan tersebut perlu dilakukan stabilisasi.

### 3.4 Matos

Matos adalah bahan stabilisasi dan pemadatan (solidifikasi) tanah dan juga sebagai zat additive untuk mempertahankan fungsi terutama kesuburannya, produk ini berupa material serbuk halus atau tepung yang terdiri dari komposisi logam dan garam atau mineral anorganik dan lain-lain.

Fungsi Matos apabila tanah kita lihat secara mikroskopis, maka pada permukaan tanah tersebut terdapat lapisan air yang tipis, kira-kira ketebalannya 0,5 m. Lapisan ini memiliki kekuatan yang luar biasa, diperkirakan sekitar 2.000 kg untuk setiap 1 $cm^2$, untuk memindahkan lapisan air ini dibutuhkan energi yang besar. Sifat air yang melekat ini agak berbeda dengan air biasa yang kita ketahui. Satu cc = 1 gram pada suhu 40 °C untuk air normal, tetapi air ini adalah satu cc = 1,4 gram. Air ini dapat bergerak dengan arah horizontal tetapi tidak dapat bergerak secara vertikal. Air inilah yang menghambat semen menjadi keras. Terbentuknya humus adalah dengan melarutnya tanaman-tanaman yang sudah mati kedalam air yang menempel pada permukaan tanah dan humus (humic acid/RCOOH) ini menghambat terjadinya kontak antra kation kalsium ($Ca^{2+}$) pada semen dan anion (-) dari partikel-partikel tanah.

Pada saat penggunaan Matos harus melarutkannya kedalam air pada tingkat kelarutan (molaritas) 10%. Beragamnya komponen Matos memperlemah fungsi negative dari humus dan akan menurunkan kadar humus itu sendiri. Kemudian, kation kalsium ($Ca^{2+}$) pada semen dapat menempel langsung dipermukaan tanah. Matos melarutkan asam humus (humus acid) yang terdapat di dalam tanah serta menghilangkan efek penghambatan ikatan ion, sehingga partikel tanah menjadi lebih mudah bermuatan ion negative (anion), sehingga kation $Ca^{2+}$ dapat mengikat langsung dengan mudah pada partikel tanah.

Matos membantu menyuplai lebih banyak ion pengganti dan membentuk senyawa asam alumunium silica sehingga membentuk struktur sarang lebah 3 dimensi diantara partikel-partikel tanah. Kalau pencampuran semen yang mengadung sulfur ($SO_3$) dengan tanah tidak melibatkan Matos, maka ketika bercampur dengan air tanah atau terkena air hujan akan menghasilkan sulfuric acid yang menyebabkan terjadinya keretakan, dimana reaksi kimianya sebagai berikut : $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$. Hal ini akan berbeda jika Matos dilibatkan, dimana pada saat terjadi pengikatan semen pada partikel tanah dan mengering karena reaksi dehidrasi, akan terbentuk kristal-kristal yang muncul diantara campuran semen yang mengikat partikel tanah. Kristal-kristal tersebut menyerupai jarum-jarum, secara intensif akan bertambah banyak dan membesar yang nantinya membentuk

rongga-rongga mikron yang bisa menyerap air (porositas), sehingga tidak akan terjadi keretakan.

**3.5 Sifat Fisik Tanah**

Suatu tanah memiliki sifat fisik yang berbeda-beda. Sifat fisik tersebut dapat dijadikan data awal dalam perencanaan konstruksi. Sifat fisik tanah tersebut dapat diperoleh dengan beberapa pengujian yaitu:

3.5.1 Kadar Air (w)

Kadar air adalah perbandingan antara berat air (Ww) dengan berat butiran padat (Ws) yang dinyatakan dalam persen. Nilai kadar air dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.1.

$$w = \frac{W_w}{W_s}\, x\, 100\% \qquad (3.1)$$

dengan:

w = kadar air (%),

$w_w$ = berat air (gr), dan

$w_s$ = berat tanah (gr).

3.5.2 Analisis Ukuran Butiran

Analisis ukuran butiran ini dilakukan untuk menentukan persentase ukuran butir yang berbeda terkandung dalam sebuah tanah. analisis mekanis atau saringan dilakukan untuk menentukan distribusi kasar itu, partikel berukuran lebih besar dan hidrometer yang metode yang digunakan untuk menentukan distribusi partikel halus.

Tanah berbutir kasar atau tanah yang memiliki diameter butiran tanah yang lebih besar dari 0,075 mm atau yang tertahan no. 200 dapat dilakukan dengan cara penyaringan. Tanah uji disaring melewati susunan saringan standar ASTM D 422-72. Untuk tanah berbutir halus (butir-butir tanah yang memiliki diameter lebih kecil dari 0,075 mm atau yang lolos saringan no. 200), agar dapat diketahui ukuran butiran tanah tersebut dapat dilakukan dengan pengujian hydrometer. Analisis hydrometer didasarkan pada prinsip pengendapan (sedimentasi) butir-butir tanah dalam air.

3.5.3 Berat Jenis (Gs)

Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume butiran padat ($\gamma_s$) dengan berat volume air ($\gamma_w$). Nilai berat jenis dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.2.

$$Gs = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \tag{3.2}$$

dengan:

Gs = berat jenis,

$\gamma_s$ = berat tanah (gr/cm$^3$), dan

$\gamma_w$ = volume total tanah (gr/cm$^3$).

Jenis-jenis tanah berdasarkan berat jenis (Gs) dapat dilihat pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Macam-Macam Tanah Berdasarkan Berat Jenis (Gs)**

| Macam Tanah | Berat (Gs) |
|---|---|
| Kerikil | 2,65 – 2,68 |
| Pasir | 2,65 – 2,68 |
| Lanau Organik | 2,62 – 2,68 |
| Lempung Organik | 2,58 – 2,65 |
| Lempung Anorganik | 2,68 – 2,75 |
| Humus | 1,37 |
| Gambut | 1,25 |

Sumber : Hardiyatmo (2012)

3.5.4 Berat Volume Basah (γb)

Berat volume basah adalah perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara (W) dengan volume total tanah (V). Nilai berat volume basah dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.3.

$$\gamma_b = \frac{w}{v} \tag{3.3}$$

dengan:

$\gamma_b$ = berat volume basah (gr/cm$^3$),

W = berat tanah basah (gr), dan

V = volume total tanah (cm$^3$).

3.5.5 Berat Volume Kering (γd)

Berat volume kering adalah perbandingan antara berat butiran tanah (Ws) dengan volume total tanah (V). Nilai berat volume kering dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.4.

$$\gamma_d = \frac{Ws}{v} \tag{3.4}$$

dengan:

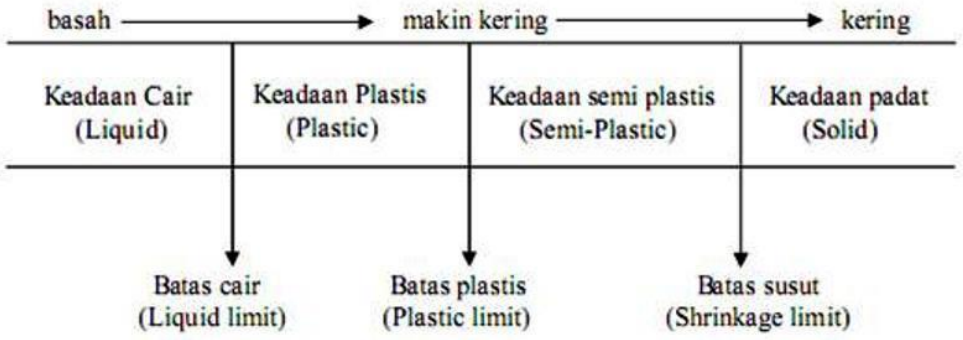
$\gamma_d$ = berat volume kering (gr/cm$^3$),

Ws = berat tanah kering (gr), dan

V = volume total tanah (cm$^3$).

3.5.6 Batas-Batas Konsistensi

Batas-batas konsistensi umumnya dinyatakan sebagai indeks konsistensi atau atau Batasan kadar air yaitu batas susut (*Shrinkage Limit*), batas plastis (*Plastic Limit*) dan batas cair (*Liquid Limit*) (Widjaja dan Sundayo, 2009) Kedudukan batas-batas konsistensi untuk tanah kohesif dapat dilihat pada Gambar 3.2.




**Gambar 3.2 Batas-batas Atterberg**

(Sumber : Nurcahyo, 2014)

Penjelasan mengenai batas-batas konsistensi berdasarkan Gambar 3.2 adalah sebagai berikut.

1. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

   Batas Susut adalah kadar air yang konsistensi tanahnya berada diantara keadaan semi plastis dan padat, sehingga jika diadakan pengurangan kadar air, tanah tersebut tidak akan berkurang volumenya. Batas susut dalam uji laboratorium dilakukan dengan menggunakan cawan susut. Tanah dimasukkan kedalam cawan susut kemudian dikeringkan dengan oven. Batas susut dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.5.

   $$SL = \{\frac{(V_o)}{W_o} - \frac{1}{G_s}\} \text{ x } 100\% \qquad (3.5)$$

   dengan:

   SL = batas susut tanah (%),

   $W_0$ = berat tanah kering (gr),

   $V_0$ = volume tanah kering ($cm^3$), dan

   $G_s$ = berat jenis.

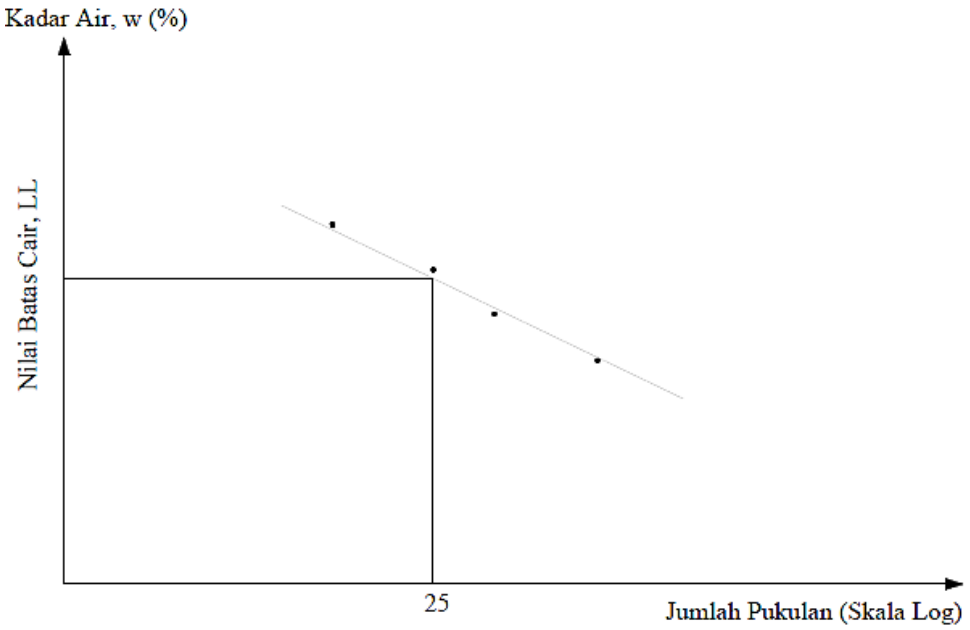
2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

   Batas Plastis (PL) adalah kadar air yang merupakan batas antara konsistesi tanah dalam keadaan semi plastis dan keadaan plastis. Sifat plastis ditentukan

berdasarkan kondisi dimana tanah yang digulung dengan telapak tangan mulai retak setelah mencapai diameter kurang lebih 3 mm.

3. Batas Cair (*Liquid Limit*)

   Batas Cair (LL) adalah kadar air tertentu dimana perilaku tanah berubah dari kondisi plastis ke cair. Pada kadar air tersebut tanah mempunyai kuat geser terendah. Batas cair dalam uji menggunakan alat Casagrande merupakan kadar air pada 25 kali pukulan yang dibutuhkan untuk menutup celah 12,7 mm. Grafik penentuan batas cair dapat dilihat pada Gambar 3.3.




**Gambar 3.3 Grafik Penentuan Batas Cair**

(Sumber : Hardiyatmo, 2012)

4. Indeks Plastisitas (*Plasticy Index*)

   Indeks plastisitas adalah interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Nilai indeks plastisitas (PI) menunjukkan sifat keplastisan tanah. Indeks plastisitas (PI) dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.6.

$$PI = LL - PL \tag{3.6}$$

dengan,

*PI* = Indeks Plastisitas (%)

*LL* = Batas Cair (%)

*PL* = Batas Plastis (%)

Nilai indeks plastisitas dapat menunjukkan macam dan sifat tanah. Nilai indeks plastisitas dan macam tanah dapat dilihat pada Tabel 3.6.

**Tabel 3.6 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah**

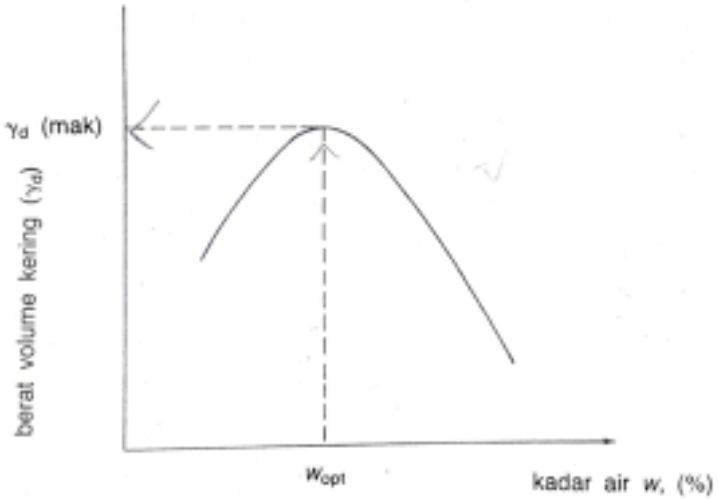
| PI | Sifat | Macam Tanah | Kohesi |
|---|---|---|---|
| 0 | Non Plastis | Pasir | Non kohesif |
| < 7 | Plastisitas Rendah | Lanau | Kohesif Sebagian |
| 7- 17 | Plastisitas Sedang | Lempung Berlanau | Kohesif |
| > 17 | Plastisitas Tinggi | Lempung | Kohesif |

(Sumber : Jumikis, 1962 dalam Hardiyatmo, 2010)

## 3.6 Uji Pemadatan (Proktor Standar)

Pengujian proktor standar bertujuan untuk mendapatkan berat volume kering maksimum tanah (*Maximum Dry Density*) dan kadar air optimum (*Optimum Mouisture Content*) suatu tanah dengan cara pemadatan. Pengujian proktor standar dilakukan menggunakan alat pemadat. Tanah di dalam cetakan silinder dipadatkan dalam 3 lapisan dengan tiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali pukulan. Percobaan dilakukan sebanyak minimal 5 kali dengan variasi kadar air yang berbeda-beda. Kemudian dibuat grafik antara kadar air dan berat volume kering tanah. Grafik yang dihasilkan akan menunjukan kadar air optimum dan berat volume kering maksimum.

Grafik hubungan kadar air dan berat volume kering tanah yang dapat dilihat pada gambar 3.4.




**Gambar 3.4 Grafik Hubungan Kadar Air Dan Berat Volume Kering Tanah**

(Sumber : Hardiyatmo, 2012)

### 3.7 Nilai Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah merupakan gaya tahanan internal yang bekerja per satuan luas masa tanah untuk menahan keruntuhan atau kegagalan sepanjang bidang runtuh dalam masa tanah tersebut. Untuk menganalisis masalah stabilitas tanah seperti daya dukung, stabilitas talud (lereng) dan tekanan tanah ke samping pada turap maupun tembok penahan tanah, mula-mula kita harus mengetahui sifat-sifat ketahanan penggeserannya tanah tersebut, seperti Kriteria Keruntuhan Menurut Mohr-Coulomb sebagai berikut.

Mohr (1980) menyuguhkan sebuh teori tentang keruntuhan pada material yang menyatakan bahwa keruntuhan terjadi pada suatu material akibat kombinasi kritis antara tegangan normal dan geser, dan bukan hanya akibat tegangan normal maksimum atau tegangan geser maksimum saja. Hubungan antara tegangan normal dan geser pada sebuah bidang keruntuhan dapat dilihat pada Gambar 3.5. Sedangkan untuk garis keruntuhan dapat dilihat dalam Persamaan 3.7.

$$\tau = f(\sigma) \tag{3.7}$$

dengan :

$\tau$ = tegangan geser (pada saat runtuh), dan

$\sigma$ = tegangan normal.

Garis keruntuhan (*failure envelope*) yang dinyatakan oleh Persamaan 3.7 di atas sebenarnya berbentuk garis lengkung seperti terlihat pada Gambar 3.5. (huruf b) untuk sebagian besar masalah-masalah mekanika tanah, garis tersebut cukup didekati dengan sebuah garis lurus yang menunjukan hubungan linear antara tegangan normal dan geser (Coulomb, 1776). Persamaan 3.8 adalah sebagai berikut.

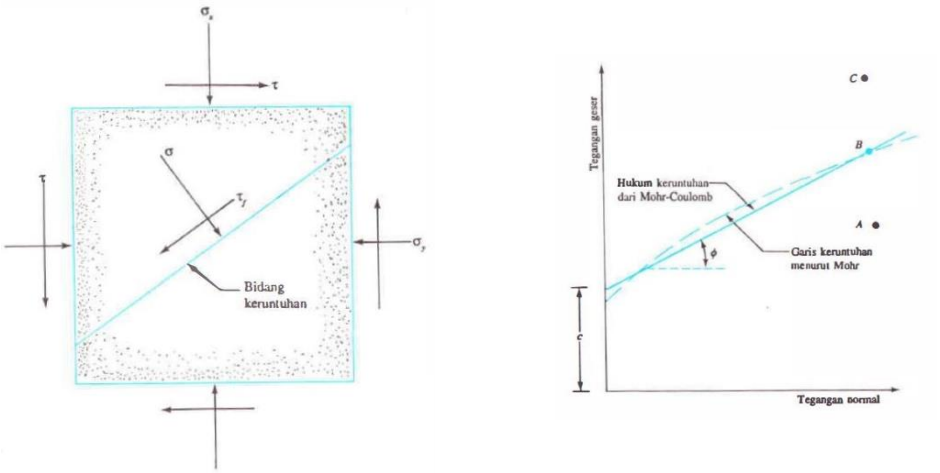
$$\tau = c + \sigma \text{ tg } \varphi \qquad (3.8)$$

dengan :

c = kohesi, dan

φ = sudut geser-internal.

Hubungan di atas disebut juga sebagai kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb.




(a) (b)

**Gambar 3.5 Garis Keruntuhan menurut Mohr dan Hukum Keruntuhan dari Mohr-Coulomb**

(Sumber : Das, 1995)

3.7.1 Pengujian Triaksial Tipe *Unconsolidated Undrained* (UU)

DAS (1998), pada uji air termampatkan-tak terkonsolidasi, kita tidak diizinkan mengalirkan air dari dan ke benda uji selama memberikan tekanan sel $\sigma_3$. Benda uji tadi kita uji sampai runtuh dengan memberikan tegangan deviator $\Delta\sigma_d$, (di arah aksial) tanpa memperbolehkan pengaliran air (dari dan ke dalam benda uji). Karena pengaliran air tidak dapat terjadi di kedua tahap tersebut, maka uji ini dapat diselesaikan dengan cepat. Karena adanya tegangan sel (= tegangan penyekap) $\sigma_3$,

tegangan air pori di dalam benda uji tanah tersebut akan naik menjadi $u_c$ (= $u_{at\ consolidation}$). Kemudian tegangan air pori ini akan naik lagi sebesar $\Delta u_d$ akibat dari pemberian tegangan deviator. Jadi, tegangan total air pori di dalam benda uji pada tahap pemberian tegangan deviator yang ditulis dalam Persamaan 3.9 dan 3.10.

$$u = u_c + \Delta u \tag{3.9}$$

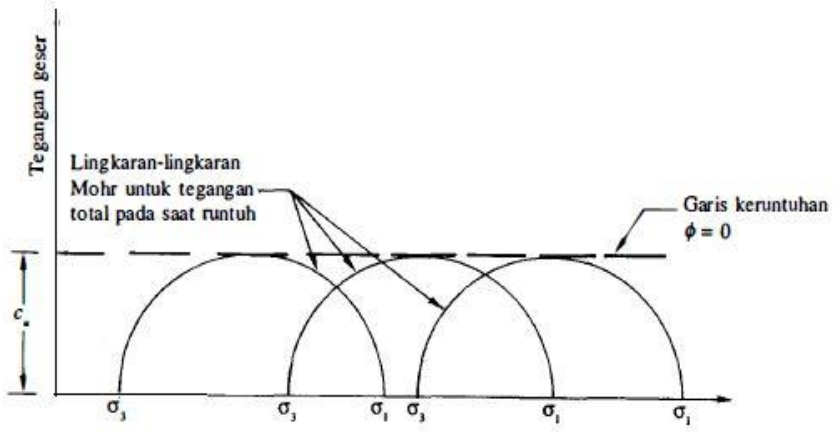
$u_c = B\sigma_3$ dan $\Delta u_d = A\ \Delta u_d$ So

$$u = B\sigma_3 + A\ (\sigma_1 - \sigma_3) \tag{3.10}$$

Pada umumnya, pengujian ini dilakukan dengan sampel tanah lempung dan uji ini menyajikan konsep kekuatan geser tanah yang sangat penting untuk tanah berkohesi yang jenuh air. Tambahan tegangan aksial pada saat tanah mencapai keruntuhan $(\Delta\sigma_d)_f$ akan praktis selalu sama besarnya, berapapun besarnya harga tegangan cell (Sel) yang ada. Hal ini terlihat pada Gambar 3.6. Garis keruntuhan untuk tegangan total dari lingkaran-lingkaran tegangan Mohr berbentuk garis horizontal dan disebut sebagai garis $\phi = 0$ dan Persamaan 3.11.

$$\tau_f = c = c_u \tag{3.11}$$

dengan $c_u$ adalah kekuatan geser air-termampatkan (*undrained sear strength*) yang besarnya sama dengan jari-jari lingkaran Mohr.




**Gambar 3.6 Lingkaran-lingkaran Mohr Untuk Tegangan Total dan Garis Keruntuhan (ϕ = 0) Yang Didapat Dari Uji Triaksial UU**

(Sumber : Das, 1995)

Persamaan pengujian ini ditulis pada Persamaan 3.12 dan 3.13.

Tegangan utama mayor total = $\sigma_3 + \Delta\sigma df = \sigma 1$ (3.12)

Tegangan utama minor total = $\sigma_3$ (3.13)

Persamaan kuat geser pada kondisi undrained dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.14.

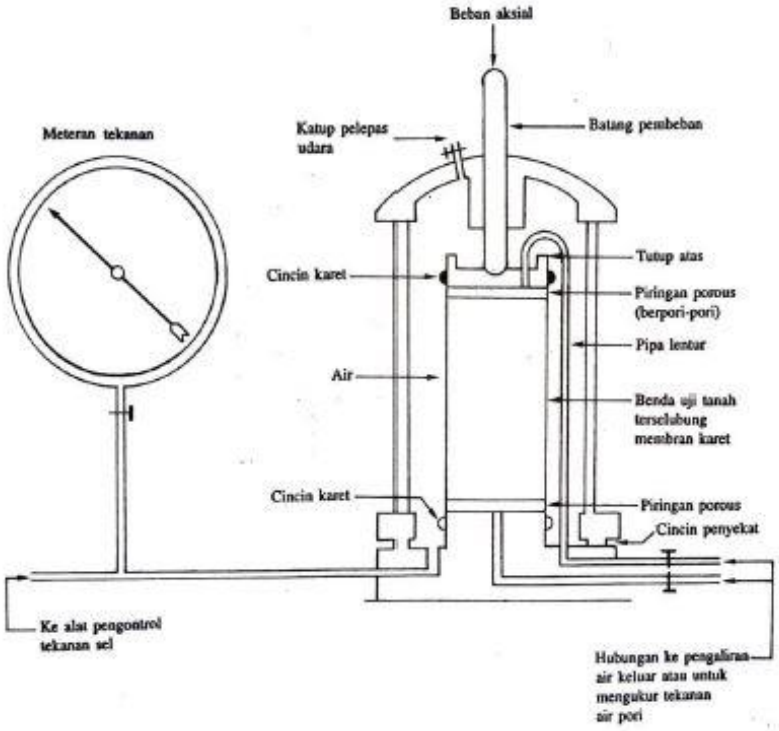
$$Cu = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{\Delta\sigma df}{2} = \frac{qu}{2} \quad (3.14)$$

Dengan:

Cu = kohesi *undrained*, dan

$\Delta\sigma df$ = tegangan deviator.

Bagian-bagian yang ada dalam alat uji triaksial dapat dilihat pada Gambar 3.7.




**Gambar 3.7 Alat Uji Triaksial**

(Sumber : Das, 1995)

# BAB IV
# METODE PENELITIAN

## 4.1 Tinjauan Umum

Metode penelitian adalah suatu rangkaian cara yang dilakukan untuk menjawab permasalahan yang telah dijelaskan melalui tahapan yang sistemastis. Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium untuk mencari tahu pengaruh penambahan Matos terhadap nilai parameter kuat geser tanah.

## 4.2 Lokasi

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia di Jalan Kaliurang KM 14,5 Umbulmartani, Ngemplak, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

## 4.3 Bahan dan Benda Uji

### 4.3.1 Bahan

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Tanah dan Matos.

1. Tanah

   Sampel tanah asli yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sampel tanah yang berasal dari Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

2. Matos

   Pada penelitian ini, digunakan juga Matos yaitu bahan aditif untuk mempertahankan fungsi tanah. Produk ini terdiri dari komposisi logam dan garam atau mineral anorganik dan lain-lain. Bahan aditif ini dapat diperoleh di Distributor resmi yang menjual Matos *Soil Stabilizer* yang berlokasikan di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

4.3.2 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel

Jenis-jenis pengujian yang akan dilaksanakan pada uji di laboratorium dan jumlah sampel pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Jenis Pengujian yang Dilakukan**

| Uji yang dilakukan | Jenis pengujian | Jumlah | Satuan |
|---|---|---|---|
| **Sifat Fisik Tanah Asli** | Kadar air | 2 | Buah |
| | Berat Jenis Tanah | 2 | Buah |
| | Berat Volume Tanah | 2 | Buah |
| | Hirdometer | 2 | Buah |
| | Analisis Saringan | 2 | Buah |
| | Batas Susut | 2 | Buah |
| | Batas Plastis | 2 | Buah |
| | Batas Cair | 2 | Buah |
| **Kepadatan Optimum** | Proktor Standar | 2 | Buah |
| **Kuat Geser Tanah** | Triaksial UU | 20 | Buah |
| **Total Benda Uji** | | 38 | Buah |

Pengujian dan variasi campuran matos dan *gypsum* yang akan dilaksanakan pada Uji Triaksial UU ditulis pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Sampel Pengujian Triaksial Tipe UU Untuk Tanah Asli**

| Sampel | Variasi | | Total Benda Uji |
|---|---|---|---|
| | Matos | Gypsum | |
| Tanah Lempung | 0% | 0% | 2 Buah |

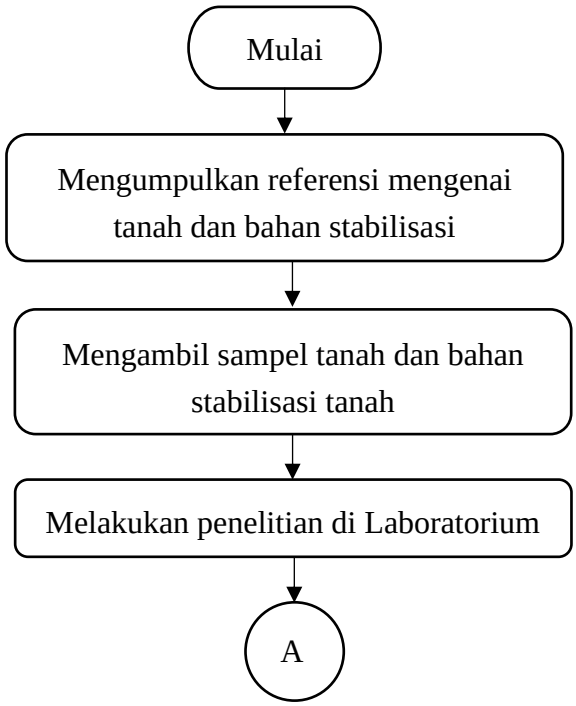
Sampel pengujian Triaksial UU dengan pencampuran matos 6%, 10% dan 12% dicantumkan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Sampel Pengujian Triaksial Tipe UU Dengan Pencampuran Matos Variasi 6%, 10% dan 12%**

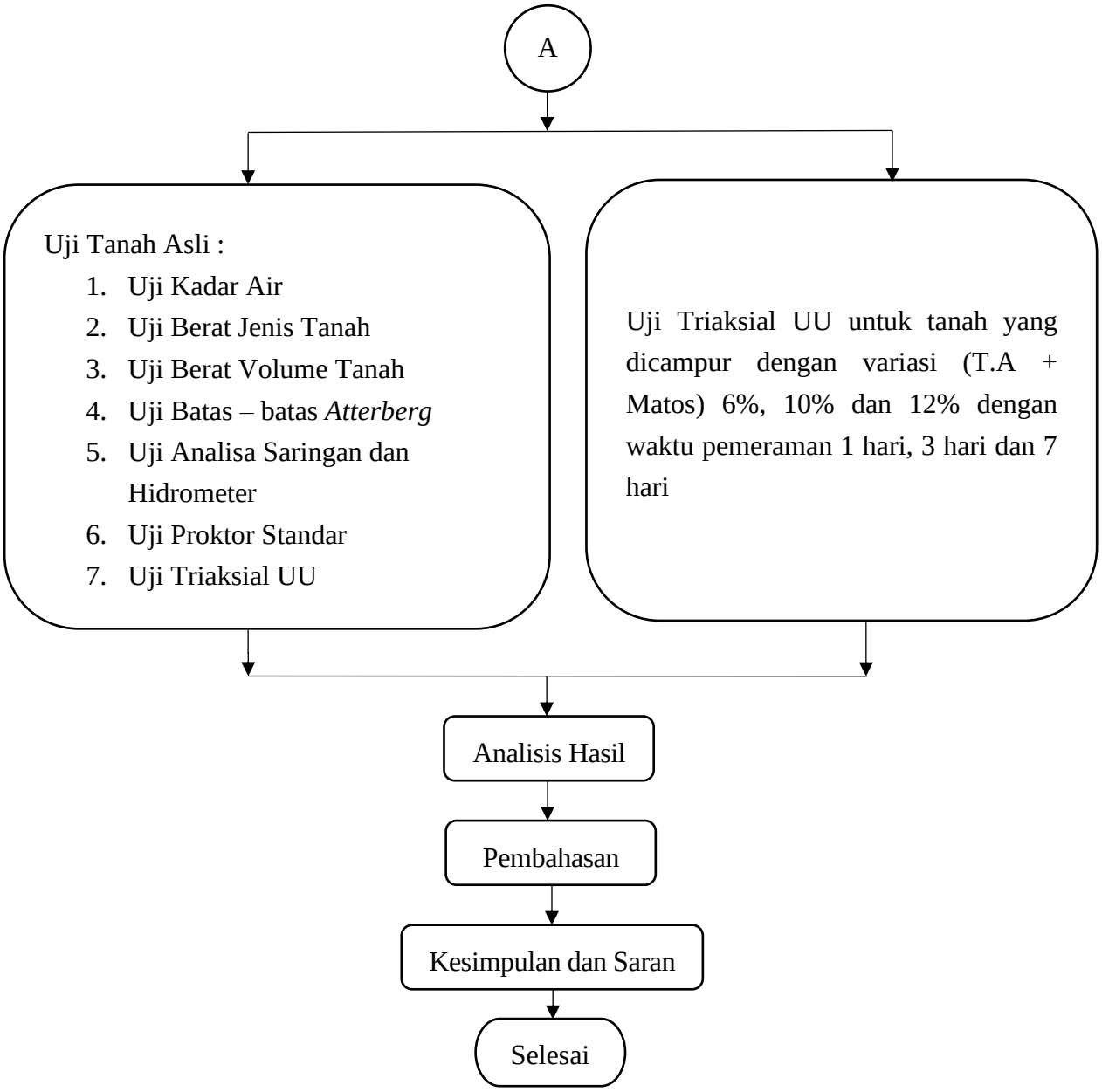
| Variasi | Pemeraman | | | Jml Benda Uji |
|---|---|---|---|---|
| | 1 Hari | 3 Hari | 7 Hari | |
| T.A + Matos 6% | 2 Buah | 2 Buah | 2 Buah | 6 Buah |
| T.A + Matos 10% | 2 Buah | 2 Buah | 2 Buah | 6 Buah |
| T.A + Matos 12% | 2 Buah | 2 Buah | 2 Buah | 6 Buah |
| Total Benda Uji | | | | 18 Buah |

## 4.4 Bagan Alir Penelitian

Dari tahapan-tahapan penelitian yang telah diuraikan, dapat dibuat bagan alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.




**Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian**




**Lanjutan Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian**

# BAB V
# HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

## 5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia disusun dalam bab ini. Penelitian ini meliputi pemeriksaan sifat fisik dan mekanik pada tanah asli serta pengaruh penambahan matos terhadap parameter kuat geser tanah.

5.1.1 Pengujian Kadar Air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air pada sampel tanah. Hasil pengujian kadar air yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air**

| Uraian | Satuan | Hasil untuk Sampel Ke- | |
|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 |
| Berat Cawan (W1) | Gr | 22,55 | 22,15 |
| Berat Cawan + Tanah Basah (W2) | Gr | 42,09 | 44,88 |
| Berat Cawan + Tanah Kering (W3) | Gr | 41,02 | 43,53 |
| Berat Air (Ww) | Gr | 1,07 | 1,35 |
| Berat Tanah Kering (Ws) | Gr | 18,47 | 21,38 |
| Kadar Air | % | 5,793 | 6,314 |
| Kadar Air Rata-Rata | % | 6,054 | |

Contoh perhitungan kadar air untuk sampel 1 adalah sebagai berikut.

$$W = \frac{Ww}{Ws} \times 100\%$$

$$= \frac{1,07}{18,47} \times 100\%$$

$$= 5,793\%$$

Berdasarkan Tabel 5.1, diperoleh kadar air sampel 1 sebesar 5,793% dan kadar air sampel 2 sebesar 6,314% sehingga didapatkan kadar air rata-rata untuk sampel tanah Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta adalah sebesar 6,054%.

5.1.2 Pengujian Berat Volume

Berat volume tanah merupakan nilai perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung didalamnya dengan volume tanah total. Hasil dari pengujian berat volume tanah dapat dilihat pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume**

| **Uraian** | **Satuan** | **Hasil untuk Sampel Ke-** | |
|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** |
| Diameter Ring (d) | cm | 4 | 4 |
| Tinggi Ring (t) | cm | 1 | 1 |
| Volume Ring (V) | $cm^3$ | 12,566 | 12,566 |
| Berat Ring (W1) | gr | 51,9 | 51,9 |
| Berat Ring + Tanah Basah (W2) | gr | 112,79 | 116,79 |
| Berat Tanah Basah | gr | 60,89 | 64,89 |
| Berat Volume Tanah | $gr/cm^3$ | 4,845 | 5,164 |
| Berat Volume Rata-Rata | $gr/cm^3$ | 5,005 | |

Contoh perhitungan berat volume tanah untuk sampel 1 adalah sebagai berikut.

$$\gamma = \frac{W2-W1}{V}$$

$$= \frac{112,79-51,9}{12,566}$$

$$= 4,845 \text{ gr/cm}^3$$

Berdasarkan Tabel 5.2, diperoleh berat volume sampel 1 sebesar 4,845 $gr/cm^3$ dan berat volume sampel 2 sebesar 5,164 $gr/cm^3$ sehingga didapatkan berat volume

rata-rata untuk sampel tanah Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta adalah sebesar 5,005 gr/cm$^3$.

5.1.3 Pengujian Berat Jenis

Berat jenis tanah merupakan nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperature tertentu, biasanya diambil pada suhu 27,5° C. Hasil dari pengujian berat jenis tanah yang dapat dilihat pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis**

| **Uraian** | **Satuan** | **Hasil untuk Sampel Ke-** | |
|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** |
| Berat Piknometer (W1) | Gr | 38,71 | 40,01 |
| Berat Piknometer + Tanah Kering (W2) | Gr | 66,4 | 67 |
| Berat Piknometer + Tanah + Air (Penuh) (W3) | Gr | 158,55 | 155,69 |
| Berat Piknometer + Air (Penuh) (W4) | Gr | 141,07 | 140,06 |
| Suhu Air (t°C) | °C | 27,5 | 27,5 |
| Berat Volume Tanah pada Suhu T (γw) | Gr/cm$^3$ | 0,9968 | 0,9968 |
| Berat Volume Tanah pada Suhu 27,5° (γw) | Gr/cm$^3$ | 0,9964 | 0,9964 |
| Berat Tanah Kering (Ws) | Gr | 27,69 | 26,99 |
| A (Ws + W4) | Gr | 168,76 | 167,05 |
| I (A – W3) | Gr | 10,21 | 11,36 |
| Berat Jenis Tanah pada Suhu T (Gs t°C) | | 2,71 | 2,38 |
| Berat Jenis Tanah pada Suhu 27,5°C (Gs 27,5°C) | | 2,71 | 2,38 |
| Berat Jenis Tanah Rata-Rata pada Suhu 27,5°C | | 2,54 | |

Contoh perhitungan berat jenis tanah untuk sampel 1 adalah sebagai berikut.

$$\text{Gs (t°C)} = \frac{(W2-W1)}{(W4-W1)-(W3-W2)}$$

$$= \frac{(66{,}4-38{,}71)}{(141{,}07-38{,}71)-(158{,}55-66{,}4)}$$

$= 2{,}71$

$$\text{Gs } (27{,}5°\text{C}) = 2{,}71 \text{ x } \frac{0{,}9668}{0{,}9664}$$

$= 2{,}71$

Berdasarkan Tabel 5.3, diperoleh berat jenis sampel 1 sebesar 2,71 dan berat jenis sampel 2 sebesar 2,38 sehingga didapatkan nilai berat jenis rata-rata untuk sampel tanah Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar 2,54.

5.1.4 Pengujian Analisis Granuler

Pengujian analisis granuler terdiri dari dua pengujian yaitu pengujian analisa hidrometer dan analisa saringan. Pengujian analisa hidrometer bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang tidak mengandung butir tanah tertahan oleh saringan nomor 10, sedangkan pengujian analisa saringan bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan saringan no.200. Hasil pengujian analisis granuler dapat dilihat pada Tabel 5.4, Tabel 5.5, Tabel 5.6, Tabel 5.7, Tabel 5.8, Tabel 5.9, Gambar 5.1, Gambar 5.2, dan Gambar 5.3.

**Tabel 5.4 Hasil Pengujain Analisis Saringan Sampel 1**

| No. Saringan | Diameter Saringan (mm) | Berat Tertahan (gr) | Berat Lolos (gr) | Persentase Tertahan (%) | Persentase Lolos (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 4,75 | 0 | 300 | 0,000 | 100 |
| 8 | 2 | 0,750 | 299,250 | 0,250 | 99,750 |
| 20 | 0,84 | 1,650 | 297,600 | 0,550 | 99,200 |
| 40 | 0,442 | 5,060 | 292,540 | 1,690 | 97,510 |
| 80 | 0,25 | 7,440 | 285,100 | 2,480 | 95,030 |
| 100 | 0,149 | 23,930 | 261,170 | 7,980 | 87,060 |
| 200 | 0,075 | 4,970 | 256,20 | 1,660 | 85,400 |
| Pan | | 256,200 | 0 | 85,400 | 0 |
| TOTAL | | 300 | | 100 | |

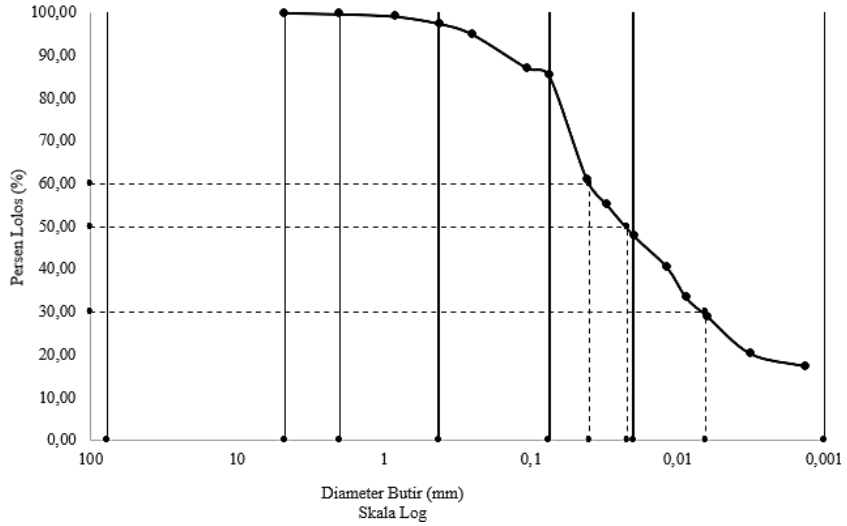
**Tabel 5.5 Hasil Pengujian Analisis Saringan Sampel 2**

| No. Saringan | Diameter Saringan (mm) | Berat Tertahan (gr) | Berat Lolos (gr) | Persentase Tertahan (%) | Persentase Lolos (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 4,75 | 0 | 300 | 0 | 100 |
| 8 | 2 | 2,610 | 297,390 | 0,870 | 99,130 |
| 20 | 0,84 | 3,110 | 294,280 | 1,040 | 98,090 |
| 40 | 0,442 | 7,870 | 286,410 | 2,620 | 95,470 |
| 80 | 0,25 | 9,510 | 276,900 | 3,170 | 92,300 |
| 100 | 0,149 | 18,470 | 258,430 | 6,160 | 86,140 |
| 200 | 0,075 | 6,790 | 251,640 | 2,260 | 83,880 |
| Pan | | 251,640 | 0 | 83,880 | 0 |
| TOTAL | | 300 | | 100 | |

Berdasarkan hasil pengujian analisis butiran yang tertera pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5, didapatkan nilai persen lolos pada sampel 1 sebesar 85,40% dan sampel 2 sebesar 83,88%.

**Tabel 5.6 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Sampel 1**

| Time (t) | Suhu (T) | Ra | Rc | %Lolos | R | L (cm) | L/t | k | Diameter |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 27,5 | 46 | 48 | 69,686 | 49 | 8,8 | 0 | 0,01327 | 0 |
| 1 | 27,5 | 40 | 42 | 60,976 | 43 | 9,7 | 9,700 | 0,01327 | 0,0413 |
| 2 | 27,5 | 36 | 38 | 55,168 | 39 | 10,4 | 5,200 | 0,01327 | 0,0303 |
| 5 | 27,5 | 31 | 33 | 47,909 | 34 | 11,2 | 2,240 | 0,01327 | 0,0199 |
| 15 | 27,5 | 26 | 28 | 40,650 | 29 | 12 | 0,800 | 0,01327 | 0,0119 |
| 30 | 27,5 | 21 | 23 | 33,391 | 24 | 12,9 | 0,430 | 0,01327 | 0,0087 |
| 60 | 27,5 | 18 | 20 | 29,036 | 21 | 13,3 | 0,222 | 0,01327 | 0,0062 |
| 250 | 27,5 | 12 | 14 | 20,325 | 15 | 14,3 | 0,057 | 0,01327 | 0,0032 |
| 1440 | 27,5 | 10 | 12 | 17,422 | 13 | 14,7 | 0,010 | 0,01327 | 0,0013 |

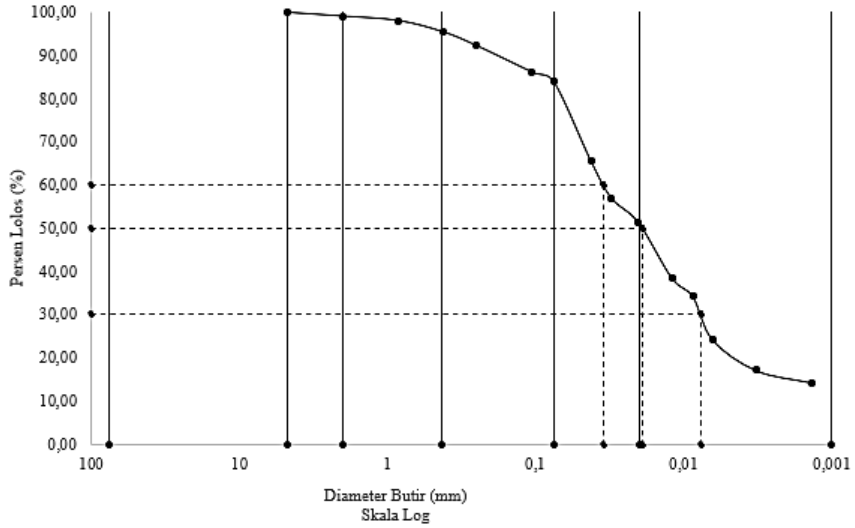



**Gambar 5.1 Grafik Analisis Hidrometer Sampel 1**

Berdasarkan hasil pengujian analisis granuler yang tertera pada Gambar 5.1, diperoleh nilai persentase saringan no. 200 sebesar 85,40%, dengan persentase ukuran butiran tanah yang tergolong kerikil sebesar 0%, persentase ukuran butiran tanah yang tergolong pasir sebesar 14,60%, persentase ukuran butiran tanah yang tergolong lanau sebesar 37,49%, dan persentase ukuran butiran tanah yang tergolong lempung sebesar 47,91%.

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

| Time (t) | Suhu (T) | Ra | Rc | %Lolos | R | L (cm) | L/t | k | Diameter |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 27,5 | 44 | 46 | 65,594 | 47 | 9,1 | 0 | 0,01327 | 0 |
| 1 | 27,5 | 38 | 40 | 57,038 | 41 | 10,1 | 10,100 | 0,01327 | 0,04217 |
| 2 | 27,5 | 34 | 36 | 51,335 | 37 | 10,7 | 5,350 | 0,01327 | 0,03069 |
| 5 | 27,5 | 29 | 31 | 44,205 | 32 | 11,5 | 2,300 | 0,01327 | 0,02012 |
| 15 | 27,5 | 25 | 27 | 38,501 | 28 | 12,2 | 0,813 | 0,01327 | 0,01197 |
| 30 | 27,5 | 22 | 24 | 34,223 | 25 | 12,7 | 0,423 | 0,01327 | 0,00863 |
| 60 | 27,5 | 15 | 17 | 24,241 | 18 | 13,8 | 0,230 | 0,01327 | 0,00636 |
| 250 | 27,5 | 10 | 12 | 17,112 | 13 | 14,7 | 0,059 | 0,01327 | 0,00322 |
| 1440 | 27,5 | 8 | 10 | 14,260 | 11 | 15 | 0,010 | 0,01327 | 0,00135 |




**Gambar 5.2 Grafik Analisis Hidrometer Sampel 2**

Berdasarkan hasil pengujian analisis granuler yang tertera pada Gambar 5.2, diperoleh nilai persentase saringan no. 200 sebesar 83,88%, dengan persentase ukuran butiran tanah yang tergolong kerikil sebesar 0%, persentase ukuran butiran tanah yang tergolong pasir sebesar 16,12%, persentase ukuran butiran tanah yang tergolong lanau sebesar 32,55%, dan persentase ukuran butiran tanah yang tergolong lempung sebesar 51,33%.

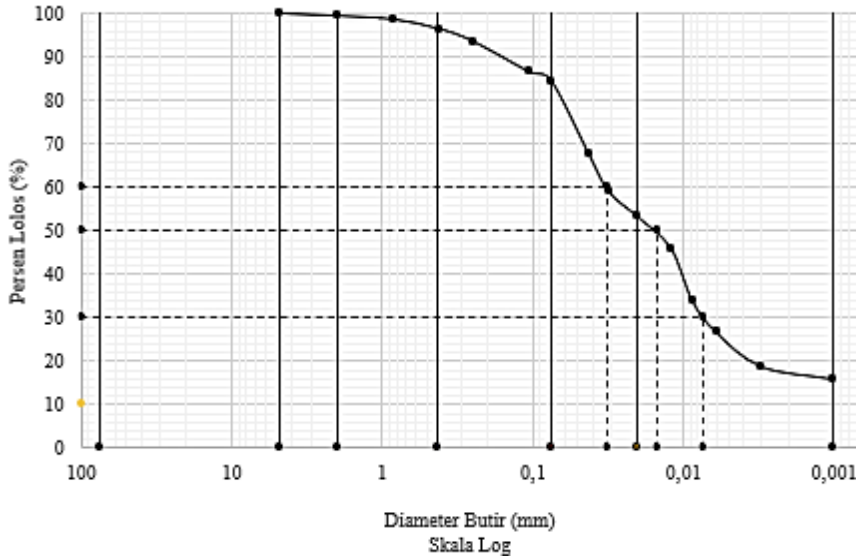
Rekapitulasi hasil analisis granuler dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Gambar 5.3.

**Tabel 5.8 Hasil Rekapitulasi Pengujian Analisis Granuler**

| **Sampel 1** | | **Sampel 2** | | **Rata-Rata** | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Diameter** | **%Lolos** | **Diameter** | **%Lolos** | **Diameter** | **%Lolos** |
| 4,76 | 100 | 4,76 | 100 | 4,76 | 100 |
| 2 | 99,750 | 2 | 99,130 | 2 | 99,440 |
| 0,84 | 99,200 | 0,84 | 98,090 | 0,84 | 98,650 |
| 0,42 | 97,510 | 0,42 | 95,470 | 0,42 | 96,490 |
| 0,25 | 95,030 | 0,25 | 92,300 | 0,25 | 93,670 |
| 0,105 | 87,060 | 0,105 | 86,140 | 0,105 | 86,600 |

**Lanjutan Tabel 5.8 Hasil Rekapitulasi Pengujian Analisis Granuler**

| Sampel 1 | | Sampel 2 | | Rata-Rata | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Diameter** | **%Lolos** | **Diameter** | **%Lolos** | **Diameter** | **%Lolos** |
| 0,075 | 85,400 | 0,075 | 83,880 | 0,075 | 84,640 |
| 0,042 | 60,980 | 0,042 | 65,590 | 0,042 | 63,285 |
| 0,031 | 55,170 | 0,031 | 57,040 | 0,031 | 56,105 |
| 0,020 | 47,910 | 0,020 | 51,340 | 0,020 | 49,625 |
| 0,012 | 40,650 | 0,012 | 38,500 | 0,012 | 39,580 |
| 0,0086 | 33,390 | 0,0086 | 34,220 | 0,0086 | 33,810 |
| 0,006 | 29,040 | 0,006 | 24,240 | 0,006 | 26,640 |
| 0,003 | 20,330 | 0,003 | 17,110 | 0,003 | 18,720 |
| 0,001 | 17,420 | 0,001 | 14,260 | 0,001 | 15,840 |




**Gambar 5.3 Grafik Hasil Rekapitulasi Pengujian Analisis Hidrometer**

Berdasarkan Gambar 5.3, diperoleh persentase ukuran butiran pada tanah asli yang dapat dilihat pada Tabel 5.9.

**Tabel 5.9 Hasil Rekapitulasi Fraksi Butiran Tanah**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Lolos #200 | 84,64 | % | D10 | 0,000 | mm |
| Kerikil | 0 | % | D30 | 0,0071 | mm |
| Pasir | 15,36 | % | D60 | 0,0375 | mm |
| Lanau | 35,02 | % | Cu | - | |
| Lempung | 49,62 | % | Cc | - | |

Berdasarkan hasil pengujian analisis granuler yang tertera pada Tabel 5.9, diperoleh rekapitulasi persentase saringan no. 200 sebesar 84,64%, dengan persentase ukuran butiran tanah yang tergolong kerikil sebesar 0%, persentase ukuran butiran tanah yang tergolong pasir sebesar 15,36%, persentase ukuran butiran tanah yang tergolong lanau sebesar 35,02%, dan persentase ukuran butiran tanah yang tergolong lempung sebesar 49,62%.

5.1.5 Pengujian Batas–Batas *Atterberg*

1. Pengujian Batas Susut

   Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui batas kecairan suatu sampel tanah yang akan digunakan pada kondisi susut. Hasil pengujian batas susut tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.10.

**Tabel 5.10 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli**

| Uraian | Satuan | Sampel 1 | Sampel 2 |
|---|---|---|---|
| Berat Cawan Susut | gr | 30,200 | 30,840 |
| Berat Cawan Susut + Tanah Basah | W2 | 66,420 | 70,600 |
| Berat Cawan Susut + Tanah Kering | W3 | 58,640 | 61,310 |
| Berat Tanah Kering | W0 | 28,440 | 30,470 |
| Kadar Air | W | 27,360 | 30,490 |
| Diameter Ring | d | 4,000 | 4,000 |
| Tinggi Ring | t | 1,000 | 1,000 |
| Volume Ring | V | 12,560 | 12,560 |
| Berat Air Raksa yang Terdesak + Gelas Ukur | W4 | 198,52 | 178,220 |

**Lanjutan Tabel 5.10 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli**

| Uraian | Satuan | Sampel 1 | Sampel 2 |
|---|---|---|---|
| Berat Gelas Ukur | W5 | 51,900 | 51,900 |
| Berat Air Raksa | W6 | 146,620 | 126,320 |
| Berat Tanah Kering | Wo | 28,440 | 30,470 |
| Volume Tanah Kering | Vo | 10,780 | 9,290 |
| Batas Susut Tanah | SL | 21,100 | 19,750 |
| Batas Susut Rata-Rata | % | 20,43 | |

Berdasarkan Tabel 5.10 didapatkan hasil pengujian batas susut rata–rata sampel tanah di Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta adalah sebesar 20,43%.

2. Pengujian Batas Plastis

   Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air tanah dalam kondisi plastis. Hasil pengujian batas plastis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.11.

**Tabel 5.11 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli**

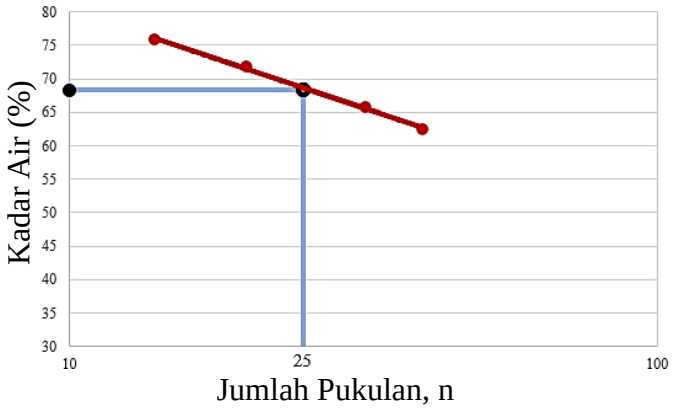
| Uraian | Sampel 1 | | Sampel 2 | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Berat Cawan, W1 (gr) | 12,71 | 12,48 | 12,59 | 12,37 |
| Berat Cawan + Tanah Basah, W2 (gr) | 38,14 | 43,31 | 36,28 | 44,16 |
| Berat Cawan + Tanah Kering, W3 (gr) | 30,56 | 34,02 | 28,93 | 34,48 |
| Berat Tanah Basah, W = W2 – W1 (gr) | 25,43 | 30,83 | 23,69 | 31,79 |
| Berat Tanah Kering, Ws = W3 – W1 (gr) | 17,85 | 21,54 | 16,34 | 22,11 |
| Berat Air, Ww = W2 – W3 (gr) | 7,58 | 9,29 | 7,35 | 9,68 |
| Kadar Air (%) | 42,46 | 43,13 | 44,98 | 43,78 |
| Batas Plastis per Sampel, w (%) | 42,80 | | 44,38 | |
| Batas Plastis Rata-Rata, w (%) | 43,59 | | | |

Berdasarkan Tabel 5.11, didapatkan bahwa nilai batas plastis rata-rata sampel tanah asli di Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta adalah sebesar 43,59%.

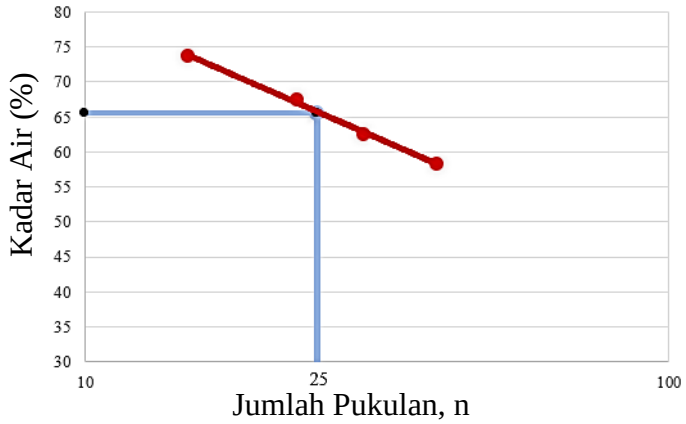
3. Pengujian Batas Cair

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui batas kecairan dan kadar air dari suatu sampel tanah yang digunakan. Hasil pengujian batas cair tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13.

Berdasarkan hasil dari Tabel 5.13 didapatkan grafik hubungan antara jumlah pukulan (n) dan kadar air (%) yang dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5.




**Gambar 5.4 Grafik Hubungan Jumlah Pukulan dengan Kadar Air Sampel 1**




**Gambar 5.5 Grafik Hubungan Jumlah Pukulan dengan Kadar Air Sampel 2**

**Tabel 5.12 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sampel 1**

| Uraian | I | | II | | III | | IV | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Berat Cawan, W1 (gr) | 12,27 | 11,88 | 12,09 | 12,67 | 12,89 | 11,74 | 21,78 | 21,89 |
| Berat Cawan + Tanah Basah, W2 (gr) | 42,11 | 39,44 | 36,45 | 33,01 | 33,9 | 35,2 | 46,79 | 45,44 |
| Berat Cawan + Tanah Kering, W3 (gr) | 28,15 | 28,71 | 25,64 | 25,1 | 25,41 | 26,07 | 37,11 | 36,46 |
| Berat Tanah Basah, W = W2 – W1 (gr) | 29,84 | 27,56 | 24,36 | 20,34 | 21,01 | 23,46 | 25,01 | 23,55 |
| Berat Tanah Kering, Ws = W3 – W1 (gr) | 15,88 | 16,83 | 13,55 | 12,43 | 12,52 | 14,33 | 15,33 | 14,57 |
| Berat Air, Ww = W2 – W3 (gr) | 13,96 | 10,73 | 10,81 | 7,91 | 8,49 | 9,13 | 9,68 | 8,98 |
| Kadar Air (%) | 87,91 | 63,76 | 79,78 | 63,64 | 67,81 | 63,71 | 63,14 | 61,63 |
| Kadar Air Rata-Rata, w (%) | 75,83 | | 71,71 | | 65,76 | | 62,39 | |
| Jumlah Pukulan, n | 14 | | 20 | | 32 | | 40 | |

**Tabel 5.13 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sampel 2**

| Uraian | I | | II | | III | | IV | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Berat Cawan, W1 (gr) | 12,36 | 12,17 | 11,74 | 13,26 | 12,43 | 13,07 | 12,69 | 13,14 |
| Berat Cawan + Tanah Basah, W2 (gr) | 44,14 | 37,62 | 36,18 | 33,16 | 32,7 | 34,4 | 38,72 | 34,57 |
| Berat Cawan + Tanah Kering, W3 (gr) | 29,57 | 27,81 | 25,62 | 25,78 | 24,73 | 26,36 | 28,51 | 27,24 |
| Berat Tanah Basah, W = W2 – W1 (gr) | 31,78 | 25,45 | 24,44 | 19,9 | 20,27 | 21,33 | 26,03 | 21,43 |
| Berat Tanah Kering, Ws = W3 – W1 (gr) | 17,21 | 15,64 | 13,88 | 12,52 | 12,3 | 13,29 | 15,82 | 14,1 |
| Berat Air, Ww = W2 – W3 (gr) | 14,57 | 9,81 | 10,56 | 7,38 | 7,97 | 8,04 | 10,21 | 7,33 |
| Kadar Air (%) | 84,66 | 62,72 | 76,08 | 58,95 | 64,80 | 60,50 | 64,54 | 51,99 |
| Kadar Air Rata-Rata, w (%) | 73,69 | | 67,51 | | 62,65 | | 58,26 | |
| Jumlah Pukulan, n | 15 | | 23 | | 30 | | 40 | |

Berdasarkan grafik hubungan jumlah pukulan dengan kadar air sampel 1 dan sampel 2 didapatkan nilai batas cair pada Tabel 5.14.

**Tabel 5.14 Hasil Rekapitulasi Pengujian Batas Cair Tanah Asli**

| Uraian | Satuan | Hasil |
|---|---|---|
| Batas Cair Sampel 1 | % | 68,92 |
| Batas Cair Sampel 2 | % | 65,53 |
| Batas Cair Rata-Rata | % | 67,23 |

Berdasarkan Tabel 5.14 didapatkan nilai batas cair rata-rata di Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta adalah sebesar 67,23%.

4. Indeks Plastisitas

   Indeks Plastisitas bertujuan untuk menentukan kemampuan dari suatu pengembangan tanah ekspansif dan juga interval dari kadar air dimana tanah tersebut masih bersifat plastis dan nilai indeks plastisitas akan menunjukkan bagaimana sifat keplastisan tanah tersebut. Berikut hasil perhitungan indeks plastisitas tanah dapat dilihat pada Tabel 5.15.

**Tabel 5.15 Hasil Pengujian Indeks Plastisitas Tanah Asli**

| Uraian | Satuan | Nilai | |
|---|---|---|---|
| | | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Batas Cair | % | 68,92 | 65,53 |
| Batas Plastis | % | 42,80 | 44,38 |
| Indeks Plastisitas | % | 25,55 | 21,12 |
| Indeks Plastisitas Rata-Rata | % | 23,34 | |

Berdasarkan Tabel 5.15 didapatkan nilai indeks plastisitas rata-rata tanah asli di Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta adalah sebesar 23,34%.

5.1.6 Pengujian Proktor Standar

Pengujian proctor standar bertujuan untuk menentukan berat volume kering maksimum dari tanah dan kadar air optimum dari tanah tersebut dengan dilakukan pemadatan tanah. Adapun hasil berat volume tanah basah dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Tabel 5.17.

**Tabel 5.16 Berat Volume Tanah Basah Sampel 1**

| **Penambahan Air Sampel 1** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | No Sampel | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | Berat Sampel | gr | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 3 | Kadar Air Mula-Mula | % | 14,66 | 14,66 | 14,66 | 14,66 | 14,66 |
| 4 | Penambahan Air | % | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| 5 | Penambahan Air | ml | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |
| 6 | Berat Cetakan + Tanah Basah | gr | 3131 | 3192 | 3388 | 3542 | 3498 |
| 7 | Berat Tanah Basah | gr | 1294 | 1355 | 1551 | 1705 | 1661 |
| 8 | Berat Volume Tanah Basah | $gr/cm^3$ | 1,370 | 1,435 | 1,642 | 1,805 | 1,759 |

**Tabel 5.17 Berat Volume Tanah Basah Sampel 2**

| **Penambahan Air Sampel 2** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | No Sampel | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | Berat Sampel | gr | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 3 | Kadar Air Mula-Mula | % | 12,19 | 12,19 | 12,19 | 12,19 | 12,19 |
| 4 | Penambahan Air | % | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| 5 | Penambahan Air | ml | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |
| 6 | Berat Cetakan + Tanah Basah | gr | 3119 | 3152 | 3255 | 3370 | 3418 |
| 7 | Berat Tanah Basah | gr | 1370 | 1403 | 1506 | 1621 | 1669 |
| 8 | Berat Volume Tanah Basah | $gr/cm^3$ | 1,450 | 1,485 | 1,594 | 1,716 | 1,767 |

Setelah didapatkan berat volume tanah basah sampel 1 dan sampel 2, maka didapatkan hasil pengujian proktor standar pada Tabel 5.18 dan Tabel 5.19.

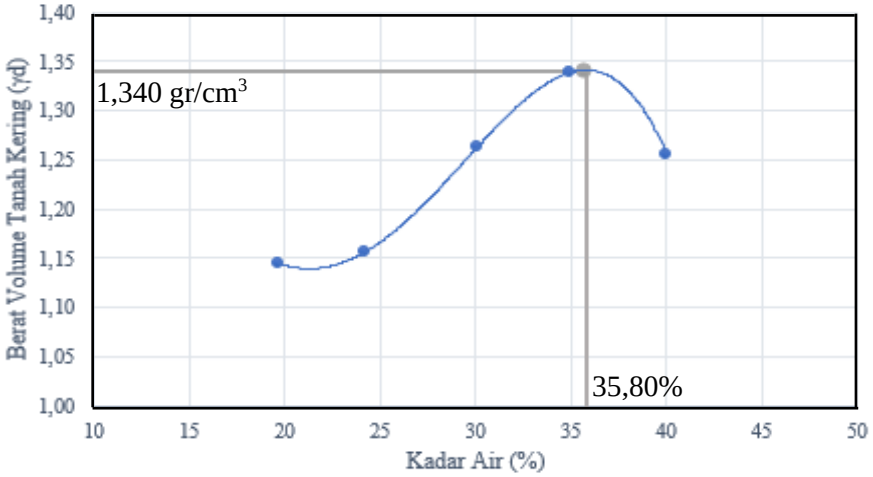
**Tabel 5.18 Hasil Pengujian Proktor Standar Sampel 1**

| Pengujian Kadar Air Tanah | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Uraian** | **Satuan** | **Hasil Pengujian** | | | | | | | | | |
| 1 | No. Pengujian | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| 2 | No. Cawan | | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b |
| 3 | Berat Cawan | gr | 22,56 | 12,46 | 11,84 | 21,75 | 22,04 | 22,21 | 22,3 | 21,92 | 21,78 | 21,81 |
| 4 | Berat Cawan + tanah basah | gr | 49,20 | 39,64 | 35,15 | 42,93 | 38,49 | 42,32 | 40 | 42,69 | 41,45 | 42,97 |
| 5 | Berat Cawan + tanah kering | gr | 44,87 | 35,15 | 30,59 | 38,84 | 34,73 | 37,62 | 35,34 | 37,41 | 35,87 | 36,88 |
| 6 | Kadar air | % | 19,41 | 19,79 | 24,32 | 23,93 | 29,63 | 30,50 | 35,68 | 34,09 | 39,60 | 40,41 |
| 7 | Kadar air rata-rata | % | 19,60 | | 24,13 | | 30,06 | | 34,88 | | 40,01 | |
| 8 | Berat volume tanah kering | $gr/cm^3$ | 1,146 | | 1,156 | | 1,263 | | 1,338 | | 1,256 | |

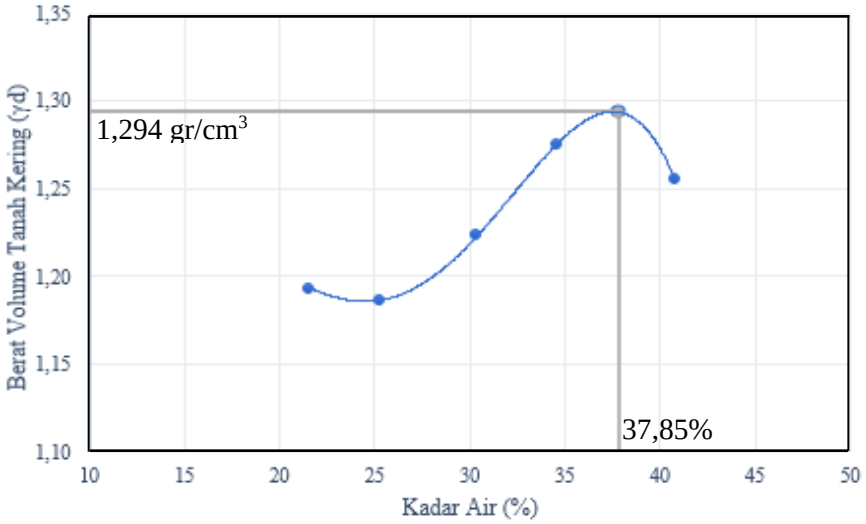
**Tabel 5.19 Hasil Pengujian Proktor Standar Sampel 2**

| Pengujian Kadar Air Tanah | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Uraian** | **Satuan** | **Hasil Pengujian** | | | | | | | | | |
| 1 | No. Pengujian | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| 2 | No. Cawan | | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b |
| 3 | Berat Cawan | gr | 22,83 | 12,29 | 12,01 | 22,35 | 22,17 | 22,26 | 22,39 | 21,49 | 22 | 21,92 |
| 4 | Berat Cawan + tanah basah | gr | 49,47 | 38,51 | 36,23 | 46,26 | 38,38 | 44,01 | 40,44 | 42,75 | 41,03 | 42,75 |
| 5 | Berat Cawan + tanah kering | gr | 44,56 | 34,04 | 31,89 | 40,94 | 34,65 | 38,88 | 35,87 | 37,21 | 35,17 | 37,12 |
| 6 | Kadar air | % | 22,60 | 20,55 | 21,83 | 28,62 | 29,89 | 30,87 | 33,90 | 35,24 | 44,50 | 37,04 |
| 7 | Kadar air rata-rata | % | 21,57 | | 25,22 | | 30,38 | | 34,57 | | 40,77 | |
| 8 | Berat volume tanah kering | $gr/cm^3$ | 1,193 | | 1,186 | | 1,223 | | 1,275 | | 1,255 | |

Setelah didapatkan hasil pengujian proktor standar sampel 1 dan sampel 2, maka didapatkan grafik hubungan antara kepadatan tanah kering dan kadar air optimum pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7.




**Gambar 5.6 Grafik Uji Proktor Standar Sampel 1**




**Gambar 5.7 Grafik Uji Proktor Standar Sampel 2**

Berdasarkan grafik uji proktor standar sampel 1 dan sampel 2, didapatkan nilai kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum tanah asli pada Tabel 5.20.

**Tabel 5.20 Kepadatan Kering Maksimum dan Kadar Air Optimum Tanah Asli**

| Uraian | Satuan | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-Rata |
|---|---|---|---|---|
| Kepadatan Kering Maksimum | $gr/cm^3$ | 1,340 | 1,294 | 1,317 |
| Kadar Air Optimum | % | 35,80 | 37,85 | 36,83 |

Berdasarkan Tabel 5.20 didapatkan nilai kepadatan kering maksimum tanah asli sebesar 1,3170 $gr/cm^3$ dan kadar air optimum sebesar 36,83% pada sampel tanah asli di Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

5.1.7 Pengujian Triaksial UU

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan nilai kuat geser tanah yaitu kohesi dan sudut geser dalam pada tanah asli yang dicampur dengan bahan adiktif berupa matos.

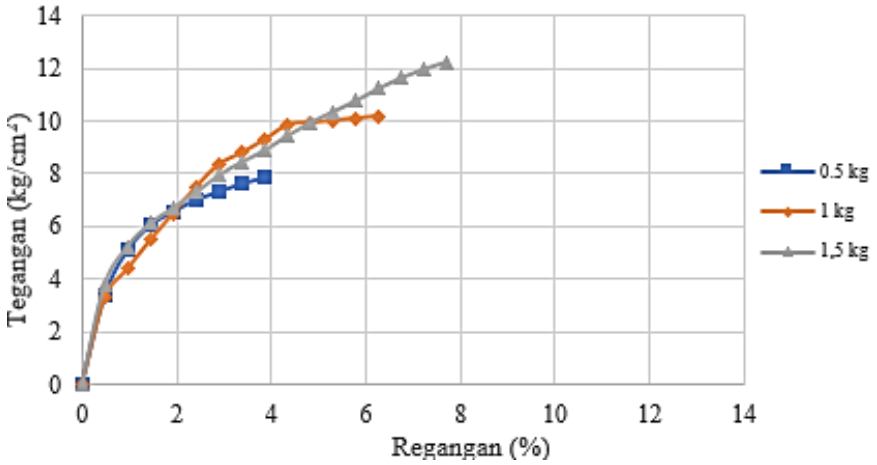
1. Pengujian Triaksial UU Pada Tanah Asli

   Berikut hasil pengujian triaksial UU pada tanah asli didapat hasil grafik tegangan regangan pada Gambar 5.8.

   Berdasarkan Gambar 5.8 didapatkan nilai tegangan geser maksimum dan tegangan utama di setiap tekanan sel. Berikut adalah hasil tegangan geser maksimum dan tegangan utama pada Tabel 5.21.

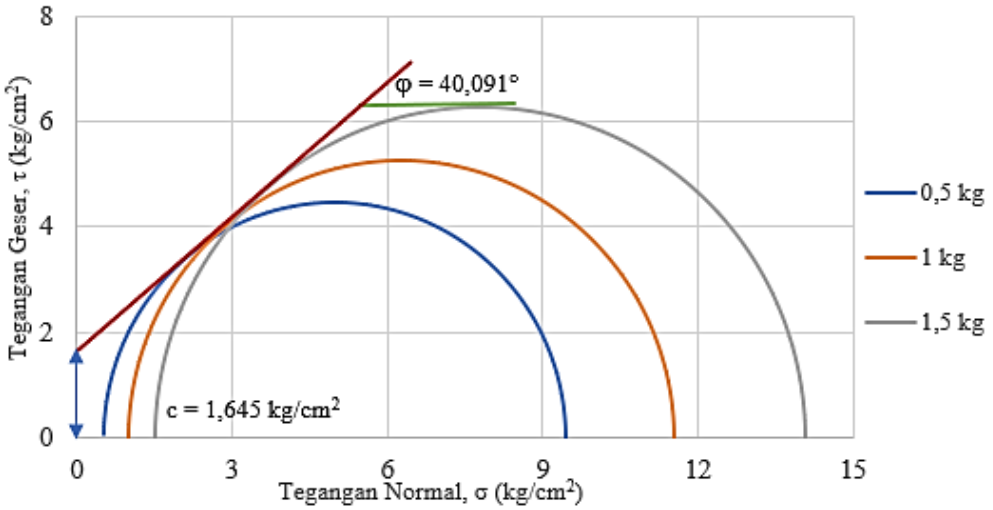
**Tabel 5.21 Tegangan Geser Maksimum dan Tegangan Utama**

| Pembebanan | Simbol | Satuan | Sampel 1 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tegangan Keliling | σ3 | $kg/cm^2$ | 0,5 | 1 | 1,5 |
| Tegangan Geser Maksimum | Δσ | $kg/cm^2$ | 8,954 | 10,547 | 12,560 |
| Tegangan Utama | σ1 | $kg/cm^2$ | 9,454 | 11,547 | 14,060 |




**Gambar 5.8 Grafik Tegangan Regangan Tanah Asli Sampel 1**

Berdasarkan Tabel 5.21 maka didapatkan hasil dari tegangan geser maksimum dan tegangan utama pada tanah asli sampel 1. Berikut adalah grafik lingkaran Mohr pada Gambar 5.9.




**Gambar 5.9 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli Sampel 1**

Berdasarkan grafik lingkaran Mohr tanah asli sampel 1 didapatkan hasil kohesi sebesar 1,645 kg/cm$^2$ dan sudut geser dalam sebesar 40,091°. Perhitungan ini juga digunakan untuk menghitung sampel 2. Adapun hasil dari pengujian triaksial UU pada tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.22 dan Lampiran 36.

**Tabel 5.22 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli**

| Parameter Kuat Geser Tanah | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Uraian** | **Satuan** | **Sampel 1** | **Sampel 2** | **Rata-Rata** |
| Sudut Geser Dalam (φ) | ° | 40,091 | 56,006 | 48,049 |
| Kohesi (c) | $Kg/cm^2$ | 1,645 | 0,607 | 1,126 |

2. Pengujian Triaksial UU Tanah Asli yang Distabilisasi dengan Matos
   a. Pengujian dengan waktu pemeraman 1 hari

      Hasil pengujian Triaksial UU tanah asli yang distabilisasi dengan lama pemeraman 1 hari dapat dilihat pada Tabel 5.23.

**Tabel 5.23 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Yang Distabilisasi dengan Pemeraman 1 Hari**

| **Pemeraman** | **Persentase** | **Kohesi (c) $Kg/cm^2$** | **Sudut Geser Dalam (φ) °** |
|---|---|---|---|
| 1 Hari | 6% | 2,494 | 31,00705 |
| | 10% | 1,407 | 23,28874 |
| | 12% | 0,973 | 30,56586 |

   b. Pengujian dengan waktu pemeraman 3 hari

      Hasil pengujian Triaksial UU tanah asli yang distabilisasi dengan lama pemeraman 3 hari dapat dilihat pada Tabel 5.24.

**Tabel 5.24 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Yang Distablisasi dengan Pemeraman 3 Hari**

| Pemeraman | Persentase | Kohesi (c) $Kg/cm^2$ | Sudut Geser Dalam (φ) ° |
|---|---|---|---|
| 3 Hari | 6% | 1,361 | 46,65620 |
| | 10% | 2,373 | 38,07990 |
| | 12% | 0,155 | 40,62913 |

c. Pengujian dengan waktu pemeraman 7 hari

Hasil pengujian Triaksial UU tanah asli yang distabilisasi dengan lama pemeraman 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.25.

**Tabel 5.25 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Yang Distablisasi dengan Pemeraman 7 Hari**

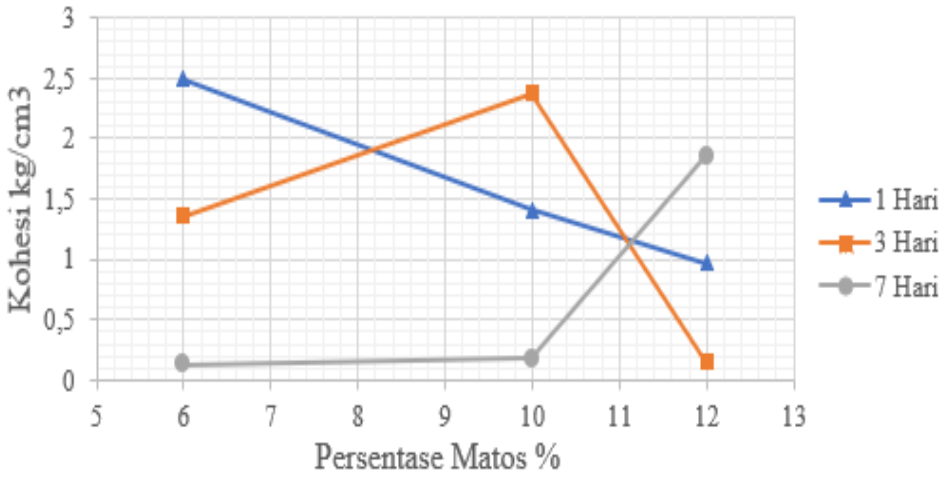
| Pemeraman | Persentase | Kohesi (c) $Kg/cm^2$ | Sudut Geser Dalam (φ) ° |
|---|---|---|---|
| 7 Hari | 6% | 0,128 | 51,85694 |
| | 10% | 0,176 | 44,53493 |
| | 12% | 1,857 | 20,30635 |

d. Rekapitulasi Pengujian Triaksial UU Tanah Asli yang Distabilisasi dengan Matos

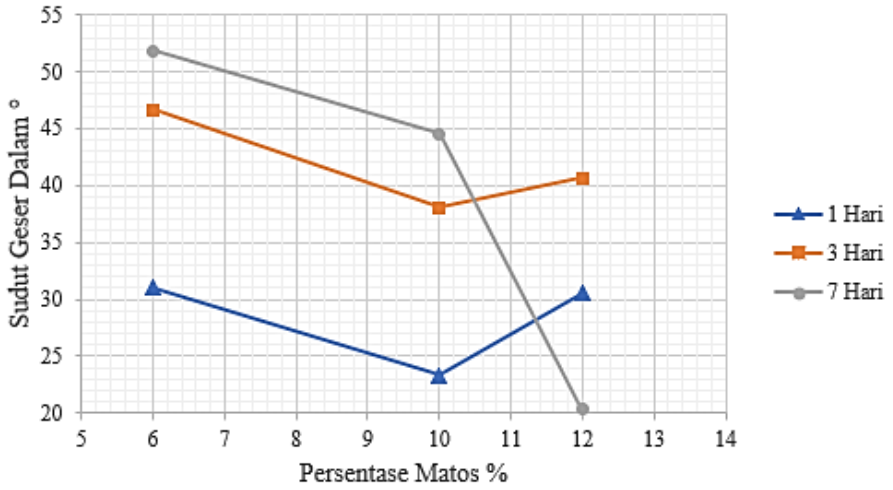
Hasil rekapitulasi pengujian triaksial UU tanah asli yang distabilasasi menggunakan matos dengan pemeraman 1 hari, 3 hari dan 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.26 serta Gambar 5.10 dan Gambar 5.11.

**Tabel 5.26 Rekapitulasi Pengujian Triaksial UU Tanah Asli yang Distabilisasi dengan Matos**

| Pemeraman | Persentase | Kohesi (c) | Sudut Geser Dalam (φ) |
|---|---|---|---|
| 1 Hari | 6% | 2,494 | 31,00705 |
| | 10% | 1,407 | 23,28874 |
| | 12% | 0,973 | 30,56586 |
| 3 Hari | 6% | 1,361 | 46,65620 |
| | 10% | 2,373 | 38,07990 |
| | 12% | 0,155 | 40,62913 |
| 7 Hari | 6% | 0,128 | 51,85694 |
| | 10% | 0,176 | 44,53493 |
| | 12% | 1,857 | 20,30635 |




**Gambar 5.10 Grafik Kohesi dengan Persentase Matos**




**Gambar 5.11 Grafik Sudut Geser Dalam dengan Persentase Matos**

## 5.2 Pembahasan

Pembahasan penelitian Tugas Akhir ini membahas tentang sifat dan karakteristik sampel tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan bahan stabilisasi yang berupa matos. Tanah yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini berasal dari Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pembahasan penelitian Tugas Akhir ini berdasarkan data-data yang telah diperoleh pada subbab sebelumnya.

### 5.2.1 Tanah Asli

1. Sifat Fisik Tanah Asli

   Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisik tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.27.

**Tabel 5.27 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli**

| No. | Pengujian | Aspek Tinjau | Hasil | Satuan |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Pengujian Kadar Air | Kadar Air | 6,054 | % |
| 2 | Pengujian Berat Volume | Berat Volume | 5,000 | gr/cm |
| 3 | Pengujian Berat Jenis | Berat Jenis | 2,540 | |
| 4 | Pengujian Distribusi Butiran Tanah | Kerikil | 0 | % |
| | | Pasir | 15,360 | % |
| | | Lanau | 35,020 | % |
| | | Lempung | 49,620 | % |

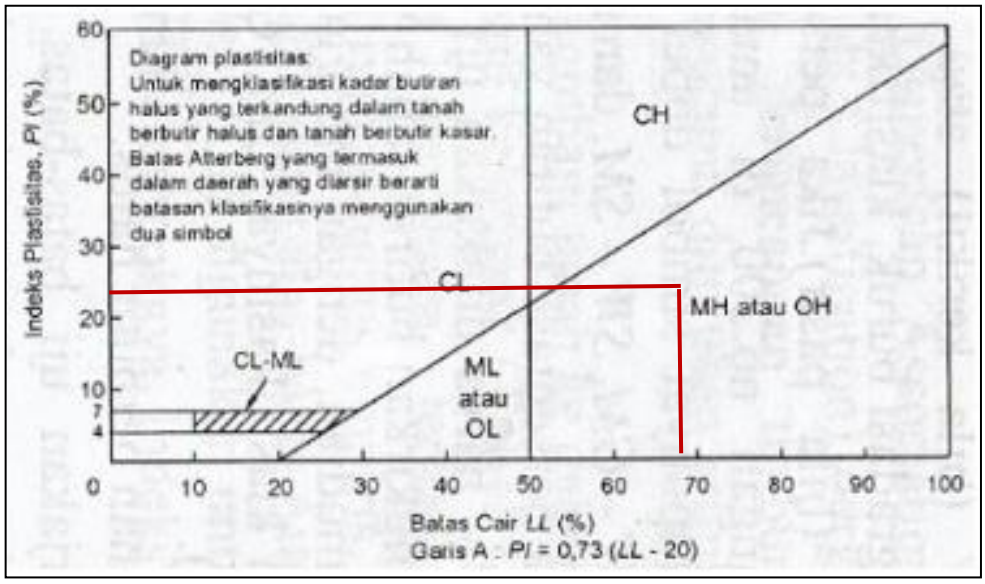
**Lanjutan Tabel 5.27 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli**

| No. | Pengujian | Aspek Tinjau | Hasil | Satuan |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Pengujian Batas-Batas Konsistensi | Batas Susut | 20,430 | % |
| | | Batas Plastis | 43,590 | % |
| | | Batas Cair | 67,230 | % |
| | | Indeks Plastisitas | 23,340 | % |
| 6 | Pengujian Proktor Standar | Kadar Air Optimum | 36,830 | % |
| | | Berat Volume Kering Maksimum | 1,317 | gr/cm |

2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Unified Soil Classification Syste*m (*USCS*)
   Klasifikasi tanah menggunakan metode *USCS* dapat ditentukan menggunakan tabel sistem klasifikasi tanah menurut *USCS*. Pada sistem *USCS*, tanah dapat diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no.200 (0.075 mm). Klasifikasi tanah dengan metode *USCS* dilakukan dengan cara sebagai berikut.
   a. Berdasarkan hasil dari Analisa saringan, sampel tanah asli termasuk dalam divisi utama tanah berbutir halus >50% atau lebih tertahan saringan No.200 dan lempung batas cair >50%. Hal tersebut dikarenakan sampel tanah asli memiliki persentase lolos saringan No.200 sebesar 84,64% dan batas cair sebesar 67,23%. Hasil penentuan divisi utama sampel tanah asli metode *USCS* dapat dilihat pada Tabel 5.28.
   b. Berdasarkan hasil dari pengujian batas-batas konsistensi didapatkan nilai dari batas cair (LL) sebesar 67,23% dan indeks plastisitas sebesar 23,34%. Didapatkan nama simbol kelompok metode USCS dari Gambar 5.12.

**Tabel 5.28 Hasil Penentuan Divisi Utama Tanah Asli Metode *USCS***

| Divisi Utama | | Simbol Kelompok | Nama Jenis |
|---|---|---|---|
| Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no.200 (0,0075 mm) | Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang | ML | Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung |
| | | CL | Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ("*lean clays*") |
| | | OL | Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah |
| | Lanau dan lempung batas cair > 50% | MH | Lanau tak organik atau pasir halus diatome, lanau elastis |
| | | CH | Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ("*fat clays*") |
| | | OH | Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi |
| Tanah dengan kadar organik tinggi | | Pt | Gambut ("*peat*") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi |




**Gambar 5.12 Grafik Karakteristik Tanah Asli Metode *USCS***

c. Berdasarkan grafik pada gambar 5.12, dapat ditentukan nama untuk simbol sampel tanah adalah OH dengan nama jenis lempung organik dengan golongan plastisitas sedang sampai tinggi. Penentuan simbol kelompok dan nama jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 5.29.

**Tabel 5.29 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Metode *USCS***

| **Divisi Utama** | | **Simbol Kelompok** | **Nama Jenis** |
|---|---|---|---|
| Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no.200 (0,0075 mm) | Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang | ML | Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung |
| | | CL | Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ("*lean clays*") |
| | | OL | Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah |
| | Lanau dan lempung batas cair > 50% | MH | Lanau tak organik atau pasir halus diatome, lanau elastis |
| | | CH | Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ("*fat clays*") |
| | | OH | Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi |
| Tanah dengan kadar organik tinggi | | Pt | Gambut ("*peat*") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi |

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

   Klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

   a. Pengujian analisis butiran tanah didapatkan persentase tanah lolos saringan No.200 yaitu sebesar 84,64%. Berdasarkan hasil pengujian, sampel tanah asli termasuk kedalam klasifikasi kelompok A-7 berdasarkan klasifikasi AASHTO. Didalam klasifikasi kelompok ini syarat dari A-7 adalah dimana tanah tersebut lolos saringan No.200 minimal 36%.

   b. Pengujian batas-batas *Atterberg* didapatkan nilai batas cair 67,23%, batas plastis 43,59% dan indeks plastisitas 23,34%, hasil pengujian memenuhi syarat didalam klasifikasi kelompok A-7.

c. Pengujian batas plastis didapatkan sebesar 43,59% dan tanah masuk kedalam klasifikasi kelompok A-7-5 dengan syarat nilai batas plastis lebih dari 30% dan pengujian pada sampel tanah termasuk kedalam tipe material pokok pada umumnya tanah lempung dan penilaian umum sebagai tanah dasar sedang sampai buruk. Adapun hasil klasifikasi sampel tanah dengan metode *AASHTO* pada Tabel 5.30.

**Tabel 5.30 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Metode *AASHTO***

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

Catatan :

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

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

Untuk PL < 30, klasifikasinya A-7-6

Np = Non plastis

4. Sifat Mekanik Tanah Asli

Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk menenetukan sifat mekanik dari tanah berupa kohesi dan sudut geser dalam yang mana keduanya adalah parameter kuat geser tanah. Dari hasil pengujian Triaksial UU didapatkan hasil kohesi pada tanah asli Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar 1,126 kg/cm$^2$ dan sudut geser dalam sebesar 48,049$^O$.

5.2.2 Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi

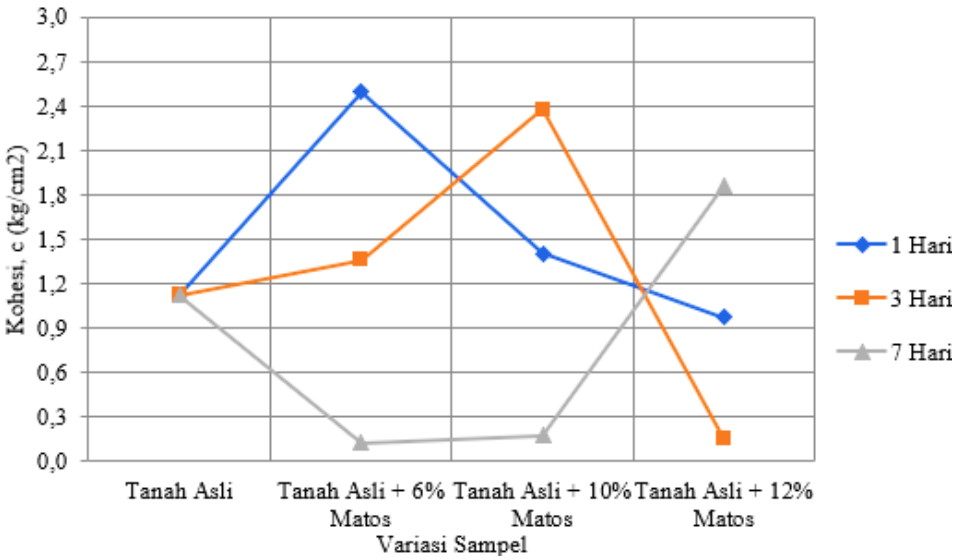
Hasil dari pengujian Triaksial UU dari tanah asli yang distabilisasi dengan matos terhadap parameter tanah berupa kohesi dan sudut geser dalam.

1. Kohesi (c)

   Berikut didapat hasil pengujian Triaksial UU dengan penambahan bahan adiktif berupa matos terhadap parameter kuat geser tanah berupa nilai kohesi, dapat dilihat pada Tabel 5.31 dan Gambar 5.13.

**Tabel 5.31 Pengaruh Penambahan Matos Terhadap Nilai Kohesi (c)**

| **Pemeraman** | **Uraian** | **Kohesi ($kg/cm^2$)** |
|---|---|---|
| - | Tanah Asli | 1,126 |
| 1 Hari | Tanah Asli + 6% Matos | 2,494 |
| | Tanah Asli + 10% Matos | 1,407 |
| | Tanah Asli + 12% Matos | 0,973 |
| 3 Hari | Tanah Asli + 6% Matos | 1,361 |
| | Tanah Asli + 10% Matos | 2,373 |
| | Tanah Asli + 12% Matos | 0,155 |
| 7 Hari | Tanah Asli + 6% Matos | 0,128 |
| | Tanah Asli + 10% Matos | 0,176 |
| | Tanah Asli + 12% Matos | 1,857 |




**Gambar 5.13 Grafik Pengaruh Stabilisasi Matos Terhadap Nilai Kohesi Pengujian Triaksial UU**

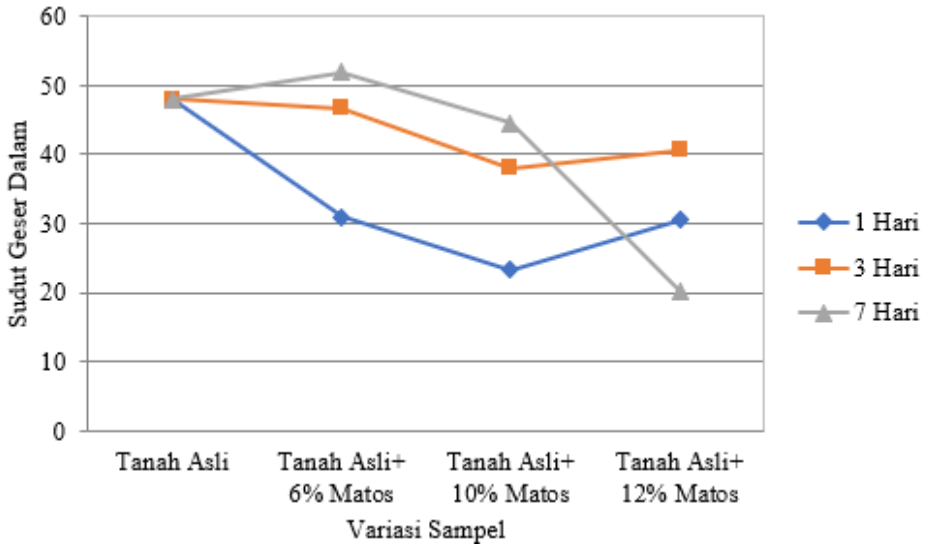
Pada penambahan 6% matos mengalami peningkatan nilai kohesi sebesar 121,492% pada pemeraman 1 hari dan 20,870% pada pemeraman 3 hari serta penurunan sebesar 88,632% pada pemeraman 7 hari. Pada penambahan 10% matos mengalami peningkatan nilai kohesi sebesar 24,956% pada pemeraman 1 hari, 110,746% pada pemeraman 3 hari, dan mengalami penurunan sebesar 84,369% pada pemeraman 7 hari. Pada penambahan 12% matos mengalami penurunan nilai kohesi sebesar 13,588% pada pemeraman 1 hari, 86,234% pada pemeraman 3 hari, dan peningkatan sebesar 64,920% pada pemeraman 7 hari, Adapun gambar sampel tanah asli yang ditambahkan dengan variasi matos dapat dilihat pada Lampiran 37, Lampiran 38, dan Lampiran 39. Berdasarkan grafik pada gambar 5.13 dengan penambahan matos persentase 6%, 10%, dan 12% cenderung tidak dapat meningkatkan nilai kohesi pada tanah asli. Hal ini membuktikan bahwa penambahan matos tidak dapat meningkatkan nilai kohesi tanah asli.

2. Sudut Geser Dalam (φ)

Hasil pengujian Triaksial UU dengan penambahan bahan adiktif berupa matos terhadap parameter kuat geser tanah berupa nilai sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 5.32 dan Gambar 5.14.

**Tabel 5.32 Pengaruh Penambahan Matos Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam**

| Pemeraman | Uraian | Sudut Geser Dalam (°) |
|---|---|---|
| - | Tanah Asli | 48,049 |
| 1 Hari | Tanah Asli + 6% Matos | 31,007 |
| | Tanah Asli + 10% Matos | 23,288 |
| | Tanah Asli + 12% Matos | 30,566 |
| 3 Hari | Tanah Asli + 6% Matos | 46,656 |
| | Tanah Asli + 10% Matos | 38,080 |
| | Tanah Asli + 12% Matos | 40,629 |
| 7 Hari | Tanah Asli + 6% Matos | 51,856 |
| | Tanah Asli + 10% Matos | 44,535 |
| | Tanah Asli + 12% Matos | 20,306 |




**Gambar 5.14 Grafik Pengaruh Stabilisasi Matos Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pengujian Triaksial UU**

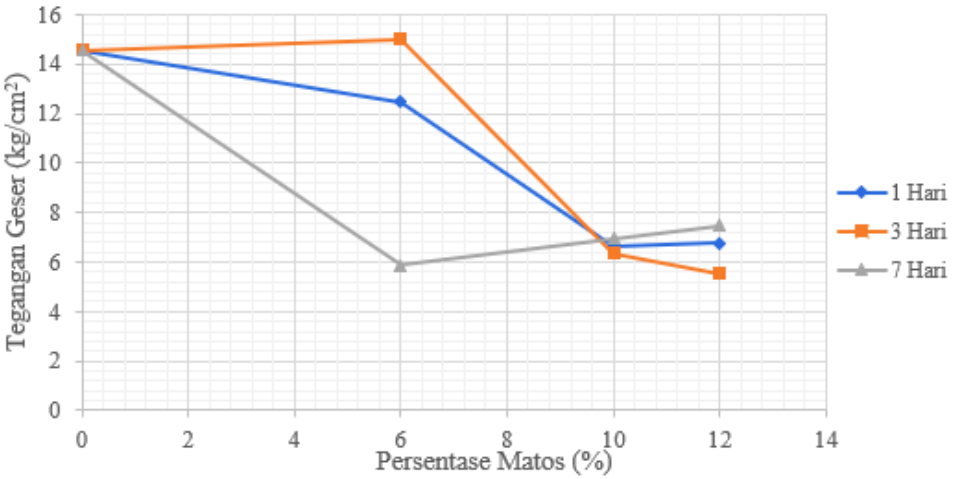
Berdasarkan gambar 5.14 dapat diketahui bahwa pada penambahan 6% matos mengalami penurunan sebesar 35,468% pada pemeraman 1 hari dan 2,899% pada pemeraman 3 hari, sedangkan pada pemeraman 7 hari mengalami peningkatan sebesar 7,923%. Selanjutnya, penambahan 10% matos mengalami penurunan pada pemeraman 1 hari sebesar 51,533%, pada pemeraman 3 hari sebesar 20,748%, dan pada pemeraman 7 hari sebesar 7,313%. Lalu, penambahan 12% matos mengalami penurunan sebesar 36,386% pada pemeraman 1 hari, 15,443% pada pemeraman 3 hari, dan 57,739% pada pemeraman 7 hari. Adapun gambar sampel tanah asli yang ditambahkan dengan variasi matos dapat dilihat pada Lampiran 37, Lampiran 38, dan Lampiran 39. Berdasarkan grafik pada gambar 5.14 dengan penambahan matos persentase 6%, 10%, dan 12% cenderung tidak dapat meningkatkan nilai sudut geser dalam pada tanah asli. Hal ini membuktikan bahwa penambahan matos dengan variasi dan pemeranam tertentu tidak dapat meningkatkan nilai sudut geser dalam tanah asli.

3. Tegangan Geser (σ)

   Hasil pengujian Triaksial UU dengan penambahan bahan adiktif berupa matos terhadap nilai tegangan geser dapat dilihat pada Tabel 5.33 dan Gambar 5.15.

**Tabel 5.33 Pengaruh Penambahan Matos Terhadap Tegangan Geser**

| Pemeraman | Uraian | Tegangan Geser |
|---|---|---|
| - | Tanah Asli | 14,553 |
| 1 Hari | Tanah Asli + 6% Matos | 12,473 |
| | Tanah Asli + 10% Matos | 6,645 |
| | Tanah Asli + 12% Matos | 6,769 |
| 3 Hari | Tanah Asli + 6% Matos | 15,004 |
| | Tanah Asli + 10% Matos | 6,354 |
| | Tanah Asli + 12% Matos | 5,521 |
| 7 Hari | Tanah Asli + 6% Matos | 5,883 |
| | Tanah Asli + 10% Matos | 6,956 |
| | Tanah Asli + 12% Matos | 7,472 |




**Gambar 5.15 Pengaruh Stabilisasi Matos Terhadap Nilai Tegangan Geser Pengujian Triaksial UU**

Berdasarkan gambar 5.15 dapat diketahui bahwa pada penambahan 6%, 10%, dan 12% matos cenderung menurunkan nilai tegangan geser pada tanah asli. Penurunan nilai tegangan geser dengan penambahan 6% matos sebesar 14,293% pada pemeraman 1 hari, mengalami peningkatan sebesar 3,099% pada pemeraman 3 hari, dan mengalami penurunan 59,575% pada pemeraman 7 hari. Penurunan nilai tegangan geser dengan penambahan 10% matos sebesar 54,339% pada pemeraman 1 hari, 56,339% pada pemeraman 3 hari, dan 52,202% pada pemeraman 7 hari. Kemudian, penurunan nilai tegangan geser dengan penambahan 12% matos sebesar 53,487% pada pemeraman 1 hari, 62,063% pada pemeraman 3 hari, dan 48,657% pada pemeraman 7 hari.

Penurunan nilai tegangan geser paling signifikan adalah pada penambahan 12% matos dengan pemeraman 3 hari sebesar 62,063%. Nilai tegangan geser tanah asli sebesar 14,553 kg/cm$^2$ menjadi 5,521 kg/cm$^2$. Hal ini membuktikan bahwa penambahan matos dengan variasi dan pemeraman tertentu tidak dapat meningkatkan nilai tegangan geser tanah asli.

# BAB VI
# KESIMPULAN DAN SARAN

## 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, diketahui bahwa klasifikasi sampel tanah asli dari Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan metode *USCS* tergolong dalam kelompok OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Berdasarkan klasifikasi tanah menggunakan metode *AASHTO* sampel tanah asli dari Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta tergolong dalam kelompok A-7-5 yaitu tanah berlempung dengan penilaian sebagai tanah subgrade sedang sampai buruk.
2. Hasil pengujian Triaksial UU pada sampel tanah asli Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta didapatkan nilai parameter kuat geser tanah berupa kohesi sebesar 1,126 kg/cm$^2$ dan nilai sudut geser dalam sebesar 48,049$^O$, serta tegangan geser sebesar 14,553 kg/cm$^2$.
3. Pengujian Triaksial UU yang telah dilakukan pada sampel tanah asli Desa Putat I, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan penambahan matos 6%, 10%, dan 12% dengan pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari terhadap parameter kuat geser tanah cenderung tidak dapat meningkatkan nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam tanah asli.

## 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Penelitian berikutnya diharapkan dapat mencoba untuk melakukan penelitian pada jenis tanah yang berbeda dengan bahan tambah yang berbeda.
2. Penelitian berikutnya diharapkan dapat mencoba untuk menggunakan matos ditambahkan dengan bahan tambah yang berbeda.
3. Penelitian berikutnya diharapkan dapat mencoba untuk melakukan penelitian dengan variasi waktu pemeraman yang lebih lama.
4. Penelitian berikutnya diharapkan dapat mencoba untuk melakukan penelitian dengan pengujian yang berbeda.

# DAFTAR PUSTAKA


Abiyogo, M. B (2019). *Pengaruh Stabilisas Tanah Lempung dengan Kapur Tohor dan Matos Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah*, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia

Afif, N. (2020). *Stabilisasi Tanah Lempung dengan Matos Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas.* Padang: Universitas Andalas

Bowles, J. E. (1991). *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua. Jakarta: PT. Penerbit Erlangga

Chen. F.H. (1975). *Foundation on Expansive Soils*. New York: Elsevier Scientific Publishing Company

Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah Jilid II*. Jakarta: PT. Penerbit Erlangga

Fachrudin, A. (2021). *Pengaruh Penggunaan Matos dan Fly Ash Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Berbutir Halus Ditinjau Dari Nilai Kuat Geser dan Permeabilitas*, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia

Fauizek, dkk. (2018). *Efek Dari Dynamic Compaction (DC) Terhadap Peningkatan Kuat Geser Tanah.* Jurnal Mitra Teknik Sipil, Vol. 1, No. 2, November 2018: 205-214

Hardiyatmo, H. C. (1992). *Mekanika Tanah I*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

Hardiyatmo, H. C. (2012). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Hertya, R. (2011). *Pengaruh Matos Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung Dengan Berbagai Nilai Indeks Plastisitas (PI),* Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta

Prayetno, A., dkk. (2023). *Analisis Penambahan Matos Pada Stabilisasi Tanah Lempung Di Kabupaten Balangan Ditinjau Dari Nilai Kuat Tekan dan Kuat Geser,* Banjarmasin: Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari

Satria, N. (2018). *Tinjauan Penurunan Konsolidasi Tanah Lempung Desa Troketon Pedan Klaten yang Distabilisasi dengan Tras dan Kapur*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta

# LAMPIRAN

**Lampiran 01. Data Pengujian Kadar Air**

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

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

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

Data Pengujian Kadar Air Tanah Asli :

| No | Uraian | Satuan | Sampel | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 |
| 1 | Berat *container* ($W_1$) | gram | 22.55 | 22.15 |
| 2 | Berat *container* + tanah basah ($W_2$) | gram | 42.09 | 44.88 |
| 3 | Berat *container* + tanah kering ($W_3$) | gram | 41.02 | 43.53 |
| 4 | Berat air ($W_w = W_2 - W_3$) | gram | 1.07 | 1,35 |
| 5 | Berat tanah kering ($W_s = W_3 - W_1$) | gram | 18.47 | 21.38 |
| 6 | Kadar air ($W_w : W_s$ x 100%) | % | 5.79 | 6.31 |
| 7 | Kadar air rata-rata (w) | % | 6.05 | |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 02. Data Pengujian Berat Volume Tanah Asli**

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

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

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

Data Pengujian Berat Volume Tanah Asli :

| No | Uraian | Simbol | Satuan | Hasil | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Sampel 1 | Sampel 2 |
| 1 | Diameter *ring* | d | cm | 4 | 4 |
| 2 | Tinggi *ring* | t | cm | 1 | 1 |
| 3 | Volume *ring* | V | $cm^3$ | 12,57 | 12,57 |
| 4 | Berat *ring* | $W_1$ | gram | 51,90 | 51,90 |
| 5 | Berat *ring* + tanah basah | $W_2$ | gram | 112,78 | 116,79 |
| 6 | Berat tanah basah | $W_3 = W_2-W_1$ | gram | 60,88 | 64,89 |
| 7 | Berat volme tanah | $g = W_3 : V$ | $gram/cm^3$ | 4,84 | 5,16 |
| 8 | Berat volume tanah rata-rata | g rata-rata | $gram/cm^3$ | 5 | |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 03. Data Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli**

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

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

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

Data Pengujian Berat Jenis Tanah Asli :

| No | Uraian | Simbol | Satuan | Hasil | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Sampel 1 | Sampel 2 |
| 1 | Berat piknometer | $W_1$ | gram | 38,71 | 40,01 |
| 2 | Berat piknometer + tanah kering | $W_2$ | gram | 66,40 | 67 |
| 3 | Berat piknometer + tanah kering + air penuh | $W_3$ | gram | 158,55 | 155,69 |
| 4 | Berat piknometer + air penuh | $W_4$ | gram | 141,07 | 140,06 |
| 5 | Suhu air ($t^0C$) | | $^0C$ | 27,5 | 27,5 |
| 6 | gw = ($t^0C$) | | gram/cm$^3$ | 0,9968 | 0,9968 |
| 7 | gw = (27,5$^0$C) | | gram/cm$^3$ | 0,9964 | 0,9964 |
| 8 | Berat tanah kering | $W_s = W_2 - W_1$ | gram | 27,69 | 26,99 |
| 9 | A | $W_s + W_4$ | gram | 168,76 | 167,05 |
| 10 | I | $A - W_3$ | gram | 10,21 | 11,36 |
| 11 | Berat jenis tanah ($t^0C$) | $Gs = W_s : I$ | gram/cm$^3$ | 2,712 | 2,38 |
| 12 | Berat jenis tanah (27,5$^0$C) | Gs | gram/cm$^3$ | 2,712 | 2,38 |
| 13 | Berat jenis tanah rata-rata (27,5$^0$C) | Gs rata-rata | gram/cm$^3$ | 2,54 | |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 04. Data Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Asli**

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

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

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

| | | Tanah Sampel 1 | | | | Tanah Sampel 2 | | | | Rata-rata | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nomor Saringan** | **Diameter Saringan** | **Berat Tanah Tertahan** | **Berat Tanah Lolos** | **Presentase Tanah Tertahan** | **Persentase Tanah Lolos** | **Berat Tanah Tertahan** | **Berat Tanah Lolos** | **Presentase Tanah Tertahan** | **Persentase Tanah Lolos** | **Presentase Tanah Lolos Sampel 1** | **Presentase Tanah Lolos Sampel 2** | **Presentase Tanah Lolos Rata-rata** |
| | mm | gram | gram | % | % | gram | gram | % | % | gram | gram | % |
| 1 | 25,4 | 0 | 300,00 | 0 | 100 | 0 | 300 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1/2 | 13,2 | 0 | 300,00 | 0 | 100 | 0 | 300 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3/8 | 9,5 | 0 | 300,00 | 0 | 100 | 0 | 300 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1/4 | 6,7 | 0 | 300,00 | 0 | 100 | 0 | 300 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4 | 4,76 | 0 | 300,00 | 0 | 100 | 0 | 300 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 10 | 2 | 0,75 | 299,25 | 0,25 | 99,75 | 2,61 | 297,39 | 0,87 | 99,13 | 99,75 | 99,13 | 99,44 |
| 20 | 0,84 | 1,65 | 297,6 | 0,55 | 99,20 | 3,11 | 294,28 | 1,04 | 98,09 | 99,20 | 98,09 | 98,64 |
| 40 | 0,42 | 5,06 | 292,54 | 1,69 | 97,51 | 7,87 | 286,41 | 2,62 | 95,47 | 97,51 | 95,47 | 96,49 |
| 60 | 0,25 | 7,44 | 285,1 | 2,48 | 95,03 | 9,51 | 276,9 | 3,17 | 92,3 | 95,03 | 92,3 | 93,66 |
| 140 | 0,105 | 23,93 | 261,17 | 7,98 | 87,06 | 18,47 | 258,64 | 6,16 | 86,14 | 87,06 | 86,14 | 86,6 |
| 200 | 0,075 | 4,97 | 256,2 | 1,66 | 85,40 | 6,79 | 251,64 | 2,26 | 83,88 | 85,40 | 83,88 | 84,64 |
| pan | | 256,2 | 0 | 85,40 | 0 | 251,64 | 0 | 83,88 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jumlah | | 300 | | 100 | | 300 | | 100 | | | | |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 05. Data Hasil Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Asli**

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

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

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

| Sampel | Waktu (Menit) | Temperatur ($^0$C) | Ra | Rc | P (% Lolos) | R | L (cm) | L/t | K | D (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 27,5 | 46 | 48 | 69,686 | 49 | 8,8 | 0,000 | 0,01327 | 0 |
| | 2 | 27,5 | 36 | 38 | 55,168 | 39 | 10,4 | 5,200 | 0,01327 | 0,0303 |
| | 5 | 27,5 | 31 | 33 | 47,909 | 34 | 11,2 | 2,240 | 0,01327 | 0,0199 |
| | 30 | 27,5 | 21 | 23 | 39,391 | 24 | 12,9 | 0,430 | 0,01327 | 0,0087 |
| | 60 | 27,5 | 18 | 20 | 29,036 | 21 | 13,3 | 0,222 | 0,01327 | 0,0062 |
| | 250 | 27,5 | 12 | 14 | 20,325 | 15 | 14,3 | 0,057 | 0,01327 | 0,0032 |
| | 1440 | 27,5 | 10 | 12 | 17,422 | 13 | 14,7 | 0,010 | 0,01327 | 0,0013 |
| 2 | 0 | 27,5 | 44 | 46 | 65,594 | 47 | 9,1 | 0,000 | 0,01327 | 0 |
| | 2 | 27,5 | 34 | 36 | 51,335 | 37 | 10,7 | 5,350 | 0,01327 | 0,03069 |
| | 5 | 27,5 | 29 | 31 | 44,205 | 32 | 11,5 | 2,300 | 0,01327 | 0,02012 |
| | 30 | 27,5 | 22 | 24 | 34,223 | 25 | 12,7 | 0,423 | 0,01327 | 0,00863 |
| | 60 | 27,5 | 15 | 17 | 24,241 | 18 | 13,8 | 0,230 | 0,01327 | 0,00636 |
| | 250 | 27,5 | 10 | 12 | 17,112 | 13 | 14,7 | 0,059 | 0,01327 | 0,00322 |
| | 1440 | 27,5 | 8 | 10 | 14,260 | 11 | 15 | 0,010 | 0,01327 | 0,00135 |
| Rata-rata | 0 | 27,5 | 45 | 47 | 67,640 | 48 | 8,9 | 0,000 | 0,01327 | 0 |
| | 2 | 27,5 | 35 | 37 | 53,251 | 38 | 10,6 | 5,275 | 0,01327 | 0,0305 |
| | 5 | 27,5 | 30 | 32 | 46,057 | 33 | 11,4 | 2,270 | 0,01327 | 0,0199 |
| | 30 | 27,5 | 23 | 24 | 33,807 | 25 | 12,5 | 0,427 | 0,01327 | 0,0087 |
| | 60 | 27,5 | 16 | 18 | 26,639 | 19 | 13,7 | 0,226 | 0,01327 | 0,0063 |
| | 250 | 27,5 | 11 | 13 | 18,718 | 14 | 14,5 | 0,058 | 0,01327 | 0,0032 |
| | 1440 | 27,5 | 9 | 11 | 15,841 | 12 | 14,8 | 0,010 | 0,01327 | 0,0013 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 06. Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli**

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

**GRAFIK DISTRIBUSI BUTIRAN**
**ASTM D 422-72**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli Sampel 1 |

| Keterangan | Satuan | Hasil |
|---|---|---|
| | | Tanah Asli Sampel 1 |
| Tanah lolos ayakan No.200 | % | 85,40 |
| Kerikil (*Gravel*) | % | 0 |
| Pasir (*Sand*) | % | 14,60 |
| Lanau (*Silt*) | % | 37,49 |
| Lempung (*Clay*) | % | 47,91 |
| D10 | mm | 0 |
| D30 | mm | 0,0065 |
| D60 | mm | 0,0400 |
| Koefisien Keseragaman (Cu) = D60/D10 | | - |
| Koefisien Kelengkungan (Cc) = $D30^2$/(D10xD60) | | - |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

Yogyakarta, 15 Juni 2024

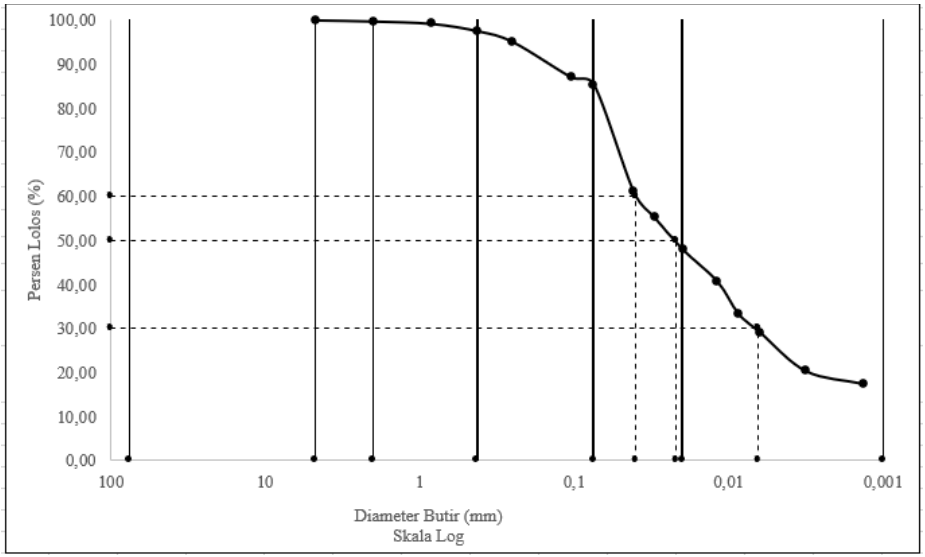
(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 07. Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli**

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

**GRAFIK DISTRIBUSI BUTIRAN**
**ASTM D 422-72**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli Sampel 1 |




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 08. Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli**

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

**GRAFIK DISTRIBUSI BUTIRAN**
**ASTM D 422-72**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli Sampel 2 |

| Keterangan | Satuan | Hasil |
|---|---|---|
| | | Tanah Asli Sampel 2 |
| Tanah lolos ayakan No.200 | % | 83,88 |
| Kerikil (*Gravel*) | % | 0 |
| Pasir (*Sand*) | % | 16,12 |
| Lanau (*Silt*) | % | 32,55 |
| Lempung (*Clay*) | % | 51,33 |
| D10 | mm | 0 |
| D30 | mm | 0,0077 |
| D60 | mm | 0,0350 |
| Koefisien Keseragaman (Cu) = D60/D10 | | - |
| Koefisien Kelengkungan (Cc) = $D30^2$/(D10xD60) | | - |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

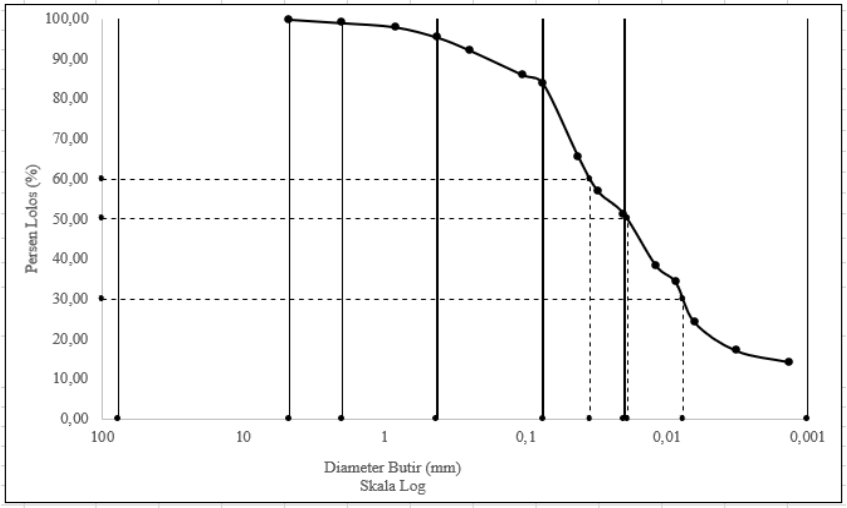
(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 09. Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli**

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

**GRAFIK DISTRIBUSI BUTIRAN**
**ASTM D 422-72**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli Sampel 2 |




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Indah Purnamasari Darza)

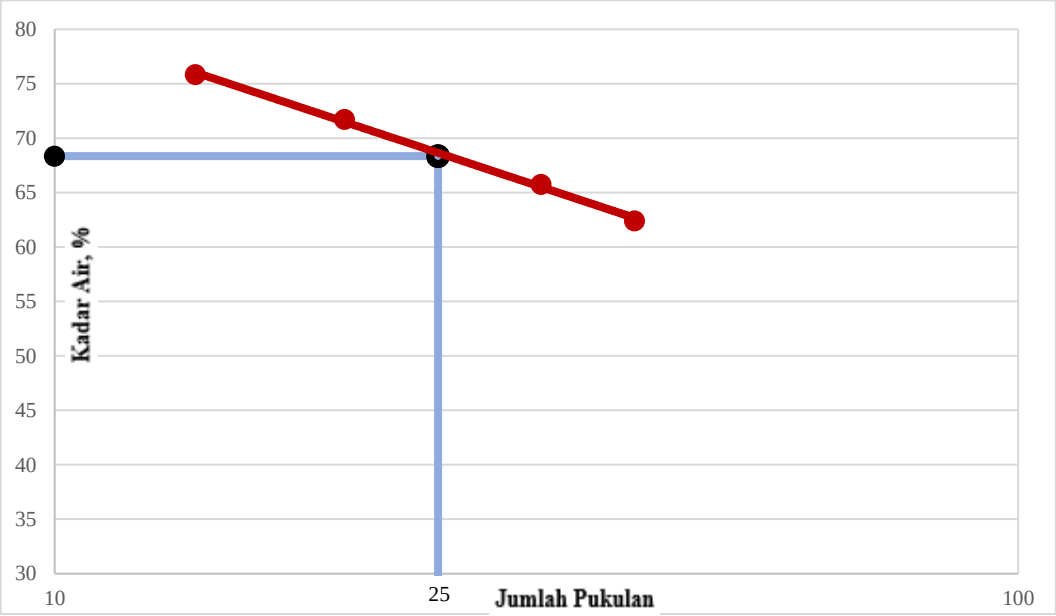
**Lampiran 10. Data Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli**

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

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

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli Sampel 1 |

| No | Keterangan | Sat | I | | II | | III | | IV | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Penomoran Cawan | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2 | Berat Cawan, ($W_1$) | gram | 12,27 | 11,88 | 12,09 | 12,67 | 12,89 | 11,74 | 21,78 | 21,89 |
| 3 | Berat Cawan + Tanah Basah, ($W_2$) | gram | 42,11 | 39,44 | 36,45 | 33,01 | 33,9 | 26,15 | 37,11 | 36,46 |
| 4 | Berat Cawan + Tanah Kering, ($W_3$) | gram | 28,15 | 28,71 | 25,64 | 25,1 | 25,41 | 26,07 | 37,11 | 36,46 |
| 5 | Berat air, ($W_w$) | gram | 13,96 | 10,73 | 10,81 | 7,91 | 8,49 | 9,13 | 9,68 | 8,98 |
| 6 | Berat Tanah Kering, ($W_s$) | gram | 15,88 | 16,83 | 13,55 | 12,43 | 12,52 | 14,3 | 15,33 | 14,57 |
| 7 | Kadar Air, (w) | % | 87,91 | 63,76 | 79,78 | 63,64 | 67,81 | 63,71 | 63,14 | 61,63 |
| 8 | Kadar Air Rata-rata, (w *average*) | % | 75,83 | | 71,71 | | 65,76 | | 62,39 | |
| 9 | Jumlah Pukulan, N | | 14 | | 20 | | 32 | | 40 | |




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

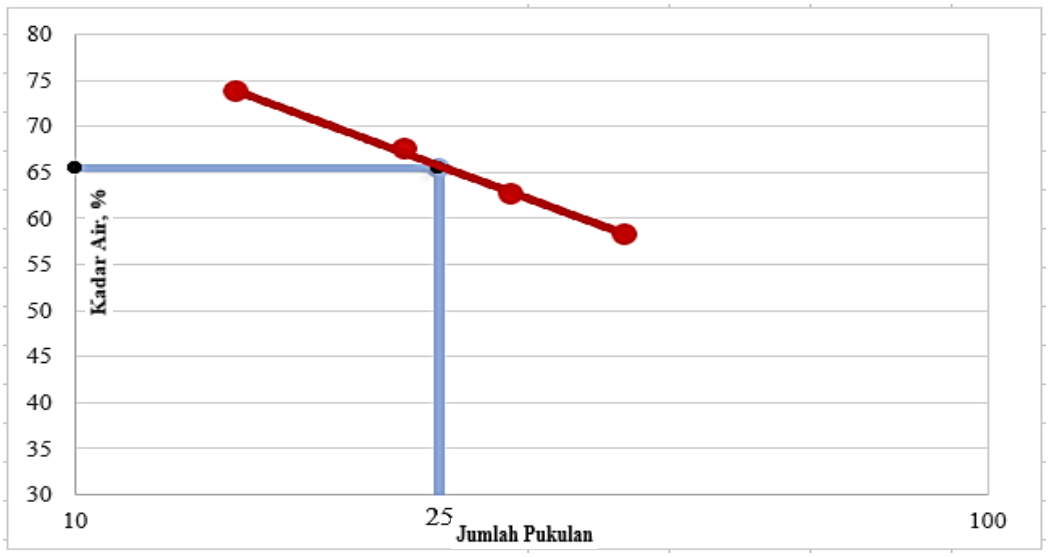
**Lampiran 11. Data Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli**

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

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

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli Sampel 2 |

| No | Keterangan | Sat | I | | II | | III | | IV | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Penomoran Cawan | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2 | Berat Cawan, ($W_1$) | gram | 12,36 | 12,17 | 11,74 | 13,26 | 12,43 | 13,07 | 12,69 | 13,14 |
| 3 | Berat Cawan + Tanah Basah, ($W_2$) | gram | 44,14 | 37,62 | 36,18 | 33,16 | 32,7 | 34,4 | 38,72 | 34,57 |
| 4 | Berat Cawan + Tanah Kering, ($W_3$) | gram | 29,57 | 27,81 | 25,62 | 25,78 | 24,73 | 26,36 | 28,51 | 27,24 |
| 5 | Berat air, ($W_w$) | gram | 14,57 | 9,81 | 10,56 | 7,38 | 7,97 | 8,04 | 10,21 | 7,33 |
| 6 | Berat Tanah Kering, ($W_s$) | gram | 17,21 | 15,64 | 13,88 | 12,52 | 12,3 | 13,29 | 15,82 | 14,1 |
| 7 | Kadar Air, (w) | % | 84,66 | 62,72 | 76,08 | 58,95 | 64,80 | 60,50 | 64,54 | 51,99 |
| 8 | Kadar Air Rata-rata, (w *average*) | % | 73,69 | | 67,51 | | 62,65 | | 58,26 | |
| 9 | Jumlah Pukulan, N | | 15 | | 23 | | 30 | | 40 | |




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 12. Data Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli**

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

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

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

| No | Keterangan | Satuan | Sampel | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 |
| 1 | Berat Cawan, ($W_1$) | gram | 12,595 | 12,48 |
| 2 | Berat Cawan + Tanah Basah, ($W_2$) | gram | 40,725 | 40,22 |
| 3 | Berat Cawan + Tanah Kering, ($W_3$) | gram | 32,29 | 31,705 |
| 4 | Berat air, ($W_w$) | gram | 28,13 | 27,74 |
| 5 | Berat Tanah Kering, ($W_s$) | gram | 19,695 | 19,225 |
| 6 | Kadar Air, (w) | % | 42,80 | 44,38 |
| 7 | Kadar Air Rata-rata, (w *average*) | % | 43,59 | |

Hasil pengujian menunjukan bahwa batas plastis sampel 1 sebesar 42,80%, batas plastis sampel 2 sebesar 44,38%, dan batas plastis rata-rata adalah 43,59%.

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 13. Data Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli**

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

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

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

| No | Keterangan | Satuan | Sampel | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 |
| 1 | Berat Cawan Susut, ($W_1$) | gram | 30,20 | 30,84 |
| 2 | Berat Cawan Susut + Tanah Basah, ($W_2$) | gram | 66,42 | 70,60 |
| 3 | Berat Cawan Susut + Tanah Kering, ($W_3$) | gram | 58,64 | 61,31 |
| 4 | Berat Tanah Kering, ($W_s$) | gram | 28,44 | 30,47 |
| 5 | Kadar Air, (w) | % | 27,36 | 30,49 |
| 6 | Diameter *Ring*, (d) | cm | 4 | 4,00 |
| 7 | Tinggi *Ring*, (t) | cm | 1 | 1,00 |
| 8 | Volume *Ring*, (V) | $cm^3$ | 12,56 | 12,56 |
| 9 | Berat Air Raksa yang Terdesak Tanah Kering + Gelas, (W4) | gram | 198,52 | 178,22 |
| 10 | Berat Gelas Ukur, (W5) | gram | 51,90 | 51,90 |
| 11 | Berat Air Raksa, (W6) | gram | 146,62 | 126,32 |
| 12 | Volume Tanah Kering, ($V_0$) | $cm^3$ | 10,78 | 9,29 |
| 13 | Batas Susut Tanah | % | 21,10 | 19,75 |
| 14 | Batas Susut Tanah Rata-Rata | % | 20,43 | |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 14. Data Hasil Pengujian Proktor Standar Tanah Asli**

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

**PENGUJIAN PROKTOR STANDAR**
**ASTM D 698-70**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

| No | Keterangan | | Sim-bol | Satu-an | Sampel 1 | | | | | Sampel 2 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **Pengujian Ke-1** | **Pengujian Ke-2** | **Pengujian Ke-3** | **Pengujian Ke-4** | **Pengujian Ke-5** | **Pengujian Ke-1** | **Pengujian Ke-2** | **Pengujian Ke-3** | **Pengujian Ke-4** | **Pengujian Ke-5** |
| 1 | *Type Test* | *Standart Proctor Type* | | | *Type* A | *Type* A | *Type* A | *Type* A | *Type* A | *Type* A | *Type* A | *Type* A | *Type* A | *Type* A |
| | | *Layers* | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | *Total Blows Each Layer* | | | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | | *Hammer Weight* | W | gram | 2558 | 2558 | 2558 | 2558 | 2558 | 2558 | 2558 | 2558 | 2558 | 2558 |
| | | *Drop Height* | | cm | 30,4 | 30,4 | 30,4 | 30,4 | 30,4 | 30,4 | 30,4 | 30,4 | 30,4 | 30,4 |
| 2 | *Mold Data* | Diameter | D | cm | 10,16 | 10,16 | 10,16 | 10,16 | 10,16 | 10,16 | 10,16 | 10,16 | 10,16 | 10,16 |
| | | Tinggi | H | cm | 11,65 | 11,65 | 11,65 | 11,65 | 11,65 | 11,65 | 11,65 | 11,65 | 11,65 | 11,65 |
| | | Volume | V | $cm^3$ | 944,50 | 944,50 | 944,50 | 944,50 | 944,50 | 944,50 | 944,50 | 944,50 | 944,50 | 944,50 |
| 3 | *Soil Sample Test Data* | Berat Sampel Tanah | W | gram | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| | | Penambahan air | | ml | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |
| | | | | % | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| | | Berat Cetakan | W1 | gram | 1837 | 1837 | 1837 | 1837 | 1837 | 1837 | 1837 | 1837 | 1837 | 1837 |
| | | Berat Cetakan + Tanah Basah | W2 | gram | 3131 | 3192 | 3388 | 3542 | 3498 | 3119 | 3152 | 3255 | 3370 | 3418 |
| | | Berat Tanah Basah | W3 | gram | 1294 | 1355 | 1551 | 1705 | 1661 | 1370 | 1403 | 1506 | 1621 | 1669 |
| | | Berat Volume Tanah Basah | γ | gram/$cm^3$ | 1,370 | 1,435 | 1,642 | 1,805 | 1,759 | 1,450 | 1,485 | 1,594 | 1,716 | 1,767 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

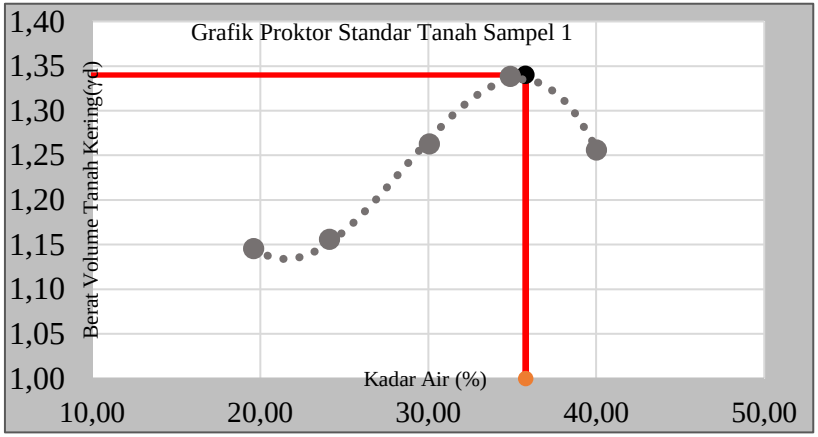
Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

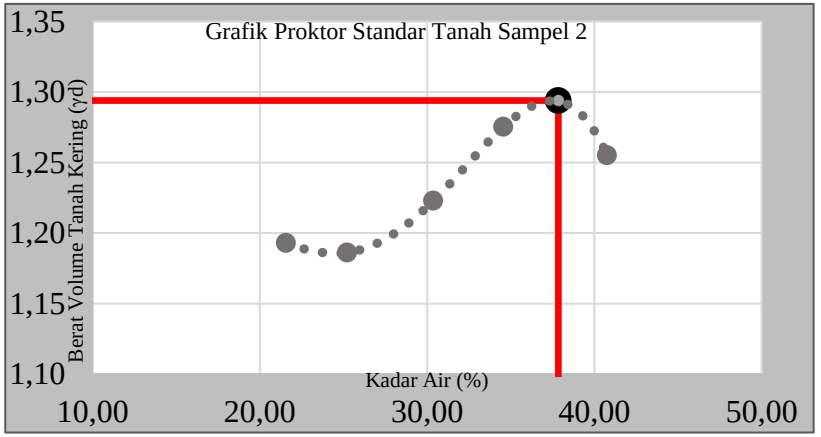
(Indah Purnamasari Darza)

**Lanjutan Lampiran 14. Data Hasil Pengujian Proktor Standar Tanah Asli**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | *Water Content Test of Sample* | Kode Cawan | | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| | | Berat Cawan | W1 | gram | 22,56 | 12,46 | 11,84 | 21,75 | 22,04 | 22,21 | 22,25 | 21,92 | 21,78 | 21,81 | 22,83 | 12,29 | 12,01 | 22,35 | 22,17 | 22,26 | 22,39 | 21,49 | 22 | 21,92 |
| | | Berat Cawan + Tanah Basah | W2 | gram | 49,2 | 39,64 | 35,15 | 42,93 | 38,49 | 42,32 | 40,01 | 42,69 | 41,45 | 42,97 | 49,47 | 38,51 | 36,23 | 46,26 | 38,38 | 44,01 | 40,44 | 42,75 | 41,03 | 42,75 |
| | | Berat Cawan + Tanah Kering | W3 | gram | 44,87 | 35,15 | 30,59 | 38,84 | 34,73 | 37,62 | 35,34 | 37,41 | 35,87 | 36,88 | 44,56 | 34,04 | 31,89 | 40,94 | 34,65 | 38,88 | 35,87 | 37,21 | 35,17 | 37,12 |
| | | Kadar Air | W | % | 19,41 | 19,79 | 24,32 | 23,93 | 29,63 | 30,50 | 35,68 | 34,09 | 39,60 | 40,41 | 22,60 | 20,55 | 21,83 | 28,62 | 29,89 | 30,87 | 33,90 | 35,24 | 44,50 | 37,04 |
| 5 | ***Water Content*** | | **W** | **%** | **19,60** | | **24,13** | | **30,06** | | **34,88** | | **40,01** | | **21,57** | | **25,22** | | **30,38** | | **34,57** | | **40,77** | |
| 6 | ***Dry Density*** | | $\gamma_d$ | **gram/cm$^3$** | **1,146** | | **1,156** | | **1,263** | | **1,338** | | **1,256** | | **1,193** | | **1,186** | | **1,223** | | **1,275** | | **1,255** | |




*Optimum Moisture Content (OMC)* = 35,80 %
*Maximum Dry Density (MDD)* = 1,3400 gram/cm$^3$




*Optimum Moisture Content (OMC)* = 37,85 %
*Maximum Dry Density (MDD)* = 1,2940 gram/cm$^3$

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 15. Data Hasil Pengujian Triaksial UU**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED)***
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

| Uraian | Satuan | Sampel 1 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.5 kg/cm$^2$ | | | 1 kg/cm$^2$ | | | 1.5 kg/cm$^2$ | | |
| | | Atas | Tengah | Bawah | Atas | Tengah | Bawah | Atas | Tengah | Bawah |
| Berat Cawan | gram | 21,71 | 21,85 | 22,16 | 21,99 | 22,26 | 21,86 | 21,67 | 21,98 | 21,98 |
| Berat Cawan + Tanah Basah | gram | 80,5 | 61,6 | 83,9 | 70,34 | 71,8 | 77,84 | 69,67 | 78,03 | 71,69 |
| Berat Cawan + Tanah Kering | gram | 66,27 | 52,03 | 68,76 | 58,76 | 59,77 | 64,23 | 58,17 | 64,47 | 59,73 |
| Berat Air | gram | 14,23 | 9,57 | 15,14 | 11,58 | 12,03 | 13,61 | 11,5 | 13,56 | 11,96 |
| Berat Tanah Kering | gram | 44,56 | 30,18 | 46,6 | 36,77 | 37,51 | 42,37 | 36,5 | 42,49 | 37,75 |
| Kadar Air | % | 31,934 | 31,710 | 32,489 | 31,493 | 32,071 | 32,122 | 31,507 | 31,913 | 31,682 |
| Kadar Air Rata-Rata | % | 32,044 | | | 31,895 | | | 31,701 | | |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 16. Data Hasil Pengujian Triaksial UU**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED)***
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

| Pengukuran Awal | Simbol | Satuan | Sampel 1 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.5 kg/cm$^2$ | 1 kg/cm$^2$ | 1.5 kg/cm$^2$ |
| Tinggi Silinder | H | cm | 8,3 | 8,3 | 8,3 |
| Diameter Silinder | D | cm | 3,8 | 3,8 | 3,8 |
| Berat Silinder | $W_1$ | gram | 210,05 | 210,05 | 210,05 |
| Luas Penampang Silinder | A | cm$^2$ | 11,34 | 11,34 | 11,34 |
| Volume Silinder | V | cm$^3$ | 94,13 | 94,13 | 94,13 |
| Berat Silinder + Tanah Basah | $W_2$ | gram | 373,40 | 366,33 | 367,61 |
| Berat Tanah Basah | $W_3 = W_2 - W_1$ | gram | 163,35 | 156,28 | 157,56 |
| Berat Isi Basah | $\gamma$ | gram/cm$^3$ | 1,735 | 1,660 | 1,674 |
| Berat Isi Kering | $\gamma_d$ | gram/cm$^3$ | 1,314 | 1,259 | 1,271 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 17. Data Hasil Pengujian Triaksial UU**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

0,5 kg/cm$^2$

| Waktu | Pembacaan Dial Regangan | Pembacaan Dial Beban | Pertambahan Panjang | Regangan | Koreksi Luas | Luas Terkoreksi | Beban | Deviator Stress |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ( x 0.001) | | ΔL | Ɛ = ΔL / $L_0$ | CF | A' | P | |
| menit | Cm | div | cm | | | cm$^2$ | kg | kg/cm$^2$ |
| | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 1,000 | 11,341 | 0,000 | 0,000 |
| | 40 | 48 | 0,04 | 0,482 | 0,995 | 11,396 | 38,400 | 3,370 |
| | 80 | 73 | 0,08 | 0,964 | 0,990 | 11,452 | 58,400 | 5,100 |
| | 120 | 87 | 0,12 | 1,446 | 0,986 | 11,508 | 69,600 | 6,048 |
| | 160 | 95 | 0,16 | 1,928 | 0,981 | 11,564 | 76,000 | 6,572 |
| | 200 | 102 | 0,2 | 2,410 | 0,976 | 11,621 | 81,600 | 7,022 |
| | 240 | 107 | 0,24 | 2,892 | 0,971 | 11,679 | 85,600 | 7,329 |
| | 280 | 112 | 0,28 | 3,373 | 0,966 | 11,737 | 89,600 | 7,634 |
| | 320 | 116 | 0,32 | 3,855 | 0,961 | 11,796 | 92,800 | 7,867 |
| | 360 | 119 | 0,36 | 4,337 | 0,957 | 11,855 | 95,2 | 8,030 |
| | 400 | 123 | 0,4 | 4,819 | 0,952 | 11,915 | 98,4 | 8,258 |
| | 440 | 126 | 0,44 | 5,301 | 0,947 | 11,976 | 100,8 | 8,417 |
| | 480 | 129 | 0,48 | 5,783 | 0,942 | 12,037 | 103,2 | 8,573 |
| | 520 | 132 | 0,52 | 6,265 | 0,937 | 12,099 | 105,6 | 8,728 |
| | 560 | 134 | 0,56 | 6,747 | 0,933 | 12,162 | 107,2 | 8,815 |
| | 600 | 135 | 0,6 | 7,229 | 0,928 | 12,225 | 108 | 8,834 |
| | 640 | 137 | 0,64 | 7,711 | 0,923 | 12,289 | 109,6 | 8,919 |
| | 680 | 138 | 0,68 | 8,193 | 0,918 | 12,353 | 110,4 | 8,937 |
| | 720 | 139 | 0,72 | 8,675 | 0,913 | 12,418 | 111,2 | 8,954 |
| | 760 | 139 | 0,76 | 9,157 | 0,908 | 12,484 | 111,2 | 8,907 |
| | 800 | | | | | | | |
| | 840 | | | | | | | |
| | 880 | | | | | | | |
| | 920 | | | | | | | |
| | 960 | | | | | | | |
| | 1000 | | | | | | | |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 18. Data Hasil Pengujian Triaksial UU**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

1 kg/cm$^2$

| Waktu | Pembacaan Dial Regangan | Pembacaan Dial Beban | Pertambahan Panjang | Regangan | Koreksi Luas | Luas Terkoreksi | Beban | Deviator Stress |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ( x 0.001) | | ΔL | Ɛ = ΔL / $L_0$ | CF | A' | P | |
| menit | cm | div | cm | | | cm$^2$ | kg | kg/cm$^2$ |
| | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 1,000 | 11,341 | 0,000 | 0,000 |
| | 40 | 47 | 0,04 | 0,482 | 0,995 | 11,396 | 37,600 | 3,299 |
| | 80 | 63 | 0,08 | 0,964 | 0,990 | 11,452 | 50,400 | 4,401 |
| | 120 | 79 | 0,12 | 1,446 | 0,986 | 11,508 | 63,200 | 5,492 |
| | 160 | 94 | 0,16 | 1,928 | 0,981 | 11,564 | 75,200 | 6,503 |
| | 200 | 109 | 0,2 | 2,410 | 0,976 | 11,621 | 87,200 | 7,504 |
| | 240 | 122 | 0,24 | 2,892 | 0,971 | 11,679 | 97,600 | 8,357 |
| | 280 | 129 | 0,28 | 3,373 | 0,966 | 11,737 | 103,200 | 8,793 |
| | 320 | 137 | 0,32 | 3,855 | 0,961 | 11,796 | 109,600 | 9,291 |
| | 360 | 146 | 0,36 | 4,337 | 0,957 | 11,855 | 116,800 | 9,852 |
| | 400 | 148 | 0,4 | 4,819 | 0,952 | 11,915 | 118,400 | 9,937 |
| | 440 | 150 | 0,44 | 5,301 | 0,947 | 11,976 | 120,000 | 10,020 |
| | 480 | 152 | 0,48 | 5,783 | 0,942 | 12,037 | 121,600 | 10,102 |
| | 520 | 154 | 0,52 | 6,265 | 0,937 | 12,099 | 123,200 | 10,183 |
| | 560 | 156 | 0,56 | 6,747 | 0,933 | 12,162 | 124,8 | 10,262 |
| | 600 | 158 | 0,6 | 7,229 | 0,928 | 12,225 | 126,4 | 10,340 |
| | 640 | 160 | 0,64 | 7,711 | 0,923 | 12,289 | 128 | 10,416 |
| | 680 | 162 | 0,68 | 8,193 | 0,918 | 12,353 | 129,6 | 10,491 |
| | 720 | 163 | 0,72 | 8,675 | 0,913 | 12,418 | 130,4 | 10,501 |
| | 760 | 164 | 0,76 | 9,157 | 0,908 | 12,484 | 131,2 | 10,509 |
| | 800 | 165 | 0,8 | 9,639 | 0,904 | 12,551 | 132 | 10,517 |
| | 840 | 166 | 0,84 | 10,120 | 0,899 | 12,618 | 132,8 | 10,525 |
| | 880 | 167 | 0,88 | 10,602 | 0,894 | 12,686 | 133,6 | 10,531 |
| | 920 | 168 | 0,92 | 11,084 | 0,889 | 12,755 | 134,4 | 10,537 |
| | 960 | 169 | 0,96 | 11,566 | 0,884 | 12,824 | 135,2 | 10,542 |
| | 1000 | 170 | 1 | 12,048 | 0,880 | 12,895 | 136 | 10,547 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

1,5 kg/cm$^2$

| Waktu | Pembacaan Dial Regangan | Pembacaan Dial Beban | Pertambahan Panjang | Regangan | Koreksi Luas | Luas Terkoreksi | Beban | Deviator Stress |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ( x 0.001) | | ΔL | Ɛ = ΔL / $L_0$ | CF | A' | P | |
| menit | cm | div | cm | | | cm$^2$ | kg | kg/cm$^2$ |
| | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 1,000 | 11,341 | 0,000 | 0,000 |
| | 40 | 54 | 0,04 | 0,482 | 0,995 | 11,396 | 43,200 | 3,791 |
| | 80 | 75 | 0,08 | 0,964 | 0,990 | 11,452 | 60,000 | 5,239 |
| | 120 | 88 | 0,12 | 1,446 | 0,986 | 11,508 | 70,400 | 6,118 |
| | 160 | 97 | 0,16 | 1,928 | 0,981 | 11,564 | 77,600 | 6,710 |
| | 200 | 106 | 0,2 | 2,410 | 0,976 | 11,621 | 84,800 | 7,297 |
| | 240 | 116 | 0,24 | 2,892 | 0,971 | 11,679 | 92,800 | 7,946 |
| | 280 | 124 | 0,28 | 3,373 | 0,966 | 11,737 | 99,200 | 8,452 |
| | 320 | 131 | 0,32 | 3,855 | 0,961 | 11,796 | 104,800 | 8,884 |
| | 360 | 140 | 0,36 | 4,337 | 0,957 | 11,855 | 112,000 | 9,447 |
| | 400 | 148 | 0,4 | 4,819 | 0,952 | 11,915 | 118,400 | 9,937 |
| | 440 | 155 | 0,44 | 5,301 | 0,947 | 11,976 | 124,000 | 10,354 |
| | 480 | 162 | 0,48 | 5,783 | 0,942 | 12,037 | 129,600 | 10,767 |
| | 520 | 170 | 0,52 | 6,265 | 0,937 | 12,099 | 136,000 | 11,240 |
| | 560 | 177 | 0,56 | 6,747 | 0,933 | 12,162 | 141,600 | 11,643 |
| | 600 | 183 | 0,6 | 7,229 | 0,928 | 12,225 | 146,400 | 11,976 |
| | 640 | 188 | 0,64 | 7,711 | 0,923 | 12,289 | 150,400 | 12,239 |
| | 680 | 192 | 0,68 | 8,193 | 0,918 | 12,353 | 153,6 | 12,434 |
| | 720 | 194 | 0,72 | 8,675 | 0,913 | 12,418 | 155,2 | 12,498 |
| | 760 | 196 | 0,76 | 9,157 | 0,908 | 12,484 | 156,8 | 12,560 |
| | 800 | 197 | 0,8 | 9,639 | 0,904 | 12,551 | 157,6 | 12,557 |
| | 840 | 198 | 0,84 | 10,120 | 0,899 | 12,618 | 158,4 | 12,553 |
| | 880 | 199 | 0,88 | 10,602 | 0,894 | 12,686 | 159,2 | 12,549 |
| | 920 | 200 | 0,92 | 11,084 | 0,889 | 12,755 | 160 | 12,544 |
| | 960 | 201 | 0,96 | 11,566 | 0,884 | 12,824 | 160,8 | 12,539 |
| | 1000 | 202 | 1 | 12,048 | 0,880 | 12,895 | 161,6 | 12,532 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 20. Data Hasil Pengujian Triaksial UU**

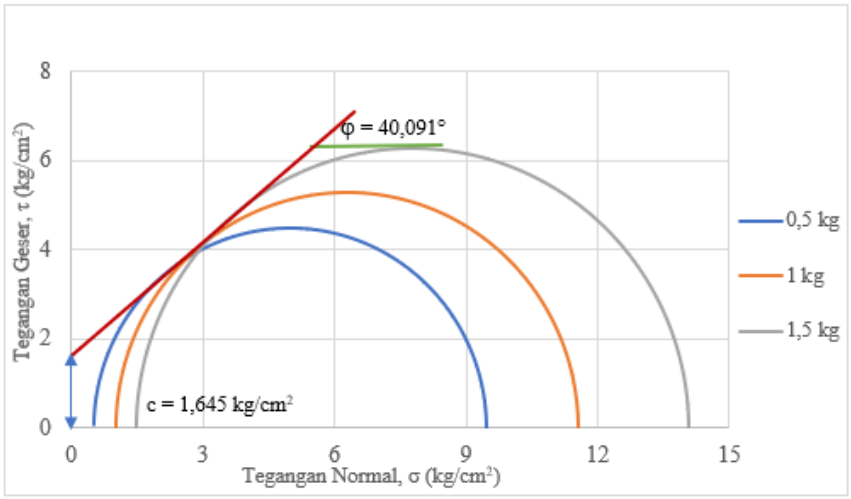
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

| Pembebanan | Simbol | Satuan | Sampel 1 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.5 kg/cm$^2$ | 1 kg/cm$^2$ | 1.5 kg/cm$^2$ |
| Tegangan Keliling | $\sigma_3$ | kg/cm$^2$ | 0,5 | 1 | 1,5 |
| Tegangan Geser Maksimum | $\Delta\sigma$ | kg/cm$^2$ | 8,954 | 10,547 | 12,560 |
| Tegangan Utama | $\sigma_1 = \sigma3 + \Delta\sigma$ | kg/cm$^2$ | 9,454 | 11,547 | 14,060 |

| Parameter Kuat Geser | | | |
|---|---|---|---|
| Sudut Geser Dalam | φ | ° | 40,091 |
| Kohesi | c | kg/cm$^2$ | 1,645 |




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 21. Data Hasil Pengujian Triaksial UU**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

| Uraian | Satuan | Sampel 2 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.5 kg/cm$^2$ | | | 1 kg/cm$^2$ | | | 1.5 kg/cm$^2$ | | |
| | | Atas | Tengah | Bawah | Atas | Tengah | Bawah | Atas | Tengah | Bawah |
| Berat Cawan | gram | 22,15 | 21,98 | 21,66 | 21,54 | 21,66 | 21,833 | 21,73 | 22,03 | 22,12 |
| Berat Cawan + Tanah Basah | gram | 79,06 | 66,88 | 73,99 | 72,49 | 62,28 | 96,15 | 74,86 | 64,09 | 88,31 |
| Berat Cawan + Tanah Kering | gram | 64,6 | 55,62 | 60,63 | 59,47 | 51,89 | 77,19 | 61,41 | 53,41 | 71,35 |
| Berat Air | gram | 14,46 | 11,26 | 13,36 | 13,02 | 10,39 | 18,96 | 13,45 | 10,68 | 16,96 |
| Berat Tanah Kering | gram | 42,45 | 33,64 | 38,97 | 37,93 | 30,23 | 55,357 | 39,68 | 31,38 | 49,23 |
| Kadar Air | % | 34,064 | 33,472 | 34,283 | 34,326 | 34,370 | 34,250 | 33,896 | 34,034 | 34,451 |
| Kadar Air Rata-Rata | % | 33,939 | | | 34,316 | | | 34,127 | | |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 22. Data Hasil Pengujian Triaksial UU**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED)***
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

| Pengukuran Awal | Simbol | Satuan | Sampel 2 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.5 kg/cm$^2$ | 1 kg/cm$^2$ | 1.5 kg/cm$^2$ |
| Tinggi Silinder | H | cm | 8,3 | 8,3 | 8,3 |
| Diameter Silinder | D | cm | 3,8 | 3,8 | 3,8 |
| Berat Silinder | $W_1$ | gram | 210,05 | 210,05 | 210,05 |
| Luas Penampang Silinder | A | cm$^2$ | 11,341 | 11,341 | 11,341 |
| Volume Silinder | V | cm$^3$ | 94,132 | 94,132 | 94,132 |
| Berat Silinder + Tanah Basah | $W_2$ | gram | 369,70 | 378,59 | 374,52 |
| Berat Tanah Basah | $W_3 = W_2 - W_1$ | gram | 159,65 | 168,54 | 164,47 |
| Berat Isi Basah | $\gamma$ | gram/cm$^3$ | 1,696 | 1,790 | 1,747 |
| Berat Isi Kering | $\gamma_d$ | gram/cm$^3$ | 1,266 | 1,333 | 1,303 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 23. Data Hasil Pengujian Triaksial UU**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

0.5 kg/cm$^2$

| Waktu | Pembacaan Dial Regangan | Pembacaan Dial Beban | Pertambahan Panjang | Regangan | Koreksi Luas | Luas Terkoreksi | Beban | Deviator Stress |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ( x 0.001) | | ΔL | Ɛ = ΔL / $L_0$ | CF | A' | P | |
| menit | cm | div | cm | | | cm$^2$ | kg | kg/cm$^2$ |
| | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 1,000 | 11,341 | 0,000 | 0,000 |
| | 40 | 66 | 0,04 | 0,482 | 0,995 | 11,396 | 52,800 | 4,633 |
| | 80 | 90 | 0,08 | 0,964 | 0,990 | 11,452 | 72,000 | 6,287 |
| | 120 | 101 | 0,12 | 1,446 | 0,986 | 11,508 | 80,800 | 7,021 |
| | 160 | 108 | 0,16 | 1,928 | 0,981 | 11,564 | 86,400 | 7,471 |
| | 200 | 111 | 0,2 | 2,410 | 0,976 | 11,621 | 88,800 | 7,641 |
| | 240 | 113 | 0,24 | 2,892 | 0,971 | 11,679 | 90,400 | 7,740 |
| | 280 | 117 | 0,28 | 3,373 | 0,966 | 11,737 | 93,600 | 7,975 |
| | 320 | 120 | 0,32 | 3,855 | 0,961 | 11,796 | 96,000 | 8,138 |
| | 360 | 124 | 0,36 | 4,337 | 0,957 | 11,855 | 99,2 | 8,368 |
| | 400 | 126 | 0,4 | 4,819 | 0,952 | 11,915 | 100,8 | 8,460 |
| | 440 | 128 | 0,44 | 5,301 | 0,947 | 11,976 | 102,4 | 8,550 |
| | 480 | 128 | 0,48 | 5,783 | 0,942 | 12,037 | 102,4 | 8,507 |
| | 520 | 130 | 0,52 | 6,265 | 0,937 | 12,099 | 104 | 8,596 |
| | 560 | 132 | 0,56 | 6,747 | 0,933 | 12,162 | 105,6 | 8,683 |
| | 600 | 135 | 0,6 | 7,229 | 0,928 | 12,225 | 108 | 8,834 |
| | 640 | 138 | 0,64 | 7,711 | 0,923 | 12,289 | 110,4 | 8,984 |
| | 680 | 138 | 0,68 | 8,193 | 0,918 | 12,353 | 110,4 | 8,937 |
| | 720 | 138 | 0,72 | 8,675 | 0,913 | 12,418 | 110,4 | 8,890 |
| | 760 | 139 | 0,76 | 9,157 | 0,908 | 12,484 | 111,2 | 8,907 |
| | 800 | 140 | 0,8 | 9,639 | 0,904 | 12,551 | 112 | 8,924 |
| | 840 | 142 | 0,84 | 10,120 | 0,899 | 12,618 | 113,6 | 9,003 |
| | 880 | 143 | 0,88 | 10,602 | 0,894 | 12,686 | 114,4 | 9,018 |
| | 920 | 145 | 0,92 | 11,084 | 0,889 | 12,755 | 116 | 9,095 |
| | 960 | | | | | | | |
| | 1000 | | | | | | | |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 24. Data Hasil Pengujian Triaksial UU**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

1 kg/cm$^2$

| Waktu | Pembacaan Dial Regangan | Pembacaan Dial Beban | Pertambahan Panjang | Regangan | Koreksi Luas | Luas Terkoreksi | Beban | Deviator Stress |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ( x 0.001) | | ΔL | Ɛ = ΔL / $L_0$ | CF | A' | P | |
| menit | cm | div | cm | | | cm$^2$ | kg | kg/cm$^2$ |
| | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 1,000 | 11,341 | 0,000 | 0,000 |
| | 40 | 68 | 0,04 | 0,482 | 0,995 | 11,396 | 54,400 | 4,774 |
| | 80 | 115 | 0,08 | 0,964 | 0,990 | 11,452 | 92,000 | 8,034 |
| | 120 | 144 | 0,12 | 1,446 | 0,986 | 11,508 | 115,200 | 10,011 |
| | 160 | 168 | 0,16 | 1,928 | 0,981 | 11,564 | 134,400 | 11,622 |
| | 200 | 183 | 0,2 | 2,410 | 0,976 | 11,621 | 146,400 | 12,598 |
| | 240 | 195 | 0,24 | 2,892 | 0,971 | 11,679 | 156,000 | 13,357 |
| | 280 | 203 | 0,28 | 3,373 | 0,966 | 11,737 | 162,400 | 13,836 |
| | 320 | 209 | 0,32 | 3,855 | 0,961 | 11,796 | 167,200 | 14,174 |
| | 360 | 214 | 0,36 | 4,337 | 0,957 | 11,855 | 171,200 | 14,441 |
| | 400 | 221 | 0,4 | 4,819 | 0,952 | 11,915 | 176,800 | 14,838 |
| | 440 | 227 | 0,44 | 5,301 | 0,947 | 11,976 | 181,600 | 15,164 |
| | 480 | 230 | 0,48 | 5,783 | 0,942 | 12,037 | 184,000 | 15,286 |
| | 520 | 234 | 0,52 | 6,265 | 0,937 | 12,099 | 187,200 | 15,472 |
| | 560 | 238 | 0,56 | 6,747 | 0,933 | 12,162 | 190,4 | 15,656 |
| | 600 | 241 | 0,6 | 7,229 | 0,928 | 12,225 | 192,8 | 15,771 |
| | 640 | 247 | 0,64 | 7,711 | 0,923 | 12,289 | 197,6 | 16,080 |
| | 680 | 251 | 0,68 | 8,193 | 0,918 | 12,353 | 200,8 | 16,255 |
| | 720 | 253 | 0,72 | 8,675 | 0,913 | 12,418 | 202,4 | 16,298 |
| | 760 | 254 | 0,76 | 9,157 | 0,908 | 12,484 | 203,2 | 16,276 |
| | 800 | 254 | 0,8 | 9,639 | 0,904 | 12,551 | 203,2 | 16,190 |
| | 840 | 258 | 0,84 | 10,120 | 0,899 | 12,618 | 206,4 | 16,357 |
| | 880 | 262 | 0,88 | 10,602 | 0,894 | 12,686 | 209,6 | 16,522 |
| | 920 | 264 | 0,92 | 11,084 | 0,889 | 12,755 | 211,2 | 16,558 |
| | 960 | | | | | | | |
| | 1000 | | | | | | | |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 25. Data Hasil Pengujian Triaksial UU**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

1,5 kg/cm$^2$

| Waktu | Pembacaan Dial Regangan | Pembacaan Dial Beban | Pertambahan Panjang | Regangan | Koreksi Luas | Luas Terkoreksi | Beban | Deviator Stress |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ( x 0.001) | | ΔL | Ɛ = ΔL / $L_0$ | CF | A' | P | |
| menit | cm | div | cm | | | cm$^2$ | kg | kg/cm$^2$ |
| | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 1,000 | 11,341 | 0,000 | 0,000 |
| | 40 | 94 | 0,04 | 0,482 | 0,995 | 11,396 | 75,200 | 6,599 |
| | 80 | 129 | 0,08 | 0,964 | 0,990 | 11,452 | 103,200 | 9,012 |
| | 120 | 156 | 0,12 | 1,446 | 0,986 | 11,508 | 124,800 | 10,845 |
| | 160 | 173 | 0,16 | 1,928 | 0,981 | 11,564 | 138,400 | 11,968 |
| | 200 | 183 | 0,2 | 2,410 | 0,976 | 11,621 | 146,400 | 12,598 |
| | 240 | 191 | 0,24 | 2,892 | 0,971 | 11,679 | 152,800 | 13,083 |
| | 280 | 196 | 0,28 | 3,373 | 0,966 | 11,737 | 156,800 | 13,359 |
| | 320 | 203 | 0,32 | 3,855 | 0,961 | 11,796 | 162,400 | 13,767 |
| | 360 | 206 | 0,36 | 4,337 | 0,957 | 11,855 | 164,800 | 13,901 |
| | 400 | 212 | 0,4 | 4,819 | 0,952 | 11,915 | 169,600 | 14,234 |
| | 440 | 217 | 0,44 | 5,301 | 0,947 | 11,976 | 173,600 | 14,496 |
| | 480 | 220 | 0,48 | 5,783 | 0,942 | 12,037 | 176,000 | 14,621 |
| | 520 | 224 | 0,52 | 6,265 | 0,937 | 12,099 | 179,200 | 14,811 |
| | 560 | 227 | 0,56 | 6,747 | 0,933 | 12,162 | 181,600 | 14,932 |
| | 600 | 230 | 0,6 | 7,229 | 0,928 | 12,225 | 184,000 | 15,051 |
| | 640 | 233 | 0,64 | 7,711 | 0,923 | 12,289 | 186,400 | 15,168 |
| | 680 | 234 | 0,68 | 8,193 | 0,918 | 12,353 | 187,2 | 15,154 |
| | 720 | 237 | 0,72 | 8,675 | 0,913 | 12,418 | 189,6 | 15,268 |
| | 760 | 240 | 0,76 | 9,157 | 0,908 | 12,484 | 192 | 15,379 |
| | 800 | 241 | 0,8 | 9,639 | 0,904 | 12,551 | 192,8 | 15,361 |
| | 840 | 242 | 0,84 | 10,120 | 0,899 | 12,618 | 193,6 | 15,343 |
| | 880 | 243 | 0,88 | 10,602 | 0,894 | 12,686 | 194,4 | 15,324 |
| | 920 | 243 | 0,92 | 11,084 | 0,889 | 12,755 | 194,4 | 15,241 |
| | 960 | 243 | 0,96 | 11,566 | 0,884 | 12,824 | 194,4 | 15,159 |
| | 1000 | | | | | | | |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 26. Data Hasil Pengujian Triaksial UU**

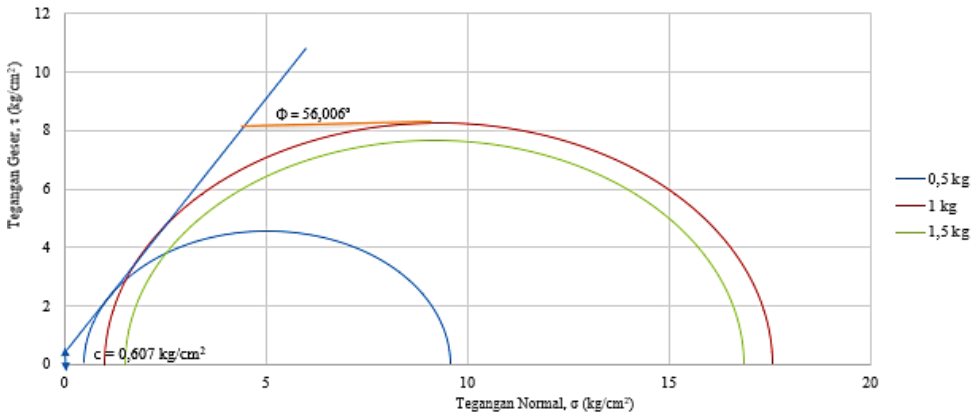
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**
Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |

| Pembebanan | Simbol | Satuan | Sampel 2 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.5 kg/cm$^2$ | 1 kg/cm$^2$ | 1.5 kg/cm$^2$ |
| Tegangan Keliling | $\sigma_3$ | kg/cm$^2$ | 0,5 | 1 | 1,5 |
| Tegangan Geser Maksimum | $\Delta\sigma$ | kg/cm$^2$ | 9,095 | 16,558 | 15,379 |
| Tegangan Utama | $\sigma_1 = \sigma3 + \Delta\sigma$ | kg/cm$^2$ | 9,595 | 17,558 | 16,879 |

| Parameter Kuat Geser | | | |
|---|---|---|---|
| Sudut Geser Dalam | φ | ° | 56,006 |
| Kohesi | c | kg/cm$^2$ | 0,607 |




Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

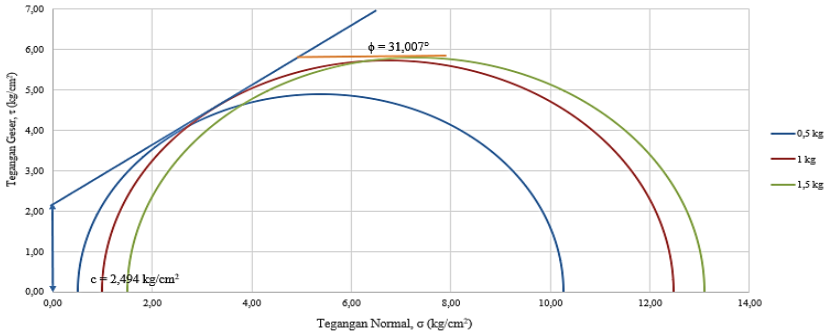
(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 27. Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 1 Hari**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli + 6% Matos Pemeraman 1 Hari |




| Parameter Kuat Geser Tanah | | |
|---|---|---|
| Uraian | Satuan | Hasil |
| Sudut Geser Dalam (φ) | ° | 31,007 |
| Kohesi (c) | kg/cm$^2$ | 2,494 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

Yogyakarta, 15 Juni 2024

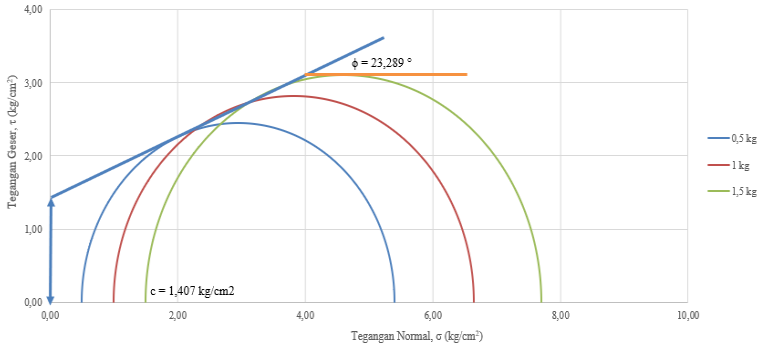
(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 28. Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 1 Hari**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli + 10% Matos Pemeraman 1 Hari |




| Parameter Kuat Geser Tanah | | |
|---|---|---|
| Uraian | Satuan | Hasil |
| Sudut Geser Dalam (φ) | ° | 23,289 |
| Kohesi (c) | kg/cm$^2$ | 1,407 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

Yogyakarta, 15 Juni 2024

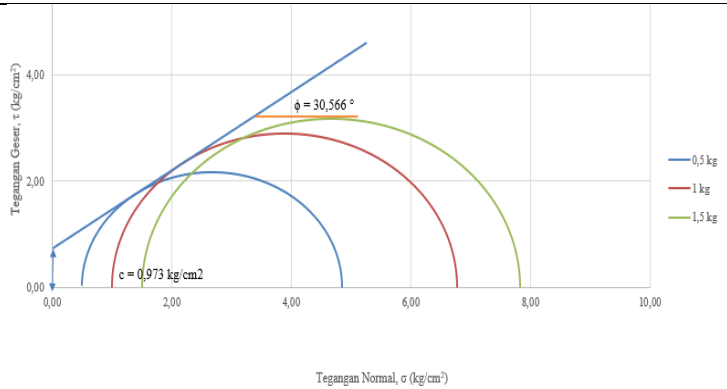
(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 29. Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 1 Hari**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli + 12% Matos Pemeraman 1 Hari |




| Parameter Kuat Geser Tanah | | |
|---|---|---|
| Uraian | Satuan | Hasil |
| Sudut Geser Dalam (φ) | ° | 30,566 |
| Kohesi (c) | kg/cm$^2$ | 0,973 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

Yogyakarta, 15 Juni 2024

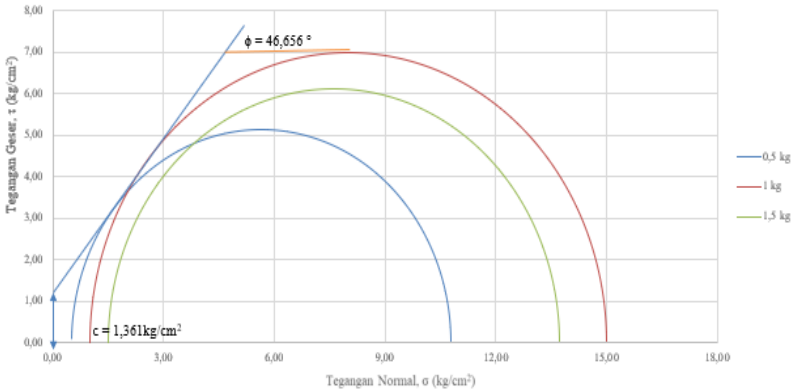
(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 30. Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 3 Hari**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli + 6% Matos Pemeraman 3 Hari |




| Parameter Kuat Geser Tanah | | |
|---|---|---|
| Uraian | Satuan | Hasil |
| Sudut Geser Dalam (φ) | ° | 46,656 |
| Kohesi (c) | kg/cm² | 1,361 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

Yogyakarta, 15 Juni 2024

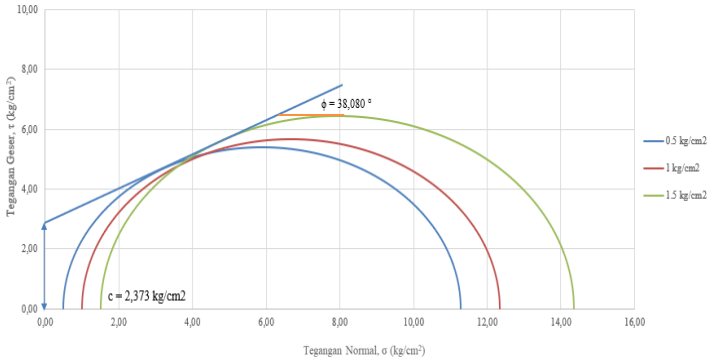
(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 31. Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 3 Hari**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli + 10% Matos Pemeraman 3 Hari |




| Parameter Kuat Geser Tanah | | |
|---|---|---|
| Uraian | Satuan | Hasil |
| Sudut Geser Dalam (φ) | ° | 38,080 |
| Kohesi (c) | kg/cm$^2$ | 2,373 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

Yogyakarta, 15 Juni 2024

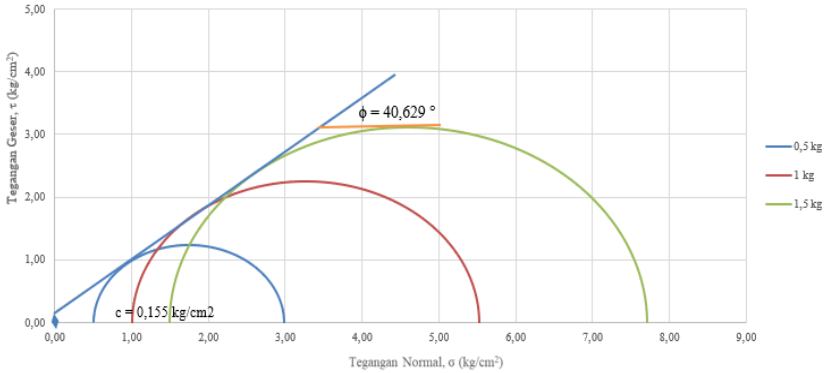
(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 32. Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 3 Hari**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli + 12% Matos Pemeraman 3 Hari |




| Parameter Kuat Geser Tanah | | |
|---|---|---|
| Uraian | Satuan | Hasil |
| Sudut Geser Dalam (φ) | ° | 40,629 |
| Kohesi (c) | kg/cm$^2$ | 0,155 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

Yogyakarta, 15 Juni 2024

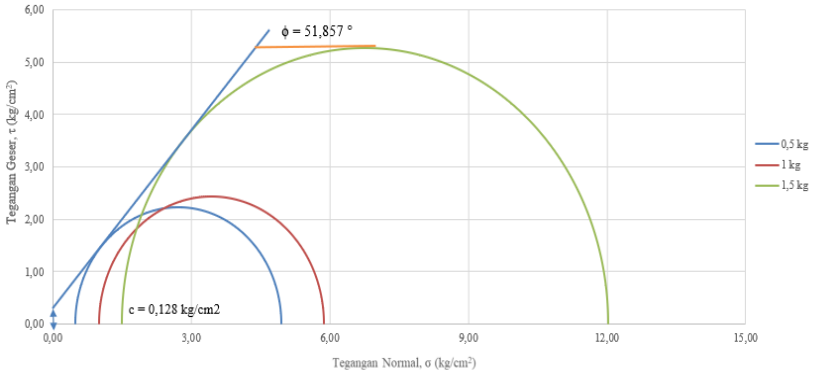
(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 33. Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 7 Hari**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli + 6% Matos Pemeraman 7 Hari |




| Parameter Kuat Geser Tanah | | |
|---|---|---|
| Uraian | Satuan | Hasil |
| Sudut Geser Dalam (φ) | ° | 51,857 |
| Kohesi (c) | kg/cm$^2$ | 0,128 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

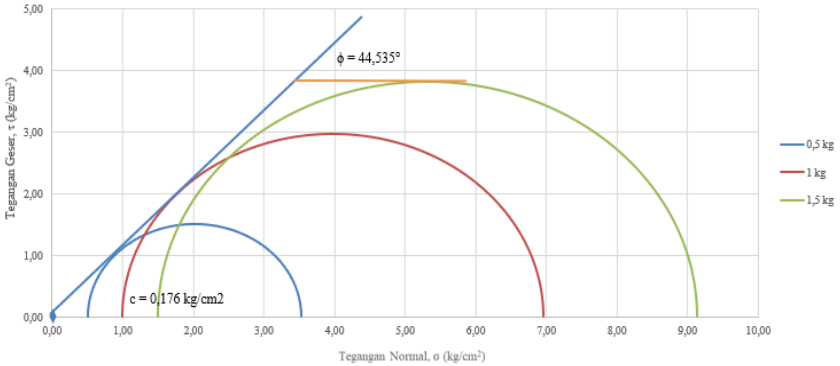
(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 34. Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 7 Hari**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli + 10% Matos Pemeraman 7 Hari |




| Parameter Kuat Geser Tanah | | |
|---|---|---|
| Uraian | Satuan | Hasil |
| Sudut Geser Dalam (φ) | ° | 44,535 |
| Kohesi (c) | kg/cm$^2$ | 0,176 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

Yogyakarta, 15 Juni 2024

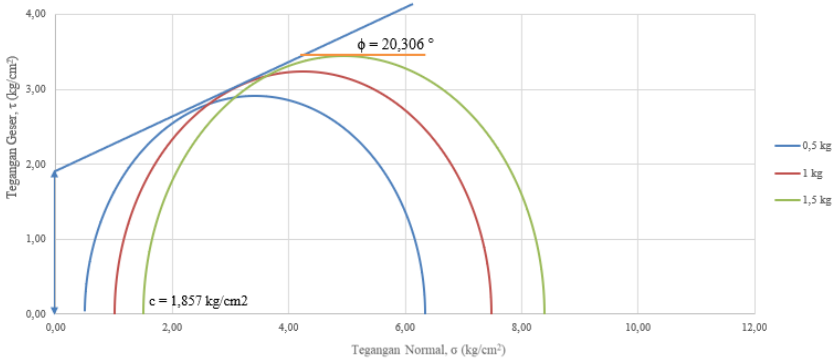
(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 35. Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 7 Hari**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli + 12% Matos Pemeraman 7 Hari |




| Parameter Kuat Geser Tanah | | |
|---|---|---|
| Uraian | Satuan | Hasil |
| Sudut Geser Dalam (φ) | ° | 20,306 |
| Kohesi (c) | $kg/cm^2$ | 1,857 |

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 36. Gambar Sampel Tanah Asli**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli |



Tanah Asli, σ3 = 0,5 kg/cm$^2$



Tanah Asli, σ3 = 1 kg/cm$^2$



Tanah Asli, σ3 = 1,5 kg/cm$^2$

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 37. Gambar Sampel Tanah Asli + 6% Matos**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli + 6% Matos |



Tanah Asli + 6% Matos, σ3 = 0,5 kg/cm$^2$



Tanah Asli + 6% Matos, σ3 = 1 kg/cm$^2$



Tanah Asli + 6% Matos, σ3 = 1,5 kg/cm$^2$

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 38. Gambar Sampel Tanah Asli + 10% Matos**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli + 10% Matos |



Tanah Asli + 10% Matos, σ3 = 0,5 kg/cm$^2$



Tanah Asli + 10% Matos, σ3 = 1 kg/cm$^2$



Tanah Asli + 10% Matos, σ3 = 1,5 kg/cm$^2$

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)

**Lampiran 39. Gambar Sampel Tanah Asli + 12% Matos**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*UNCONSOLIDATED UNDRAINED*)**
**ASTM D 2850**

| | |
|---|---|
| Proyek | : Tugas Akhir |
| Lokasi | : Desa Putat I, Kec. Patuk, Kab. Gunung Kidul, DIY |
| Dikerjakan | : Indah Purnamasari Darza |
| Tanggal | : |
| Sampel | : Tanah Asli + 12% Matos |



Tanah Asli + 12% Matos, σ3 = 0,5 kg/cm$^2$



Tanah Asli + 12% Matos, σ3 = 1 kg/cm$^2$



Tanah Asli + 12% Matos, σ3 = 1,5 kg/cm$^2$

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 15 Juni 2024

(Dr. Hanindya Kusuma Artati, S.T., M.T.)

(Indah Purnamasari Darza)