

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI  
DENGAN VARIASI SERBUK BATA MERAH PADA  
TANAH LEMPUNG TERHADAP PARAMETER KUAT  
GESER TANAH  
(*THE EFFECT OF RICE HUSK ASH ADDITION WITH  
VARIATION OF BRICK POWDER ON CLAY TOWARD  
SHEAR STRENGTH PARAMETERS*)**

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



**Apsa Al Hazzi**

**15511187**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2021**

## TUGAS AKHIR

# PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI DENGAN VARIASI SERBUK BATA MERAH PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH (*THE EFFECT OF RICE HUSK ASH ADDITION WITH VARIATION OF BRICK POWDER ON CLAY TOWARD SHEAR STRENGTH PARAMETERS*)

Disusun oleh

**Apsa Al Hazzi**

**15511187**

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

Disetujui pada tanggal 28 April 2021

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

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

Penguji I

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

Penguji II

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

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 28 April 2021

Yang membuat pernyataan,



Apsa Al Hazzi

(15511187)

## LEMBAR DEDIKASI



Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang.

Alhamdulillah,

Penulis senantiasa tak henti-hentinya bersyukur atas segala rahmat dan karuniannya yang selalu mengalir untuk hambanya.

Dalam selembar kertas ini, penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih, kepada:

Papa, Mama, udo Hafez, Alm. Abang Harik, dan Habib sebagai keluarga yang senantiasa memberikan dorongan semangat lahir maupun bathin.

Bapak dan Ibu dosen yang telah menyalurkan banyak ilmunya dan menjadi orang tua kedua yang selalu membimbing dalam kesulitan.

Ulva Arsyistawa yang selalu menemani dalam setiap proses Tugas Akhir.

Teman-teman Sipil 15 seperjuangan, yang selalu mengingatkan bilamana salah, saling membantu dan menyelesaikan masalah bersama.

Dan semua rekan, kolega, dari pihak manapun yang telah banyak membantu penulis hingga seperti saat ini....tak banyak kata yang dapat penulis sampaikan, semoga apa yang penulis buat dalam karya ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi diri sendiri, namun bermanfaat juga bagi orang lain.

Terimakasih

-- \*\*\* --

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam senantiasa kita panjatkan untuk teladan dan pimpinan kita tercinta, Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga beliau, para sahabat, hingga para pengikutnya.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Progam Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini terdapat banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Hanindya Kusuma Artati S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, yang telah memberikan banyak ilmu, pengarahan dan dukungan demi terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, M.T. dan Bapak Muhammad Rifqi Abdurrozak S.T., M.Eng., selaku dosen penguji Tugas Akhir, yang telah memberikan banyak masukan, kritik maupun saran, dan memberikan evaluasi agar lebih baik di kemudian hari.
3. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Serta semua pihak yang terlibat dalam penyusun Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, hal ini disebabkan karena keterbatasan pengetahuan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan ini

dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi insan Teknik Sipil khususnya dan semua pihak pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 28 April 2021

Apsa Al Hazzi

15511187



## DAFTAR ISI

|  |       |
|--|-------|
| HALAMAN JUDUL  | i     |
| LEMBAR PENGESAHAN  | ii    |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI                                | iii   |
| LEMBAR DEDIKASI  | iv    |
| KATA PENGANTAR   | v     |
| DAFTAR ISI   | vii   |
| DAFTAR TABEL   | x     |
| DAFTAR GAMBAR  | xiii  |
| DAFTAR LAMPIRAN  | xv    |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN                              | xviii |
| ABSTRAK  | xx    |
| <i>ABSTRACT</i>  | xxi   |
| BAB I PENDAHULUAN  | 1     |
| 1.1 Latar Belakang                                       | 1     |
| 1.2 Rumusan Masalah                                      | 2     |
| 1.3 Tujuan Penelitian                                    | 3     |
| 1.4 Manfaat Penelitian                                   | 3     |
| 1.5 Batasan Penelitian                                   | 3     |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA                                  | 5     |
| 2.1 Tinjauan Umum  | 5     |
| 2.2 Penelitian Terdahulu                                 | 5     |
| 2.3 Keaslian Penelitian                                  | 7     |
| 2.4 Persamaan dan Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya | 10    |
| BAB III LANDASAN TEORI                                   | 11    |
| 3.1 Tanah  | 11    |
| 3.1.1 Pengertian Tanah                                   | 11    |
| 3.1.2 Komponen Tanah                                     | 11    |
| 3.2 Klasifikasi Tanah                                    | 12    |
| 3.2.1 <i>USCS (Unified Soil Classification System)</i>   | 12    |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 3.2.2  | <i>AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials Classification)</i> | 13 |
| 3.3  | Batas Konsistensi   | 15 |
| 3.3.1  | Batas Cair ( <i>Liquid Limit</i> )  | 15 |
| 3.3.2  | Batas Plastis ( <i>Plastic Limit</i> )  | 16 |
| 3.3.3  | Batas Susut ( <i>Shrinkage Limit</i> )  | 16 |
| 3.3.4  | Indeks Plastisitas ( <i>Plasticity Index</i> )  | 17 |
| 3.4  | Stabilisasi Tanah   | 17 |
| 3.5  | Tanah Lempung   | 18 |
| 3.6  | Potensi Pengembangan Tanah  | 19 |
| 3.7  | Abu Sekam Padi ( <i>Rice Husk Ash</i> )   | 21 |
| 3.8  | Bata Merah  | 21 |
| 3.9  | Pemadatan Tanah ( <i>Standard Proctor</i> )   | 22 |
| 3.10   | Kuat Geser Tanah  | 23 |
| 3.10.1                                       | Pengujian Geser Langsung  | 24 |
| 3.10.2                                       | Pengujian Triaksial UU ( <i>Unconsolidated Undrained</i> )  | 27 |
| <b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>              |   | 29 |
| 4.1  | Metode Penelitian   | 29 |
| 4.2  | Lokasi Penelitian   | 30 |
| 4.3  | Bahan Penelitian  | 30 |
| 4.4  | Peralatan Penelitian  | 30 |
| 4.5  | Prosedur Penelitian   | 30 |
| 4.6  | Variasi dan Jumlah Sampel Penelitian  | 31 |
| 4.7  | Bagan Alir Penelitian   | 34 |
| <b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> |   | 36 |
| 5.1  | Hasil Penelitian  | 36 |
| 5.1.1  | Pengujian Kadar Air   | 36 |
| 5.1.2  | Pengujian Berat Jenis   | 37 |
| 5.1.3  | Pengujian Berat Volume  | 38 |
| 5.1.4  | Pengujian Analisa Saringan  | 38 |
| 5.1.5  | Pengujian Batas-Batas Konsistensi ( <i>Atteberg Limit</i> )                                       | 43 |
| 5.1.6  | Pengujian Pemadatan Tanah ( <i>Standard Proctor</i> )   | 49 |



|  |    |
|--|----|
| 5.1.7 Pengujian Geser Langsung ( <i>Direct Shear Test</i> )      | 53 |
| 5.1.8 Pengujian Triaksial UU ( <i>Unconsolidated Undrained</i> ) | 58 |
| 5.2 Pembahasan   | 64 |
| 5.2.1 Tanah Asli   | 64 |
| 5.2.2 Tanah dengan Penambahan Bahan Tambah                       | 71 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN                                      | 80 |
| 6.1 Kesimpulan   | 80 |
| 6.2 Saran  | 81 |
| DAFTAR PUSTAKA   | 82 |



## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya Dengan Penelitian Yang Dilakukan | 8  |
| Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah <i>USCS</i>                                | 13 |
| Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi Tanah <i>AASHTO</i>                              | 14 |
| Tabel 3.3 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah                            | 17 |
| Tabel 3.4 Hubungan Indeks Plastisitas Terhadap Potensial Pengembangan         | 20 |
| Tabel 3.5 Kandungan Unsur Dalam Abu Sekam Padi                                | 21 |
| Tabel 4.1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel                                   | 32 |
| Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air   | 36 |
| Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Jenis   | 37 |
| Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume  | 38 |
| Tabel 5.4 Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 1                           | 39 |
| Tabel 5.5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 2                           | 39 |
| Tabel 5.6 Hasil Pengujian Analisa Saringan Rata-Rata                          | 40 |
| Tabel 5.7 Hasil Uji Hidrometer Sampel 1                                       | 41 |
| Tabel 5.8 Hasil Uji Hidrometer Sampel 2                                       | 41 |
| Tabel 5.9 Hasil Uji Hidrometer Rata-Rata                                      | 41 |
| Tabel 5.10 Persentase Fraksi Butiran Tanah                                    | 43 |
| Tabel 5.11 Kadar Air Pengujian Batas Cair Sampel 1                            | 44 |
| Tabel 5.12 Kadar Air Pengujian Batas Cair Sampel 2                            | 44 |
| Tabel 5.13 Kadar Air Pengujian Batas Plastis Sampel 1                         | 44 |
| Tabel 5.14 Kadar Air Pengujian Batas Plastis Sampel 2                         | 45 |
| Tabel 5.15 Rekapitulasi Kadar Air Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis      | 46 |
| Tabel 5.16 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 1                               | 47 |
| Tabel 5.17 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 2                               | 47 |
| Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas-Batas Konsistensi               | 48 |
| Tabel 5.19 Penambahan Air Sampel Tanah 1                                      | 49 |
| Tabel 5.20 Penambahan Air Sampel Tanah 2                                      | 49 |

|  |    |
|--|----|
| Tabel 5.21 Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Sampel 1  | 50 |
| Tabel 5.22 Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Sampel 2  | 51 |
| Tabel 5.23 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Rata-Rata                                      | 53 |
| Tabel 5.24 Tegangan Normal dan Tegangan Geser Maksimum Uji Geser<br>Langsung Tanah Asli Sampel 1       | 54 |
| Tabel 5.25 Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli                                      | 55 |
| Tabel 5.26 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Dengan Bahan Tambah<br>dan Waktu Pemeraman 1 Hari | 56 |
| Tabel 5.27 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Dengan Bahan Tambah<br>dan Waktu Pemeraman 3 Hari | 56 |
| Tabel 5.28 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Dengan Bahan Tambah<br>dan Waktu Pemeraman 7 Hari | 57 |
| Tabel 5.29 Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung   | 57 |
| Tabel 5.30 Tegangan Deviator dan Tegangan Utama Pengujian Triaksial Tanah<br>Asli                      | 59 |
| Tabel 5.31 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli  | 60 |
| Tabel 5.32 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah dan<br>Waktu Pemeraman 1 Hari   | 61 |
| Tabel 5.33 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah dan<br>Waktu Pemeraman 3 Hari   | 61 |
| Tabel 5.34 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah dan<br>Waktu Pemeraman 7 Hari   | 62 |
| Tabel 5.35 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU   | 62 |
| Tabel 5.36 Rekapitulasi Hasil Pengujian Propertis Tanah  | 65 |
| Tabel 5.37 Hasil Klasifikasi Tanah Metode <i>AASHTO</i>  | 66 |
| Tabel 5.38 Klasifikasi Tanah Asli Metode <i>USCS</i>   | 67 |
| Tabel 5.39 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Sistem <i>USCS</i>   | 68 |
| Tabel 5.40 Klasifikasi Derajat Ekspansif Tanah Asli  | 70 |
| Tabel 5.41 Nilai Kohesi Uji Geser Langsung dan Triaksial Tanah Asli                                    | 71 |
| Tabel 5.42 Nilai Sudut Geser Dalam Uji Geser Langsung dan Triaksial Tanah<br>Asli                      | 71 |

|   |    |
|---|----|
| Tabel 5.43 Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Geser Langsung            | 72 |
| Tabel 5.44 Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Triaksial UU              | 72 |
| Tabel 5.45 Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam pada Uji Geser Langsung | 74 |
| Tabel 5.46 Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam pada Uji Triaksial UU   | 74 |
| Tabel 5.47 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Geser Langsung                 | 76 |
| Tabel 5.48 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi Dalam pada Uji Triaksial UU             | 76 |
| Tabel 5.49 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam pada Uji Geser Langsung      | 78 |
| Tabel 5.50 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam pada Uji Triaksial UU        | 78 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 3.1 Batas-Batas Atterberg   | 15 |
| Gambar 3.2 Grafik Penentuan Batas Cair   | 16 |
| Gambar 3.3 Grafik Hasil Pengujian Standard Proctor   | 23 |
| Gambar 3.4 Kriteria Keruntuhan Mohr-Coulomb  | 24 |
| Gambar 3.5 Sketsa Alat Uji Geser Langsung  | 25 |
| Gambar 3.6 Skema Tanah Setelah Tergeser Pada Uji Geser Langsung  | 25 |
| Gambar 3.7 Grafik Hasil Pengujian Geser Langsung   | 26 |
| Gambar 3.8 Sketsa Alat Uji Triaksial   | 27 |
| Gambar 3.9 Lingkaran Mohr dan Garis Kegagalan  | 28 |
| Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian   | 34 |
| Gambar 5.1 Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah   | 42 |
| Gambar 5.2 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1  | 45 |
| Gambar 5.3 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 2  | 46 |
| Gambar 5.4 Grafik Pengujian <i>Standar Proctor</i> Sampel 1  | 51 |
| Gambar 5.5 Grafik Pengujian <i>Standar Proctor</i> Sampel 2  | 52 |
| Gambar 5.6 Grafik Hubungan Tegangan Geser dan Regangan Tanah Asli<br>Pengujian Geser Langsung Sampel 1                     | 54 |
| Gambar 5.7 Grafik Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1   | 55 |
| Gambar 5.8 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Pengujian Triaksial UU<br>Tanah Asli Sampel 1                             | 59 |
| Gambar 5.9 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli Sampel 1 Pada Pengujian<br>Triaksial UU  | 60 |
| Gambar 5.10 Grafik Karakteristik Tanah Asli Metode <i>USCS</i>   | 68 |
| Gambar 5.11 Diagram Klasifikasi Potensi Pengembangan Tanah Asli  | 69 |
| Gambar 5.12 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi<br>pada Uji Geser Langsung dan Triaksial            | 73 |
| Gambar 5.13 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Sudut<br>Geser Dalam pada Uji Geser Langsung dan Triaksial | 75 |

Gambar 5.14 Grafik Pengaruh Masa Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Geser Langsung dan Triaksial 77

Gambar 5.15 Grafik Pengaruh Masa Pemeraman Terhadap Nilai Sudut Geser Langsung pada Uji Geser Langsung dan Triaksial 79



## DAFTAR LAMPIRAN

|   |     |
|---|-----|
| Lampiran 1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli                                 | 85  |
| Lampiran 2 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli                              | 86  |
| Lampiran 3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli                               | 87  |
| Lampiran 4 Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 1                            | 88  |
| Lampiran 5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 2                            | 89  |
| Lampiran 6 Hasil Pengujian Hidrometer Tanah Asli Sampel 1                       | 90  |
| Lampiran 7 Hasil Pengujian Hidrometer Tanah Asli Sampel 2                       | 91  |
| Lampiran 8 Grafik Hasil Pengujian Analisa Butiran Tanah Asli Rata-Rata          | 92  |
| Lampiran 9 Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan Tanah                            | 93  |
| Lampiran 10 Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Asli<br>Sampel 1 | 94  |
| Lampiran 11 Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Asli<br>Sampel 2 | 95  |
| Lampiran 12 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1 dan Sampel 2             | 96  |
| Lampiran 13 Data Awal Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 1                 | 97  |
| Lampiran 14 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 1                     | 98  |
| Lampiran 15 Data Awal Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 2                 | 99  |
| Lampiran 16 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 2                     | 100 |
| Lampiran 17 Hasil Pengujian <i>Standard Proctor</i> Tanah Asli Sampel 1         | 101 |
| Lampiran 18 Hasil Pengujian <i>Standard Proctor</i> Tanah Asli Sampel 2         | 103 |
| Lampiran 19 Grafik Hasil Pengujian <i>Standard Proctor</i> Tanah Asli Sampel 1  | 105 |
| Lampiran 20 Grafik Hasil Pengujian <i>Standard Proctor</i> Tanah Asli Sampel 2  | 106 |
| Lampiran 21 Data Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1                   | 107 |
| Lampiran 22 Hasil Uji Geser Langsung Beban 1 kg Tanah Asli Sampel 1             | 108 |
| Lampiran 23 Hasil Uji Geser Langsung Beban 2 kg Tanah Asli Sampel 1             | 109 |
| Lampiran 24 Hasil Uji Geser Langsung Beban 3 kg Tanah Asli Sampel 1             | 110 |
| Lampiran 25 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1                       | 111 |
| Lampiran 26 Data Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 2                   | 112 |

|  |     |
|--|-----|
| Lampiran 27 Hasil Uji Geser Langsung Beban 1 kg Tanah Asli Sampel 2                            | 113 |
| Lampiran 28 Hasil Uji Geser Langsung Beban 2 kg Tanah Asli Sampel 2                            | 114 |
| Lampiran 29 Hasil Uji Geser Langsung Beban 3 kg Tanah Asli Sampel 2                            | 115 |
| Lampiran 30 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli Sampel 2                                      | 116 |
| Lampiran 31 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli   | 117 |
| Lampiran 32 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%<br>+ SBM 1% Masa Peram 1 Hari | 118 |
| Lampiran 33 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%<br>+ SBM 1% Masa Peram 3 Hari | 119 |
| Lampiran 34 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%<br>+ SBM 1% Masa Peram 7 Hari | 120 |
| Lampiran 35 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%<br>+ SBM 3% Masa Peram 1 Hari | 121 |
| Lampiran 36 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%<br>+ SBM 3% Masa Peram 3 Hari | 122 |
| Lampiran 37 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%<br>+ SBM 3% Masa Peram 7 Hari | 123 |
| Lampiran 38 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%<br>+ SBM 5% Masa Peram 1 Hari | 124 |
| Lampiran 39 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%<br>+ SBM 5% Masa Peram 3 Hari | 125 |
| Lampiran 40 Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%<br>+ SBM 5% Masa Peram 7 Hari | 126 |
| Lampiran 41 Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung  | 127 |
| Lampiran 42 Data Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1                                    | 129 |
| Lampiran 43 Hasil Uji Triaksial UU Beban 0,5 kg/ cm <sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 1           | 130 |
| Lampiran 44 Hasil Uji Triaksial UU Beban 1 kg/ cm <sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 1             | 131 |
| Lampiran 45 Hasil Uji Triaksial UU Beban 1,5 kg/ cm <sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 1           | 132 |
| Lampiran 46 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli Sampel 1  | 133 |
| Lampiran 47 Data Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Sampel 2                                    | 134 |
| Lampiran 48 Hasil Uji Triaksial UU Beban 0,5 kg/ cm <sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 2           | 135 |



|   |     |
|---|-----|
| Lampiran 49 Hasil Uji Triaksial UU Beban 1 kg/cm <sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 2   | 136 |
| Lampiran 50 Hasil Uji Triaksial UU Beban 1,5 kg/cm <sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 2 | 137 |
| Lampiran 51 Grafik Lingkaran Mohr Triaksial UU Tanah Asli Sampel 2                  | 138 |
| Lampiran 52 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli  | 139 |
| Lampiran 53 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%                        |     |
| + SBM 1% Masa Peram 1 Hari  | 140 |
| Lampiran 54 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%                        |     |
| + SBM 1% Masa Peram 3 Hari  | 141 |
| Lampiran 55 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%                        |     |
| + SBM 1% Masa Peram 7 Hari  | 142 |
| Lampiran 56 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%                        |     |
| + SBM 3% Masa Peram 1 Hari  | 143 |
| Lampiran 57 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%                        |     |
| + SBM 3% Masa Peram 3 Hari  | 144 |
| Lampiran 58 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%                        |     |
| + SBM 3% Masa Peram 7 Hari  | 145 |
| Lampiran 59 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%                        |     |
| + SBM 5% Masa Peram 1 Hari  | 146 |
| Lampiran 60 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%                        |     |
| + SBM 5% Masa Peram 3 Hari  | 147 |
| Lampiran 61 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + <i>RHA</i> 5%                        |     |
| + SBM 5% Masa Peram 7 Hari  | 148 |
| Lampiran 62 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU                               | 149 |

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

### Notasi:

|                   |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| $C$               | = Kohesi                             |
| $\varphi$         | = Sudut Geser Dalam                  |
| $\gamma_d$        | = Berat Volume Tanah Kering          |
| $\gamma$          | = Berat Volume Tanah                 |
| $\gamma_{d \max}$ | = Berat Volume Tanah Kering Maksimum |
| $W_{opt}$         | = Kadar Air Optimum                  |
| $W_w$             | = Berat Air                          |
| $W_s$             | = Berat Tanah Kering                 |
| $W$               | = Berat                              |
| $V$               | = Volume                             |
| $G_s$             | = Berat Jenis                        |
| $t^{\circ}C$      | = Suhu dalam Celcius                 |
| $C_u$             | = Koefisien Seragam                  |
| $C_c$             | = Koefisien Gradasi                  |
| $W_1$             | = Berat Cawan                        |
| $W_2$             | = Berat Tanah Basah + Cawan          |
| $W_3$             | = Berat Tanah Kering + Cawan         |
| $n$               | = Jumlah Pukulan                     |
| $\sigma_1$        | = Tegangan utama                     |
| $\sigma_3$        | = Tegangan sel                       |
| $\Delta\sigma_1$  | = Tegangan deviator                  |
| $\varphi$         | = Sudut geser dalam                  |
| $P$               | = Gaya normal                        |
| $A$               | = Luas penampang                     |

**Singkatan:**

|               |   |
|---------------|---|
| <i>AASHTO</i> | = <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i> |
| <i>USCS</i>   | = <i>Unified Soil Classification System</i>                                 |
| <i>MDD</i>    | = <i>Maximum Dry Density</i>  |
| <i>OMC</i>    | = <i>Optimum Moisture Content</i>   |
| <i>LL</i>     | = <i>Liquid Limit</i>   |
| <i>PL</i>     | = <i>Plastic Limit</i>  |
| <i>IP</i>     | = <i>Indeks Plasticity</i>  |
| <i>SL</i>     | = <i>Shrinkage Limit</i>  |
| <i>UU</i>     | = <i>Unconsolidated Undrained</i>   |
| <i>TA</i>     | = Tanah Asli  |
| <i>RHA</i>    | = Abu Sekam Padi  |
| <i>SBM</i>    | = Serbuk Bata Merah   |
| <i>S</i>      | = Potensi Pengembangan Tanah  |

## ABSTRAK

Kondisi tanah di Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta ditemukan banyak titik retakan dan tanah bergelombang. Salah satu faktor yang mengindikasikan permasalahan tersebut dapat terjadi karena kondisi tanah tersebut memiliki tingkat kuat geser yang rendah sehingga perlu dilakukan perbaikan, salah satu cara perbaikan tanah yaitu dengan melakukan stabilisasi. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan bahan stabilisasi abu sekam dan serbuk bata merah dengan persentase kadar tertentu terhadap parameter kuat geser tanahnya.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap kuat geser tanah dengan melakukan pengujian geser langsung dan pengujian triaksial UU guna mendapatkan nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) dengan kadar bahan tambah abu sekam padi sebesar 5% dan serbuk bata merah sebesar 1%, 3%, dan 5% terhadap berat kering sampel tanah dengan masa pemeraman selama 1, 3, dan 7 hari.

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa penambahan abu sekam padi dan serbuk bata merah sangat mempengaruhi kuat geser tanah. Nilai parameter kuat geser tanah selalu mengalami peningkatan bersamaan dengan penambahan kadar bahan tambah dan lama masa pemeraman. Peningkatan nilai kohesi dan sudut geser dalam tertinggi terhadap tanah asli terjadi pada kadar serbuk bata merah 5% dengan masa pemeraman 7 hari.

**Kata Kunci:** Serbuk Bata Merah, Kohesi, Sudut Geser Dalam

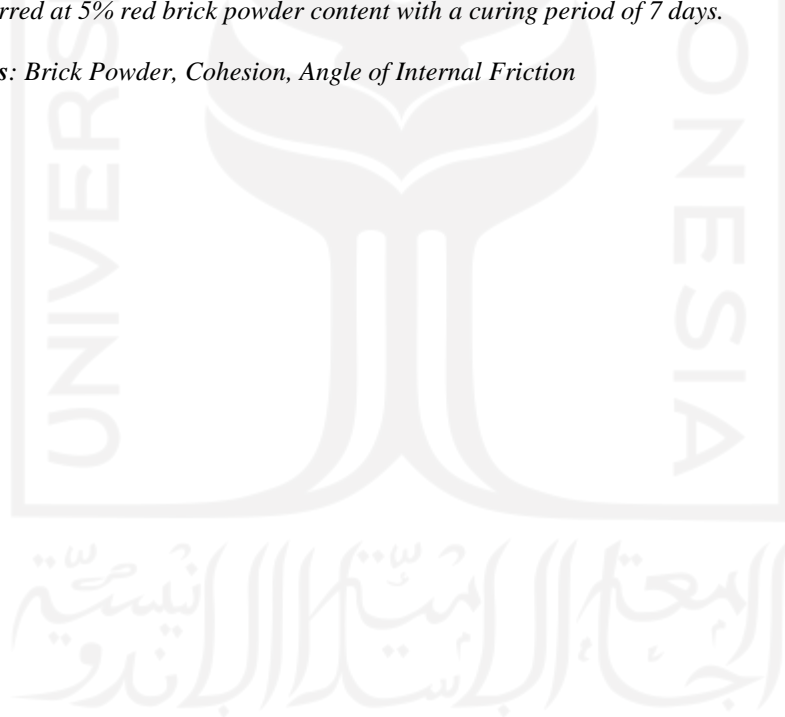
## **ABSTRACT**

*Soil conditions in the village of Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Yogyakarta Special Region found many crack points and undulating soil. One of the factors that indicates that this problem can occur is because the soil condition has a low level of shear strength so that it needs to be repaired, one way of improving the soil is by stabilizing it. This research was conducted with the aim of knowing how much influence the addition of rice husk ash and red brick powder stabilization with a certain percentage of levels on the soil shear strength parameter.*

*In this study, the shear strength of the soil was tested by conducting direct shear testing and triaxial UU testing in order to obtain the cohesion value ( $c$ ) and the inner angle of shear ( $\phi$ ) with the added material content of rice husk ash by 5% and red brick powder by 1%, 3%, and 5% of the dry weight of soil samples with curing periods of 1, 3, and 7 days.*

*From the research that has been done, it can be concluded that the addition of rice husk ash and red brick powder greatly affects the shear strength of the soil. The value of the soil shear strength parameter always increases along with the addition of added material content and the curing period. The highest increase in the value of cohesion and internal shear angle to the original soil occurred at 5% red brick powder content with a curing period of 7 days.*

**Keywords:** *Brick Powder, Cohesion, Angle of Internal Friction*



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

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 ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

Dalam bidang teknik sipil, tanah mempunyai pengaruh besar terhadap segala jenis bangunan yang berada di atasnya, oleh karena itu tanah menjadi suatu komponen yang perlu mendapat perhatian khusus dalam melakukan perencanaan konstruksi. Kondisi iklim di Indonesia yang mengalami musim penghujan dan kemarau, maka berpotensi besar terjadi perubahan kadar air dimulai dari optimum sampai minimum.

Ketika musim kemarau tanah mengalami penyusutan, kadar air rendah, daya dukung tinggi, dan kekuatan gesernya tinggi, namun pada musim penghujan terjadi pengembangan, kadar air tinggi, daya dukung rendah dan kekuatan gesernya rendah. Bila suatu konstruksi dibangun diatas tanah lempung maka akan terjadi berbagai kerusakan seperti terjadinya retakan dan gelombang pada perkerasan jalan, retak pada dinding bangunan, tanah amblas dan lain sebagainya.

Salah satu jenis tanah yang sering menjadi masalah dalam suatu proyek konstruksi adalah tanah lempung yang memiliki sifat kohesif. Menurut Gustin (2017) tanah lempung dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu lempung non ekspansif dan lempung ekspansif. Tanah lempung ekspansif merupakan tanah yang mempunyai sifat kembang susut yang besar. Besar pengembangan dan penyusutan pada tanah lempung ekspansif biasanya tidak rata dari satu titik ke titik yang lain, sehingga menyebabkan terjadinya perbedaan ketinggian dari permukaan yang semula rata menjadi tidak rata, serta akan berakibat kerusakan pada struktur diatasnya, oleh karena itu untuk menangani permasalahan pada tanah tersebut salah

satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan stabilisasi tanah menggunakan bahan tambah (*additive*).

Permasalahan pada tanah dari Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu kondisi tanah ditemukan banyak titik retakan dan tanah bergelombang serta terjadinya retakan pada dinding bangunan akibat dari penurunan tanah yang berlebihan dan tidak seragam. Salah satu faktor yang mengindikasikan permasalahan tersebut dapat terjadi karena kondisi tanah lempung di daerah tersebut memiliki tingkat kuat geser yang rendah. Kuat geser yang rendah mengakibatkan terbatasnya beban yang dapat bekerja di atasnya. Melihat dari kondisi tanah tersebut perlu dilakukan upaya perbaikan, salah satu caranya yaitu dengan melakukan stabilisasi. Pada penelitian kali ini stabilisasi dilakukan dengan menggunakan bahan tambah abu sekam padi dan serbuk bata merah pada jenis tanah lempung terhadap parameter kuat geser.

Abu sekam padi dipilih karena dalam Widhiarto dkk (2015) menyatakan bahwa abu sekam padi banyak mengandung silika dan material pozzolan karena mengandung unsur kapur bebas yang dapat mengeras dengan sendirinya, disamping mengandung unsur aluminium dioksida yang keduanya merupakan unsur-unsur yang mudah bereaksi dengan kapur.

Serbuk bata merah juga dipilih karena limbah bata merah banyak dijumpai pada pembangunan rumah sederhana atau sejenisnya. Serbuk bata merah mengandung senyawa silika dan alumina yang dalam bentuk halus. Kandungan silika pada kedua bahan tambah tersebut diharap mampu memperbaiki sifat tanah.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan yang diteliti sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik sampel tanah dari Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta?
2. Bagaimana pengaruh penambahan kadar abu sekam padi dan variasi kadar serbuk bata merah terhadap parameter kuat geser tanah?

3. Berapa persentase kadar serbuk bata merah yang memberikan pengaruh paling besar terhadap kuat geser tanah dari hasil pengujian?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik sampel tanah dari Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Mengetahui pengaruh penambahan kadar abu sekam padi dan variasi kadar serbuk bata merah terhadap parameter kuat geser tanah.
3. Mengetahui persentase kadar serbuk bata merah yang memberikan pengaruh paling besar terhadap kuat geser tanah dari hasil pengujian.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik tanah pada lokasi pengambilan sampel.
2. Mengetahui tentang penggunaan abu sekam padi dan serbuk bata merah sebagai salah satu bahan stabilisasi yang dapat diaplikasikan di lapangan.
3. Dapat menjadi referensi pemanfaatan limbah abu sekam padi dan bata merah sebagai bahan stabilisasi tanah dengan kadar tertentu

### **1.5 Batasan Penelitian**

Adapun batasan penelitian yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir adalah sebagai berikut.

1. Tanah yang digunakan adalah tanah lempung ekspansif dari Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah terganggu (*disturbed*).
3. Penelitian hanya berdasarkan sifat fisik dan sifat mekanik tanah asli, tidak menganalisis unsur kimia tanah asli dengan campuran abu sekam padi dan serbuk bata merah.



4. Percobaan dilakukan pada:
  - a. tanah asli tanpa bahan tambah
  - b. tanah asli + 5% abu sekam padi + 1% serbuk bata merah
  - c. tanah asli + 5% abu sekam padi + 3% serbuk bata merah
  - d. tanah asli + 5% abu sekam padi + 5% serbuk bata merah
5. Masa pemeraman yang dilakukan pada tanah campuran adalah 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.
6. Pengujian yang dilakukan untuk tanah asli adalah sebagai berikut:
  - a. Pengujian propertis tanah
    - 1) Uji kadar air
    - 2) Uji berat jenis
    - 3) Uji berat volume
  - b. Pengujian Analisa Granuler
    - 1) Uji Analisa saringan
    - 2) Uji Analisa hidrometer
  - c. Pengujian batas-batas konsistensi
    - 1) Uji batas cair
    - 2) Uji batas plastis
    - 3) Uji batas susut
  - d. Pengujian pemadatan tanah (*standard proctor*)
  - e. Pengujian geser langsung (*direct shear test*)
  - f. Pengujian triaksial UU (*triaxial Unconsolidated Undrained*)
7. Kadar air yang digunakan pada uji triaksial dan uji geser langsung menggunakan kadar air optimum dari hasil uji proktor standar.
8. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tinjauan Umum**

Stabilisasi tanah secara umum merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah. Apabila tanah yang terdapat di lapangan bersifat lepas, kualitas tanah yang tidak bagus, lapisan tanah yang kurang stabil, kapasitas dukung yang rendah atau tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut perlu dilakukan stabilisasi.

Menurut Panguriseng (2001) stabilisasi tanah adalah suatu metode yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan daya dukung suatu lapisan tanah, dengan cara memberikan perlakuan (*treatment*) khusus terhadap lapisan tanah tersebut.

Penelitian mengenai stabilisasi tanah menggunakan bahan tambah dan pengaruh terhadap kuat geser tanah sebelumnya sudah pernah dilakukan. Penelitian-penelitian tersebut dapat dijadikan referensi untuk penelitian yang dilakukan.

### **2.2 Penelitian Terdahulu**

Penelitian mengenai stabilisasi tanah dengan metode perbaikan tanah secara kimiawi telah banyak dilakukan, misalnya dengan menggunakan kapur dan abu sekam padi. Banyak faktor yang mempengaruhi tingkat keberhasilan dari stabilisasi yang dilakukan, namun secara umum hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang cukup baik.

Abu sekam padi dipilih sebagai bahan tambah stabilisasi karena menurut Widhiarto dkk (2015) abu sekam padi banyak mengandung silika dan material pozzolan karena mengandung unsur kapur bebas yang dapat mengeras dengan sendirinya, disamping mengandung unsur aluminium dioksida yang keduanya merupakan unsur-unsur yang mudah bereaksi dengan kapur.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pramesthi (2017) dengan melakukan stabilisasi menggunakan abu sekam padi dengan persentase 5%, 10%, dan 15% terhadap berat kering sampel, menunjukkan bahwa penambahan kadar abu sekam padi setelah 5% berdampak pada penurunan kohesi dan sudut geser dalam pada sampel tanah lempung. Penelitian ini juga melihat semakin bertambahnya masa pemeraman maka meningkatkan nilai kohesi dan sudut geser dalam. Nilai kohesi dan sudut geser dalam tertinggi terjadi pada campuran tanah dengan abu sekam padi 5% nilai kohesi sebesar  $2,1 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai sudut geser dalam sebesar  $15,38^0$ . Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hermirianda (2018) juga menyatakan bahwa pada campuran abu sekam padi 5% memberi pengaruh besar terhadap peningkatan nilai CBR dan permeabilitas tanah serta menurunkan nilai pengembangan tanah. Berdasarkan Jimmyanto (2014) yang melakukan penelitian stabilisasi dengan bahan tambah abu sekam dan limbah plastik menunjukkan bahwa dengan penambahan bahan tersebut mampu menaikkan kohesi dan sudut geser dalam. Hasil dari pengujian tersebut menunjukkan nilai kohesi terbesar terjadi pada campuran tanah dengan 1 % kantong plastik dan 1% abu sekam padi sebesar  $0,582 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai sudut geser maksimum yaitu pada campuran tanah dan 2 % kantong plastik dan 2% abu sekam padi sebesar  $10,507^0$ . Pada campuran tanah dengan 1% kantong plastik dan 1% abu sekam padi terbukti mampu meningkatkan nilai kuat geser tanah sebesar 67,57% dari nilai kuat geser tanah asli. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa setiap penambahan kantong plastik dan abu sekam padi cenderung dapat meningkatkan parameter kuat geser tanah pada tanah lempung lunak. Abdurrozak dan Mufti (2017) juga melakukan pengujian dengan menggunakan abu sekam padi terhadap nilai CBR dan pengembangan tanah. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai CBR pada campuran Abu sekam padi 3% + kapur 4% yang memberikan kenaikan CBR sebesar 212%. Pada pengembangan tanah asli sebesar 4,8% menjadi 0,032% pada campuran tanah asli + ASP 7% + kapur 4%.

Serbuk bata merah dipilih sebagai variasi bahan tambah karena banyak ditemukannya limbah bata merah terutama pada pembangunan rumah sederhana atau sejenisnya. Serbuk bata merah memiliki gradasi seperti pasir, bahkan bisa

dikatakan sebagai pasir buatan yang memiliki tingkat kekerasan yang cukup sehingga pada zaman dulu bahan serbuk batu bata sering digunakan sebagai bahan adukan atau mortar. Menurut penelitian yang dilakukan Firdaus dan Fauziah (2018) yang berjudul Pengaruh Penambahan Abu Gunung Vulkanik dan Serbuk Bata Merah Terhadap Nilai *CBR*, Kembang Susut, dan Permeabilitas Tanah Lempung, dimana stabilisasi tersebut menggunakan serbuk bata merah sebagai bahan tambah. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa persentase paling optimum untuk mendapatkan nilai *CBR* maksimal yaitu pada campuran tanah dengan abu gunung vulkanik 5% dan serbuk bata merah 3%. Pada kadar tersebut, didapatkan nilai *CBR Soaked* dan *CBR Unsoaked* tertinggi serta nilai swelling terendah. Walaupun pada pengujian permeabilitas nilai koefisien terendah terjadi pada kadar 7% serbuk bata merah, namun dengan penambahan 3% serbuk bata merah saja sudah mampu menurunkan nilai koefisien permeabilitas dari tanah lempung.

### 2.3 Keaslian Penelitian

Berdasarkan tinjauan dari penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan, penelitian mengenai pengaruh penambahan abu sekam padi dan variasi serbuk bata merah pada tanah lempung terhadap parameter kuat geser tanah belum pernah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan tinjauan pustaka yang diperoleh dari penelitian-penelitian sebelumnya maka bisa disimpulkan hasilnya yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya Dengan Penelitian Yang Dilakukan**

| Parameter | Prameshti (2017)   | Jimmyanto (2014)   | Hermirianda (2018)  | Abdurrozak dan Mufti (2017)  | Firdaus dan Fauziah (2018)   | Peneliti (2020)  |
|-----------|--|--|---|--|--|--|
| Judul     | Studi Laboratorium Pengaruh Variasi Campuran Abu Sekam Padi Terhadap Nilai Uji Triaksial UU Pada Tanah Lempung | Pengaruh Sampah Plastik dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Lunak.                | Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Dan Abu Sekam Padi Terhadap Nilai <i>CBR</i> , <i>Swelling</i> Dan Nilai Permeabilitas Tanah Lempung | Stabilisasi Tanah Lempung dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi dan Kapur pada <i>Subgrade</i> Perkerasan Jalan | Pengaruh Penambahan Abu Gunung Vulkanik dan Serbuk Bata Merah Terhadap Nilai <i>CBR</i> , Kembang Susut, dan Permeabilitas Tanah Lempung | Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Dengan Variasi Serbuk Bata Merah Pada Tanah Lempung Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah |
| Masalah   | Mengetahui pengaruh penambahan bahan tambah pada:<br>1. Nilai Kohesi<br>2. Nilai Sudut Geser Dalam             | Mengetahui pengaruh penambahan bahan tambah pada:<br>1. Nilai Kohesi<br>2. Nilai Sudut Geser Dalam | Mengetahui pengaruh penambahan bahan tambah pada:<br>1. Nilai <i>CBR</i><br>2. Nilai <i>Swelling</i><br>3. Nilai Permeabilitas          | Mengetahui pengaruh penambahan bahan tambah pada:<br>1. Nilai <i>CBR</i><br>2. Nilai <i>Swelling</i>         | Mengetahui pengaruh penambahan bahan tambah pada:<br>1. Nilai <i>CBR</i><br>2. Nilai <i>Swelling</i><br>3. Nilai Permeabilitas           | Mengetahui pengaruh penambahan bahan tambah pada:<br>1. Nilai Kohesi<br>2. Nilai Sudut Geser Dalam                         |

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya Dengan Penelitian Yang Dilakukan**

| Parameter        | Prameshti (2017)   | Jimmyanto (2014)   | Hermirianda (2018)   | Abdurrozak dan Mufti (2017)  | Firdaus dan Fauziah (2018)  | Peneliti (2020)  |
|------------------|--|--|--|--|---|--|
| Bahan Tambah     | Abu sekam padi   | 1. Abu sekam padi<br>2. Limbah plastik   | 1. Abu sekam padi<br>2. Limbah plastik   | 1. Abu sekam padi<br>2. Kapur  | 1. Abu gunung vulkanik<br>2. Serbuk bata merah  | 1. Abu sekam padi<br>2. Serbuk bata merah  |
| Hasil Penelitian | Peningkatan nilai parameter kuat geser tanah pada pengujian triaksial UU terjadi pada campuran tanah + abu sekam padi 5% dengan nilai kohesi 2,1 kg/cm <sup>2</sup> dan sudut geser dalam 15,38 <sup>0</sup> | Nilai kohesi terbesar yaitu pada campuran tanah dengan 1 % kantong plastik dan 1% abu sekam padi sebesar 0,582 kg/cm <sup>2</sup> dan nilai sudut geser maksimum yaitu pada campuran tanah dan 2 % kantong plastik dan 2% abu sekam padi sebesar 10,507 <sup>0</sup> . | Penambahan abu sekam padi dan plastik serta lama masa pemeraman dapat meningkatkan nilai <i>CBR</i> dan nilai permeabilitas tanah lempung serta menurunkan nilai <i>Swelling</i> pada tanah lempung. | Kenaikan nilai <i>CBR</i> pada campuran ASP 3% + Kapur 4% yang memberikan kenaikan <i>CBR</i> sebesar 212%. Pada pengembangan tanah asli sebesar 4,8% menjadi 0,032% pada campuran tanah asli + ASP 7% + kapur 4%. | Pada kadar abu gunung vulkanik 5% dan serbuk bata merah 5%, nilai <i>CBR Unsoaked</i> tanah asli 6,8% menjadi 13,578%. Nilai <i>CBR Soaked</i> tanah asli 1,588% menjadi 2,133%. Penurunan nilai kembang susut tanah asli 4,032 % menjadi 3,502%. | Penambahan abu sekam padi dan serbuk bata merah meningkatkan nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam seiring dengan penambahan masa pemeraman |

Sumber: Prameshti (2017), Jimmyanto (2014), Hermirianda (2018), Abdurrozak dan Mufti (2017), Firdaus dan Fauziah (2018).

#### **2.4 Persamaan dan Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya**

Pada penelitian yang dilakukan penulis memiliki persamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pramesthi (2017) dimana penelitian menggunakan abu sekam padi sebesar 5% yang memberikan pengaruh baik pada nilai kuat geser tanah lempung dengan masa pemeraman 1, 3, dan 7 hari. Metode pengujian juga memiliki persamaan dengan Jimmyanto (2014) dan Pramesthi (2017) dengan melakukan pengujian triaksial UU. Kemudian perbedaan dengan penelitian terdahulu yaitu tanah yang digunakan berasal dari Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Bahan tambah yang digunakan pada penelitian yang dilakukan adalah abu sekam padi dengan persentase tetap sebesar 5% dan serbuk bata merah dengan variasi persentase 1%, 3%, dan 5% dengan waktu pemeraman selama 1, 3, dan 7 hari. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian terhadap parameter kuat geser tanah dengan melakukan pengujian geser langsung dan triaksial UU pada tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi menggunakan abu sekam padi dan serbuk bata merah.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Tanah**

##### **3.1.1 Pengertian Tanah**

Tanah secara umum 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 ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. (Das, 1995).

Menurut Menurut Bowles (1984) tanah terdiri dari satu, beberapa, atau seluruh jenis berikut:

1. Berangkal (*boulders*) merupakan potongan batuan besar yang biasanya diambil lebih besar dari 250 sampai 300 mm sedangkan untuk potongan batuan dengan ukuran sekitar 150 sampai 200 mm dinamakan kerakal (*cobbles*),
2. Kerikil (*gravel*) merupakan partikel batuan yang berukuran 5 sampai 150 mm,
3. Pasir (*sand*) merupakan partikel batuan yang berukuran 0,0074 sampai 5 mm dengan partikel kasar (5 sampai 3 mm) dan halus ( $< 1$  mm),
4. Lanau (*silt*) merupakan partikel batuan yang berukuran dari 0,002 sampai 0,074 mm,
5. Lempung (*clay*) merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm,
6. Koloid (*colloids*) merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

##### **3.1.2 Komponen Tanah**

Tanah tersusun dari tiga komponen utama yaitu bahan padat (butiran), air, dan udara. Kandungan air dalam tanah sangat mempengaruhi sifat teknis tanah sedangkan udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis atau dianggap sama



dengan nol. Pada tanah yang kering, tanah hanya terdiri dari butiran dan udara, pada tanah yang jenuh terdiri dari butiran dan air pori sedangkan pada tanah tidak jenuh terdiri dari butiran, air dan udara.

### 3.2 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah merupakan pengelompokan tanah sesuai dengan perilaku umum pada kondisi fisis tertentu berdasarkan karakteristik yang membedakan tiap jenis tanah. Klasifikasi tanah ditentukan diantaranya oleh perbandingan banyaknya fraksi-fraksi (kerikil, pasir, lanau dan lempung) serta sifat plastisitas butiran halus. Tanah yang dikelompokkan sesuai urutan berdasarkan suatu kondisi fisik tertentu bisa saja mempunyai urutan yang berbeda jika didasarkan pada kondisi fisik yang lainnya.

Das (1995) menyatakan bahwa sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi memiliki sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Pada saat ini terdapat dua jenis sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan yaitu *USCS (Unified Soil Classification System)* dan *AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)*.

#### 3.2.1 *USCS (Unified Soil Classification System)*

Menurut Hardiyatmo (2006) sistem klasifikasi *USCS* diperkenalkan oleh Cassagrande pada tahun 1942 yang kemudian disempurnakan oleh *USBR (United State Bureau of Reclamation)*. Sistem klasifikasi *USCS* mengelompokkan tanah menjadi dua kelompok utama yaitu sebagai berikut:

1. Tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) yang mempunyai persentase lolos saringan nomor 200 kurang dari 50%,
2. Tanah berbutir halus (lanau/lempung) yang mempunyai persentase lolos saringan nomor 200 lebih dari 50%.

Kelompok dan subkelompok dalam sistem klasifikasi *USCS* dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah *USCS*

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

Sumber: Hardiyatmo (2006)

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

Sistem klasifikasi AASHTO berguna untuk menentukan kualitas tanah pada perancangan timbunan jalan, *subbase*, dan *subgrade*. Sistem ini ditujukan untuk maksud-maksud dalam lingkup tersebut. AASHTO mengklasifikasikan tanah kedalam dua kelompok utama yaitu tanah granuler dan tanah berbutir halus. Tanah granuler adalah tanah yang memiliki persentase lolos saringan nomor 200 kurang dari 35% (kelompok A-1 sampai A-3). Sedangkan tanah berbutir halus merupakan tanah yang memiliki persentase lolos saringan nomor 200 lebih dari 35% (kelompok A-4 sampai A-7). Sistem AASHTO juga secara rinci membagi tanah menjadi 7 kelompok, A-1 sampai A-7 termasuk sub-sub kelompok. Rincian sistem klasifikasi AASHTO dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

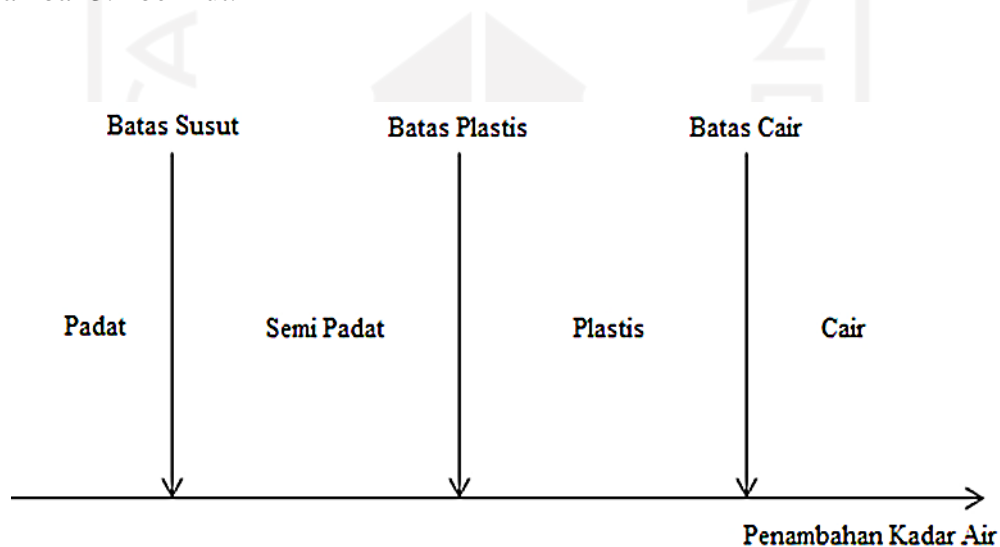
**Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO**

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

Sumber: Hardiyatmo (2010)

### 3.3 Batas Konsistensi

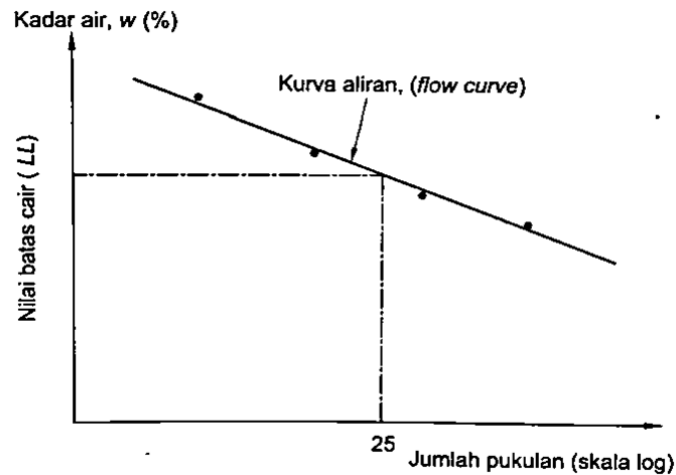
Konsistensi dapat diartikan suatu ukuran relatif dimana tanah dapat berubah bentuk. Konsistensi berhubungan erat dengan kadar air pada tanah yang menunjukkan kekentalan tanah itu. Atterberg (1911) memberikan cara untuk menggambarkan batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kadar air tanah yang bervariasi. Terdapat tiga batas konsistensi pada tanah yaitu batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*). Penggambaran letak batas konsistensi tanah ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut.



**Gambar 3.1 Batas-Batas Atterberg**  
(Sumber: Hardiyatmo, 2010)

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

Batas cair (LL) adalah kondisi dimana kadar air tanah ketika tanah mulai berubah dari keadaan plastis menjadi cair dengan batas atas dari daerah plastis. Batas cair dapat diketahui dengan melakukan uji Casagrande. Setelah dilakukan pengujian tersebut kemudian dihubungkan kadar air dengan jumlah pukulan yang didapat dari hasil pengujian menggunakan alat uji Casagrande. Selanjutnya hasil dapat digambarkan dalam bentuk grafik semi logaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 kali pukulan dengan jumlah ketukan sebagai absis pada skala log dan kadar air sebagai ordinat dengan perhitungan dalam persen skala biasa. Grafik untuk menentukan batas cair tanah dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



**Gambar 3.2 Grafik Penentuan Batas Cair**  
(Sumber: Hardiyatmo, 2010)

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

Batas plastis (PL) adalah kondisi dimana kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu presentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai timbul retak-retak rambut pada tanah ketika digulung.

### 3.3.3 Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut (SL) adalah kondisi dimana kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air ketika terjadi pengurangan kadar air tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Pada percobaan batas susut dilakukan dengan cawan porselen dengan diameter 44,4 mm dan tinggi 12,7 mm. Tanah dimasukkan ke dalam cawan susut yang sudah dilapisi pelumas kemudian dikeringkan dengan oven. Nilai batas susut dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.1 berikut.

$$SL = \left\{ \frac{V_0}{W_0} - \frac{1}{G_s} \right\} \times 100\% \quad (3.1)$$

dengan:

SL = batas susut tanah (%),

W<sub>0</sub> = berat tanah kering (gram),

V<sub>0</sub> = volume tanah kering (cm<sup>3</sup>)

G<sub>s</sub> = berat jenis (gram/cm<sup>3</sup>)

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

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih antara batas cair dengan batas plastis. Indeks plastisitas merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Nilai indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan suatu tanah. Indeks plastisitas dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.2 berikut.

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

dengan:

PI = indeks plastisitas (%)

LL = batas cair (%)

PL = batas plastis (%)

Nilai indeks plastisitas dapat menunjukkan sifat, macam tanah dan kohesinya. Batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah, dan kohesi dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

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

| <b>Indeks Plastisitas</b> | <b>Sifat</b>       | <b>Macam Tanah</b> | <b>Kohesi</b>    |
|---------------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 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: Hardiyatmo (2010)

### 3.4 Stabilisasi Tanah

Menurut Hardiyatmo (2010) stabilisasi tanah adalah suatu usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi persyaratan teknis tertentu. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dalam dua metode yaitu stabilisasi secara mekanis dan stabilisasi secara kimiawi. Stabilisasi secara mekanis dilakukan dengan cara pemadatan menggunakan alat berat ataupun mesin gilas. Stabilisasi secara kimiawi dilakukan dengan menambahkan bahan kimia seperti *Cement*

*Portland*, kapur, abu terbang, aspal dan bahan lainnya untuk memperbaiki sifat tanah yang kurang baik.

Menurut Bowles (1984) stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan berikut:

1. menambah kerapatan tanah,
2. menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi dan/atau tahanan yang timbul,
3. menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisis dari material tanah,
4. merendahkan muka air (drainase tanah),
5. mengganti tanah-tanah yang buruk.

Menurut Mochtar (1994) Stabilisasi tanah yang efektif dilakukan adalah stabilitas tanah secara kimiawi yaitu mencampur tanah dengan bahan tambah pada perbandingan tertentu. Stabilisasi tanah yang dilakukan pada penelitian ini termasuk jenis stabilisasi tanah secara kimiawi. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah campuran antara abu sekam padi dan serbuk bata merah dengan variasi yang berbeda.

### **3.5 Tanah Lempung**

Tanah lempung adalah tanah yang menghasilkan sifat-sifat plastis apabila dicampur dengan air (Grim,1953). Tanah lempung terdiri atas partikel mikroskopis dan sub-mikroskopis yang tersusun dari unsur silikat alumunium atau besi dan magnesium yang berasal dari pelapukan kimiawi batuan yang tidak bisa dilihat secara jelas dengan mikroskop biasa, dengan bentuk lempengan pipih sebagai partikel mika, mineral lempung dan mineral yang sangat halus. Tanah lempung memiliki ukuran butir yang berukuran kurang dari 0,002 mm. Dalam beberapa kasus, partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm juga masih digolongkan ke dalam partikel lempung. Hardiyatmo (2010) menyatakan bahwa tanah lempung memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Ukuran butir halus kurang dari 0,005 mm (5 mikron),
2. Permeabilitas rendah,
3. Bersifat sangat kohesif,
4. Kembang susut tinggi,
5. Kenaikan air kapiler tinggi,
6. Proses konsolidasi lambat.

Tanah lempung ekspansif merupakan tanah yang memiliki ciri-ciri kembang susut yang besar akibat peristiwa kapiler atau perubahan pada kadar airnya (Muntohar, 2014). Tanah lempung ekspansif mengandung mineral-mineral lempung seperti smektit dan juga montmorilonit yang dapat menyerap air. Tanah lempung ekspansif memiliki tingkat plastisitas yang tinggi dengan nilai indeks plastisitas lebih dari 30%. Tingkat plastisitas yang tinggi menyebabkan tanah lempung ekspansif mengalami pengembangan (*swelling*) apabila kadar airnya berlebih.

Ketika mineral tersebut menyerap air maka volume tanah akan bertambah. Semakin banyak air yang terserap, maka semakin bertambah juga volume tanah. Perubahan besar volume tanah dapat merusak kekuatan struktur bangunan yang berada di atas tanah tersebut. Biasanya masalah yang timbul berada pada pondasi, lantai, maupun dinding yang terlihat retak pada suatu bangunan. Hal lain juga dapat terjadi ketika tanah ekspansif mengering, maka akan terjadi penyusutan (*shrinkage*). Penyusutan ini bisa menghilangkan daya dukung tanah pada bangunan sehingga akan terjadi kerusakan pada struktur bangunan di atasnya.

### **3.6 Potensi Pengembangan Tanah**

Tanah yang memiliki kandungan lempung yang banyak mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Pengurangan kadar air menyebabkan lempung menyusut, dan penambahan kadar air menyebabkan lempung akan mengembang. Menurut Seed et al (1962) dalam Hardiyatmo (2006) potensi pengembangan dalam tanah lempung dapat ditentukan menggunakan Persamaan 3.3 berikut.



$$A = \frac{PI}{c} \quad (3.3)$$

Keterangan:

A = aktivitas

PI = indeks plastisitas

C = persentase fraksi lempung

Persamaan 3.4 dikembangkan Oleh Seed et al (1962) untuk hubungan empiris antara potensi pengembangan dan indeks plastisitas tanah. Hal tersebut dinyatakan pada Persamaan 3.4 berikut.

$$S = (2,6 \times 10^{-3})(PI)^{2,44} \quad (3.4)$$

Keterangan:

S = Potensi pengembangan

PI = Indeks plastisitas

Faktor yang mempengaruhi nilai pengembangan tanah ekspansif adalah jenis dan jumlah lempung, kepadatan, struktur tanah, perubahan kadar air, metode pemadatan, konsentrasi elektrolit dalam air dan tekanan di permukaan tanah.

Menurut Chen (1975) dalam Ario dkk. (2017) secara tidak langsung tanah ekspansif dapat diidentifikasi berdasarkan nilai indeks plastisitasnya seperti terlihat pada Tabel 3.4 berikut.

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

| Plasticity Index (%) | Swelling Potensial |
|----------------------|--------------------|
| 0 – 15               | Low                |
| 10 – 35              | Medium             |
| 35 – 55              | High               |
| >55                  | Very High          |

Sumber: Chen (1975) dalam Ario dkk. (2017)

### 3.7 Abu Sekam Padi (*Rice Husk Ash*)

Abu sekam padi (*RHA*) merupakan bahan hasil sampingan produk pertanian yang didapatkan dari pembakaran kulit sekam padi. Abu yang dihasilkan dari pembakaran normal, permukaan partikelnya akan terkristalisasi dan memiliki aktivitas pozzolan yang rendah. Walaupun sekam yang dinilai hanya limbah, namun apabila dibakar dapat memiliki sifat pozzolan yang mempunyai unsur silikat tinggi dan mengandung sifat sementasi jika bercampur dengan air. Silika merupakan unsur pokok abu sekam padi yang menguntungkan karena pada kondisi yang sesuai dapat bereaksi dengan kapur bebas membentuk gel yang bersifat sebagai bahan ikat. Abu sekam padi juga bermanfaat sebagai bahan pengisi rongga antar agregat (kasar) yang diharapkan dapat menaikkan kerapatan dan menurunkan permeabilitas dari campuran. Menurut Balai Besar Institut Kimia (1982) dalam Widhiarto dkk. (2015) unsur-unsur kimia yang terkandung dalam abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut.

**Tabel 3.5 Kandungan Unsur Dalam Abu Sekam Padi**

| Nama Unsur                     | Kandungan (%) |
|--------------------------------|---------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 21,6          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,6           |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2,8           |
| CaO                            | 62,8          |
| MgO                            | 3,2           |
| SO <sub>4</sub>                | 2,1           |
| CaO bebas                      | 1,2           |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,41          |
| K <sub>2</sub> O               | 0,24          |

Sumber: Balai Besar Institut Kimia (1982) dalam Widhiarto dkk. (2015)

### 3.8 Bata Merah

Bata merah merupakan bahan bangunan yang dibuat dari cetakan adukan tanah liat dengan atau tanpa bahan campuran lainnya yang kemudian dibakar dengan suhu tinggi (Susanta, 2009).

Bata merah merupakan tanah liat yang termasuk ke dalam hidrosilikat alumina dan pada keadaan murni mempunyai rumus Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2SiO<sub>2</sub>, 2H<sub>2</sub>O dengan perbandingan berat dari unsur-unsurnya: 47%, 39% dan 14% (Tecnikal, 2016). Bata

yang baik sebagian besar terdiri dari pasir (silika) dan tanah liat (alumina), yang bila dicampurkan dengan perbandingan tertentu dan bila diberi sedikit air akan menjadi bersifat plastis.

Serbuk batu bata diperoleh dari limbah batu bata yang rusak yang ditumbuk dan disaring dengan saringan nomor 40 ASTM. Bahan ini memiliki gradasi seperti pasir, bahkan bisa dikatakan sebagai pasir buatan yang memiliki tingkat kekerasan yang cukup sehingga pada zaman dulu bahan serbuk batu bata sering digunakan sebagai bahan adukan atau mortar.

### 3.9 Pemadatan Tanah (*Standard Proctor*)

Pemadatan adalah usaha untuk menaikkan kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Pemadatan dilakukan dengan tujuan untuk menaikkan kuat geser tanah, mengurangi permeabilitas, dan mengurangi perubahan volume tanah akibat perubahan pada kadar air.

Proctor (1933) dikutip Hardiyatmo (2006) mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering tanah padat. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimum. Hubungan berat volume kering ( $\gamma_d$ ) dengan berat volume basah ( $\gamma$ ) dan kadar air ( $w$ ), dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.5 berikut.

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

Keterangan:

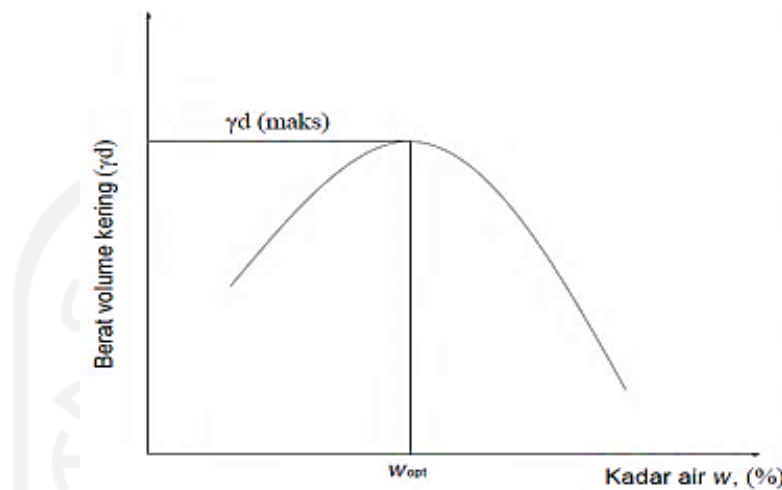
$\gamma_d$  = berat volume kering ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$\gamma$  = berat volume tanah basah ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$w$  = kadar air (%)

Nilai kepadatan tanah dapat ditentukan dari pengujian *Standard Proctor*. Untuk mendapatkan nilai kadar air optimum (OMC), maka perlu dibuat grafik

hubungan antara berat volume kering dengan kadar air. Grafik hubungan kadar air dan berat volume kering dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.



**Gambar 3.3 Grafik Hasil Pengujian Standard Proctor**

(Sumber: Hardiyatmo, 2006)

### 3.10 Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah merupakan kemampuan tanah untuk melawan tegangan geser yang terjadi dalam tanah. Kekuatan geser tanah terdiri dari dua komponen yaitu bagian yang bersifat kohesi yang bergantung kepada jenis tanah maupun kepadatan butirnya dan bagian yang mempunyai sifat gesekan yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja dalam bidang geser.

Menurut Coulomb (1776) dalam Hardiyatmo (2006) menyatakan bahwa nilai kuat geser tanah dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 3.6 berikut.

$$\tau = c + \sigma \tan \varphi \quad (3.6)$$

dengan:

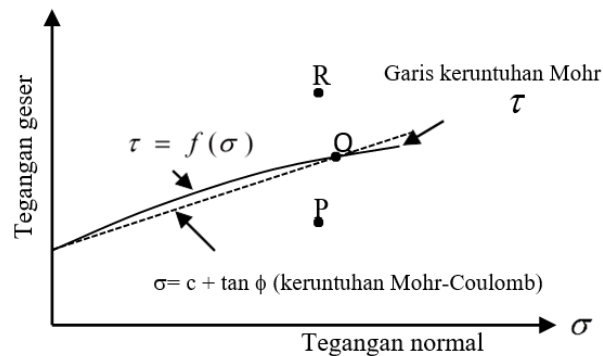
$\tau$  = Kuat geser tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$c$  = Kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$\varphi$  = Sudut gesek tanah (°)

$\sigma$  = Tegangan normal (kN/m<sup>2</sup>)

Dari persamaan tersebut dapat didapatkan kriteria keruntuhan dari teori Mohr-Coulomb yang ditunjukkan pada Gambar 3.4 berikut.



**Gambar 3.4 Kriteria Keruntuhan Mohr-Coulomb**  
(Sumber: Hardiyatmo, 2006)

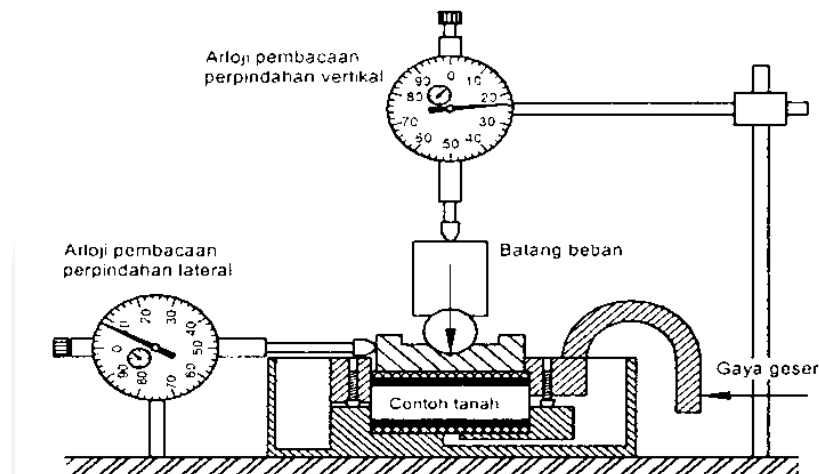
Bila tegangan geser dan normal pada sebuah bidang dalam suatu massa tanah maka jika kedudukan tegangan-tegangan baru mencapai titik P, keruntuhan tanah akibat geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser terjadi jika tegangan mencapai titik Q yang terletak pada garis keruntuhan dan kedudukan tegangan yang ditunjukkan oleh titik R tidak akan pernah terjadi karena bahan telah mengalami keruntuhan sebelum mencapai titik R. Lingkaran Mohr dalam bentuk lingkaran tegangan, dengan koordinat-koordinat.

Untuk mendapatkan nilai dari parameter kekuatan geser tanah dapat dilakukan pengujian geser langsung (*direct shear test*), pengujian triaksial (*triaxial test*), dan pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*). Pada penelitian ini, untuk mencari nilai parameter kuat geser tanah, peneliti melakukan dengan dua pengujian yaitu uji geser langsung dan uji triaksial.

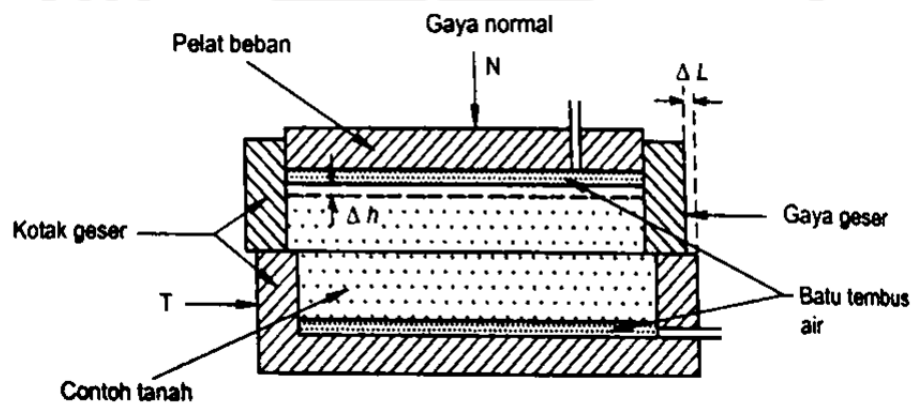
### 3.10.1 Pengujian Geser Langsung

Pengujian geser langsung dapat digunakan untuk menentukan parameter kuat geser tanah yaitu kohesi dan sudut geser dalam. Pada pengujian geser langsung, sampel tanah ditempatkan dalam kotak geser dimana kotak akan terbelah dengan setengah bagian yang bawah merupakan bagian yang tetap dan bagian atas mudah bertranslasi. Tegangan normal pada benda uji diberikan dari atas kotak geser. Gaya geser diterapkan pada setengah bagian atau dari kotak geser, untuk memberikan geseran pada tengah-tengah benda uji (Hardiyatmo, 2010). Sketsa alat uji geser

langsung dan skema tanah yang tergeser dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 berikut.



**Gambar 3.5 Sketsa Alat Uji Geser Langsung**  
(Sumber: Hardiyatmo, 2010)



**Gambar 3.6 Skema Tanah Setelah Tergeser Pada Uji Geser Langsung**  
(Sumber: Hardiyatmo, 2010)

Beban yang diberikan pada masing-masing benda uji adalah 0,5 kg, 1 kg, dan 2 kg, penggeseran dilakukan relatif cepat sehingga selama penggeseran air pori tidak sempat mengalir keluar dari benda uji lewat batu pori. Penggeseran dilakukan sampai gaya geser bernilai konstan atau mengalami penurunan atau sampai panjang penggeseran benda uji mencapai 10% dari diameter benda uji. Dalam mencari

tegangan normal dan tegangan geser dapat menggunakan Persamaan 3.7 dan 3.8 dibawah ini.

$$\text{Tegangan normal, } \sigma = \frac{N}{A} \quad (3.7)$$

$$\text{Tegangan geser, } \tau = \frac{T}{A} \quad (3.8)$$

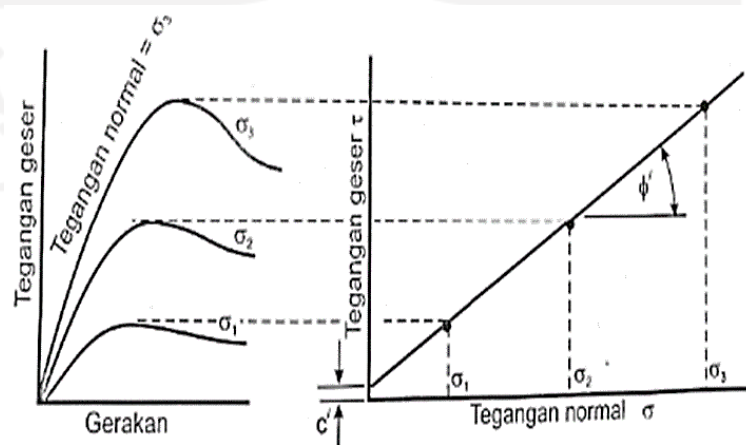
keterangan :

N = Gaya normal (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup>)

T = Gaya geser maksimum (kg)

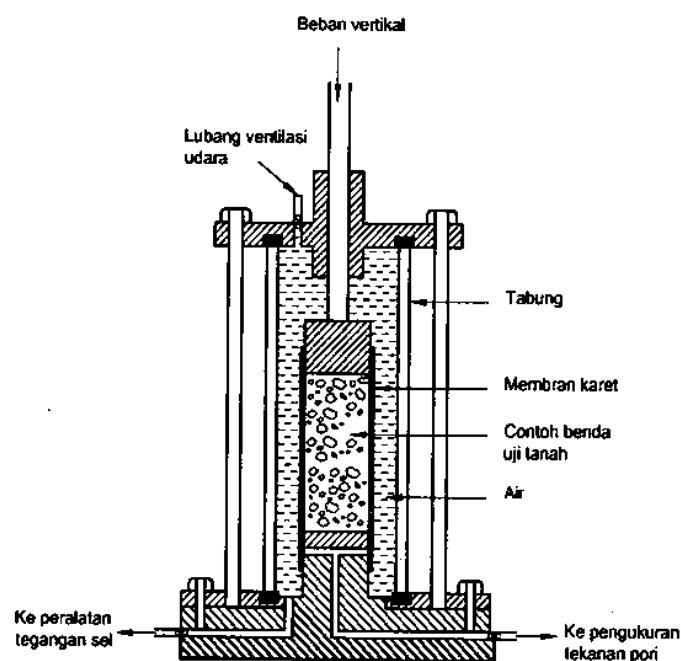
Dari perhitungan tegangan normal dan tegangan geser tersebut maka dapat dibuat grafik hubungan antara tegangan geser dan tegangan normal sebagai, lalu ditarik garis rata-rata terhadap hasil dari kedua hubungan tersebut sehingga mendapatkan besarnya sudut gesek dalam ( $\phi$ ) serta kohesi (c). Pada umumnya uji geser langsung dilakukan sebanyak beberapa kali pada sebuah sampel tanah dengan bermacam-macam tegangan normal. Menurut Das (1993) dalam Waskito (2019) bahwa nilai tegangan geser dan tegangan normal  $\tau_f$  yang didapatkan setelah melakukan pengujian dapat digambarkan pada grafik sehingga dapat ditentukan nilai parameter kekuatan geser tanah. Grafik hasil uji geser langsung dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut.



**Gambar 3.7 Grafik Hasil Pengujian Geser Langsung**  
(Sumber: Wesley, 1991)

### 3.10.2 Pengujian Triaksial UU (*Unconsolidated Undrained*)

Pengujian triaksial UU dapat digunakan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah yaitu kohesi dan sudut geser dalam. Pada pengujian triaksial UU biasa disebut dengan pengujian cepat (*Quick test*) karena pengujian ini mensimulasikan kondisi di lapangan apabila pemberian beban relatif cepat sehingga lapisan tanah belum sempat terkonsolidasi. Pada pelaksanaan pengujian, benda uji yang umumnya berupa lempung awalnya dibebani dengan penerapan tekanan sel. Selanjutnya dibebani dengan beban normal, melalui penerapan tegangan deviator ( $\Delta\sigma$ ) sampai mencapai keruntuhan. Pada penerapan tegangan deviator selama penggeseran, air tidak diizinkan keluar dari benda uji. Jadi, selama pengujian berlangsung katup drainase dalam kondisi ditutup. Akibat air tidak diizinkan mengalir keluar, beban normal tidak ditransfer ke butiran tanahnya. Keadaan tanpa drainase ini menyebabkan adanya kelebihan tekanan pori dengan tidak ada tahanan geser hasil perlawanan dari butiran tanah (Hardiyatmo, 2010). Sketsa alat yang digunakan dalam uji triaksial dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut.



**Gambar 3.8 Sketsa Alat Uji Triaksial**  
(Sumber: Hardiyatmo, 2010)



Tegangan keliling ( $\sigma_3$ ) yang diberikan pada pengujian ini sebesar  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ ,  $1 \text{ kg/cm}^2$ ,  $1,5 \text{ kg/cm}^2$ . Dalam menganalisa hasil pengujian dapat menggunakan Persamaan 3.9, 3.10, 3.11 dan 3.12 yang digunakan untuk analisa dari uji triaksial.

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_1 \quad (3.9)$$

$$\Delta\sigma_1 = \frac{P}{A} \quad (3.10)$$

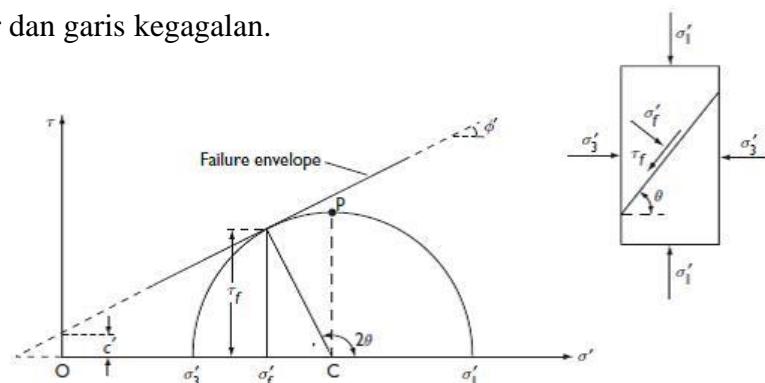
$$\tau_f = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3)\sin 2\theta \quad (3.11)$$

$$\theta = 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \quad (3.12)$$

keterangan :

- $\sigma_1$  = Tegangan utama
- $\sigma_3$  = Tegangan sel
- $\Delta\sigma_1$  = Tegangan deviator
- $\varphi$  = Sudut geser dalam
- P = Gaya normal
- A = Luas penampang benda uji

Setelah didapatkan hasil dari analisa perhitungan diatas, maka dapat digambarkan lingkaran Mohr dan dapat ditarik menyinggung lingkaran tersebut sebagai garis kegagalan, dengan gambar tersebut dapat dicari sudut geser dalam ( $\phi$ ) dan kohesi (c) secara grafis. Berikut adalah Gambar 3.8 yang merupakan grafik lingkaran Mohr dan garis kegagalan.



**Gambar 3.9 Lingkaran Mohr dan Garis Kegagalan**

(Sumber: Craig, 1989)

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Metode Penelitian**

Metode penelitian adalah metode pelaksanaan yang digunakan dalam menemukan jawaban dari permasalahan yang akan diteliti. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan pemeriksaan dan pengujian tanah di laboratorium sesuai dengan data yang diperlukan. Penelitian ini dilakukan berdasarkan pada jurnal, buku-buku, dan standar pengujian yang umum digunakan dalam bidang geoteknik. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tahap perumusan masalah, tahapan ini terdiri dari perumusan topik penelitian, tujuan penelitian dan manfaat penelitian,
2. Tahap perumusan teori, tahapan ini merupakan pengkajian teori yang melandasi penelitian yang akan dilakukan, menetapkan segala ketentuan yang akan digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian,
3. Tahap persiapan, tahapan ini merupakan persiapan yang terdiri dari persiapan bahan, persiapan alat, dan persiapan berkas yang berhubungan dengan pengujian yang akan dilakukan,
4. Tahap pengujian, tahapan ini merupakan pelaksanaan pengujian pada sampel tanah yang telah direncanakan yang dilakukan di laboratorium,
5. Tahap pengumpulan data, tahapan ini merupakan pengambilan data pada setiap hasil pengujian yang dilakukan terhadap sampel tanah,
6. Tahap analisis dan pengolahan data, dalam tahap ini dilakukan olah data yang telah diperoleh dari hasil pengujian yang telah dilakukan, kemudian dilakukan analisis data sesuai dengan teori dan standar peraturan yang berlaku,
7. Tahap penulisan dan pengambilan kesimpulan, tahapan ini merupakan penulisan naskah laporan Tugas Akhir yang sesuai dengan pedoman dan melakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan.

#### **4.2 Lokasi Penelitian**

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

#### **4.3 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

##### **1. Tanah**

Tanah berasal dari Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengambilan sampel dilakukan dengan kondisi tanah terganggu (*disturbed*),

##### **2. Abu Sekam Padi**

Pada penelitian yang dilakukan, peneliti menggunakan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi. Abu sekam padi yang digunakan berasal dari hasil pembakaran kulit sekam padi,

##### **3. Serbuk Bata Merah**

Pada penelitian yang dilakukan, peneliti menggunakan serbuk bata merah sebagai bahan stabilisasi. Serbuk yang digunakan adalah bata merah yang sudah ditumbuk serta diayak hingga lolos saringan nomor 40 ASTM.

#### **4.4 Peralatan Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat peralatan untuk pengujian sifat-sifat tanah dan seperangkat alat untuk uji geser langsung dan alat untuk uji triaksial di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

#### **4.5 Prosedur Penelitian**

Pada penelitian ini akan dilakukan serangkaian pengujian pada beberapa sampel tanah untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi dengan variasi serbuk bata merah terhadap parameter kuat geser tanah. Berikut ini merupakan pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini.

1. Pengujian propertis tanah
  - a. Uji kadar air
  - b. Uji berat jenis
  - c. Uji berat volume
2. Pengujian analisa granuler
  - a. Uji analisa saringan
  - b. Uji analisa hidrometer
3. Pengujian batas-batas konsistensi
  - a. Uji batas cair
  - b. Uji batas plastis
  - c. Uji batas susut
4. Pengujian pepadatan tanah (*standard proctor*)
5. Pengujian geser langsung (*direct shear test*)
6. Pengujian triaksial UU (*unconsolidated undrained*)

#### **4.6 Variasi dan Jumlah Sampel Penelitian**

Variasi bahan stabilisasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tanah asli (*disturbed*),
2. Tanah asli + 5% abu sekam padi + 1% serbuk bata merah,
3. Tanah asli + 5% abu sekam padi + 3% serbuk bata merah,
4. Tanah asli + 5% abu sekam padi + 5% serbuk bata merah.

Jumlah sampel tanah yang digunakan dalam tiap pengujian pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1

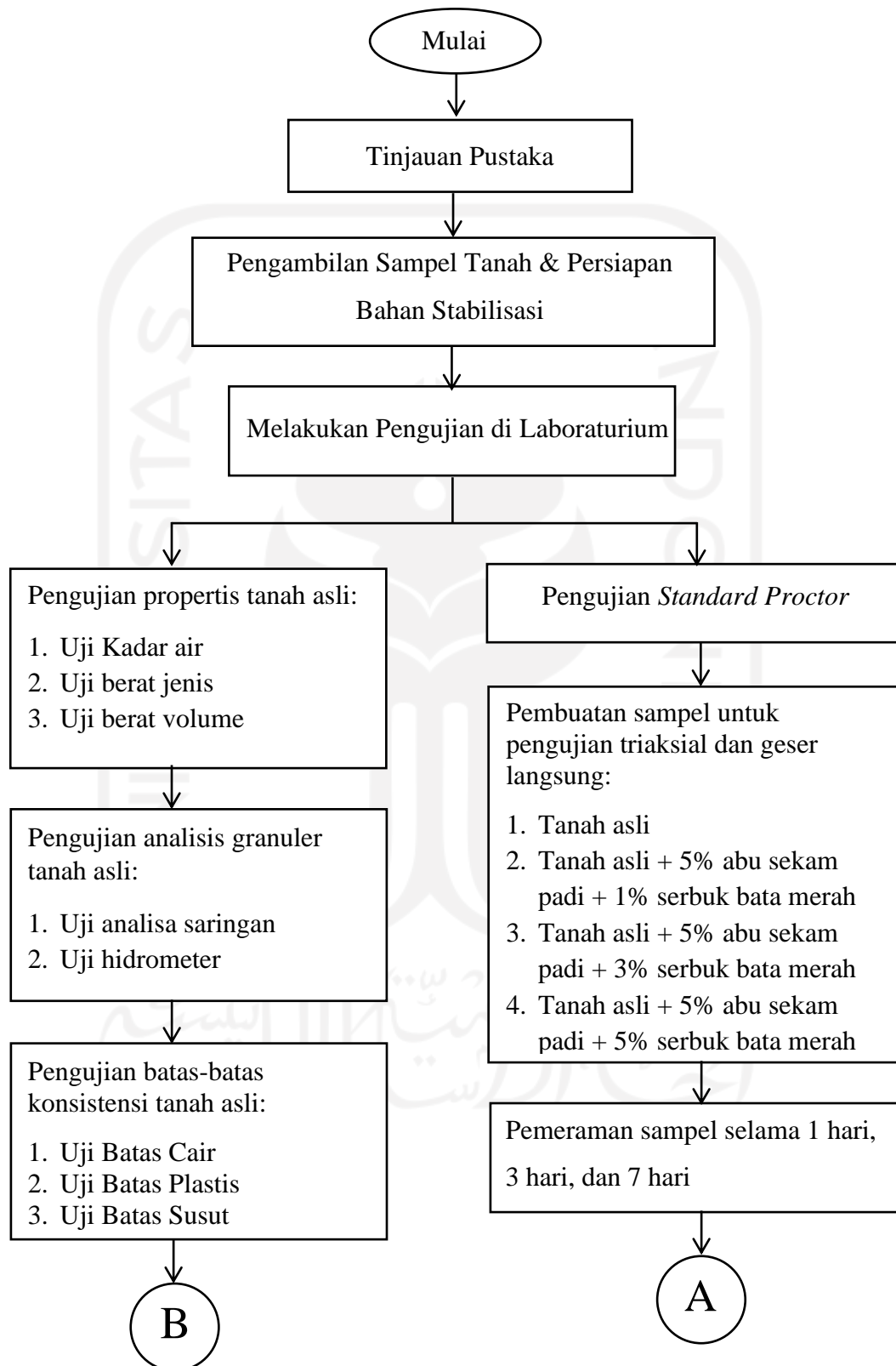
**Tabel 4.1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel**

| No | Jenis Pengujian  | Jumlah Sampel | Satuan |
|----|--|---------------|--------|
| 1  | Pengujian Propertis Tanah                                |               |        |
|    | a. Pengujian kadar air                                   | 2             | Sampel |
|    | b. Pengujian berat jenis                                 | 2             | Sampel |
|    | c. Pengujian berat volume                                | 2             | Sampel |
| 2  | Pengujian analisa granuler                               |               |        |
|    | a. Pengujian analisa saringan                            | 2             | Sampel |
|    | b. Pengujian analisa hidrometer                          | 2             | Sampel |
| 3  | Pengujian batas-batas konsistensi                        |               |        |
|    | a. Pengujian batas cair tanah asli                       | 2             | Sampel |
|    | b. Pengujian batas plastis tanah asli                    | 2             | Sampel |
|    | c. Pengujian batas susut tanah asli                      | 2             | Sampel |
| 4  | Pengujian pemadatan tanah ( <i>Standard Proctor</i> )    | 2             | Sampel |
| 5  | Pengujian geser langsung ( <i>direct shear test</i> )    |               |        |
|    | a. Tanah asli dengan $\gamma_d$ maks, $W_{opt}$          | 2             | Sampel |
|    | b. Pemeraman 1 hari                                      |               | Sampel |
|    | 1) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 1% serbuk bata merah | 2             | Sampel |
|    | 2) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 3% serbuk bata merah | 2             | Sampel |
|    | 3) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 5% serbuk bata merah | 2             | Sampel |
|    | c. Pemeraman 3 hari                                      |               |        |
|    | 1) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 1% serbuk bata merah | 2             | Sampel |
|    | 2) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 3% serbuk bata merah | 2             | Sampel |
|    | 3) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 5% serbuk bata merah | 2             | Sampel |

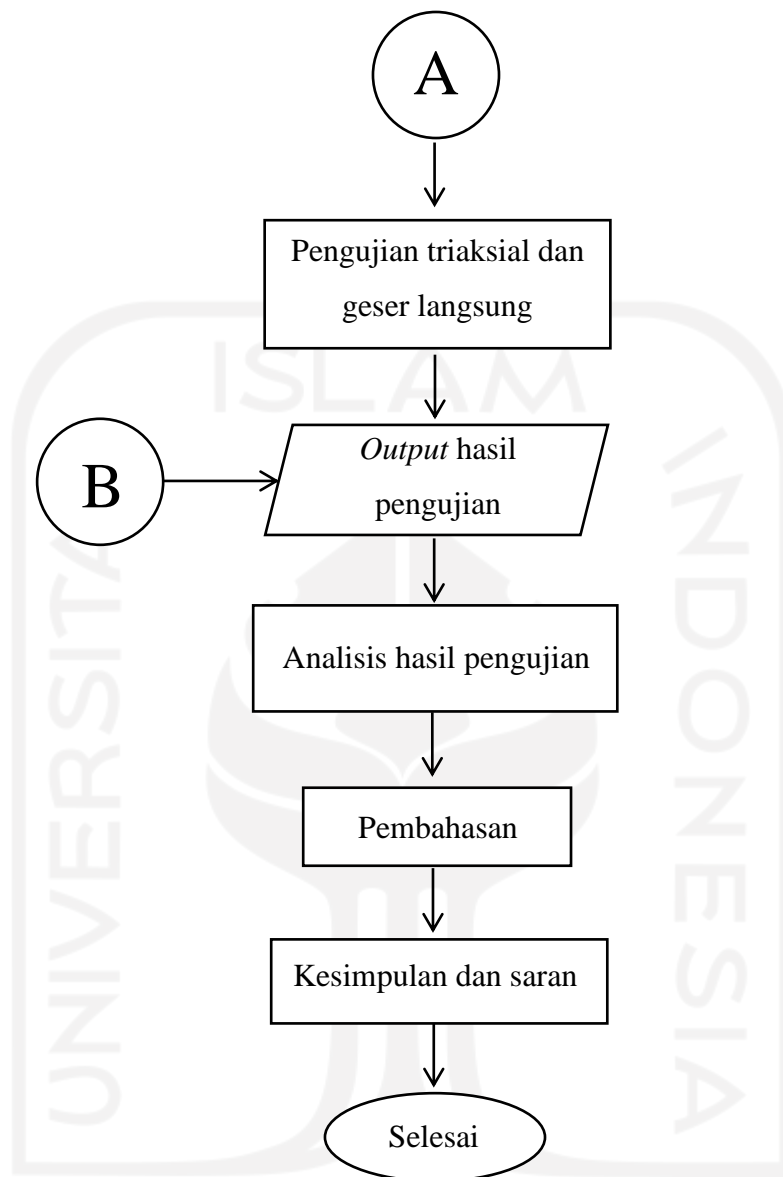
Lanjutan Tabel 4.1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel

|   |  |   |        |
|---|--|---|--------|
|   | d. Pemeraman 7 hari                                      |   |        |
|   | 1) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 1% serbuk bata merah | 2 | Sampel |
|   | 2) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 3% serbuk bata merah | 2 | Sampel |
|   | 3) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 5% serbuk bata merah | 2 | Sampel |
| 6 | Pengujian triaksial ( <i>unconsolidated undrained</i> )  |   |        |
|   | a. Tanah asli dengan $\gamma_d$ maks, $W_{opt}$          | 2 | Sampel |
|   | b. Pemeraman 1 hari                                      |   |        |
|   | 1) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 1% serbuk bata merah | 2 | Sampel |
|   | 2) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 3% serbuk bata merah | 2 | Sampel |
|   | 3) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 5% serbuk bata merah | 2 | Sampel |
|   | c. Pemeraman 3 hari                                      |   |        |
|   | 1) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 1% serbuk bata merah | 2 | Sampel |
|   | 2) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 3% serbuk bata merah | 2 | Sampel |
|   | 3) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 5% serbuk bata merah | 2 | Sampel |
|   | e. Pemeraman 7 hari                                      |   |        |
|   | 1) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 1% serbuk bata merah | 2 | Sampel |
|   | 2) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 3% serbuk bata merah | 2 | Sampel |
|   | 3) Tanah asli + 5% abu sekam padi + 5% serbuk bata merah | 2 | Sampel |

#### 4.7 Bagan Alir Penelitian



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, akan diuraikan pada bab ini. Penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan karakteristik dari sifat fisik dan sifat mekanis tanah yaitu berupa uji propertis, uji analisis granuler, uji batas konsistensi dan uji *standard proctor*. Selanjutnya, untuk mendapatkan nilai parameter kuat geser tanah berupa nilai kohesi dan sudut geser dalam dilakukan pengujian berupa uji geser langsung dan uji triaksial UU dengan bahan tambah berupa abu sekam padi dan serbuk bata merah.

##### 5.1.1 Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air atau *water content* ( $w$ ) dilakukan guna mengetahui kandungan air yang terdapat pada sampel tanah pada kondisi lapangan. Kadar air merupakan nilai perbandingan antara berat air ( $W_w$ ) dengan berat kering tanah ( $W_s$ ). Berikut ini merupakan hasil dari pengujian kadar air yang dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air**

| No | Keterangan                               | Satuan | Sampel |       |
|----|--|--------|--------|-------|
|    |  |        | 1      | 2     |
| 1  | Berat container ( $W_1$ )                | gram   | 13,07  | 13,05 |
| 2  | Berat container + tanah basah ( $W_2$ )  | gram   | 32,75  | 27,17 |
| 3  | Berat container + tanah kering ( $W_3$ ) | gram   | 30,65  | 25,71 |
| 4  | Berat air ( $W_w$ )                      | gram   | 2,10   | 1,46  |
| 5  | Berat tanah kering ( $W_s$ )             | gram   | 17,58  | 12,66 |
| 6  | Kadar air                                | %      | 11,95  | 11,53 |
| 7  | Kadar air rata-rata ( $W$ )              | %      | 11,74  |       |

Dari pengujian kadar air yang dilakukan pada sampel tanah Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, didapatkan nilai kadar air rata-rata sebesar 11,74%.

### 5.1.2 Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis ( $G_s$ ) dilakukan untuk mendapatkan nilai perbandingan berat butiran tanah ( $\gamma_s$ ) dengan berat air ( $\gamma_w$ ) dengan volume yang sama pada suhu 27,5°C. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian berat jenis yang dapat dilihat pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Jenis**

| Keterangan                           | Simbol            | Satuan                   | Hasil    |          |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------------|----------|----------|
|                                      |                   |                          | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Berat piknometer                     | $W_1$             | gram                     | 41,83    | 41,00    |
| Berat piknometer + tanah kering      | $W_2$             | gram                     | 66,26    | 60,52    |
| Berat piknometer + tanah + air penuh | $W_3$             | gram                     | 153,01   | 156,98   |
| Berat piknometer + air penuh         | $W_4$             | gram                     | 141,92   | 143,3    |
| Suhu air                             | t                 | °C                       | 27       | 27       |
| $\gamma_w$ (t°C)                     |                   | gram/c<br>m <sup>3</sup> | 0,9965   | 0,9965   |
| $\gamma_w$ (27,5°C)                  |                   | gram/c<br>m <sup>3</sup> | 0,9964   | 0,9964   |
| Berat tanah kering                   | $W_s = W_2 - W_1$ | gram                     | 24,43    | 19,52    |
| A                                    | $W_s + W_4$       | gram                     | 166,35   | 162,82   |
| I                                    | $A - W_3$         | gram                     | 13,34    | 5,84     |
| Berat jenis tanah pada suhu (t°C)    | $G_s = W_s / I$   | gram/c<br>m <sup>3</sup> | 1,83     | 3,34     |
| Berat jenis tanah pada suhu (27,5°C) | $G_s$             | gram/c<br>m <sup>3</sup> | 1,83     | 3,33     |
| Berat jenis rata-rata (27,5°C)       | $G_s$ rata-rata   | gram/c<br>m <sup>3</sup> | 2,578    |          |

Dari pengujian berat jenis yang dilakukan pada sampel tanah Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, didapatkan nilai berat jenis rata-rata sebesar 2,578 gram/cm<sup>3</sup>.

### 5.1.3 Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume ( $\gamma$ ) dilakukan untuk mendapatkan nilai perbandingan antara berat tanah (W) dengan volume tanah (V). Berikut ini merupakan hasil dari pengujian berat volume yang dapat dilihat pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume**

| Keterangan                   | Simbol               | Satuan               | Hasil    |          |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------|----------|
|                              |                      |                      | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Diameter ring                | D                    | cm                   | 6,00     | 5,15     |
| Tinggi ring                  | T                    | cm                   | 1,95     | 1,95     |
| Volume ring                  | V                    | cm <sup>3</sup>      | 55,13    | 40,62    |
| Berat ring                   | W <sub>1</sub>       | gram                 | 49,33    | 35,10    |
| Berat ring + tanah basah     | W <sub>2</sub>       | gram                 | 135,25   | 95,17    |
| Berat tanah basah            | W <sub>3</sub>       | gram                 | 85,92    | 60,07    |
| Berat volume tanah           | $\gamma$             | gram/cm <sup>3</sup> | 1,558    | 1,479    |
| Berat volume tanah rata-rata | $\gamma_{rata-rata}$ | gram/cm <sup>3</sup> | 1,519    |          |

Dari pengujian berat volume yang dilakukan pada sampel tanah Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, didapatkan nilai berat volume rata-rata sebesar 1,519 gram/cm<sup>3</sup>.

### 5.1.4 Pengujian Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan dilakukan guna mengetahui persentase distribusi ukuran butiran tanah yang tertahan pada saringan nomor 200, dan dapat menjadi acuan pengelompokan jenis tanah yang diuji merupakan jenis tanah yang dilihat sesuai dengan ukuran butiran yang dominan. Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 2 sampel tanah dimana masing-masing beratnya adalah 200 gram.

Berikut ini merupakan hasil dari pengujian analisa saringan yang ditunjukkan pada Tabel 5.4, Tabel 5.5, dan Tabel 5.6.

**Tabel 5.4 Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 1**

| Nomer Saringan | Diameter Saringan | Berat Tanah Tertahan | Berat Tanah Lolos | Persentase Tanah Tertahan | Persentase Tanah Lolos |
|----------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
|                | mm                | gram                 | gram              | %                         | %                      |
| 1              | 25,4              | 0                    | 200               | 0                         | 100                    |
| 1/2            | 13,2              | 0                    | 200               | 0                         | 100                    |
| 3/8            | 9,5               | 0                    | 200               | 0                         | 100                    |
| 1/4            | 6,7               | 0                    | 200               | 0                         | 100                    |
| 4              | 4,75              | 0                    | 200               | 0,00                      | 100                    |
| 10             | 2                 | 1,66                 | 198,34            | 0,83                      | 99,17                  |
| 20             | 0,85              | 3,52                 | 194,82            | 1,76                      | 97,41                  |
| 40             | 0,425             | 4,53                 | 190,29            | 2,27                      | 95,145                 |
| 60             | 0,25              | 4,91                 | 185,38            | 2,46                      | 92,69                  |
| 140            | 0,106             | 12,15                | 173,23            | 6,08                      | 86,615                 |
| 200            | 0,075             | 2,81                 | 170,42            | 1,41                      | 85,21                  |
| Pan            |                   | 170,42               | 0                 | 85,21                     | 0                      |

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

| Nomer Saringan | Diameter Saringan | Berat Tanah Tertahan | Berat Tanah Lolos | Persentase Tanah Tertahan | Persentase Tanah Lolos |
|----------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
|                | mm                | gram                 | gram              | %                         | %                      |
| 1              | 25,4              | 0                    | 200               | 0                         | 100                    |
| 1/2            | 13,2              | 0                    | 200               | 0                         | 100                    |
| 3/8            | 9,5               | 0                    | 200               | 0                         | 100                    |
| 1/4            | 6,7               | 0                    | 200               | 0                         | 100                    |
| 4              | 4,75              | 0                    | 200               | 0                         | 100                    |
| 10             | 2                 | 2,46                 | 197,54            | 1,23                      | 98,77                  |
| 20             | 0,85              | 3,5                  | 194,04            | 1,75                      | 97,02                  |
| 40             | 0,425             | 4,2                  | 189,84            | 2,1                       | 94,92                  |
| 60             | 0,25              | 4,36                 | 185,48            | 2,18                      | 92,74                  |

**Lanjutan Tabel 5.5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 2**

| Nomer Saringan | Diameter Saringan | Berat Tanah Tertahan | Berat Tanah Lolos | Persentase Tanah Tertahan | Persentase Tanah Lolos |
|----------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
| 140            | 0,106             | 10,46                | 175,02            | 5,23                      | 87,51                  |
| 200            | 0,075             | 2,3                  | 172,72            | 1,15                      | 86,36                  |
| Pan            |                   | 172,72               | 0                 | 86,36                     | 0                      |

**Tabel 5.6 Hasil Pengujian Analisa Saringan Rata-Rata**

| Nomer Saringan | Diameter Saringan | Persentase Tanah Lolos Sampel 1 | Persentase Tanah Lolos Sampel 2 | Persentase Tanah Lolos Rata-rata |
|----------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
|                | mm                | %                               | %                               | %                                |
| 1              | 25,4              | 100                             | 100                             | 100                              |
| 1/2            | 13,2              | 100                             | 100                             | 100                              |
| 3/8            | 9,5               | 100                             | 100                             | 100                              |
| 1/4            | 6,7               | 100                             | 100                             | 100                              |
| 4              | 4,75              | 100                             | 100                             | 100                              |
| 10             | 2                 | 99,17                           | 98,77                           | 98,97                            |
| 20             | 0,85              | 97,41                           | 97,02                           | 97,22                            |
| 40             | 0,425             | 95,145                          | 94,92                           | 95,03                            |
| 60             | 0,25              | 92,69                           | 92,74                           | 92,72                            |
| 140            | 0,106             | 86,615                          | 87,51                           | 87,06                            |
| 200            | 0,075             | 85,21                           | 86,36                           | 85,79                            |
| Pan            |                   | 0                               | 0                               | 0                                |

Dari hasil pengujian analisis saringan diatas dapat diketahui bahwa sampel tanah yang digunakan adalah tanah berbutir halus, selanjutnya perlu dilakukan pengujian hidrometer untuk mengetahui distribusi ukuran butiran tanah yang lolos saringan nomor 200 dan mendapatkan nilai persentase kadar lanau dan lempungnya. Uji hidrometer dilakukan menggunakan dua sampel dengan tiap sampelnya berupa tanah yang lolos saringan nomor 200 sebesar 60 gram. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian analisa saringan yang ditunjukkan pada Tabel 5.7, Tabel 5.8, dan Tabel 5.9.

**Tabel 5.7 Hasil Uji Hidrometer Sampel 1**

| Waktu | Temp eratur | Pembacaan Hidrometer, Ra | Pembacaan Hidrometer Terkoreksi, Rc | % Lolos | Hyd. Terkoreksi meniscus, R | Kedalaman Efektif, L | L/t  | k       | Diameter, D |
|-------|-------------|--------------------------|-------------------------------------|---------|-----------------------------|----------------------|------|---------|-------------|
| menit | °C          |                          |                                     |         |                             | cm                   |      |         | mm          |
| 0     | 27          | 38                       | 40                                  | 70,00   | 41                          | 10,1                 | 0,00 | 0,01297 | 0,0000      |
| 2     | 27          | 29                       | 31                                  | 54,25   | 32                          | 11,5                 | 5,75 | 0,01297 | 0,0311      |
| 5     | 27          | 26                       | 28                                  | 49,00   | 29                          | 12                   | 2,40 | 0,01297 | 0,0201      |
| 30    | 27          | 20                       | 22                                  | 38,50   | 23                          | 13                   | 0,43 | 0,01297 | 0,0085      |
| 60    | 27          | 16                       | 18                                  | 31,50   | 19                          | 13,7                 | 0,23 | 0,01297 | 0,0062      |
| 250   | 27          | 12                       | 14                                  | 24,50   | 15                          | 14,3                 | 0,06 | 0,01297 | 0,0031      |
| 1440  | 27          | 7                        | 9                                   | 15,75   | 10                          | 15,2                 | 0,01 | 0,01297 | 0,0013      |

**Tabel 5.8 Hasil Uji Hidrometer Sampel 2**

| Waktu | Temp eratur | Pembacaan Hidrometer, Ra | Pembacaan Hidrometer Terkoreksi, Rc | % Lolos | Hyd. Terkoreksi meniscus, R | Kedalaman Efektif, L | L/t  | k       | Diameter, D |
|-------|-------------|--------------------------|-------------------------------------|---------|-----------------------------|----------------------|------|---------|-------------|
| menit | °C          |                          |                                     |         |                             | cm                   |      |         | mm          |
| 0     | 27          | 42                       | 44                                  | 77,00   | 45                          | 9,4                  | 0,00 | 0,01297 | 0,0000      |
| 2     | 27          | 31                       | 33                                  | 57,75   | 34                          | 11,2                 | 5,60 | 0,01297 | 0,0307      |
| 5     | 27          | 26                       | 28                                  | 49,00   | 29                          | 12                   | 2,40 | 0,01297 | 0,0201      |
| 30    | 27          | 19                       | 21                                  | 36,75   | 22                          | 13,2                 | 0,44 | 0,01297 | 0,0086      |
| 60    | 27          | 17                       | 19                                  | 33,25   | 20                          | 13,5                 | 0,23 | 0,01297 | 0,0062      |
| 250   | 27          | 13                       | 15                                  | 26,25   | 16                          | 14,2                 | 0,06 | 0,01297 | 0,0031      |
| 1440  | 27          | 9                        | 11                                  | 19,25   | 12                          | 14,8                 | 0,01 | 0,01297 | 0,0013      |

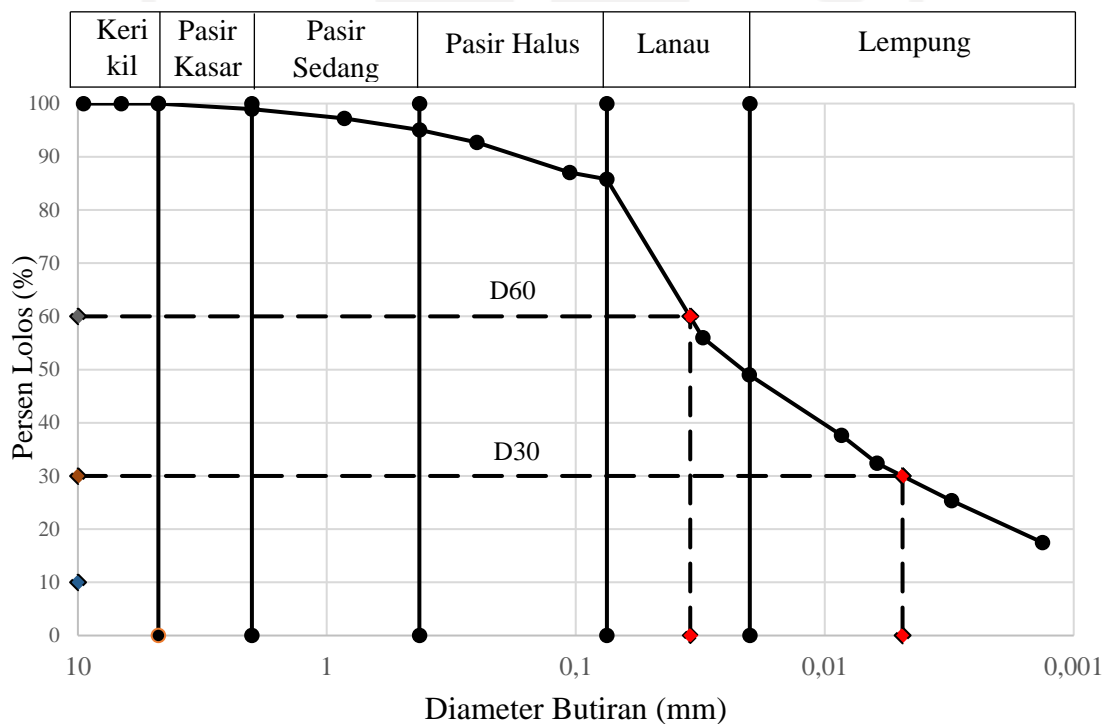
**Tabel 5.9 Hasil Uji Hidrometer Rata-Rata**

| Waktu | Temp eratur | Pembacaan Hidrometer, Ra | Pembacaan Hidrometer Terkoreksi, Rc | % Lolos | Hyd. Terkoreksi meniscus, R | Kedalaman Efektif, L | L/t  | k       | Diameter, D |
|-------|-------------|--------------------------|-------------------------------------|---------|-----------------------------|----------------------|------|---------|-------------|
| menit | °C          |                          |                                     |         |                             | cm                   |      |         | mm          |
| 0     | 27          | 40                       | 42                                  | 73,50   | 43                          | 9,75                 | 0,00 | 0,01297 | 0           |
| 2     | 27          | 30                       | 32                                  | 56,00   | 33                          | 11,35                | 5,68 | 0,01297 | 0,0309      |
| 5     | 27          | 26                       | 28                                  | 49,00   | 29                          | 12                   | 2,40 | 0,01297 | 0,0201      |
| 30    | 27          | 19,5                     | 21,5                                | 37,63   | 22,5                        | 13,1                 | 0,44 | 0,01297 | 0,0086      |

Lanjutan Tabel 5.9 Hasil Uji Hidrometer Rata-Rata

| Waktu | Temp eratur | Pembacaan Hidrometer, Ra | Pembacaan Hidrometer Terkoreksi, Rc | % Lolos | Hyd. Terkoreksi meniscus, R | Kedalaman Efektif, L | L/t  | k       | Diameter, D |
|-------|-------------|--------------------------|-------------------------------------|---------|-----------------------------|----------------------|------|---------|-------------|
| menit | °C          |                          |                                     |         |                             | cm                   |      |         | mm          |
| 60    | 27          | 16,5                     | 18,5                                | 32,38   | 19,5                        | 13,6                 | 0,23 | 0,01297 | 0,0062      |
| 250   | 27          | 12,5                     | 14,5                                | 25,38   | 15,5                        | 14,25                | 0,06 | 0,01297 | 0,0031      |
| 1440  | 27          | 8                        | 10                                  | 17,50   | 11                          | 15,3                 | 0,01 | 0,01297 | 0,0013      |

Dari hasil pengujian analisa saringan dan hidrometer pada sampel tanah tersebut, maka dapat diketahui nilai persentase jenis agregat berdasarkan ukuran butirannya yang ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah

Berdasarkan dari grafik tersebut maka didapatkan nilai persentase ukuran butiran pada sampel yang dapat dilihat pada Tabel 5.10.

**Tabel 5.10 Persentase Fraksi Butiran Tanah**

| Keterangan                              | Hasil   | Satuan |
|---|---------|--------|
| Tanah lolos ayakan No.200               | 85,79   | %      |
| Pasir Kasar                             | 1,03    | %      |
| Pasir Sedang                            | 3,94    | %      |
| Pasir Halus                             | 9,25    | %      |
| Lanau                                   | 36,78   | %      |
| Lempung                                 | 49,00   | %      |
| D10                                     | -       | mm     |
| D30                                     | 0,00487 | mm     |
| D60                                     | 0,03470 | mm     |
| $C_u = D_{60}/D_{10}$                   | -       |        |
| $C_c = D_{30}^2/(D_{10} \times D_{60})$ | -       |        |

Hasil dari pengujian analisa saringan didapatkan bahwa sampel tanah yang telah diuji memiliki komposisi tanah yang terdiri dari pasir kasar 1,03%, pasir sedang 3,94%, pasir halus 9,25%, tanah lanau 36,78%, dan tanah lempung 49,00%. Besaran nilai koefisien keseragaman ( $C_u$ ) dan koefisien gradasi ( $C_c$ ) tidak bisa ditentukan, hal ini disebabkan sampel tanah yang digunakan memiliki persentase lolos butiran di atas 10%.

#### 5.1.5 Pengujian Batas-Batas Konsistensi (*Atteberg Limit*)

Pengujian batas-batas konsistensi dilakukan guna mendapatkan kadar air yang terkandung dalam sampel tanah yang menyebabkan adanya batas-batas peralihan tanah dari padat, semi padat, plastis, dan cair. Kadar air dalam pengujian ini dinyatakan dalam satuan persen. Berikut ini merupakan hasil pengujian batas cair dan batas plastis yang dapat dilihat pada Tabel 5.11, Tabel 5.12, Tabel 5.13, dan Tabel 5.14.



**Tabel 5.11 Kadar Air Pengujian Batas Cair Sampel 1**

| No Pengujian               | Sat | I     |       | II    |       | III   |       | IV    |       |
|----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                            |     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| No. Cawan                  |     |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Berat cawan                | gr  | 12,79 | 12,76 | 12,85 | 13,04 | 12,66 | 12,75 | 12,98 | 12,64 |
| Berat cawan + tanah basah  | gr  | 24,81 | 28,19 | 22,82 | 22,28 | 20,55 | 22,63 | 31,88 | 24,36 |
| Berat cawan + tanah kering | gr  | 19,74 | 21,59 | 18,7  | 18,45 | 17,31 | 18,69 | 24,54 | 19,76 |
| Berat air                  | gr  | 5,07  | 6,6   | 4,12  | 3,83  | 3,24  | 3,94  | 7,34  | 4,6   |
| Berat tanah kering         | gr  | 6,95  | 8,83  | 5,85  | 5,41  | 4,65  | 5,94  | 11,56 | 7,12  |
| Kadar air                  | %   | 72,95 | 74,75 | 70,43 | 70,79 | 69,68 | 66,33 | 63,49 | 64,61 |
| Kadar air rata-rata        | %   | 73,85 |       | 70,61 |       | 68,00 |       | 64,05 |       |
| Jumlah pukulan (n)         |     | 12    |       | 23    |       | 28    |       | 40    |       |

**Tabel 5.12 Kadar Air Pengujian Batas Cair Sampel 2**

| No Pengujian               | Sat | I     |       | II    |       | III   |       | IV    |       |
|----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                            |     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| No. Cawan                  |     |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Berat cawan                | gr  | 6,82  | 7,45  | 6,74  | 5,58  | 6,77  | 6,88  | 6,88  | 5,66  |
| Berat cawan + tanah basah  | gr  | 19,86 | 22,64 | 19,01 | 14,14 | 21,59 | 17,39 | 17,67 | 16,7  |
| Berat cawan + tanah kering | gr  | 14,46 | 16,3  | 14,12 | 10,63 | 15,79 | 13,25 | 13,55 | 12,34 |
| Berat air                  | gr  | 5,4   | 6,34  | 4,89  | 3,51  | 5,8   | 4,14  | 4,12  | 4,36  |
| Berat tanah kering         | gr  | 7,64  | 8,85  | 7,38  | 5,05  | 9,02  | 6,37  | 6,67  | 6,68  |
| Kadar air                  | %   | 70,68 | 71,64 | 66,26 | 69,50 | 64,30 | 64,99 | 61,77 | 65,27 |
| Kadar air rata-rata        | %   | 71,16 |       | 67,88 |       | 64,65 |       | 63,52 |       |
| Jumlah pukulan (n)         |     | 17    |       | 21    |       | 30    |       | 37    |       |

**Tabel 5.13 Kadar Air Pengujian Batas Plastis Sampel 1**

| No. | Uraian                     | Sat | Batas Plastis |       |
|-----|----------------------------|-----|---------------|-------|
|     |                            |     | 1             | 2     |
| 1   | Berat cawan                | gr  | 13,21         | 12,92 |
| 2   | Berat cawan + tanah basah  | gr  | 14,34         | 14,76 |
| 3   | Berat cawan + tanah kering | gr  | 13,95         | 14,2  |
| 4   | Berat air                  | gr  | 0,39          | 0,56  |

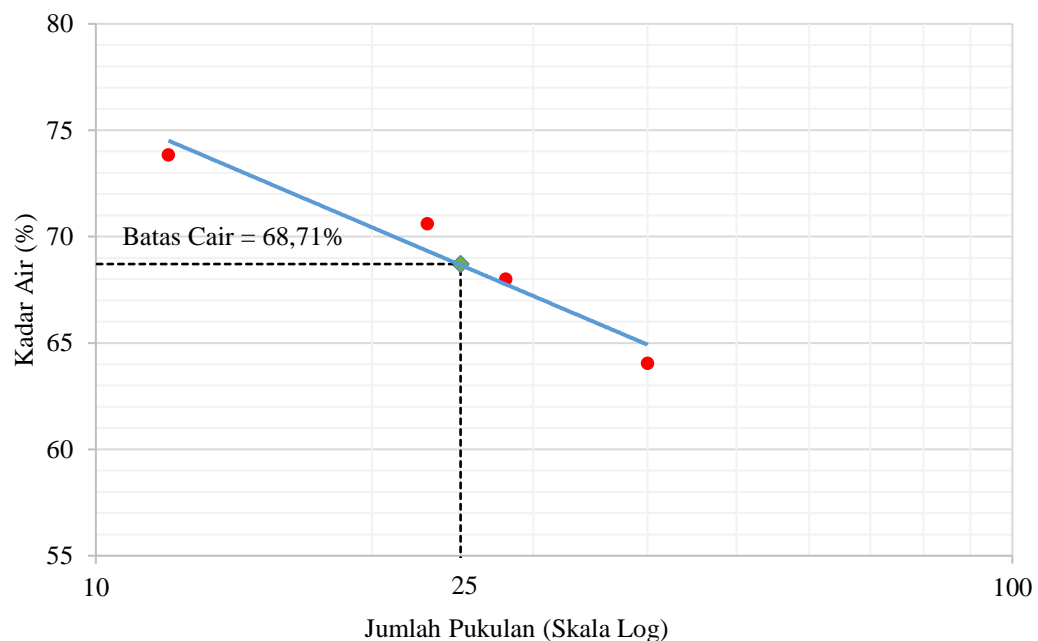
**Lanjutan Tabel 5.13 Kadar Air Pengujian Batas Plastis Sampel 1**

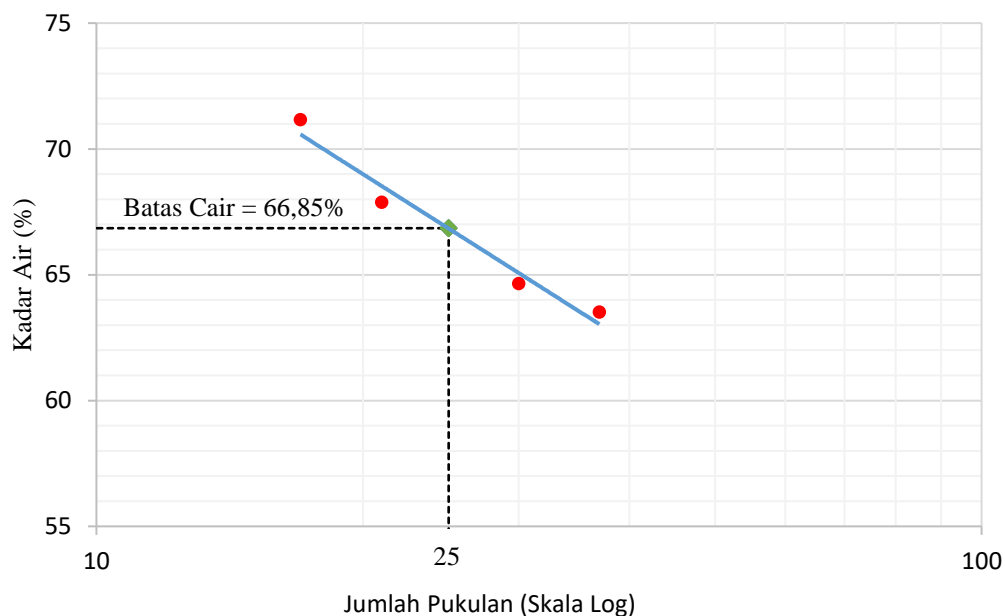
| No. | Uraian              | Sat | Batas Plastis |       |
|-----|---------------------|-----|---------------|-------|
|     |                     |     | 1             | 2     |
| 5   | Berat tanah kering  | gr  | 0,74          | 1,28  |
| 6   | Kadar air           | %   | 52,70         | 43,75 |
| 7   | Kadar air rata-rata | %   | 48,23         |       |

**Tabel 5.14 Kadar Air Pengujian Batas Plastis Sampel 2**

| No. | Uraian                     | Sat | Batas Plastis |       |
|-----|----------------------------|-----|---------------|-------|
|     |                            |     | 1             | 2     |
| 1   | Berat cawan                | gr  | 6,56          | 5,7   |
| 2   | Berat cawan + tanah basah  | gr  | 9,39          | 9,96  |
| 3   | Berat cawan + tanah kering | gr  | 8,47          | 8,66  |
| 4   | Berat air                  | gr  | 0,92          | 1,3   |
| 5   | Berat tanah kering         | gr  | 1,91          | 2,96  |
| 6   | Kadar air                  | %   | 48,17         | 43,92 |
| 7   | Kadar air rata-rata        | %   | 46,04         |       |

Dari hasil pengujian batas cair (*liquid limit*) pada Tabel 5.11 dan 5.12 diatas, dapat digambarkan sebuah grafik, berikut adalah grafik hasil pengujian batas cair yang dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3 berikut.

**Gambar 5.2 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1**



**Gambar 5.3 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 2**

Berdasarkan hasil pengujian batas cair dan batas plastis pada sampel tanah yang telah dilakukan, didapatkan rekapitulasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut ini.

**Tabel 5.15 Rekapitulasi Kadar Air Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis**

| Sampel              | Batas Cair | Batas Plastis |
|---------------------|------------|---------------|
|                     | %          | %             |
| Tanah Asli Sampel 1 | 68,71      | 48,23         |
| Tanah Asli Sampel 2 | 66,85      | 46,04         |
| Rata-Rata           | 67,78      | 47,13         |

Berdasarkan Tabel 5.15 dapat diketahui bahwa sampel tanah yang telah diuji memiliki batas cair sebesar 67,78% dan batas plastis sebesar 47,13%.

Selain pengujian batas cair dan batas plastis, perlu juga dilakukan pengujian batas susut (*shrinkage limit*) guna mengetahui persentase kadar air yang terkandung dalam sampel tanah, sehingga pengurangan kadar air selanjutnya tidak menyebabkan berkurangnya volume tanah. Berikut ini hasil dari pengujian batas susut yang dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Tabel 5.17.

**Tabel 5.16 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 1**

| No | Keterangan  | Simbol | Satuan          | Hasil    |          |
|----|---|--------|-----------------|----------|----------|
|    |   |        |                 | Sampel 1 | Sampel 2 |
| 1  | Berat cawan susut                                       | $W_1$  | gram            | 43,5     | 41,1     |
| 2  | Berat cawan susut + tanah basah                         | $W_2$  | gram            | 70,45    | 70,02    |
| 3  | Berat cawan susut + tanah kering                        | $W_3$  | gram            | 59,23    | 58,08    |
| 4  | Berat tanah kering                                      |        | gram            | 15,73    | 16,98    |
| 5  | Kadar air   |        | %               | 71,33    | 70,32    |
| 6  | Diameter ring   | d      | cm              | 4,2      | 4,2      |
| 7  | Tinggi ring   | t      | cm              | 1,3      | 1,3      |
| 8  | Volume ring   | V      | cm <sup>3</sup> | 18,011   | 18,011   |
| 9  | Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur | $W_4$  | gram            | 186,37   | 187,73   |
| 10 | Berat gelas ukur  | $W_5$  | gram            | 60,5     | 60,5     |
| 11 | Berat air raksa   | $W_6$  | gram            | 125,87   | 127,23   |
| 12 | Berat tanah kering                                      | $W_0$  | gram            | 15,73    | 16,98    |
| 13 | Volume tanah kering                                     | $V_0$  | cm <sup>3</sup> | 9,255    | 9,355    |
| 14 | Batas susut tanah                                       |        | %               | 15,667   | 19,343   |
| 15 | Batas susut tanah rata-rata                             |        | %               | 17,505   |          |

**Tabel 5.17 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 2**

| No | Keterangan                       | Simbol | Satuan | Hasil    |          |
|----|----------------------------------|--------|--------|----------|----------|
|    |                                  |        |        | Sampel 1 | Sampel 2 |
| 1  | Berat cawan susut                | $W_1$  | gram   | 42,3     | 42,19    |
| 2  | Berat cawan susut + tanah basah  | $W_2$  | gram   | 65,5     | 66,45    |
| 3  | Berat cawan susut + tanah kering | $W_3$  | gram   | 55,46    | 55,38    |

**Lanjutan Tabel 5.17 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 2**

| No | Keterangan  | Simbol         | Satuan          | Hasil    |          |
|----|---|----------------|-----------------|----------|----------|
|    |   |                |                 | Sampel 1 | Sampel 2 |
| 4  | Berat tanah kering                                      |                | gram            | 13,16    | 13,19    |
| 5  | Kadar air, $w = (W_2 - W_3)/(W_3 - W_1) \times 100\%$   |                | %               | 76,29    | 83,93    |
| 6  | Diameter ring   | d              | cm              | 4,2      | 4,2      |
| 7  | Tinggi ring   | t              | cm              | 1,3      | 1,3      |
| 8  | Volume ring   | V              | cm <sup>3</sup> | 18,011   | 18,011   |
| 9  | Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur | W <sub>4</sub> | gram            | 173,93   | 172,96   |
| 10 | Berat gelas ukur  | W <sub>5</sub> | gram            | 60,52    | 60,52    |
| 11 | Berat air raksa   | W <sub>6</sub> | gram            | 113,41   | 112,44   |
| 12 | Berat tanah kering                                      | W <sub>0</sub> | gram            | 15,67    | 14,83    |
| 13 | Volume tanah kering                                     | V <sub>0</sub> | cm <sup>3</sup> | 8,339    | 8,268    |
| 14 | Batas susut tanah                                       |                | %               | 14,570   | 18,229   |
| 15 | Batas susut tanah rata-rata                             |                | %               | 16,399   |          |

Dari pembacaan tabel dan grafik diatas didapatkan kadar air pada batas cair, batas plastis, dan batas susut yang dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

**Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas-Batas Konsistensi**

| Keterangan   | Satuan | Hasil  |
|--|--------|--------|
| Batas Cair ( <i>Liquid Limit</i> ), <i>LL</i>                  | %      | 67,78  |
| Batas Plastis ( <i>Plastic Limit</i> ), <i>PL</i>              | %      | 47,135 |
| Batas Susut ( <i>Shrinkage Limit</i> ), <i>SL</i>              | %      | 16,952 |
| Indeks Plastisitas ( <i>Plastic Index</i> ), <i>IP = LL-PL</i> | %      | 20,645 |

Berdasarkan hasil pengujian batas-batas konsistensi yang telah dilakukan, maka didapatkan bahwa sampel tanah memiliki nilai batas cair sebesar 67,78%, nilai batas plastis sebesar 47,135%, dan nilai batas susut sebesar 16,952% dan nilai indeks plastisitas sebesar 20,645%.

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

Pengujian pemadatan tanah dilakukan guna mengetahui nilai kepadatan tanah maksimum dan kadar air optimum pada sampel tanah yang akan diuji. Pengujian pemadatan tanah ini menggunakan 2 sampel tanah yang ditambahkan air dengan volume dan interval tertentu sehingga sampel tanah tersebut mengalami penurunan berat volume. Berikut ini hasil dari pengujian pemadatan tanah yang dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan Tabel 5.20.

**Tabel 5.19 Penambahan Air Sampel Tanah 1**

| Keterangan                         | Satuan               | Sampel |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                    |                      | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Berat sampel tanah                 | gram                 | 2000   | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  |
| Kadar air mula-mula                | %                    | 11,74  | 11,74 | 11,74 | 11,74 | 11,74 | 11,74 |
| Penambahan air                     | ml                   | 100    | 200   | 300   | 400   | 500   | 600   |
| Berat cetakan + tanah basah        | gram                 | 3105   | 3218  | 3440  | 3508  | 3405  | 3358  |
| Berat tanah basah                  | gram                 | 1358   | 1471  | 1693  | 1761  | 1658  | 1611  |
| Berat volume tanah basah, $\gamma$ | gram/cm <sup>3</sup> | 1,434  | 1,554 | 1,788 | 1,860 | 1,751 | 1,702 |

**Tabel 5.20 Penambahan Air Sampel Tanah 2**

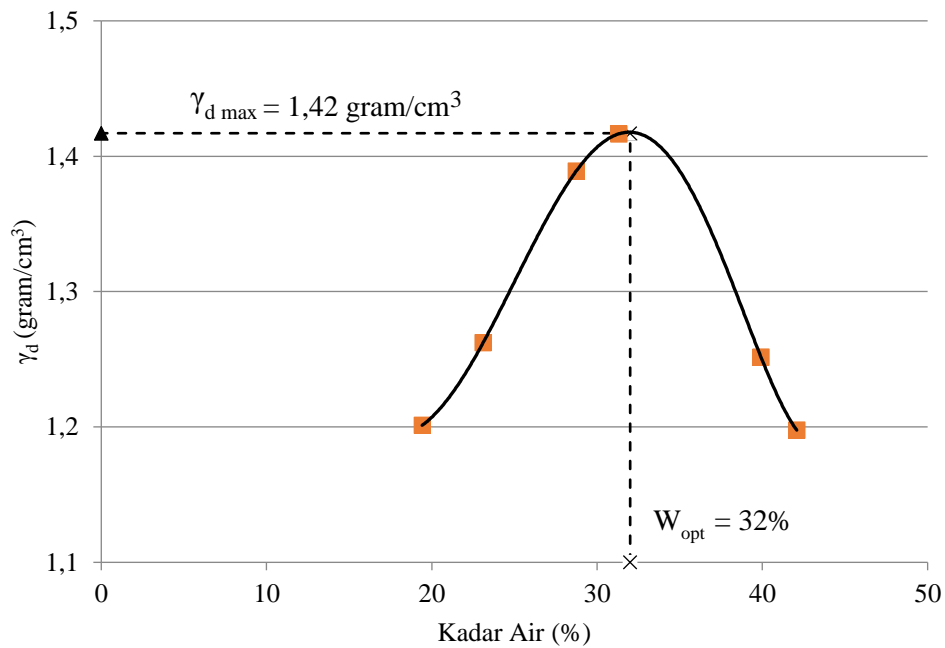
| Keterangan                         | Satuan               | Sampel |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                    |                      | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Berat sampel tanah                 | gram                 | 2000   | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  |
| Kadar air mula-mula                | %                    | 11,74  | 11,74 | 11,74 | 11,74 | 11,74 | 11,74 |
| Penambahan air                     | ml                   | 100    | 200   | 300   | 400   | 500   | 600   |
| Berat cetakan + tanah basah        | gram                 | 3130   | 3243  | 3410  | 3525  | 3380  | 3318  |
| Berat tanah basah                  | gram                 | 1383   | 1496  | 1663  | 1778  | 1633  | 1571  |
| Berat volume tanah basah, $\gamma$ | gram/cm <sup>3</sup> | 1,461  | 1,580 | 1,757 | 1,878 | 1,725 | 1,659 |

Hubungan antara berat volume basah ( $\gamma$ ) dan berat volume kering ( $\gamma_d$ ) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.2. Berikut ini adalah hasil perhitungan dari kadar air dan berat volume kering ( $\gamma_d$ ) yang dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan

Tabel 5.22, dan grafik hubungan antara kadar air dengan berat volume pada pengujian pemadatan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5.

**Tabel 5.21 Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Sampel 1**

| Nomer pengujian                       | 1     |      | 2     |      | 3     |      | 4     |      | 5     |      | 6     |      |
|---------------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| Nomer cawan                           | a     | b    | a     | b    | a     | b    | a     | b    | a     | b    | a     | b    |
| Berat cawan (gram)                    | 5,5   | 5,6  | 5,5   | 5,7  | 6,8   | 5,6  | 12,8  | 13,1 | 7,1   | 7,2  | 7,0   | 6,9  |
| Berat cawan+tanah basah (gram)        | 14,1  | 12,6 | 32,5  | 26,2 | 22,2  | 24,1 | 32,4  | 44,3 | 38,3  | 30,0 | 27,4  | 28,7 |
| Berat cawan+tanah kering (gram)       | 12,7  | 11,4 | 27,3  | 22,5 | 18,7  | 20,0 | 27,7  | 36,9 | 29,5  | 23,5 | 21,4  | 22,2 |
| Berat air (gram)                      | 1,4   | 1,1  | 5,3   | 3,7  | 3,5   | 4,1  | 4,7   | 7,4  | 8,8   | 6,6  | 6,0   | 6,5  |
| Berat tanah kering (gram)             | 7,2   | 5,8  | 21,7  | 16,8 | 11,9  | 14,4 | 14,8  | 23,8 | 22,3  | 16,3 | 14,3  | 15,3 |
| Kadar air (%)                         | 19,1  | 19,7 | 24,2  | 22,0 | 29,1  | 28,4 | 31,5  | 31,2 | 39,6  | 40,3 | 41,9  | 42,2 |
| Kadar air rata-rata (%)               | 19,41 |      | 23,10 |      | 28,74 |      | 31,32 |      | 39,91 |      | 42,08 |      |
| Berat volume tanah kering, $\gamma_d$ | 1,20  |      | 1,26  |      | 1,39  |      | 1,42  |      | 1,25  |      | 1,20  |      |



**Gambar 5.4 Grafik Pengujian Standar Proctor Sampel 1**

Berdasarkan hasil pengujian pemadatan tanah sampel 1 didapatkan berat volume kering maksimum ( $\gamma_{d \max}$ ) sebesar  $1,42 \text{ gram/cm}^3$ , serta kadar air optimum ( $W_{\text{opt}}$ ) sebesar 32%.

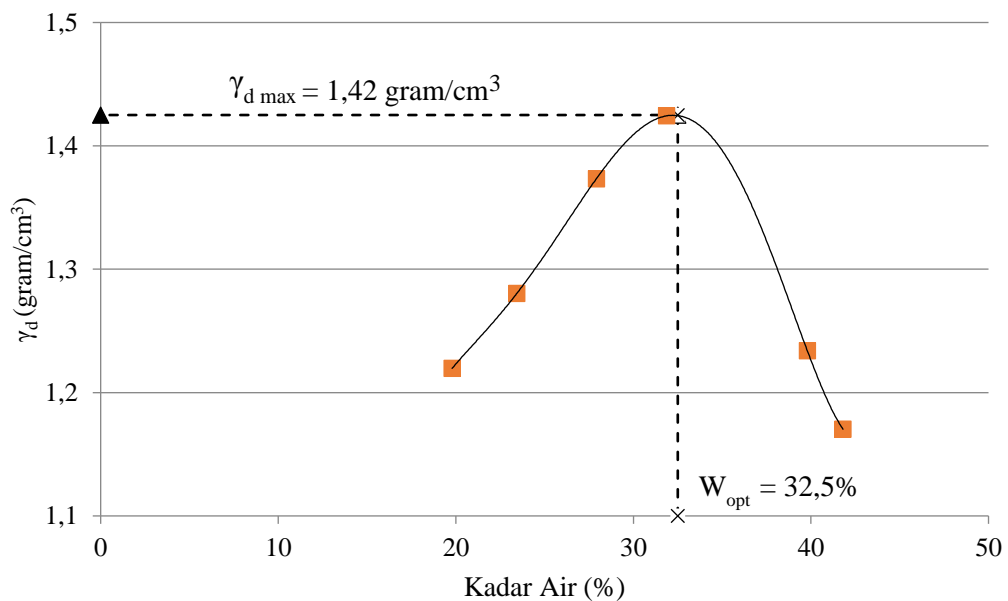
**Tabel 5.22 Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Sampel 2**

| Nomer pengujian                 | 1    |      | 2    |      | 3    |      | 4    |      | 5    |      | 6    |      |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nomer cawan                     | a    | b    | a    | b    | a    | b    | a    | b    | a    | b    | a    | b    |
| Berat cawan (gram)              | 5,5  | 5,6  | 6,8  | 6,9  | 7,0  | 12,8 | 12,7 | 12,8 | 13,0 | 12,7 | 13,2 | 13,0 |
| Berat cawan+tanah basah (gram)  | 17,7 | 17,0 | 24,8 | 25,1 | 24,1 | 35,6 | 54,0 | 47,6 | 52,1 | 47,6 | 56,7 | 51,6 |
| Berat cawan+tanah kering (gram) | 15,9 | 14,9 | 21,4 | 21,6 | 20,3 | 30,7 | 44,2 | 39,0 | 41,1 | 37,6 | 43,8 | 40,3 |
| Berat air (gram)                | 1,8  | 2,1  | 3,4  | 3,5  | 3,8  | 4,9  | 9,8  | 8,5  | 11,1 | 10,0 | 12,9 | 11,4 |



Lanjutan Tabel 5.22 Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Sampel 2

| Nomer pengujian                       | 1     |      | 2     |      | 3     |      | 4     |      | 5     |      | 6     |      |
|---------------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| Berat tanah kering (gram)             | 10,4  | 9,4  | 14,6  | 14,7 | 13,3  | 17,9 | 31,5  | 26,2 | 28,0  | 24,9 | 30,7  | 27,3 |
| Kadar air (%)                         | 17,4  | 22,1 | 23,2  | 23,7 | 28,5  | 27,3 | 31,1  | 32,6 | 39,4  | 40,2 | 42,0  | 41,6 |
| Kadar air rata-rata (%)               | 19,79 |      | 23,43 |      | 27,91 |      | 31,86 |      | 39,80 |      | 41,80 |      |
| Berat volume tanah kering, $\gamma_d$ | 1,22  |      | 1,28  |      | 1,37  |      | 1,42  |      | 1,23  |      | 1,17  |      |



Gambar 5.5 Grafik Pengujian Standar Proctor Sampel 2

Berdasarkan hasil pengujian pemadatan tanah sampel 2 didapatkan berat volume kering maksimum ( $\gamma_{d \max}$ ) sebesar 1,42 gram/cm<sup>3</sup>, serta kadar air optimum ( $W_{\text{opt}}$ ) sebesar 32,5%. Berikut ini hasil rekapitulasi nilai berat volume kering maksimum ( $\gamma_{d \max}$ ) dan kadar air optimum ( $w_{\text{opt}}$ ) pada pengujian pemadatan tanah rata-rata yang dapat dilihat pada Tabel 5.23.

**Tabel 5.23 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Rata-Rata**

| Keterangan                     | Simbol     | Satuan               | Sampel |      | Rata-rata |
|--------------------------------|------------|----------------------|--------|------|-----------|
|                                |            |                      | 1      | 2    |           |
| Kadar air optimum, OMD         | Wopt       | %                    | 32     | 32,5 | 32,25     |
| Berat volume tanah kering, MDD | $\gamma_d$ | gram/cm <sup>3</sup> | 1,42   | 1,42 | 1,42      |

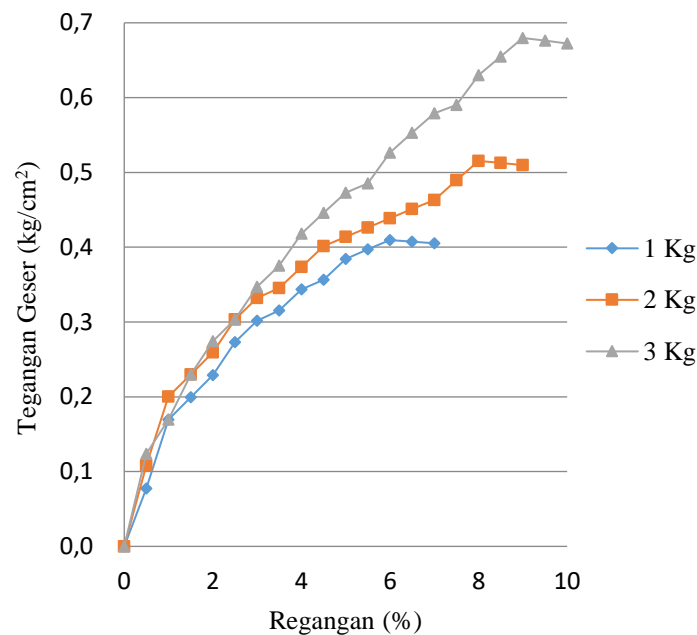
Berdasarkan hasil yang dilakukan dari pengujian pemadatan tanah pada sampel tanah didapatkan nilai kadar air optimum sebesar 32,25% dan nilai berat volume kering pada sampel tanah adalah sebesar 1,42 gram/cm<sup>3</sup>.

#### 5.1.7 Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Pengujian geser langsung (*direct shear test*) dilakukan guna mengetahui besaran nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Pengujian dilakukan dengan menggunakan tanah asli dan tanah yang telah ditambahkan dengan bahan tambah yaitu abu sekam padi dan variasi serbuk bata merah dengan persentase 1%, 3%, dan 5%. Sampel pengujian dilakukan perawatan dengan masa pemeraman selama 1 hari, 3 hari dan 7 hari. Pengujian geser langsung dilakukan dengan menggunakan nilai kadar air optimum dan kepadatan maksimum yang didapatkan berdasarkan pengujian *standard proctor* yang telah dilakukan sebelumnya. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 2 sampel uji, dimana setiap sampel terdiri dari 3 buah benda uji yang dilakukan pemberian beban masing-masing sebesar 1kg, 2kg, dan 3kg.

##### 1. Pengujian Geser Langsung pada Tanah Asli

Berdasarkan hasil pengujian geser langsung yang telah dilakukan pada sampel tanah asli yang telah dicetak ulang dengan mengacu pada MDD dan OMC pada pengujian *standard proctor* yang telah dilakukan sebelumnya, maka didapatkan grafik hubungan antara tegangan geser dan regangan yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.



**Gambar 5.6 Grafik Hubungan Tegangan Geser dan Regangan Tanah Asli Pengujian Geser Langsung Sampel 1**

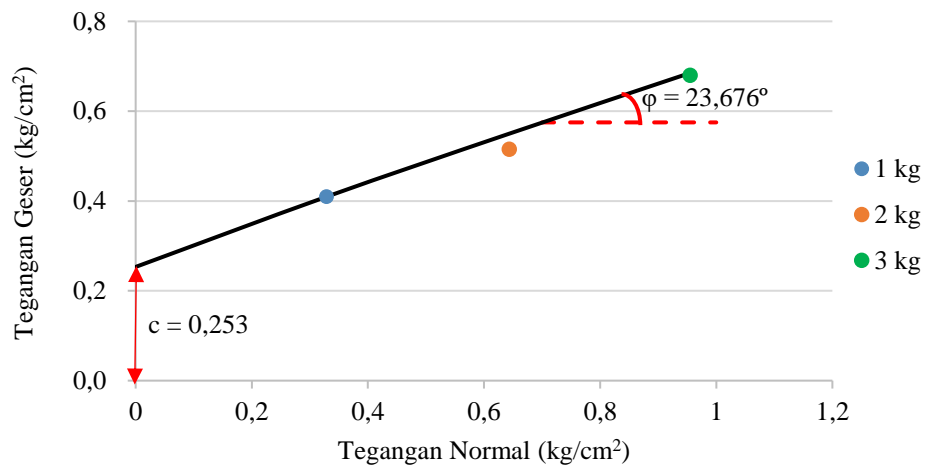
Berdasarkan grafik hubungan tegangan geser dan regangan tanah asli tersebut, maka didapatkan nilai tegangan normal dan tegangan geser maksimum untuk tiap pembebanan. Berikut ini nilai dari tegangan normal dan tegangan geser maksimum pada tanah asli sampel 1 yang dapat dilihat pada Tabel 5.24.

**Tabel 5.24 Tegangan Normal dan Tegangan Geser Maksimum Uji Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1**

| Keterangan              | Simbol   | Satuan             | Benda Uji |       |       |
|-------------------------|----------|--------------------|-----------|-------|-------|
|                         |          |                    | I         | II    | III   |
| Beban                   |          | kg                 | 1         | 2     | 3     |
| Tegangan Normal         | $\sigma$ | kg/cm <sup>2</sup> | 0,329     | 0,644 | 0,955 |
| Tegangan Geser Maksimum | $\tau$   | kg/cm <sup>2</sup> | 0,410     | 0,515 | 0,680 |

Berdasarkan hasil dari tabel diatas, maka didapatkan grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser maksimum tanah asli yang selanjutnya dapat digunakan dalam menentukan besaran nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam

( $\phi$ ). Grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser tanah asli sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut.



**Gambar 5.7 Grafik Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1**

Berdasarkan dari grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser maksimum tanah asli tersebut, maka didapatkan besaran nilai kohesi dan sudut geser dalam pada tanah asli sampel 1 sebesar 0,253 kg/cm<sup>2</sup> dan 23,676°. Perhitungan untuk tanah asli sampel 2 dilakukan seperti perhitungan tanah asli sampel 1 diatas. Hasil rekapitulasi pengujian geser langsung tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.25 berikut.

**Tabel 5.25 Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli**

| Sampel              | Parameter Kuat Geser Tanah     |                                 |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|
|                     | Kohesi (c), kg/cm <sup>2</sup> | Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ), ° |
| Tanah Asli Sampel 1 | 0,253                          | 23,676                          |
| Tanah Asli Sampel 2 | 0,272                          | 23,524                          |
| Rata-rata           | 0,263                          | 23,600                          |

Berdasarkan hasil dari pengujian geser langsung sampel tanah asli didapatkan nilai kohesi rerata sebesar 0,263 kg/cm<sup>2</sup> dan sudut geser dalam rerata sebesar 23,600°.

2. Pengujian Geser Langsung dengan Bahan Tambah Stabilisasi dan Masa Pemeraman 1 Hari

Nilai parameter kuat geser tanah yang didapatkan dari uji geser langsung pada tanah yang sudah ditambahkan bahan tambah abu sekam padi (*RHA*) dan serbuk bata merah (*SBM*) dengan masa pemeraman 1 hari dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut.

**Tabel 5.26 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Dengan Bahan Tambah dan Waktu Pemeraman 1 Hari**

| Variasi Bahan Tambah                       | Parameter Kuat Geser Tanah |        |
|--|----------------------------|--------|
|  | c (kg/cm <sup>2</sup> )    | φ (°)  |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% <i>SBM</i> | 0,442                      | 24,887 |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% <i>SBM</i> | 0,527                      | 29,880 |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 5% <i>SBM</i> | 0,659                      | 32,581 |

3. Pengujian Geser Langsung dengan Bahan Tambah Stabilisasi dan Masa Pemeraman 3 Hari

Nilai parameter kuat geser tanah yang didapatkan dari uji geser langsung pada tanah yang sudah ditambahkan bahan tambah abu sekam padi (*RHA*) dan serbuk bata merah (*SBM*) dengan masa pemeraman 3 hari dapat dilihat pada Tabel 5.27 berikut.

**Tabel 5.27 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Dengan Bahan Tambah dan Waktu Pemeraman 3 Hari**

| Variasi Bahan Tambah                       | Parameter Kuat Geser Tanah |        |
|--|----------------------------|--------|
|  | c (kg/cm <sup>2</sup> )    | φ (°)  |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% <i>SBM</i> | 0,579                      | 27,270 |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% <i>SBM</i> | 0,688                      | 30,597 |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 5% <i>SBM</i> | 0,837                      | 33,869 |

4. Pengujian Geser Langsung dengan Bahan Tambah Stabilisasi dan Masa Pemeraman 7 Hari

Nilai parameter kuat geser tanah yang didapatkan dari uji geser langsung pada tanah yang sudah ditambahkan bahan tambah abu sekam padi (*RHA*) dan serbuk bata merah (*SBM*) dengan masa pemeraman 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.28 berikut.

**Tabel 5.28 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Dengan Bahan Tambah dan Waktu Pemeraman 7 Hari**

| Variasi Bahan Tambah                       | Parameter Kuat Geser Tanah |        |
|--|----------------------------|--------|
|  | c (kg/cm <sup>2</sup> )    | φ (°)  |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% <i>SBM</i> | 0,797                      | 29,162 |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% <i>SBM</i> | 1,030                      | 32,377 |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 5% <i>SBM</i> | 1,110                      | 34,829 |

5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung

Hasil rekapitulasi dari pengujian geser langsung pada sampel tanah asli dan tanah yang telah ditambahkan abu sekam padi dan serbuk bata merah yang dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut.

**Tabel 5.29 Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung**

| Pemeraman | Variasi                                    | Parameter Kuat Geser Tanah |                       |
|-----------|--|----------------------------|-----------------------|
|           |  | Kohesi (c)                 | Sudut Geser Dalam (φ) |
|           |  | (kg/cm <sup>2</sup> )      | ° (derajat)           |
| 0 Hari    | Tanah Asli                                 | 0,263                      | 23,600                |
| 1 Hari    | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% <i>SBM</i> | 0,442                      | 24,887                |
|           | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% <i>SBM</i> | 0,527                      | 29,880                |
|           | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 5% <i>SBM</i> | 0,659                      | 32,581                |

**Lanjutan Tabel 5.29 Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung**

| Pemeraman | Variasi                      | Parameter Kuat Geser Tanah |                              |
|-----------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
|           |                              | Kohesi (c)                 | Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) |
|           |                              | (kg/cm <sup>2</sup> )      | ° (derajat)                  |
| 3 Hari    | Tanah Asli + 5% RHA + 1% SBM | 0,579                      | 27,270                       |
|           | Tanah Asli + 5% RHA + 3% SBM | 0,688                      | 30,597                       |
|           | Tanah Asli + 5% RHA + 5% SBM | 0,837                      | 33,869                       |
| 7 Hari    | Tanah Asli + 5% RHA + 1% SBM | 0,797                      | 29,162                       |
|           | Tanah Asli + 5% RHA + 3% SBM | 1,030                      | 32,377                       |
|           | Tanah Asli + 5% RHA + 5% SBM | 1,110                      | 34,829                       |

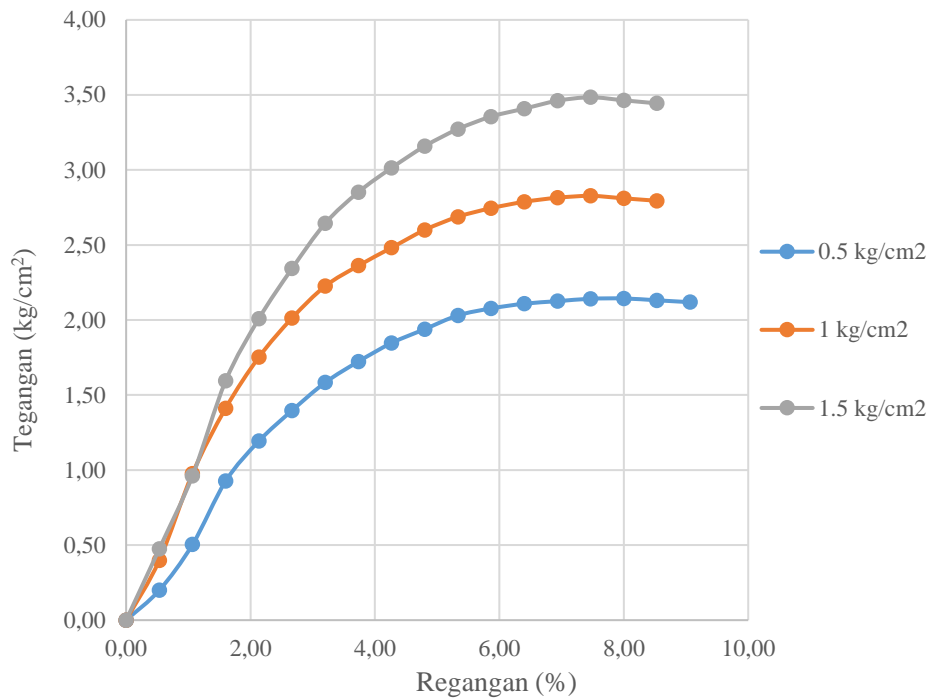
#### 5.1.8 Pengujian Triaksial UU (*Unconsolidated Undrained*)

Pengujian triaksial UU (*Unconsolidated Undrained*) dilakukan guna mendapatkan besaran nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) dengan cara menggambarkan grafik lingkaran Mohr. Pengujian triaksial UU yang dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir menggunakan sampel tanah asli yang telah distabilisasi dengan menggunakan abu sekam padi dengan persentase konstan sebesar 5% dan serbuk bata merah dengan persentase 1%, 3%, dan 5%. Masa pemeraman sampel dilakukan selama 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 2 sampel, dimana tiap sampel terdiri dari 3 benda uji yang diberi tekanan sel berbeda-beda, tekanan sel yang digunakan adalah 0,5 kg/cm<sup>2</sup>, 1 kg/cm<sup>2</sup>, dan 1,5 kg/cm<sup>2</sup>.

##### 1. Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

Berdasarkan hasil pengujian triaksial UU yang telah dilakukan pada sampel tanah asli yang telah dicetak ulang dengan mengacu pada MDD dan OMC pada pengujian *standard proctor* yang telah dilakukan sebelumnya, maka

didapatkan grafik hubungan antara tegangan geser dan regangan yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut.



**Gambar 5.8 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1**

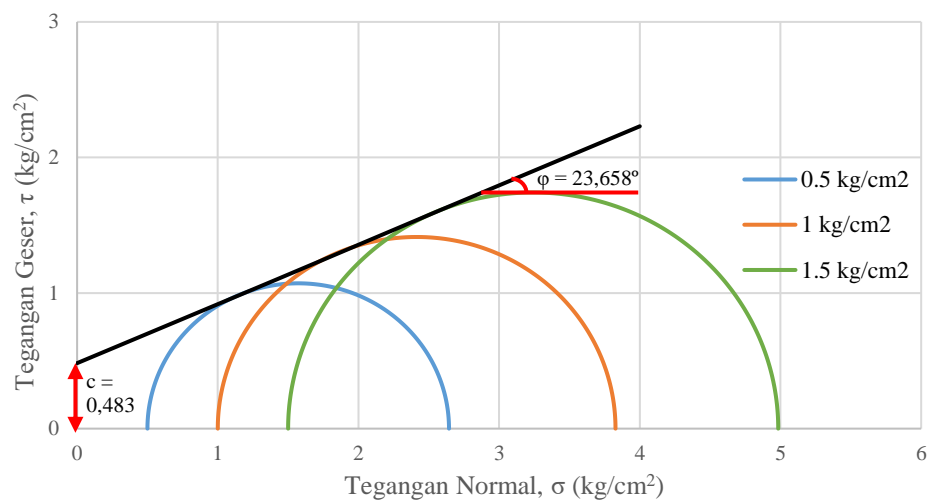
Berdasarkan grafik hubungan tegangan geser dan regangan tanah asli tersebut, maka didapatkan nilai tegangan deviator dan tegangan utama pada setiap tekanan sel. Berikut ini nilai tegangan deviator dan tegangan utama pada tanah asli sampel 1 yang dapat dilihat pada Tabel 5.30.

**Tabel 5.30 Tegangan Deviator dan Tegangan Utama Pengujian Triaksial Tanah Asli**

| Keterangan        | Simbol         | Satuan             | Benda Uji |       |       |
|-------------------|----------------|--------------------|-----------|-------|-------|
|                   |                |                    | 1         | 2     | 3     |
| Tekanan Sel       | $\sigma_3$     | kg/cm <sup>2</sup> | 0,5       | 1,0   | 1,5   |
| Tegangan Deviator | $\Delta\sigma$ | kg/cm <sup>2</sup> | 2,144     | 2,827 | 3,484 |
| Tegangan Utama    | $\sigma_1$     | kg/cm <sup>2</sup> | 2,644     | 3,827 | 4,984 |



Berdasarkan dari tabel diatas maka didapatkan grafik hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser pada tanah asli sampel 1 yang digambarkan dengan grafik lingkaran Mohr yang kemudian digunakan dalam menentukan besaran nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) secara grafis. Grafik lingkaran Mohr dalam pengujian triaksial UU pada tanah asli sampel 1 dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut.



**Gambar 5.9 Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli Sampel 1 Pada Pengujian Triaksial UU**

Berdasarkan dari grafik lingkaran Mohr pada tanah asli sampel 1 tersebut, maka didapatkan besaran nilai kohesi dan sudut geser dalam pada tanah asli sampel 1 sebesar 0,483 kg/cm<sup>2</sup> dan 23,658°. Perhitungan untuk tanah asli sampel 2 dilakukan seperti perhitungan tanah asli sampel 1 diatas. Hasil rekapitulasi pengujian triaksial UU pada tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.31 berikut.

**Tabel 5.31 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli**

| Sampel    | Parameter Kuat Geser Tanah         |                                 |
|-----------|------------------------------------|---------------------------------|
|           | Kohesi ( $c$ ), kg/cm <sup>2</sup> | Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ), ° |
| Sampel 1  | 0,483                              | 23,658                          |
| Sampel 2  | 0,424                              | 23,764                          |
| Rata-rata | 0,454                              | 23,711                          |

Berdasarkan hasil dari pengujian triaksial UU pada sampel tanah asli didapatkan nilai kohesi rerata sebesar  $0,454 \text{ kg/cm}^2$  dan sudut geser dalam rerata sebesar  $23,711^\circ$ .

2. Pengujian Triaksial UU dengan Bahan Tambah Stabilisasi dan Waktu Pemeraman 1 Hari

Nilai parameter kuat geser tanah yang didapatkan dari uji triaksial UU pada tanah yang sudah ditambahkan bahan tambah abu sekam padi (*RHA*) dan serbuk bata merah (*SBM*) dengan masa pemeraman 1 hari dapat dilihat pada Tabel 5.32 berikut.

**Tabel 5.32 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah dan Waktu Pemeraman 1 Hari**

| Variasi Bahan Tambah                       | Parameter Kuat Geser Tanah |                     |
|--|----------------------------|---------------------|
|  | c ( $\text{kg/cm}^2$ )     | $\phi$ ( $^\circ$ ) |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% <i>SBM</i> | 0,589                      | 24,817              |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% <i>SBM</i> | 0,703                      | 27,831              |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 5% <i>SBM</i> | 0,854                      | 28,646              |

3. Pengujian Triaksial UU dengan Bahan Tambah Stabilisasi dan Waktu Pemeraman 3 Hari

Nilai parameter kuat geser tanah yang didapatkan dari uji triaksial UU pada tanah yang sudah ditambahkan bahan tambah abu sekam padi (*RHA*) dan serbuk bata merah (*SBM*) dengan masa pemeraman 3 hari dapat dilihat pada Tabel 5.33 berikut.

**Tabel 5.33 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah dan Pemeraman 3 Hari**

| Variasi Bahan Tambah                       | Parameter Kuat Geser Tanah |                     |
|--|----------------------------|---------------------|
|  | c ( $\text{kg/cm}^2$ )     | $\phi$ ( $^\circ$ ) |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% <i>SBM</i> | 0,694                      | 26,084              |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% <i>SBM</i> | 0,828                      | 28,982              |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 5% <i>SBM</i> | 0,959                      | 30,127              |

4. Pengujian Triaxial UU dengan Bahan Tambah Stabilisasi dan Waktu Pemeraman 7 Hari

Nilai parameter kuat geser tanah yang didapatkan dari uji triaksial UU pada tanah yang sudah ditambahkan bahan tambah abu sekam padi (*RHA*) dan serbuk bata merah (*SBM*) dengan masa pemeraman 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.34 berikut.

**Tabel 5.34 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah dan Pemeraman 7 Hari**

| Variasi Bahan Tambah                       | Parameter Kuat Geser Tanah |        |
|--|----------------------------|--------|
|  | c (kg/cm <sup>2</sup> )    | φ (°)  |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% <i>SBM</i> | 0,896                      | 28,355 |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% <i>SBM</i> | 1,053                      | 30,312 |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 5% <i>SBM</i> | 1,214                      | 31,573 |

5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU

Hasil rekapitulasi dari pengujian triaksial UU pada sampel tanah asli dan tanah yang telah ditambahkan abu sekam padi dan serbuk bata merah yang dapat dilihat pada Tabel 5.35 berikut.

**Tabel 5.35 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU**

| Pemeraman | Variasi                                    | Parameter Kuat Geser Tanah |                       |
|-----------|--|----------------------------|-----------------------|
|           |  | Kohesi (c)                 | Sudut Geser Dalam (φ) |
|           |  | (kg/cm <sup>2</sup> )      | ° (derajat)           |
| 0 Hari    | Tanah Asli                                 | 0,454                      | 23,711                |
| 1 Hari    | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% <i>SBM</i> | 0,589                      | 24,817                |
|           | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% <i>SBM</i> | 0,703                      | 27,831                |
|           | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 5% <i>SBM</i> | 0,854                      | 28,646                |

Lanjutan Tabel 5.35 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU

| Pemeraman | Variasi                             | Parameter Kuat Geser Tanah |                              |
|-----------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
|           |                                     | Kohesi (c)                 | Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) |
|           |                                     | (kg/cm <sup>2</sup> )      | ° (derajat)                  |
| 3 Hari    | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% SBM | 0,694                      | 26,084                       |
|           | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% SBM | 0,828                      | 28,982                       |
|           | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 5% SBM | 0,959                      | 30,127                       |
| 7 Hari    | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% SBM | 0,896                      | 28,355                       |
|           | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% SBM | 1,053                      | 30,312                       |
|           | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 5% SBM | 1,214                      | 31,573                       |

#### 5.1.9 Perbandingan Hasil Pengujian Parameter Kuat Geser

Setelah melakukan pengujian geser langsung dan triaksial UU maka dapat didapatkan rekapitulasi perbandingan nilai kohesi dan sudut geser dalam yang dapat dilihat pada Tabel 5.36 berikut.

**Tabel 5.36 Perbandingan Hasil Pengujian Geser Langsung dan Triaksial UU Terhadap Kohesi dan Sudut Geser Dalam**

| Pemeraman | Variasi                             | Kohesi (c), kg/cm <sup>2</sup> |                  | Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ), ° |                  |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|
|           |                                     | Uji Geser Langsung             | Uji Triaksial UU | Uji Geser Langsung              | Uji Triaksial UU |
| 0 Hari    | Tanah Asli                          | 0,263                          | 0,454            | 23,600                          | 23,711           |
| 1 Hari    | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% SBM | 0,442                          | 0,589            | 24,887                          | 24,817           |
|           | Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% SBM | 0,527                          | 0,703            | 29,880                          | 27,831           |

**Lanjutan Tabel 5.36 Perbandingan Hasil Pengujian Geser Langsung dan Triaksial UU Terhadap Kohesi dan Sudut Geser Dalam**

| Pemeraman | Variasi                                | Kohesi (c), kg/cm <sup>2</sup> |              | Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ), ° |              |
|-----------|--|--------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|
|           |  | Geser Langsung                 | Triaksial UU | Geser Langsung                  | Triaksial UU |
| 1 Hari    | Tanah Asli + 5%<br><i>RHA</i> + 5% SBM | 0,659                          | 0,854        | 32,581                          | 28,646       |
| 3 Hari    | Tanah Asli + 5%<br><i>RHA</i> + 1% SBM | 0,579                          | 0,694        | 27,270                          | 26,084       |
|           | Tanah Asli + 5%<br><i>RHA</i> + 3% SBM | 0,688                          | 0,828        | 30,597                          | 28,982       |
|           | Tanah Asli + 5%<br><i>RHA</i> + 5% SBM | 0,837                          | 0,959        | 33,869                          | 30,127       |
| 7 Hari    | Tanah Asli + 5%<br><i>RHA</i> + 1% SBM | 0,797                          | 0,896        | 29,162                          | 28,355       |
|           | Tanah Asli + 5%<br><i>RHA</i> + 3% SBM | 1,030                          | 1,053        | 32,377                          | 30,312       |
|           | Tanah Asli + 5%<br><i>RHA</i> + 5% SBM | 1,110                          | 1,214        | 34,829                          | 31,573       |

## 5.2 Pembahasan

Pada sub bab ini akan membahas mengenai sifat dan karakteristik pada sampel tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi dengan bahan tambah abu sekam padi dan serbuk bata merah berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan di laboratorium. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian merupakan tanah yang diambil dari Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.

### 5.2.1 Tanah Asli

#### 1. Sifat Fisik pada Tanah

Rekapitulasi dari hasil pengujian yang telah dilakukan guna menentukan sifat fisik dan karakteristik pada tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.36 berikut ini.

**Tabel 5.36 Rekapitulasi Hasil Pengujian Propertis Tanah**

| Pengujian                              | Simbol        | Satuan               | Hasil                |        |
|--|---------------|----------------------|----------------------|--------|
| Persentase Tanah Lolos Saringan No.200 |               | %                    | 85,79                |        |
| Pengujian Kadar Air                    | $w$           | %                    | 11,74                |        |
| Pengujian Berat Volume                 | $\gamma$      | gram/cm <sup>3</sup> | 1,519                |        |
| Pengujian Berat Jenis                  | $G_s$         | gram/cm <sup>3</sup> | 2,578                |        |
| Analisa Saringan                       | Pasir Kasar   |                      | %                    | 1,03   |
|  | Pasir Sedang  |                      | %                    | 3,94   |
|  | Pasir Halus   |                      | %                    | 9,25   |
|  | Lanau         |                      | %                    | 36,78  |
|  | Lempung       |                      | %                    | 49,00  |
| <i>Atteberg Limit</i>                  | Batas Cair    | $LL$                 | %                    | 67,78  |
|  | Batas Plastis | $PL$                 | %                    | 47,135 |
|  | Batas Susut   | $SL$                 | %                    | 16,952 |
| <i>Standard Proctor</i>                | MDD           | $\gamma_{d \max}$    | gram/cm <sup>3</sup> | 1,42   |
|  | OMC           | $w_{opt}$            | gram/cm <sup>3</sup> | 32,25  |

2. Klasifikasi Tanah Menurut *AASHTO* (*American Association of State Highway and Transportation Officials*)

Klasifikasi tanah menurut metode *AASHTO* dilakukan dengan menganalisa beberapa sifat fisik dan karakteristik tanah asli. Analisa dilakukan menggunakan data pada Tabel 5.36 sebagai acuan. Klasifikasi tanah berdasarkan metode *AASHTO* dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- a. Berdasarkan data dari analisa saringan dengan persentase lolos saringan nomer 200 sebesar 85,79%, maka sampel tanah tersebut termasuk dalam kelompok Tanah Lanau-Lempung (>35% dari seluruh sampel tanah lolos saringan nomer 200).
- b. Berdasarkan hasil pengujian batas-batas konsistensi dimana nilai batas cair (LL) sebesar 67,78% dan nilai indeks plastisitas (PI) sebesar 20,645%, maka

sampel tanah termasuk dalam klasifikasi kelompok dengan kode A-7, dengan persyaratan nilai batas cair (LL) minimal 41% dan nilai indeks plastisitas (PI) minimal 11%.

- c. Berdasarkan perhitungan diatas, maka sampel tanah asli termasuk dalam kelompok A-7 dengan tipe material yang paling dominan adalah tanah berlempung, dan penilaian sebagai bahan tanah dasar adalah biasa sampai jelek.

Hasil klasifikasi kelompok tanah menggunakan metode *AASHTO* dapat dilihat pada Tabel 5.37.

**Tabel 5.37 Hasil Klasifikasi Tanah Metode *AASHTO***

|  |  |                    |                    |                  |
|--|--|--------------------|--------------------|------------------|
| Penilaian sebagai bahan tanah dasar  | Baik sekali sampai baik  |                    |                    |                  |
| Klasifikasi umum   | Material lanau lempung<br>(Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200) |                    |                    |                  |
| Klasifikasi kelompok   | A-4  | A-5                | A-6                | A-7              |
| Analisis ayakan (% lolos)<br>No.10<br>No.40<br>No.200                              |  |                    |                    |                  |
|  | Min 36   | Min 36             | Min 36             | Min 36           |
| Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40<br>Batas Cair (LL)<br>Indeks Plastisitas (PI) |  |                    |                    |                  |
|  | Maks 40<br>Maks 10   | Maks 41<br>Maks 10 | Maks 40<br>Maks 11 | Min 41<br>Min 11 |
| Tipe material yang paling dominan  | Tanah berlanau   |                    | Tanah Berlempung   |                  |
| Penilaian sebagai bahan tanah dasar  | Biasa sampai jelek   |                    |                    |                  |

Sumber: Das (1995)

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

Klasifikasi tanah menurut metode *USCS* dilakukan dengan menganalisa beberapa sifat fisik dan karakteristik tanah asli. Analisa dilakukan

menggunakan data pada Tabel 3.35 sebagai acuan. Klasifikasi tanah berdasarkan 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 lolos saringan nomor 200 serta tanah lanau dan lempung dengan nilai batas cair  $>50\%$ . Hasil penentuan pada bagian divisi utama metode *USCS* dapat dilihat pada Tabel 5.38.

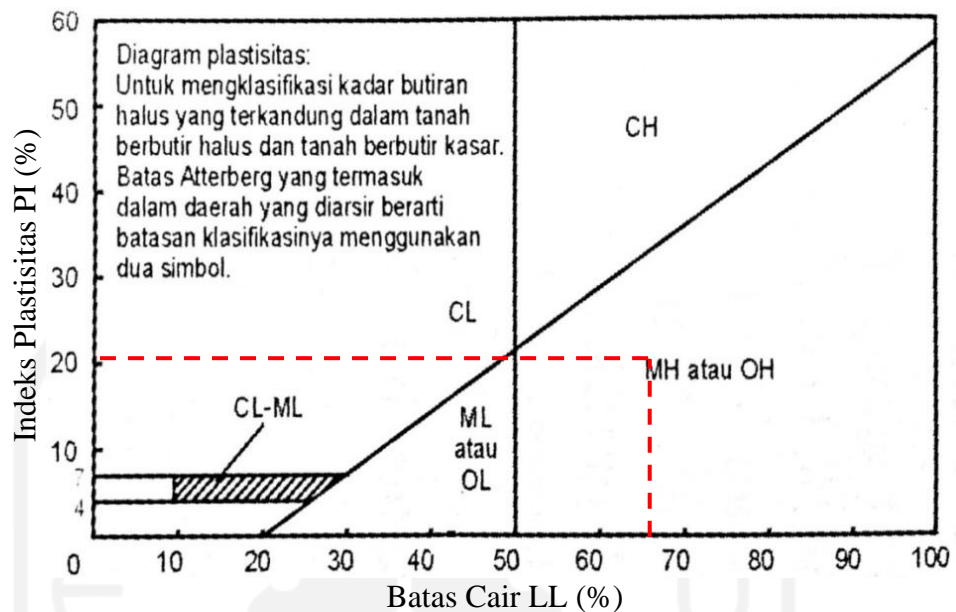
**Tabel 5.38 Klasifikasi Tanah Asli Metode *USCS***

| Divisi Utama  | Simbol Kelompok | Nama Jenis   |
|---|-----------------|--|
| Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm) | ML              | Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung  |
|   | CL              | Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (" <i>lean clays</i> ") |
|   | OL              | Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah   |
| Lanau dan lempung batas cair 50 % atau kurang                         | MH              | Lanau tak organik atau pasir halus diatome, lanau elastis  |
|   | CH              | Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (" <i>fat clays</i> ")  |
|   | OH              | Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi  |
| Tanah dengan kadar organik tinggi                                     | P <sub>t</sub>  | Gambut (" <i>peat</i> ") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi  |

Sumber: Das (1995)

- b. Berdasarkan dari hasil pengujian batas-batas konsistensi, didapatkan nilai batas cair (LL) sebesar 67,78%, dan indeks plastisitas (PI) sebesar 20,645% dengan demikian didapatkan nama simbol kelompok metode *USCS* dari Gambar 5.10 berikut.





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

- c. Berdasarkan dari pembacaan Gambar 5.10 diatas, maka dapat ditentukan nama simbol kelompok sampel tanah adalah OH dengan nama jenis lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Penentuan simbol kelompok dan nama jenis dapat dilihat pada Tabel 5.39.

**Tabel 5.39 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Sistem USCS**

| Divisi Utama  |   | Simbol Kelompok | Nama Jenis  |
|---|---|-----------------|---|
| Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm) | Lanau dan lempung batas cair 50 % atau kurang | ML              | Lanau 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 <sub>t</sub>  | Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi  |

Sumber: Das (1995)

#### 4. Potensi Pengembangan Tanah

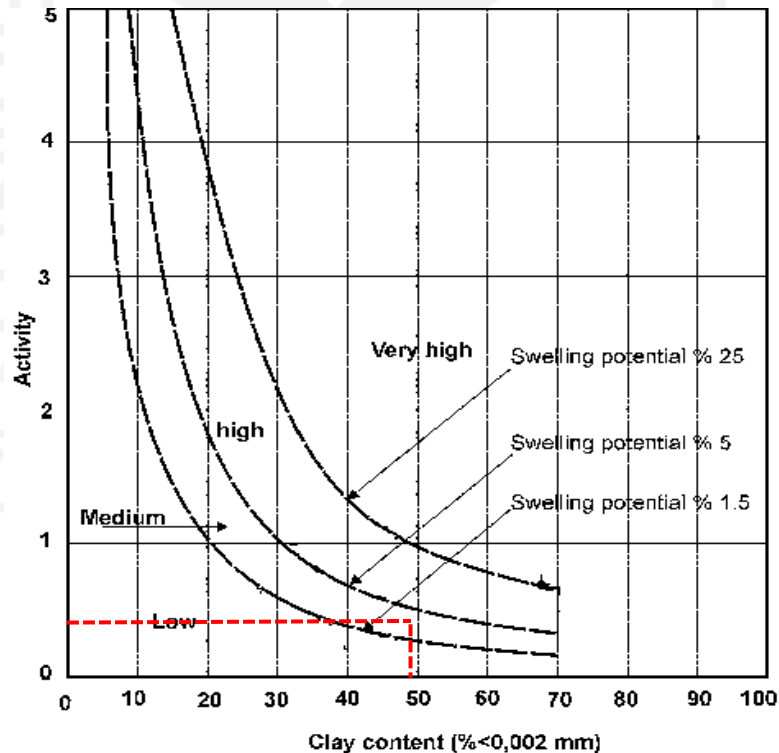
Dalam penelitian ini juga dilakukan analisa mengenai tingkat potensi pengembangan menurut beberapa teori dan menggunakan metode tidak langsung yaitu menggunakan nilai batas-batas konsistensi (*atberg limit*), dengan demikian dapat diketahui nilai aktivitas yang diperoleh dari persentase lempung dan indeks plastisitas, dimana pada penelitian diperoleh persentase lempung sebesar 49% dan indeks plastisitas 20,645%, maka potensi pengembangan dapat ditentukan dengan Persamaan 3.3.

$$\text{Aktifitas (A)} = \frac{IP}{C}$$

$$\text{Aktifitas (A)} = \frac{20,645}{49}$$

$$\text{Aktifitas (A)} = 0,421$$

Dari persamaan diatas maka diplotkan dalam sebuah grafik hubungan antara aktifitas dan kandungan lempung yang dapat dilihat pada Gambar 5.18.



**Gambar 5.11 Diagram Klasifikasi Potensi Pengembangan Tanah Asli**

(Sumber: Seed et al., 1962 dalam Hardiyatmo., 2006)

Berdasarkan dari plot diagram diatas, maka sampel tanah memiliki nilai tingkat potensi pengembangan sedang dimana potensi pengembangan berada diantara 1,5%-5%. Berdasarkan kriteria Seed et al (1962) dalam Hardiyatmo (2006) yang dapat dilihat pada Tabel 3.5 diatas, Maka derajat ekspansifitas/potensi pengembangan tanah asli dapat ditentukan menggunakan Persamaan 3.4.

$$S = (2,6 \times 10^{-3})(PI)^{2,44}$$

$$S = (2,6 \times 10^{-3})(20,645)^{2,44}$$

$$S = 4,199 \%$$

Dari hasil persamaan diatas dapat diketahui klasifikasi derajat ekspansifitas tanah yang dapat dilihat pada Tabel 5.40 berikut.

**Tabel 5.40 Klasifikasi Derajat Ekspansif Tanah Asli**

| Potensi Pengembangan | Derajat Ekspansif, S (%) |
|----------------------|--------------------------|
| 0 - 1,5              | Rendah                   |
| 1,5 - 5              | Sedang                   |
| 5 - 25               | Tinggi                   |
| > 25                 | Sangat Tinggi            |

Sumber: Hardiyatmo (2006)

Berdasarkan dari hasil perhitungan diatas maka didapatkan sampel tanah asli termasuk dalam klasifikasi tanah dengan derajat ekspansifitas sedang.

#### 5. Sifat Mekanik Tanah

Sifat mekanik pada tanah asli yang akan dibahas yaitu mengenai parameter kuat geser tanah. Dalam mencari nilai parameter kuat geser tersebut dapat dilakukan dengan melakukan uji geser langsung dan uji triaksial UU. Hasil dari pengujian tersebut berupa nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ).

##### a. Kohesi (c)

Berdasarkan dari hasil uji geser langsung dan triaxial UU pada sampel tanah asli yang sudah dilakukan maka didapatkan rekapitulasi nilai kohesi sampel tanah yang dapat dilihat pada Tabel 5.41 berikut ini.

**Tabel 5.41 Nilai Kohesi Uji Geser Langsung dan Triaksial Tanah Asli**

| Pengujian          | Kohesi, $c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-----------------------------------|
| Uji Geser Langsung | 0,263                             |
| Uji Triaksial UU   | 0,454                             |

b. Sudut Geser Dalam ( $\phi$ )

Berdasarkan hasil uji geser langsung dan triaksial UU tanah asli yang telah dilakukan, didapatkan rekapitulasi nilai kohesi seperti pada Tabel 5.42.

**Tabel 5.42 Nilai Sudut Geser Dalam Uji Geser Langsung dan Triaksial Tanah Asli**

| Pengujian          | Sudut Geser Dalam, $\phi$ (°) |
|--------------------|-------------------------------|
| Uji Geser Langsung | 23,600                        |
| Uji Triaksial UU   | 23,711                        |

## 5.2.2 Tanah dengan Penambahan Bahan Tambah

Penelitian ini dilakukan guna mengamati pengaruh terhadap penambahan bahan tambah abu sekam padi dan serbuk bata merah yang dicampurkan pada sampel tanah dalam pengujian geser langsung dan triaksial UU yang telah dilakukan, kemudian dapat diketahui pengaruh terhadap besaran nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) sebagai berikut.

## 1. Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi

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

Pengaruh penambahan abu sekam padi dan serbuk bata merah pada uji geser langsung terhadap nilai kohesi dapat dilihat pada Tabel 5.43 berikut ini.

**Tabel 5.43 Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Geser Langsung**

| Variasi                                    | Kohesi (c), kg/cm <sup>2</sup> |       |       |
|--|--------------------------------|-------|-------|
|  | Masa Pemeraman (Hari)          |       |       |
|  | 1                              | 3     | 7     |
| Tanah Asli (Tanpa Pemeraman)               | 0,263                          |       |       |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% <i>SBM</i> | 0,442                          | 0,579 | 0,797 |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% <i>SBM</i> | 0,527                          | 0,688 | 1,030 |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 5% <i>SBM</i> | 0,659                          | 0,837 | 1,110 |

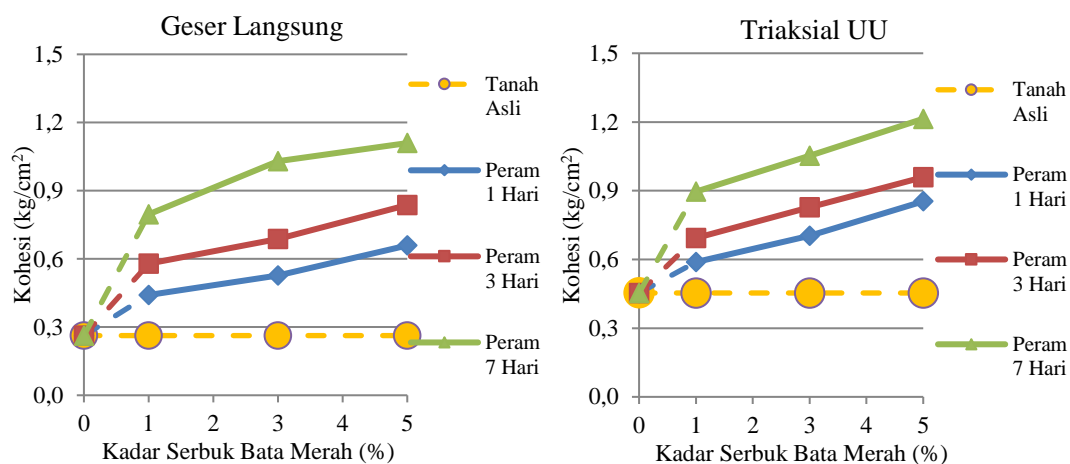
b. Pengujian Triaksial UU (*Triaxial Unconsolidated Undrained*)

Pengaruh penambahan abu sekam padi dan serbuk bata merah pada pengujian triaksial UU terhadap nilai kohesi dapat dilihat pada Tabel 5.45 berikut ini.

**Tabel 5.44 Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Triaksial UU**

| Variasi                                    | Kohesi (kg/cm <sup>2</sup> ) |       |       |
|--|------------------------------|-------|-------|
|  | Masa Pemeraman (Hari)        |       |       |
|  | 1                            | 3     | 7     |
| Tanah Asli (Tanpa Pemeraman)               | 0,454                        |       |       |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 1% <i>SBM</i> | 0,589                        | 0,694 | 0,896 |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 3% <i>SBM</i> | 0,703                        | 0,828 | 1,053 |
| Tanah Asli + 5% <i>RHA</i> + 5% <i>SBM</i> | 0,854                        | 0,959 | 1,214 |

Dari Tabel 5.43 dan 5.44 diatas maka data tersebut dapat dibuat grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5.12 berikut.



**Gambar 5.12 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Geser Langsung dan Triaksial**

Berdasarkan Gambar 5.12 tersebut maka dapat diketahui bahwa dalam pengujian geser langsung penambahan bahan tambah abu sekam padi dan variasi serbuk bata merah pada sampel tanah dapat meningkatkan nilai kohesi bersamaan dengan bertambahnya masa pemeraman. Peningkatan nilai kohesi dalam terjadi selama penambahan serbuk bata merah dilakukan. Kondisi tanah asli pada saat dicampurkan bahan tambah serbuk bata merah sebanyak 1% maka diketahui terjadi peningkatan nilai kohesi sebesar 68,06%; 120,15% dan 203,04%, pada saat ditambahkan kadar serbuk bata merah 3% maka terjadi peningkatan sebesar 100,38%; 161,60% dan 291,63%, dan pada saat ditambahkan kadar serbuk bata merah 5% maka terjadi peningkatan sebesar 150,57%; 218,25% dan 322,05% terhadap tanah asli dengan masa pemeraman berturut-turut 1 hari, 3 hari dan 7 hari.

Berdasarkan Gambar 5.12 juga dapat diketahui bahwa pada pengujian triaksial UU penambahan bahan tambah abu sekam padi dan variasi serbuk bata merah pada sampel tanah dapat meningkatkan nilai kohesi bersamaan dengan bertambahnya masa pemeraman. Peningkatan nilai kohesi terjadi selama penambahan serbuk bata merah dilakukan. Kondisi tanah asli pada saat dicampurkan bahan tambah serbuk bata merah sebanyak 1% maka diketahui terjadi peningkatan nilai kohesi sebesar 29,73%; 52,86% dan 97,36%, pada saat ditambahkan kadar serbuk bata merah 3% maka terjadi peningkatan sebesar 54,85%; 82,38% dan 131,94%, dan pada saat ditambahkan kadar serbuk bata merah

5% maka terjadi peningkatan sebesar 88,11%; 111,23% dan 167,40% terhadap tanah asli dengan masa pemeraman berturut-turut 1 hari, 3 hari dan 7 hari.

2. Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam

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

Pengaruh penambahan abu sekam padi dan serbuk bata merah pada uji geser langsung terhadap nilai sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 5.45 berikut ini.

**Tabel 5.45 Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam pada Uji Geser Langsung**

| Variasi                      | Kohesi (c), kg/cm <sup>2</sup> |        |        |
|------------------------------|--------------------------------|--------|--------|
|                              | Masa Pemeraman (Hari)          |        |        |
|                              | 1                              | 3      | 7      |
| Tanah Asli (Tanpa Pemeraman) | 23,600                         |        |        |
| Tanah Asli + 5% RHA + 1% SBM | 24,887                         | 24,887 | 24,887 |
| Tanah Asli + 5% RHA + 3% SBM | 29,880                         | 29,880 | 29,880 |
| Tanah Asli + 5% RHA + 5% SBM | 32,581                         | 32,581 | 32,581 |

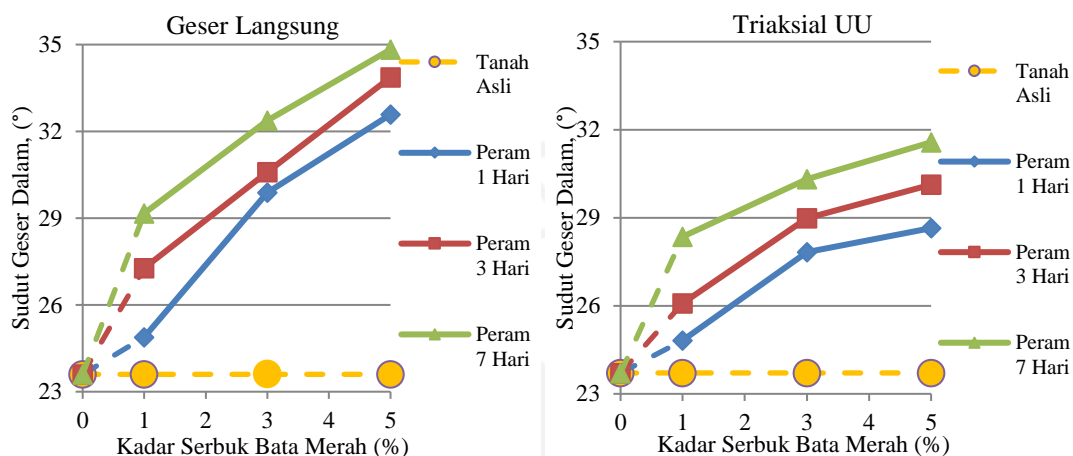
b. Pengujian Triaksial UU (*Triaxial Unconsolidated Undrained*)

Pengaruh penambahan bahan tambah pada pengujian triaksial UU terhadap nilai sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 5.46 berikut ini.

**Tabel 5.46 Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam pada Uji Triaksial UU**

| Variasi                      | Kohesi (kg/cm <sup>2</sup> ) |        |        |
|------------------------------|------------------------------|--------|--------|
|                              | Masa Pemeraman (Hari)        |        |        |
|                              | 1                            | 3      | 7      |
| Tanah Asli (Tanpa Pemeraman) | 23,711                       |        |        |
| Tanah Asli + 5% RHA + 1% SBM | 24,817                       | 24,817 | 24,817 |
| Tanah Asli + 5% RHA + 3% SBM | 27,831                       | 27,831 | 27,831 |
| Tanah Asli + 5% RHA + 5% SBM | 28,646                       | 28,646 | 28,646 |

Dari Tabel 5.45 dan 5.46 diatas maka data tersebut dapat dibuat grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5.13 berikut.



**Gambar 5.13 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam pada Uji Geser Langsung dan Triaksial**

Berdasarkan Gambar 5.13 tersebut maka dapat diketahui bahwa pada pengujian geser langsung penambahan bahan tambah abu sekam padi dan variasi serbuk bata merah pada sampel tanah asli dapat meningkatkan nilai sudut geser dalam bersamaan dengan bertambahnya masa pemeraman. Peningkatan nilai sudut geser dalam terjadi selama penambahan serbuk bata merah dilakukan. Kondisi tanah asli pada saat dicampurkan bahan tambah serbuk bata merah sebanyak 1% maka diketahui terjadi peningkatan nilai sudut geser dalam sebesar 5,45%; 15,55% dan 23,57%, pada saat ditambahkan kadar serbuk bata merah 3% maka terjadi peningkatan sebesar 26,61%; 29,65% dan 37,02%, dan pada saat ditambahkan kadar serbuk bata merah 5% maka terjadi peningkatan sebesar 38,06%; 43,51% dan 47,58% terhadap tanah asli dengan masa pemeraman berturut-turut 1 hari, 3 hari dan 7 hari.

Berdasarkan Gambar 5.13 dapat dilihat juga bahwa pada pengujian triaksial UU penambahan bahan tambah abu sekam padi dan variasi serbuk bata merah pada sampel tanah asli dapat meningkatkan nilai sudut geser dalam bersamaan dengan bertambahnya masa pemeraman. Peningkatan nilai sudut geser dalam terjadi selama penambahan serbuk bata merah dilakukan. Kondisi tanah asli pada saat dicampurkan bahan tambah serbuk bata merah sebanyak 1% maka diketahui terjadi



peningkatan nilai sudut geser dalam sebesar 4,66%; 10,00% dan 19,59%, pada saat ditambahkan kadar serbuk bata merah 3% maka terjadi peningkatan sebesar 17,38%; 22,23% dan 27,84%, dan pada saat ditambahkan kadar serbuk bata merah 5% maka terjadi peningkatan sebesar 20,81%; 27,06% dan 33,157% terhadap tanah asli dengan masa pemeraman berturut-turut 1 hari, 3 hari dan 7 hari.

### 3. Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi

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

Pengaruh penambahan waktu pemeraman pada uji geser langsung terhadap nilai kohesi dalam dapat dilihat pada Tabel 5.47 berikut ini.

**Tabel 5.47 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Geser Langsung**

| Kohesi (kg/cm <sup>2</sup> )   |                             |  |  |  |
|--------------------------------|-----------------------------|--|--|--|
| Tanah Asli<br>(Tanpa<br>Peram) | Masa<br>Pemeraman<br>(Hari) | Tanah Asli<br>+ 5% <i>RHA</i><br>+ 1% <i>SBM</i> | Tanah Asli<br>+ 5% <i>RHA</i><br>+ 3% <i>SBM</i> | Tanah Asli<br>+ 5% <i>RHA</i><br>+ 5% <i>SBM</i> |
| 0,263                          | 1                           | 0,673  | 0,856  | 0,922  |
|                                | 3                           | 0,716  | 0,919  | 1,061  |
|                                | 7                           | 0,802  | 0,967  | 1,221  |

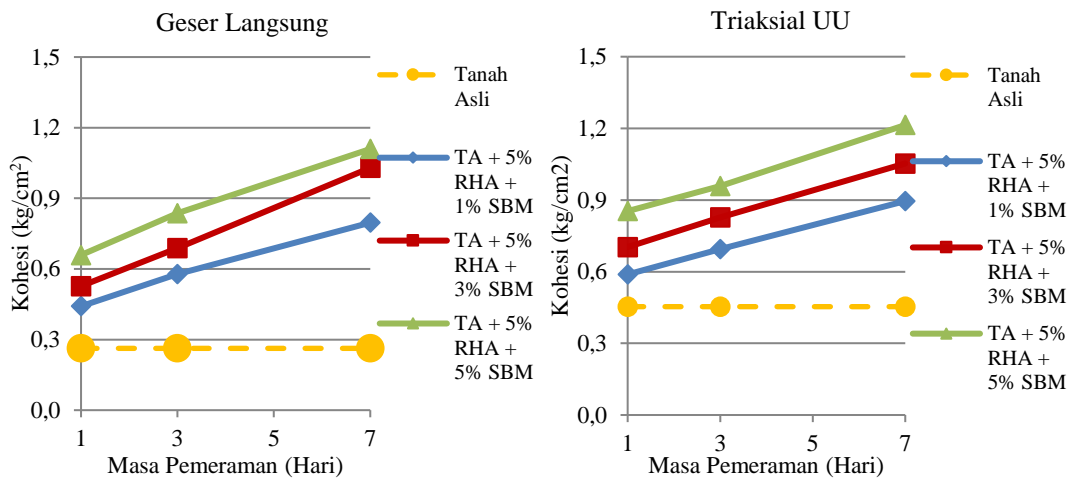
#### b. Pengujian Triaksial UU (*Triaxial Unconsolidated Undrained*)

Pengaruh penambahan waktu pemeraman pada pengujian triaksial UU terhadap nilai kohesi dalam dapat dilihat pada Tabel 5.48 berikut ini.

**Tabel 5.48 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Triaksial UU**

| Kohesi (c), kg/cm <sup>2</sup> |                             |  |  |  |
|--------------------------------|-----------------------------|--|--|--|
| Tanah Asli<br>(Tanpa<br>Peram) | Masa<br>Pemeraman<br>(Hari) | Tanah Asli<br>+ 5% <i>RHA</i><br>+ 1% <i>SBM</i> | Tanah Asli<br>+ 5% <i>RHA</i><br>+ 3% <i>SBM</i> | Tanah Asli<br>+ 5% <i>RHA</i><br>+ 5% <i>SBM</i> |
| 0,454                          | 1                           | 0,589  | 0,703  | 0,854  |
|                                | 3                           | 0,694  | 0,828  | 0,959  |
|                                | 7                           | 0,896  | 1,053  | 1,214  |

Dari Tabel 5.47 dan 5.48 diatas maka data tersebut dapat dibuat grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5.14 berikut.



**Gambar 5.14 Grafik Pengaruh Masa Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Geser Langsung dan Triaksial**

Berdasarkan Gambar 5.14 tersebut maka dapat diketahui bahwa pada pengujian geser langsung masa pemeraman sangat berpengaruh dalam meningkatkan nilai kohesi sampel tanah pada pengujian geser langsung. Nilai kohesi selalu mengalami peningkatan bersamaan dengan bertambahnya masa pemeraman dilakukan.

Berdasarkan Gambar 5.14 dapat dilihat juga bahwa pada pengujian triaksial UU masa pemeraman sangat berpengaruh dalam meningkatkan nilai kohesi sampel tanah pada pengujian triaksial UU. Nilai kohesi selalu mengalami peningkatan bersamaan dengan bertambahnya masa pemeraman dilakukan.

#### 4. Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam

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

Pengaruh penambahan waktu pemeraman pada uji geser langsung terhadap nilai sudut geser dalam dalam dapat dilihat pada Tabel 5.49 berikut ini.

**Tabel 5.49 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pada Uji Geser Langsung**

| Sudut Geser Dalam (°)    |                       |                              |                              |                              |
|--------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Tanah Asli (Tanpa Peram) | Masa Pemeraman (Hari) | Tanah Asli + 5% RHA + 1% SBM | Tanah Asli + 5% RHA + 3% SBM | Tanah Asli + 5% RHA + 5% SBM |
| 23,600                   | 1                     | 24,887                       | 29,880                       | 32,581                       |
|                          | 3                     | 27,270                       | 30,597                       | 33,869                       |
|                          | 7                     | 29,162                       | 32,337                       | 34,829                       |

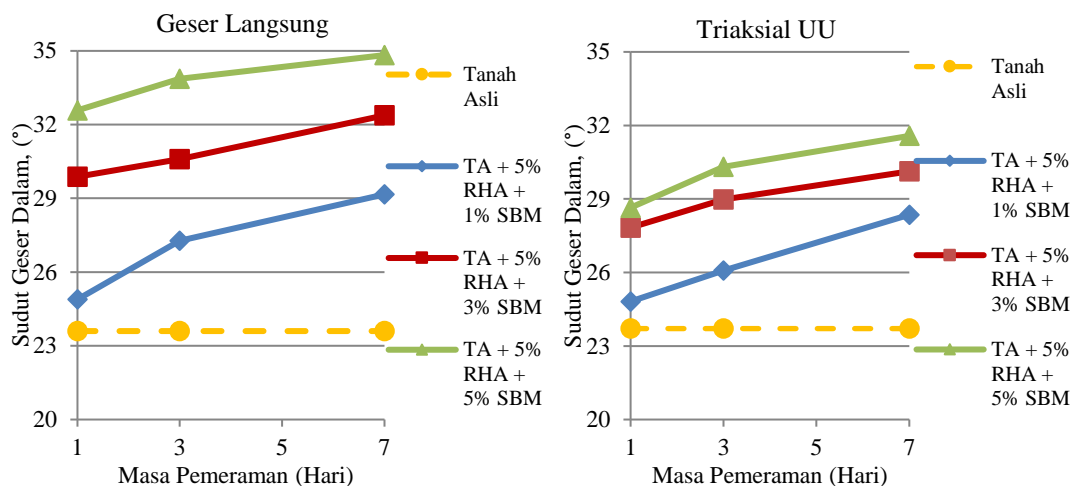
b. Pengujian Triaksial UU (*Triaxial Unconsolidated Undrained*)

Pengaruh penambahan waktu pemeraman pada pengujian triaksial UU terhadap sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 5.50 berikut.

**Tabel 5.50 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pada Uji Triaksial UU**

| Sudut Geser Dalam (°)    |                       |                              |                              |                              |
|--------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Tanah Asli (Tanpa Peram) | Masa Pemeraman (Hari) | Tanah Asli + 5% RHA + 1% SBM | Tanah Asli + 5% RHA + 3% SBM | Tanah Asli + 5% RHA + 5% SBM |
| 23,711                   | 1                     | 24,817                       | 27,831                       | 28,646                       |
|                          | 3                     | 26,084                       | 28,982                       | 30,312                       |
|                          | 7                     | 28,355                       | 30,127                       | 31,573                       |

Dari Tabel 5.49 dan 5.50 diatas maka data tersebut dapat dibuat grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5.15 berikut.



**Gambar 5.15 Grafik Pengaruh Masa Pemeraman Terhadap Nilai Sudut Geser Langsung pada Uji Geser Langsung dan Triaksial**

Berdasarkan Gambar 5.15 tersebut maka dapat diketahui bahwa pada pengujian geser langsung masa pemeraman sangat berpengaruh dalam meningkatkan nilai sudut geser dalam pada sampel tanah dalam pengujian geser langsung. Nilai sudut geser dalam selalu mengalami peningkatan bersamaan dengan bertambahnya masa pemeraman dilakukan.

Berdasarkan Gambar 5.15 dapat dilihat juga bahwa pada pengujian triaksial UU masa pemeraman sangat berpengaruh dalam meningkatkan nilai sudut geser dalam pada sampel tanah dalam pengujian triaksial UU. Nilai sudut geser dalam selalu mengalami peningkatan bersamaan dengan bertambahnya masa pemeraman dilakukan.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil pengujian di laboratorium yang telah dilakukan dan analisis data tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan bahan tambah berupa abu sekam padi dan serbuk bata merah maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka karakteristik sampel tanah yang diambil dari Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta termasuk dalam jenis material berlempung, dan sebagai tanah dasar yang biasa sampai jelek, berdasarkan klasifikasi dengan metode *AASHTO* sampel tanah tersebut masuk pada subkelompok A-7. Berdasarkan metode *USCS* sampel tanah tersebut memiliki simbol kelompok OH atau lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.
2. Pencampuran abu sekam padi (*RHA*) dan serbuk bata merah (*SBM*) pada tanah asli memberikan pengaruh terhadap parameter kuat geser tanah yaitu kohesi dan sudut geser dalam sebagai berikut.
  - a. Nilai kohesi (*c*) tanah asli dalam pengujian geser langsung adalah sebesar  $0,263 \text{ kg/cm}^2$  sedangkan dalam pengujian triaksial UU adalah sebesar  $0,454 \text{ kg/cm}^2$ . Peningkatan nilai kohesi dalam pengujian geser langsung terjadi pada kombinasi tanah asli yang dicampur 5% *RHA* dan 1% *SBM* yaitu sebesar 68,06%; 120,15% dan 203,04%, pada kadar *SBM* 3% terjadi peningkatan sebesar 100,38%; 161,60% dan 291,63%, dan pada kadar *SBM* 5% terjadi peningkatan sebesar 150,57%; 218,25% dan 322,05%. Peningkatan nilai kohesi dalam pengujian triaksial UU terjadi pada kombinasi tanah asli yang dicampur 5% *RHA* dan 1% *SBM* yaitu sebesar 29,73%; 52,86% dan 97,36%, pada kadar *SBM* 3% terjadi peningkatan sebesar 54,85%; 82,38% dan 131,94%, dan pada kadar *SBM* 5% terjadi

peningkatan sebesar 88,11%; 111,23% dan 167,40% terhadap tanah asli dengan masa pemeraman berturut-turut 1 hari, 3 hari dan 7 hari.

- b. Nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) tanah asli dalam pengujian geser langsung adalah sebesar 23,600°. sedangkan dalam pengujian triaksial UU adalah sebesar 23,711°. Peningkatan nilai sudut geser dalam pada pengujian geser langsung terjadi pada kombinasi tanah asli yang dicampur 5% *RHA* dan 1% *SBM* yaitu sebesar 5,45%; 15,55% dan 23,57%, pada kadar *SBM* 3% terjadi peningkatan sebesar 26,61%; 29,65% dan 37,02%, dan pada kadar *SBM* 5% maka terjadi peningkatan sebesar 38,06%; 43,51% dan 47,58%. Peningkatan nilai sudut geser dalam pada pengujian triaksial UU terjadi pada kombinasi tanah asli yang dicampur 5% *RHA* dan 1% *SBM* yaitu sebesar 4,66%; 10,00% dan 19,59%, pada kadar *SBM* 3% terjadi peningkatan sebesar 17,38%; 22,23% dan 27,84%, dan pada kadar *SBM* 5% terjadi peningkatan sebesar 20,81%; 27,06% dan 33,157% terhadap tanah asli dengan masa pemeraman berturut-turut 1 hari, 3 hari dan 7 hari.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan kenaikan parameter kuat geser tanah yang terbesar terjadi pada kadar *SBM* 5% dengan masa pemeraman 7 hari.

## 6.2 Saran

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

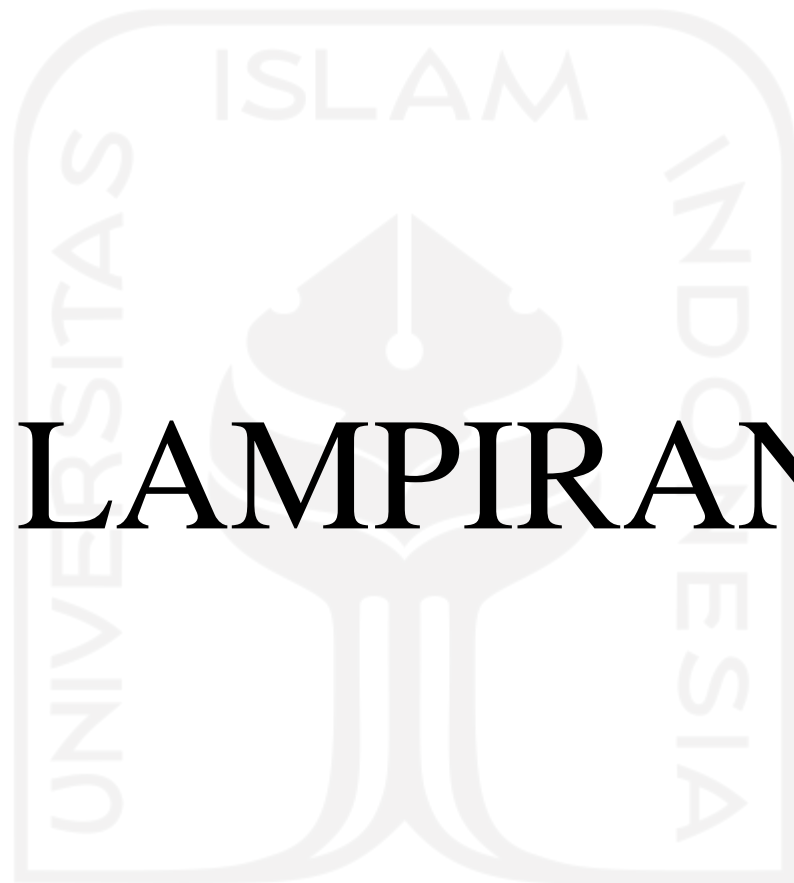
1. Penelitian selanjutnya dapat melakukan penelitian pada jenis tanah yang berbeda dengan bahan tambah yang sama.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi penambahan kadar serbuk bata merah lebih tinggi, untuk mengetahui kadar optimum penggunaan bahan tambah.
3. Penelitian selanjutnya dapat memberi variasi waktu pemeraman yang lebih lama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrozak, R. dan Mufti, D.N. 2017. Stabilisasi Tanah Lempung dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi dan Kapur Pada Subgrade Perkerasan Jalan. *Jurnal Teknisia*, Volume XXII, No. 2. Yogyakarta.
- Ario, W. L., Eko, A.S., dan Yulvi, Z. 2017. Pengaruh Penambahan Kapur Dengan Lamanya Waktu Perawatan (*Curing*) Terhadap Kekuatan dan Pengembangan (*swelling*) Tanah Lempung Ekspansif. Universitas Brawijaya. Malang.
- Atterberg, A. 1991. *Uber die physikalische Bodenuntersuchung und uber die plastizitatde Tone*. Int. Mitt. Boden. Vol 1.
- Bowles, J.E. 1984. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Terjemahan oleh Johan K. Hainim. 1986. Erlangga. Jakarta.
- Craig, R.F. 1989. Mekanika Tanah. Alih bahasa oleh Soepandji, B.S. Jilid ke- 4. Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M. 1983. *Principles of Foundation Engineering (Seventh Edition)*.
- Das, B.M. 1995. Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis, Jilid 1. Erlangga. Jakarta.
- Firdaus, D.N. dan Fauziah, M. 2018. Pengaruh Penambahan Abu Gunung Vulkanik dan Serbuk Bata Merah Terhadap Nilai CBR, Kembang Susut, dan Permeabilitas Tanah Lempung. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Gustin, K.E. 2017. Pengaruh Penambahan Limbah Bata Ringan Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Daerah Wiyung Surabaya Terhadap Nilai *California Bearing Ratio (CBR)*. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*. Vol.3 No.3:224-230. Surabaya.
- Grim, R.E. 1953. *Clay mineralogy*. Mc Graw Hill Book Company Inc. New York.
- Hardiyatmo, H.C. 1996. Mekanika Tanah 1. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2006. Mekanika Tanah. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2010. Mekanika Tanah 1. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

- Hardiyatmo, H.C. 2010. Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hermirianda, A.D. 2018. Pengaruh Penambahan Limbah Plastik dan Abu Sekam Padi Terhadap Nilai *CBR*, *Swelling* dan Nilai Permeabilitas Tanah Lempung. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Jimmyanto, H. 2014. Pengaruh Sampah Plastik dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Lunak. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol. 2 No.4. Palembang.
- Mochtar, I.B. 1994. Rekayasa Penanggulangan Masalah Pembangunan Tanah-Tanah yang Sulit. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS, Surabaya
- Muntohar, A.S. 2014. Dasar-Dasar Penyelidikan Geoteknik. LP3M UMY. Yogyakarta
- Panguriseng, D. 2001. Stabilisasi Tanah. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar. Makassar.
- Pramesthi, Z.Y. 2017. Studi Laboratorium Pengaruh Variasi Campuran Abu Sekam Padi Terhadap Nilai Uji Triaksial UU Pada Tanah Lempung. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Katholik Parahyangan. Bandung.
- Susanta, G. 2009. Panduan Lengkap Membangun Rumah Bertingkat. Griya Kreasi. Jakarta.
- Waskito, J.D. 2019. Pengaruh Campuran Kapur Pada Tanah Berbutir Halus Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Dengan Energi Pemadatan Yang Dimodifikasi. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Wesley, L.D. 2011. Mekanika Tanah. Andi Offset. Yogyakarta.
- Widhiarto, H., Andriawan, A.H., & Matulesy, A. 2015. Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Menggunakan Campuran Abu-Sekam dan Kapur. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag*. Surabaya.





# LAMPIRAN

الجمهورية الإسلامية الإندونيسية

Lampiran 1. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
Tanggal : 6 Oktober 2020  
Sampel : Tanah Asli

| No | Uraian                                   | Satuan | Sampel |       |
|----|--|--------|--------|-------|
|    |  |        | 1      | 2     |
| 1  | Berat container ( $W_1$ )                | gram   | 13,07  | 13,05 |
| 2  | Berat container + tanah basah ( $W_2$ )  | gram   | 32,75  | 27,17 |
| 3  | Berat container + tanah kering ( $W_3$ ) | gram   | 30,65  | 25,71 |
| 4  | Berat air ( $W_w = W_2 - W_1$ )          | gram   | 2,10   | 1,46  |
| 5  | Berat tanah kering ( $W_s = W_3 - W_1$ ) | gram   | 17,58  | 12,66 |
| 6  | Kadar air ( $W_w : W_s \times 100\%$ )   | %      | 11,95  | 11,53 |
| 7  | Kadar air rata-rata (w)                  | %      | 11,74  |       |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 06 Oktober 2020  
Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 2. Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
Tanggal : 7 Oktober 2020  
Sampel : Tanah Asli

| No | Uraian                       | Simbol   | Satuan               | Hasil    |          |
|----|------------------------------|--|----------------------|----------|----------|
|    |                              |  |                      | Sampel 1 | Sampel 2 |
| 1  | Diameter ring                | d  | cm                   | 6,00     | 5,15     |
| 2  | Tinggi ring                  | t  | cm                   | 1,95     | 1,95     |
| 3  | Volume ring                  | V  | cm <sup>3</sup>      | 55,13    | 40,62    |
| 4  | Berat ring                   | W <sub>1</sub>                                 | gram                 | 49,33    | 35,10    |
| 5  | Berat ring + tanah basah     | W <sub>2</sub>                                 | gram                 | 135,25   | 95,17    |
| 6  | Berat tanah basah            | W <sub>3</sub> =W <sub>2</sub> -W <sub>1</sub> | gram                 | 85,92    | 60,07    |
| 7  | Berat volume tanah           | γ  | gram/cm <sup>3</sup> | 1,558    | 1,479    |
| 8  | Berat volume tanah rata-rata | γ rata-rata                                    | gram/cm <sup>3</sup> | 1,519    |          |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 7 Oktober 2020  
Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli



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

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

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

|            |  |
|------------|--|
| Proyek     | : Tugas Akhir  |
| Lokasi     | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi  |
| Tanggal    | : 7 Oktober 2020   |
| Sampel     | : Tanah Asli   |

| No | Uraian                                      | Simbol            | Satuan               | Sampel |        |
|----|---|-------------------|----------------------|--------|--------|
|    |   |                   |                      | 1      | 2      |
| 1  | Berat piknometer                            | $W_1$             | gram                 | 41,83  | 41     |
| 2  | Berat piknometer + tanah kering             | $W_2$             | gram                 | 66,26  | 60,52  |
| 3  | Berat Piknometer + tanah kering + air penuh | $W_3$             | gram                 | 153,01 | 156,98 |
| 4  | Berat piknometer + air penuh                | $W_4$             | gram                 | 141,92 | 143,3  |
| 5  | Suhu air (t°C)                              |                   | °C                   | 27     | 27     |
| 6  | $\gamma_w$ (t°C)                            |                   | gram/cm <sup>3</sup> | 0,9965 | 0,9965 |
| 7  | $\gamma_w$ (27,5°C)                         |                   | gram/cm <sup>3</sup> | 0,9964 | 0,9964 |
| 8  | Berat tanah kering                          | $W_s = W_2 - W_1$ | gram                 | 24,43  | 19,52  |
| 9  | A   | $W_s + W_4$       | gram                 | 166,35 | 162,82 |
| 10 | I   | $A - W_3$         | gram                 | 13,34  | 5,84   |
| 11 | Berat jenis tanah (t°C)                     | $G_s = W_s / I$   | gram/cm <sup>3</sup> | 1,83   | 3,34   |
| 12 | Berat jenis tanah (27,5°C)                  | $G_s$             | gram/cm <sup>3</sup> | 1,83   | 3,33   |
| 13 | Berat jenis tanah rata-rata (27,5°C)        | $G_s$ rata-rata   | gram/cm <sup>3</sup> | 2,578  |        |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 7 Oktober 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 4. Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 1



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

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

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

|            |  |
|------------|--|
| Proyek     | : Tugas Akhir  |
| Lokasi     | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi  |
| Tanggal    | : 7 Oktober 2020   |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 1  |

| Nomor Saringan | Diameter Saringan | Berat Tanah Tertahan | Berat Tanah Lolos | Persentase Tanah Tertahan | Persentase Tanah Lolos |
|----------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
|                | mm                | gram                 | gram              | %                         | %                      |
| 1              | 25,4              | 0                    | 200               | 0                         | 0                      |
| 1/2            | 13,2              | 0                    | 200               | 0                         | 0                      |
| 3/8            | 9,5               | 0                    | 200               | 0                         | 0                      |
| 1/4            | 6,7               | 0                    | 200               | 0                         | 0                      |
| 4              | 4,75              | 0                    | 200               | 0,00                      | 0                      |
| 10             | 2                 | 1,66                 | 198,34            | 0,83                      | 0,83                   |
| 20             | 0,85              | 3,52                 | 194,82            | 1,76                      | 2,59                   |
| 40             | 0,425             | 4,53                 | 190,29            | 2,27                      | 4,855                  |
| 60             | 0,25              | 4,91                 | 185,38            | 2,46                      | 7,31                   |
| 140            | 0,106             | 12,15                | 173,23            | 6,08                      | 13,385                 |
| 200            | 0,075             | 2,81                 | 170,42            | 1,41                      | 14,79                  |
| pan            | -                 | 170,42               | 0                 | 85,21                     | 100                    |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 7 Oktober 2020  
Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 5. Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 2



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

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

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

|            |  |
|------------|--|
| Proyek     | : Tugas Akhir  |
| Lokasi     | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi  |
| Tanggal    | : 12 Oktober 2020  |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 2  |

| Nomor Saringan | Diameter Saringan | Berat Tanah Tertahan | Berat Tanah Lolos | Persentase Tanah Tertahan | Persentase Tanah Lolos |
|----------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
|                | mm                | gram                 | gram              | %                         | %                      |
| 1              | 25,4              | 0                    | 200               | 0                         | 0                      |
| 1/2            | 13,2              | 0                    | 200               | 0                         | 0                      |
| 3/8            | 9,5               | 0                    | 200               | 0                         | 0                      |
| 1/4            | 6,7               | 0                    | 200               | 0                         | 0                      |
| 4              | 4,75              | 0                    | 200               | 0                         | 0                      |
| 10             | 2                 | 2,46                 | 197,54            | 1,23                      | 1,23                   |
| 20             | 0,85              | 3,5                  | 194,04            | 1,75                      | 2,98                   |
| 40             | 0,425             | 4,2                  | 189,84            | 2,1                       | 5,08                   |
| 60             | 0,25              | 4,36                 | 185,48            | 2,18                      | 7,26                   |
| 140            | 0,106             | 10,46                | 175,02            | 5,23                      | 12,49                  |
| 200            | 0,075             | 2,3                  | 172,72            | 1,15                      | 13,64                  |
| pan            | -                 | 172,72               | 0                 | 86,36                     | 100                    |


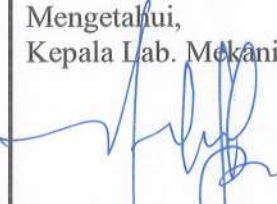
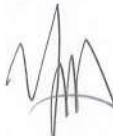
Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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


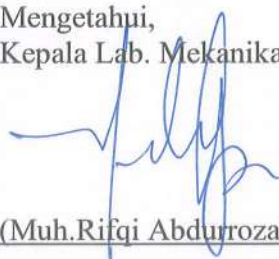

Yogyakarta, 12 Oktober 2020  
Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 6. Hasil Pengujian Hidrometer Tanah Asli Sampel 1

|    |               | <b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b><br><b>JURUSAN TEKNIK SIPIL</b><br><b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN</b><br><b>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</b><br>Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584 |                                     |         |                             |                      |        |         |             |
|---|---------------|---|-------------------------------------|---------|-----------------------------|----------------------|--------|---------|-------------|
| <b>PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER</b><br><b>ASTM D 421-72</b>   |               |   |                                     |         |                             |                      |        |         |             |
| Proyek : Tugas Akhir<br>Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta<br>Dikerjakan : Apsa Al Hazzi<br>Tanggal : 12 Oktober 2020<br>Sampel : Tanah Asli Sampel 1  |               |   |                                     |         |                             |                      |        |         |             |
| Berat Jenis Tanah, Gs = 2,578<br>Berat Tanah Kering, Ws = 50 gr   |               | Faktor Koreksi, a = 1,038<br>Zero Corection = -2<br>Meniscus Corection, m = 1   |                                     |         |                             |                      |        |         |             |
| Jam   | Temperatur, t | Pembacaan Hidrometer, Ra  | Pembacaan Hidrometer Terkoreksi, Rc | % Lolos | Hyd. Terkoreksi meniscus, R | Kedalaman Efektif, L | L/t    | k       | Diameter, D |
| menit   | °C            |   |                                     |         |                             | cm                   |        |         | mm          |
| 0   | 27            | 38  | 40                                  | 70,00   | 41                          | 10,1                 | 0,0000 | 0,01297 | 0,00000     |
| 2   | 27            | 29  | 31                                  | 54,25   | 32                          | 11,5                 | 5,7500 | 0,01297 | 0,03110     |
| 5   | 27            | 26  | 28                                  | 49,00   | 29                          | 12                   | 2,4000 | 0,01297 | 0,02009     |
| 30  | 27            | 20  | 22                                  | 38,50   | 23                          | 13                   | 0,4333 | 0,01297 | 0,00854     |
| 60  | 27            | 16  | 18                                  | 31,50   | 19                          | 13,7                 | 0,2283 | 0,01297 | 0,00620     |
| 250   | 27            | 12  | 14                                  | 24,50   | 15                          | 14,3                 | 0,06   | 0,01297 | 0,00310     |
| 1440  | 27            | 7   | 9                                   | 15,75   | 10                          | 15,2                 | 0,01   | 0,01297 | 0,00133     |
| <p>Mengetahui,<br/>Kepala Lab. Mekanika Tanah</p>  <p>(Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)</p> <p style="text-align: right;">Yogyakarta, 12 Oktober 2020<br/>Peneliti</p>  <p style="text-align: right;">(Apsa Al Hazzi)</p> |               |   |                                     |         |                             |                      |        |         |             |

Lampiran 7. Hasil Pengujian Hidrometer Tanah Asli Sampel 2

|   |  | <b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b><br><b>JURUSAN TEKNIK SIPIL</b><br><b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN</b><br><b>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</b><br>Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584 |  |                           |                                      |                                 |        |         |                 |
|--|--|---|--|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------|---------|-----------------|
| <b>PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER</b><br><b>ASTM D 421-72</b>  |  |   |  |                           |                                      |                                 |        |         |                 |
| Proyek   | : Tugas Akhir  |   |  |                           |                                      |                                 |        |         |                 |
| Lokasi   | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta |   |  |                           |                                      |                                 |        |         |                 |
| Dikerjakan   | : Apsa Al Hazzi  |   |  |                           |                                      |                                 |        |         |                 |
| Tanggal  | : 26 Oktober 2020  |   |  |                           |                                      |                                 |        |         |                 |
| Sampel   | : Tanah Asli Sampel 2  |   |  |                           |                                      |                                 |        |         |                 |
| Berat Jenis Tanah, G <sub>s</sub>  | = 2,49   |   |  | Faktor Koreksi, a = 1,038 |                                      |                                 |        |         |                 |
| Berat Tanah Kering, W <sub>s</sub>   | = 60 gr  |   |  | Zero Corection = -2       |                                      |                                 |        |         |                 |
|  |  |   |  | Meniscus Corection, m = 1 |                                      |                                 |        |         |                 |
| Jam  | Temperatur, t  | Pemba<br>caan<br>Hidro<br>meter,<br>Ra  | Pemba<br>caan<br>Hidro<br>meter<br>Terkor<br>eksi,<br>Rc | %<br>Lolos                | Hyd.<br>Terkoreksi<br>meniscus,<br>R | Kedala<br>man<br>Efektif<br>, L | L/t    | k       | Diamete<br>r, D |
| menit  | °C   |   |  |                           |                                      | cm                              |        |         | mm              |
| 0  | 27   | 42  | 44   | 77,00                     | 45                                   | 9,4                             | 0,0000 | 0,01297 | 0,00000         |
| 2  | 27   | 31  | 33   | 57,75                     | 34                                   | 11,2                            | 5,6000 | 0,01297 | 0,03069         |
| 5  | 27   | 26  | 28   | 49,00                     | 29                                   | 12                              | 2,4000 | 0,01297 | 0,02009         |
| 30   | 27   | 19  | 21   | 36,75                     | 22                                   | 13,2                            | 0,4400 | 0,01297 | 0,00860         |
| 60   | 27   | 17  | 19   | 33,25                     | 20                                   | 13,5                            | 0,2250 | 0,01297 | 0,00615         |
| 250  | 27   | 13  | 15   | 26,25                     | 16                                   | 14,2                            | 0,0568 | 0,01297 | 0,00309         |
| 1440   | 27   | 9   | 11   | 19,25                     | 12                                   | 14,8                            | 0,0103 | 0,01297 | 0,00131         |
| <p>Mengetahui,<br/>Kepala Lab. Mekanika Tanah</p>  <p>(Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)</p> <p style="text-align: right;">Yogyakarta, 26 Oktober 2020<br/>Peneliti</p>  <p>(Apsa Al Hazzi)</p> |  |   |  |                           |                                      |                                 |        |         |                 |



Lampiran 8. Grafik Hasil Pengujian Analisa Butiran Tanah Asli Rata-Rata

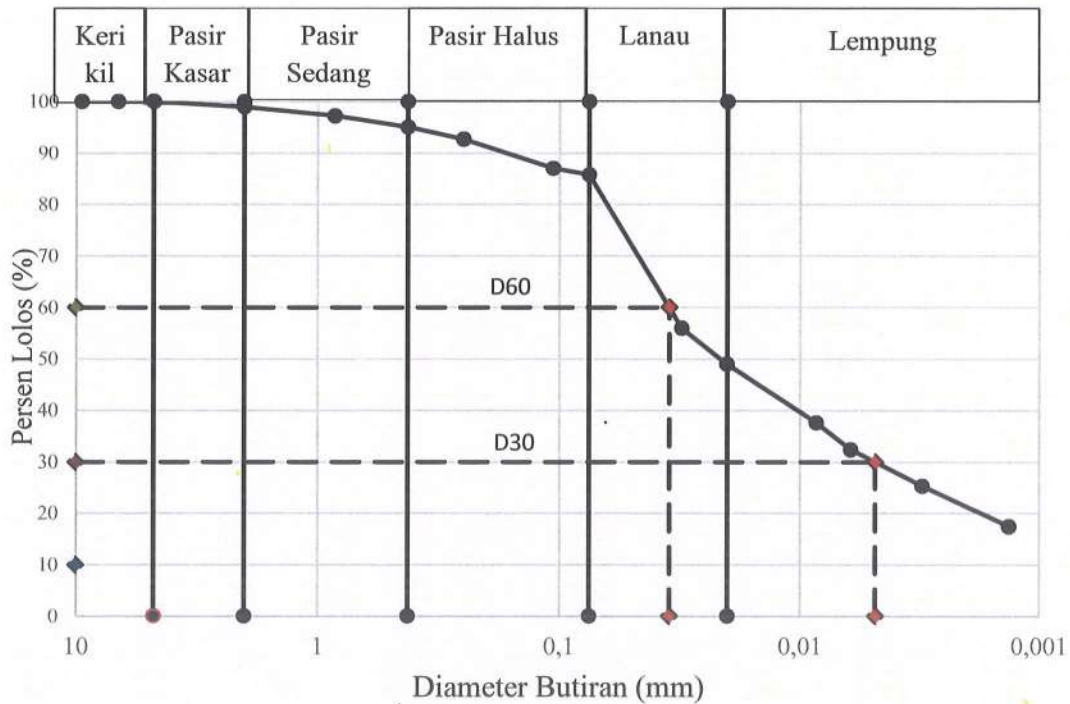


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
Tanggal : 12 Oktober 2020  
Sampel : Tanah Asli Rata-rata



Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 12 Oktober 2020  
Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 9. Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan Tanah



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
Tanggal : 12 Oktober 2020  
Sampel : Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan

| Keterangan                    | Hasil   | Satuan |
|-------------------------------|---------|--------|
| Tanah lolos ayakan No.200     | 85,79   | %      |
| Pasir Kasar                   | 1,03    | %      |
| Pasir Sedang                  | 3,94    | %      |
| Pasir Halus                   | 9,25    | %      |
| Lanau                         | 36,78   | %      |
| Lempung                       | 49,00   | %      |
| D10                           | -       | mm     |
| D30                           | 0,00487 | mm     |
| D60                           | 0,03470 | mm     |
| $Cu = D60/D10$                | -       |        |
| $Cc = D30^2/(D10 \times D60)$ | -       |        |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 12 Oktober 2020  
Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 10. Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Asli Sampel 1



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 6 Oktober 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

| No | No Pengujian                 | Sat | I     |       | II    |       | III   |       | IV    |       | Batas Plastis |      |
|----|------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|------|
|    |                              |     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 1             | 2    |
| 1  | No. Cawan                    |     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 1             | 2    |
| 2  | Berat cawan                  | gr  | 12,79 | 12,76 | 12,85 | 13,04 | 12,66 | 12,75 | 12,98 | 12,64 | 13,2          | 12,9 |
| 3  | Berat cawan + tanah basah    | gr  | 24,81 | 28,19 | 22,82 | 22,28 | 20,55 | 22,63 | 31,88 | 24,36 | 14,3          | 14,8 |
| 4  | Berat cawan + tanah kering   | gr  | 19,74 | 21,59 | 18,7  | 18,45 | 17,31 | 18,69 | 24,54 | 19,76 | 14,0          | 14,2 |
| 5  | Berat air (3) - (4)          | gr  | 5,07  | 6,6   | 4,12  | 3,83  | 3,24  | 3,94  | 7,34  | 4,6   | 0,39          | 0,56 |
| 6  | Berat tanah kering (4) - (2) | gr  | 6,95  | 8,83  | 5,85  | 5,41  | 4,65  | 5,94  | 11,56 | 7,12  | 0,74          | 1,28 |
| 7  | Kadar air = (5)/(6) x 100%   | %   | 72,95 | 74,75 | 70,43 | 70,79 | 69,68 | 66,33 | 63,49 | 64,61 | 52,7          | 43,8 |
| 8  | Kadar air rata-rata          | %   | 73,85 |       | 70,61 |       | 68,00 |       | 64,05 |       | 48,23         |      |
| 9  | Jumlah pukulan, N            |     | 12    |       | 23    |       | 28    |       | 40    |       |               |      |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 06 Oktober 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 11. Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Asli Sampel 2



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 19 Oktober 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

| No | No Pengujian                               | Sat | I     |      | II    |      | III   |      | IV    |      | Batas Plastis |      |
|----|--|-----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|---------------|------|
|    |  |     | 1     | 2    | 3     | 4    | 5     | 6    | 7     | 8    | 1             | 2    |
| 1  | No. Cawan                                  |     |       |      |       |      |       |      |       |      |               |      |
| 2  | Berat cawan                                | gr  | 6,82  | 7,45 | 6,74  | 5,58 | 6,77  | 6,88 | 6,88  | 5,66 | 6,56          | 5,7  |
| 3  | Berat cawan + tanah basah                  | gr  | 19,9  | 22,6 | 19,0  | 14,1 | 21,6  | 17,4 | 17,7  | 16,7 | 9,39          | 9,96 |
| 4  | Berat cawan + tanah kering                 | gr  | 14,5  | 16,3 | 14,1  | 10,6 | 15,8  | 13,3 | 13,6  | 12,3 | 8,47          | 8,66 |
| 5  | Berat air (3) - (4)                        | gr  | 5,4   | 6,34 | 4,89  | 3,51 | 5,8   | 4,14 | 4,12  | 4,36 | 0,92          | 1,3  |
| 6  | Berat tanah kering (4) - (2)               | gr  | 7,64  | 8,85 | 7,38  | 5,05 | 9,02  | 6,37 | 6,67  | 6,68 | 1,91          | 2,96 |
| 7  | Kadar air = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$ | %   | 70,7  | 71,6 | 66,3  | 69,5 | 64,3  | 65,0 | 61,8  | 65,3 | 48,2          | 43,9 |
| 8  | Kadar air rata-rata                        | %   | 71,16 |      | 67,88 |      | 64,65 |      | 63,52 |      | 46,04         |      |
| 9  | Jumlah pukulan, N                          |     | 17    |      | 21    |      | 30    |      | 37    |      |               |      |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 19 Oktober 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 12. Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1 dan Sampel 2

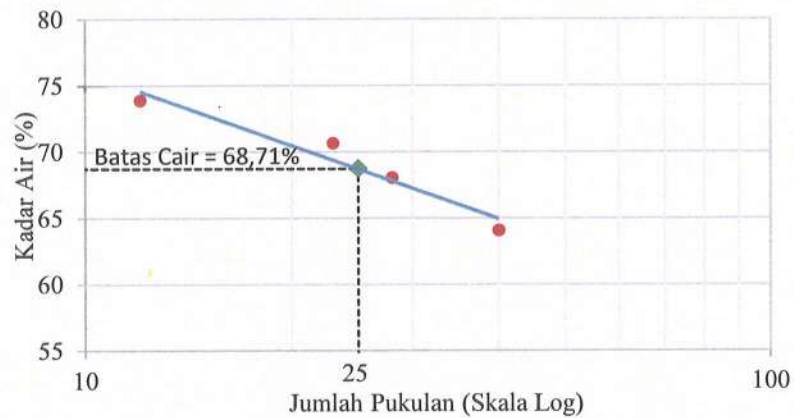


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
Tanggal : 6 Oktober 2020  
Sampel : Tanah Asli Sampel 1 dan Sampel 2

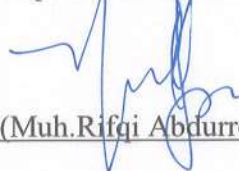


Sampel 1




Sampel 2

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 06 Oktober 2020  
Peneliti

  
(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 13. Data Awal Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 1



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 7 Oktober 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

a. Kadar Air

| No | Pengujian                                     |        | I     | II    |
|----|---|--------|-------|-------|
| 1  | Berat cawan susut                             | W1, gr | 43,5  | 41,1  |
| 2  | Berat cawan susut + tanah basah               | W2, gr | 70,45 | 70,02 |
| 3  | Berat cawan susut + tanah kering              | W3, gr | 59,23 | 58,08 |
| 4  | Berat tanah kering                            | gr     | 15,73 | 16,98 |
| 5  | Kadar air, $w = (W2-W3)/(W3-W1) \times 100\%$ | %      | 71,33 | 70,32 |

b. Volume Tanah Basah = Volume Cawan Susut

| No | Pengujian     |                    | I      | II     |
|----|---------------|--------------------|--------|--------|
| 1  | Diameter ring | d, cm              | 4,2    | 4,2    |
| 2  | Tinggi ring   | t, cm              | 1,3    | 1,3    |
| 3  | Volume ring   | V, cm <sup>3</sup> | 18,011 | 18,011 |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 7 Oktober 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 14. Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 1



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
Tanggal : 7 Oktober 2020  
Sampel : Tanah Asli sampel 1

| No | Pengujian                                  |                     | I      | II     |
|----|--|---------------------|--------|--------|
| 1  | Berat air raksa yang terdesak tanah kering | W4, gr              | 186,37 | 187,73 |
| 2  | Berat gelas ukur                           | W5, gr              | 60,5   | 60,5   |
| 3  | Berat air raksa                            | W6, gr              | 125,87 | 127,23 |
| 4  | Berat tanah kering                         | Wo, gr              | 15,73  | 16,98  |
| 5  | Volume tanah kering                        | Vo, cm <sup>3</sup> | 9,255  | 9,355  |
| 6  | Batas susut tanah                          | %                   | 15,667 | 19,343 |
| 7  | Batas susut tanah rata-rata                | %                   | 17,505 |        |

Mengetahui  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 7 Oktober 2020

Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 15. Data Awal Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 2



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 19 Oktober 2020  
 Sampel : Tanah Asli sampel 2

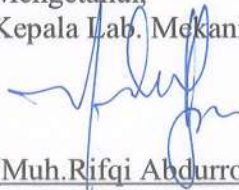
a. Kadar Air

| No | Pengujian                                     |        | I     | II    |
|----|---|--------|-------|-------|
| 1  | Berat cawan susut                             | W1, gr | 42,3  | 42,19 |
| 2  | Berat cawan susut + tanah basah               | W2, gr | 65,5  | 66,45 |
| 3  | Berat cawan susut + tanah kering              | W3, gr | 55,46 | 55,38 |
| 4  | Berat tanah kering                            | gr     | 13,16 | 13,19 |
| 5  | Kadar air, $w = (W2-W3)/(W3-W1) \times 100\%$ | %      | 76,29 | 83,93 |


b. Volume Tanah Basah = Volume Cawan Susut

| No | Pengujian     |                    | I      | II     |
|----|---------------|--------------------|--------|--------|
| 1  | Diameter ring | d, cm              | 4,2    | 4,2    |
| 2  | Tinggi ring   | t, cm              | 1,3    | 1,3    |
| 3  | Volume ring   | V, cm <sup>3</sup> | 18,011 | 18,011 |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 19 Oktober 2020  
 Peneliti

  
 (Apsa Al Hazzi)



Lampiran 16. Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 2



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
Tanggal : 19 Oktober 2020  
Sampel : Tanah Asli sampel 2

| No | Pengujian                                  |                     | I      | II     |
|----|--|---------------------|--------|--------|
| 1  | Berat air raksa yang terdesak tanah kering | W4, gr              | 173,93 | 172,96 |
| 2  | Berat gelas ukur                           | W5, gr              | 60,52  | 60,52  |
| 3  | Berat air raksa                            | W6, gr              | 113,41 | 112,44 |
| 4  | Berat tanah kering                         | Wo, gr              | 15,67  | 14,83  |
| 5  | Volume tanah kering                        | Vo, cm <sup>3</sup> | 8,339  | 8,268  |
| 6  | Batas susut tanah                          | %                   | 14,570 | 18,229 |
| 7  | Batas susut tanah rata-rata                | %                   | 16,399 |        |


Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 19 Oktober 2020  
Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 17. Hasil Pengujian *Standard Proctor* Tanah Asli Sampel 1

|   |   |        |       |                    |       |       |       |
|---|---|--------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
|  | <b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b><br><b>JURUSAN TEKNIK SIPIL</b><br><b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN</b><br><b>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</b><br>Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584 |        |       |                    |       |       |       |
|   | <b>PENGUJIAN PEMADATAN TANAH (<i>Proctor Standart</i>)</b><br><b>ASTM D 698-70</b>  |        |       |                    |       |       |       |
| Proyek<br>Lokasi<br>Dikerjakan<br>Tanggal<br>Sampel                               | : Tugas Akhir<br>: Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta<br>: Apsa Al Hazzi<br>: 12 Oktober 2020<br>: Tanah Asli Sampel 1  |        |       |                    |       |       |       |
| <b>MOLD</b>   |   |        |       | <b>HAMMER</b>      |       |       |       |
| 1   | Diameter ( $\emptyset$ ) cm   | 10,15  | 1     | Berat, gram        | 2495  |       |       |
| 2   | Tinggi (H) cm   | 11,7   | 2     | Lapis              | 3     |       |       |
| 3   | Volume (V) cm <sup>2</sup>  | 946,69 | 3     | Jumlah pukulan (n) | 25    |       |       |
| 4   | Berat, gram   | 1747   | 4     | Tinggi jatuh (cm)  | 30,5  |       |       |
| <b>Penambahan air</b>   |   |        |       |                    |       |       |       |
| 1   | Berat sampel tanah, gr  | 2000   | 2000  | 2000               | 2000  | 2000  | 2000  |
| 2   | Kadar air mula-mula, %  | 11,74  | 11,74 | 11,74              | 11,74 | 11,74 | 11,74 |
| 3   | Penambahan air, %   | 5      | 10    | 15                 | 20    | 25    | 25    |
| 4   | Penambahan air, ml  | 100    | 200   | 300                | 400   | 500   | 500   |
| <b>Berat volume tanah, <math>\gamma</math></b>                                    |   |        |       |                    |       |       |       |
| 1   | No. sampel  | 1      | 2     | 3                  | 4     | 5     | 6     |
| 2   | Berat cetakan + tanah basah   | 3105   | 3218  | 3440               | 3508  | 3405  | 3358  |
| 3   | Berat tanah basah   | 1358   | 1471  | 1693               | 1761  | 1658  | 1611  |
| 4   | Berat volume tanah basah, $\gamma$  | 1,434  | 1,554 | 1,788              | 1,860 | 1,751 | 1,702 |

Lanjutan Lampiran 17. Hasil Pengujian *Standard Proctor* Tanah Asli Sampel 1



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
Tanggal : 6 Oktober 2020  
Sampel : Tanah Asli Sampel 1

**Kadar Air**

| 1  | Nomer pengujian                       | 1     |      | 2     |      | 3     |      | 4     |      | 5     |      | 6     |      |
|----|---------------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
|    |                                       | a     | b    | a     | b    | a     | b    | a     | b    | a     | b    | a     | b    |
| 3  | Berat cawan (gram)                    | 5,5   | 5,6  | 5,5   | 5,7  | 6,8   | 5,6  | 12,8  | 13,1 | 7,1   | 7,2  | 7,0   | 6,9  |
| 4  | Berat cawan+tanah basah (gram)        | 14,1  | 12,6 | 32,5  | 26,2 | 22,2  | 24,1 | 32,4  | 44,3 | 38,3  | 30,0 | 27,4  | 28,7 |
| 5  | Berat cawan+tanah kering (gram)       | 12,7  | 11,4 | 27,3  | 22,5 | 18,7  | 20,0 | 27,7  | 36,9 | 29,5  | 23,5 | 21,4  | 22,2 |
| 6  | Berat air (gram)                      | 1,4   | 1,1  | 5,3   | 3,7  | 3,5   | 4,1  | 4,7   | 7,4  | 8,8   | 6,6  | 6,0   | 6,5  |
| 7  | Berat tanah kering (gram)             | 7,2   | 5,8  | 21,7  | 16,8 | 11,9  | 14,4 | 14,8  | 23,8 | 22,3  | 16,3 | 14,3  | 15,3 |
| 8  | Kadar air (%)                         | 19,1  | 19,7 | 24,2  | 22,0 | 29,1  | 28,4 | 31,5  | 31,2 | 39,6  | 40,3 | 41,9  | 42,2 |
| 9  | Kadar air rata-rata (%)               | 19,41 |      | 23,10 |      | 28,74 |      | 31,32 |      | 39,91 |      | 42,08 |      |
| 10 | Berat volume tanah kering, $\gamma_d$ | 1,20  |      | 1,26  |      | 1,39  |      | 1,42  |      | 1,25  |      | 1,20  |      |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 12 Oktober 2020  
Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 18. Hasil Pengujian *Standard Proctor* Tanah Asli Sampel 2



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

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

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

|            |  |
|------------|--|
| Proyek     | : Tugas Akhir  |
| Lokasi     | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi  |
| Tanggal    | : 2 November 2020  |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 2  |

| MOLD |                             |        | HAMMER |                    |       |
|------|-----------------------------|--------|--------|--------------------|-------|
| 1    | Diameter ( $\emptyset$ ) cm | 10,15  | 1      | Berat, gram        | 2,495 |
| 2    | Tinggi (H) cm               | 11,7   | 2      | Lapis              | 3     |
| 3    | Volume (V) cm <sup>2</sup>  | 946,69 | 3      | Jumlah pukulan (n) | 25    |
| 4    | Berat, gram                 | 1747   | 4      | Tinggi jatuh (cm)  | 30,5  |

**Penambahan air**

|   |                        |       |       |       |       |       |       |
|---|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | Berat sampel tanah, gr | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  |
| 2 | Kadar air mula-mula, % | 11,74 | 11,74 | 11,74 | 11,74 | 11,74 | 11,74 |
| 3 | Penambahan air, %      | 5     | 10    | 15    | 20    | 25    | 30    |
| 4 | Penambahan air, ml     | 100   | 200   | 300   | 400   | 500   | 500   |

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

|   |                                    |       |       |       |       |       |       |
|---|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | No. sampel                         | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| 2 | Berat cetakan + tanah basah        | 3130  | 3243  | 3410  | 3525  | 3380  | 3318  |
| 3 | Berat tanah basah                  | 1383  | 1496  | 1663  | 1778  | 1633  | 1571  |
| 4 | Berat volume tanah basah, $\gamma$ | 1,461 | 1,580 | 1,757 | 1,878 | 1,725 | 1,659 |

Lanjutan Lampiran 18. Hasil Pengujian *Standard Proctor* Tanah Asli Sampel 2



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 2 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

**Kadar Air**

| 1  | Nomer pengujian                       | 1     |      | 2     |      | 3     |      | 4     |      | 5     |      | 6     |      |
|----|---------------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
|    |                                       | a     | b    | a     | b    | a     | b    | a     | b    | a     | b    | a     | b    |
| 2  | Nomer cawan                           |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |
| 3  | Berat cawan (gram)                    | 5,5   | 5,6  | 6,8   | 6,9  | 7,0   | 12,8 | 12,7  | 12,8 | 13,0  | 12,7 | 13,2  | 13,0 |
| 4  | Berat cawan+tanah basah (gram)        | 17,7  | 17,0 | 24,8  | 25,1 | 24,1  | 35,6 | 54,0  | 47,6 | 52,1  | 47,6 | 56,7  | 51,6 |
| 5  | Berat cawan+tanah kering (gram)       | 15,9  | 14,9 | 21,4  | 21,6 | 20,3  | 30,7 | 44,2  | 39,0 | 41,1  | 37,6 | 43,8  | 40,3 |
| 6  | Berat air (gram)                      | 1,8   | 2,1  | 3,4   | 3,5  | 3,8   | 4,9  | 9,8   | 8,5  | 11,1  | 10,0 | 12,9  | 11,4 |
| 7  | Berat tanah kering (gram)             | 10,4  | 9,4  | 14,6  | 14,7 | 13,3  | 17,9 | 31,5  | 26,2 | 28,0  | 24,9 | 30,7  | 27,3 |
| 8  | Kadar air (%)                         | 17,4  | 22,1 | 23,2  | 23,7 | 28,5  | 27,3 | 31,1  | 32,6 | 39,4  | 40,2 | 42,0  | 41,6 |
| 9  | Kadar air rata-rata (%)               | 19,79 |      | 23,43 |      | 27,91 |      | 31,86 |      | 39,80 |      | 41,80 |      |
| 10 | Berat volume tanah kering, $\gamma_d$ | 1,22  |      | 1,28  |      | 1,37  |      | 1,42  |      | 1,23  |      | 1,17  |      |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 2 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 19. Grafik Hasil Pengujian *Standard Proctor* Tanah Asli Sampel 1

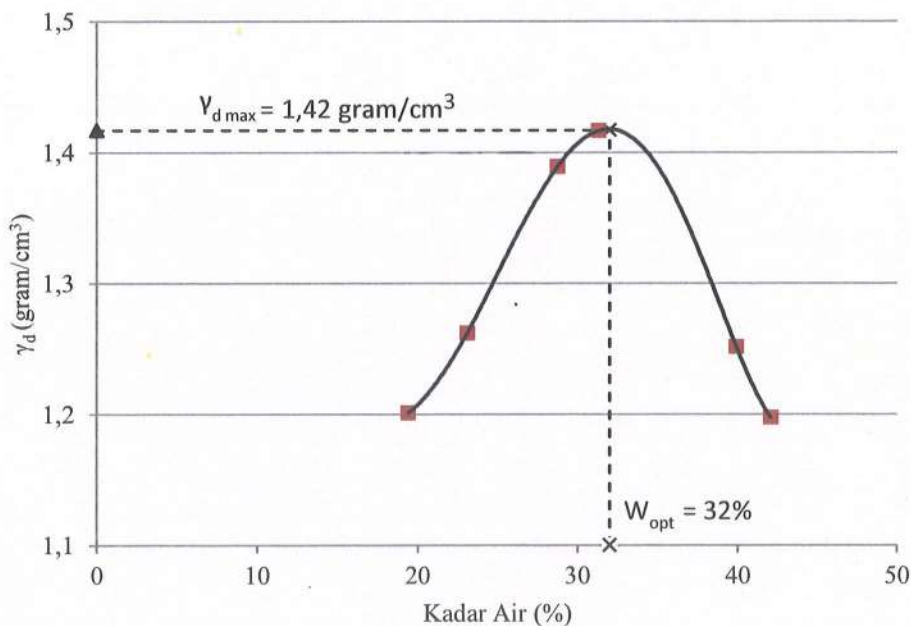


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 12 Oktober 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1



| Uraian                       | Simbol            | Satuan             | Nilai |
|------------------------------|-------------------|--------------------|-------|
| Kadar Air Optimum            | $W_{\text{opt}}$  | %                  | 32    |
| Berat Volume Kering Maksimum | $\gamma_{d \max}$ | $\text{gram/cm}^3$ | 1,42  |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 12 Oktober 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 20. Grafik Hasil Pengujian *Standard Proctor* Tanah Asli Sampel 2

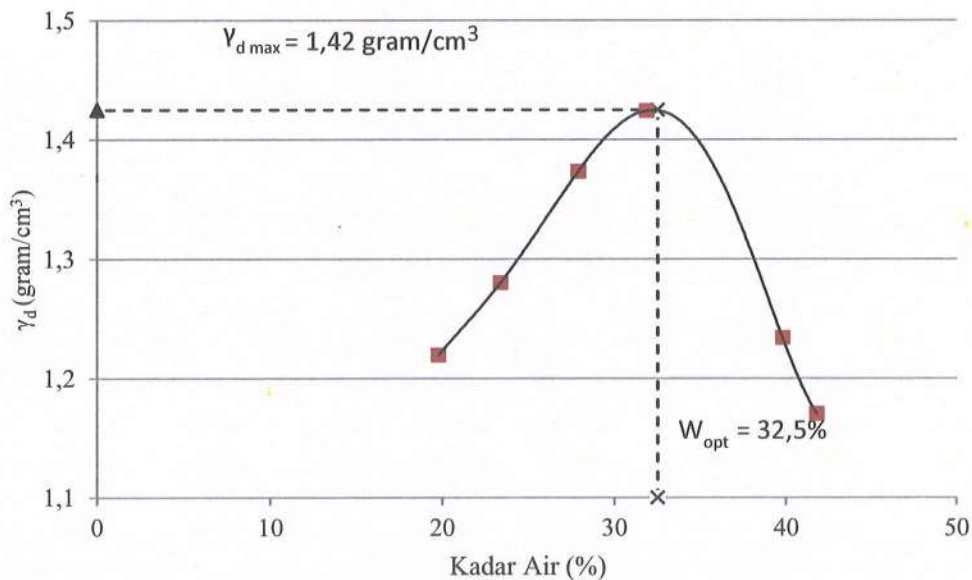


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

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

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 2 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2



| Uraian                       | Simbol           | Satuan               | Nilai |
|------------------------------|------------------|----------------------|-------|
| Kadar Air Optimum            | $W_{\text{opt}}$ | %                    | 32,5  |
| Berat Volume Kering Maksimum | $\gamma_{d\max}$ | gram/cm <sup>3</sup> | 1,42  |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 2 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 21. Data Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1



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

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**  
**ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 9 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

| Uraian                     | Rumus                                      | Sat. | Sampel 1 |        |        |
|----------------------------|--|------|----------|--------|--------|
| Berat cawan                | W1   | gr   | 11,24    | 9,74   | 10,3   |
| Berat cawan + tanah basah  | W2   | gr   | 19,47    | 21,22  | 21,22  |
| Berat cawan + tanah kering | W3   | gr   | 18,59    | 20,01  | 20,09  |
| Berat tanah basah          | W2-W1                                      | gr   | 8,23     | 11,48  | 10,92  |
| Berat tanah kering         | W3-W1                                      | gr   | 7,35     | 10,27  | 9,79   |
| Kadar Air                  | $\frac{(W2 - W1)}{(W3 - W1)} \times 100\%$ | %    | 11,973   | 11,782 | 11,542 |

**Pengukuran Awal**

| Uraian              | Rumus      | Sat.               | Sampel 1 |        |        |
|---------------------|------------|--------------------|----------|--------|--------|
|                     |            |                    | 1 kg     | 2 kg   | 3 kg   |
| Diameter            | D          | cm                 | 6        | 6      | 6      |
| Tinggi              | H          | cm                 | 2        | 2      | 2      |
| Berat ring          | W1         | gr                 | 49,3     | 49,3   | 49,3   |
| Berat ring+tanah    | W2         | gr                 | 144,2    | 144,37 | 144,26 |
| Berat tanah         | W=W2-W1    | gr                 | 94,9     | 95,07  | 94,96  |
| Luas                | A          | cm <sup>2</sup>    | 28,274   | 28,274 | 28,274 |
| Volume              | V          | cm <sup>3</sup>    | 56,549   | 56,549 | 56,549 |
| Berat isi basah     | $\gamma$   | gr/cm <sup>3</sup> | 1,6782   | 1,6812 | 1,6793 |
| Berat isi kering    | $\gamma_d$ | gr/cm <sup>3</sup> | 1,4988   | 1,5040 | 1,5055 |
| Kalibrasi alat      | k          | kg/div             | 0,44     | 0,44   | 0,44   |
| Kecepatan peralihan | mm/menit   |                    | 0,624    | 0,624  | 0,624  |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 9 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)



Lampiran 22. Hasil Uji Geser Langsung Beban 1 kg Tanah Asli Sampel 1



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

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**  
**ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 9 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

**Beban 1 kg**

| Waktu   | Peralihan Horizontal   | Regangan                      | Pembacaan dial   | Beban Horizontal         | Luas Terkoreksi   | Tegangan Geser         | Pergerakan vertikal |                      |
|---------|------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| Waktu a | Peralihan Horizontal b | Regangan $c=(b/D) \times 100$ | Pembacaan dial d | Beban Horizontal $e=dxk$ | Luas Terkoreksi f | Tegangan Geser $g=exf$ | Pembacaan dial      |                      |
| menit   | (div)                  | %                             | (div)            | kg                       | cm <sup>2</sup>   | kg                     | h                   | Peralihan vertikal i |
| 0       | 0                      | 0                             | 0                | 0,00                     | 28,2743           | 0,0000                 | 0,0                 | 0,0000               |
| 0,5     | 30                     | 0,5                           | 5                | 2,20                     | 28,4164           | 0,0774                 | -3,0                | 0,0300               |
| 1       | 60                     | 1                             | 11               | 4,84                     | 28,5599           | 0,1695                 | -7,0                | 0,0700               |
| 1,5     | 90                     | 1,5                           | 13               | 5,72                     | 28,7049           | 0,1993                 | -12,0               | 0,1200               |
| 2       | 120                    | 2                             | 15               | 6,60                     | 28,8514           | 0,2288                 | -15,0               | 0,1500               |
| 2,5     | 150                    | 2,5                           | 18               | 7,92                     | 28,9993           | 0,2731                 | -19,0               | 0,1900               |
| 3       | 180                    | 3                             | 20               | 8,80                     | 29,1488           | 0,3019                 | -23,0               | 0,2300               |
| 3,5     | 210                    | 3,5                           | 21               | 9,24                     | 29,2998           | 0,3154                 | -25,0               | 0,2500               |
| 4       | 240                    | 4                             | 23               | 10,12                    | 29,4524           | 0,3436                 | -31,0               | 0,3100               |
| 4,5     | 270                    | 4,5                           | 24               | 10,56                    | 29,6066           | 0,3567                 | -35,0               | 0,3500               |
| 5       | 300                    | 5                             | 26               | 11,44                    | 29,7625           | 0,3844                 | -38,0               | 0,3800               |
| 5,5     | 330                    | 5,5                           | 27               | 11,88                    | 29,9199           | 0,3971                 | -42,0               | 0,4200               |
| 6       | 360                    | 6                             | 28               | 12,32                    | 30,0791           | 0,4096                 | -46,0               | 0,4600               |
| 6,5     | 390                    | 6,5                           | 28               | 12,32                    | 30,2399           | 0,4074                 | -50,0               | 0,5000               |
| 7       | 420                    | 7                             | 28               | 12,32                    | 30,4025           | 0,4052                 | -54,0               | 0,5400               |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 9 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 23. Hasil Uji Geser Langsung Beban 2 kg Tanah Asli Sampel 1



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

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**  
**ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 9 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

Beban 2 kg

| Waktu   | Peralihan Horizontal   | Regangan                      | Pembacaan dial   | Beban Horizontal         | Luas Terkoreksi   | Tegangan Geser         | Pergerakan vertikal |                      |
|---------|------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| Waktu a | Peralihan Horizontal b | Regangan $c=(b/D) \times 100$ | Pembacaan dial d | Beban Horizontal $e=dxk$ | Luas Terkoreksi f | Tegangan Geser $g=exf$ | Pembacaan dial      |                      |
| menit   | (div)                  | %                             | (div)            | kg                       | cm <sup>2</sup>   | kg                     | h                   | Peralihan vertikal i |
| 0       | 0                      | 0                             | 0                | 0,00                     | 28,2743           | 0,0000                 | 0,0                 | 0,0000               |
| 0,5     | 30                     | 0,5                           | 7                | 3,08                     | 28,4164           | 0,1084                 | -24,0               | 0,2400               |
| 1       | 60                     | 1                             | 13               | 5,72                     | 28,5599           | 0,2003                 | -33,0               | 0,3300               |
| 1,5     | 90                     | 1,5                           | 15               | 6,60                     | 28,7049           | 0,2299                 | -37,0               | 0,3700               |
| 2       | 120                    | 2                             | 17               | 7,48                     | 28,8514           | 0,2593                 | -41,0               | 0,4100               |
| 2,5     | 150                    | 2,5                           | 20               | 8,80                     | 28,9993           | 0,3035                 | -46,0               | 0,4600               |
| 3       | 180                    | 3                             | 22               | 9,68                     | 29,1488           | 0,3321                 | -50,0               | 0,5000               |
| 3,5     | 210                    | 3,5                           | 23               | 10,12                    | 29,2998           | 0,3454                 | -54,0               | 0,5400               |
| 4       | 240                    | 4                             | 25               | 11,00                    | 29,4524           | 0,3735                 | -58,0               | 0,5800               |
| 4,5     | 270                    | 4,5                           | 27               | 11,88                    | 29,6066           | 0,4013                 | -62,0               | 0,6200               |
| 5       | 300                    | 5                             | 28               | 12,32                    | 29,7625           | 0,4139                 | -66,0               | 0,6600               |
| 5,5     | 330                    | 5,5                           | 29               | 12,76                    | 29,9199           | 0,4265                 | -70,0               | 0,7000               |
| 6       | 360                    | 6                             | 30               | 13,20                    | 30,0791           | 0,4388                 | -74,0               | 0,7400               |
| 6,5     | 390                    | 6,5                           | 31               | 13,64                    | 30,2399           | 0,4511                 | -78,0               | 0,7800               |
| 7       | 420                    | 7                             | 32               | 14,08                    | 30,4025           | 0,4631                 | -82,0               | 0,8200               |
| 7,5     | 450                    | 7,5                           | 34               | 14,96                    | 30,5668           | 0,4894                 | -86,0               | 0,8600               |
| 8       | 480                    | 8                             | 36               | 15,84                    | 30,7330           | 0,5154                 | -90,0               | 0,9000               |
| 8,5     | 510                    | 8,5                           | 36               | 15,84                    | 30,9009           | 0,5126                 | -94,0               | 0,9400               |
| 9       | 540                    | 9                             | 36               | 15,84                    | 31,0707           | 0,5098                 | -98,0               | 0,9800               |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 9 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 24. Hasil Uji Geser Langsung Beban 3 kg Tanah Asli Sampel 1



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

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**  
**ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 9 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

**Beban 3 kg**

| Waktu   | Peralihan Horizontal   | Regangan                      | Pembacaan dial   | Beban Horizontal         | Luas Terkoreksi   | Tegangan Geser         | Pergerakan vertikal |                      |
|---------|------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| Waktu a | Peralihan Horizontal b | Regangan $c=(b/D) \times 100$ | Pembacaan dial d | Beban Horizontal $e=dxk$ | Luas Terkoreksi f | Tegangan Geser $g=exf$ | Pembacaan dial      |                      |
| menit   | (div)                  | %                             | (div)            | kg                       | cm <sup>2</sup>   | kg                     | h                   | Peralihan vertikal i |
| 0       | 0                      | 0                             | 0                | 0,00                     | 28,2743           | 0,0000                 | 0,0                 | 0,0000               |
| 0,5     | 30                     | 0,5                           | 8                | 3,52                     | 28,4164           | 0,1239                 | -15,0               | 0,1500               |
| 1       | 60                     | 1,0                           | 11               | 4,84                     | 28,5599           | 0,1695                 | -25,0               | 0,2500               |
| 1,5     | 90                     | 1,5                           | 15               | 6,60                     | 28,7049           | 0,2299                 | -35,0               | 0,3500               |
| 2       | 120                    | 2,0                           | 18               | 7,92                     | 28,8514           | 0,2745                 | -43,0               | 0,4300               |
| 2,5     | 150                    | 2,5                           | 20               | 8,80                     | 28,9993           | 0,3035                 | -52,0               | 0,5200               |
| 3       | 180                    | 3,0                           | 23               | 10,12                    | 29,1488           | 0,3472                 | -62,0               | 0,6200               |
| 3,5     | 210                    | 3,5                           | 25               | 11,00                    | 29,2998           | 0,3754                 | -70,0               | 0,7000               |
| 4       | 240                    | 4,0                           | 28               | 12,32                    | 29,4524           | 0,4183                 | -79,0               | 0,7900               |
| 4,5     | 270                    | 4,5                           | 30               | 13,20                    | 29,6066           | 0,4458                 | -88,0               | 0,8800               |
| 5       | 300                    | 5,0                           | 32               | 14,08                    | 29,7625           | 0,4731                 | -95,0               | 0,9500               |
| 5,5     | 330                    | 5,5                           | 33               | 14,52                    | 29,9199           | 0,4853                 | -101,0              | 1,0100               |
| 6       | 360                    | 6,0                           | 36               | 15,84                    | 30,0791           | 0,5266                 | -109,0              | 1,0900               |
| 6,5     | 390                    | 6,5                           | 38               | 16,72                    | 30,2399           | 0,5529                 | -114,0              | 1,1400               |
| 7       | 420                    | 7                             | 40               | 17,60                    | 30,4025           | 0,5789                 | -118,0              | 1,1800               |
| 7,5     | 450                    | 7,5                           | 41               | 18,04                    | 30,5668           | 0,5902                 | -123,0              | 1,2300               |
| 8       | 480                    | 8                             | 44               | 19,36                    | 30,7330           | 0,6299                 | -126,0              | 1,2600               |
| 8,5     | 510                    | 8,5                           | 46               | 20,24                    | 30,9009           | 0,6550                 | -130,0              | 1,3000               |
| 9       | 540                    | 9                             | 48               | 21,12                    | 31,0707           | 0,6797                 | -132,0              | 1,3200               |
| 9,5     | 570                    | 9,5                           | 48               | 21,12                    | 31,2424           | 0,6760                 | -134,0              | 1,3400               |
| 10      | 600                    | 10                            | 48               | 21,12                    | 31,4159           | 0,6723                 | -136,0              | 1,3600               |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 9 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 25. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1



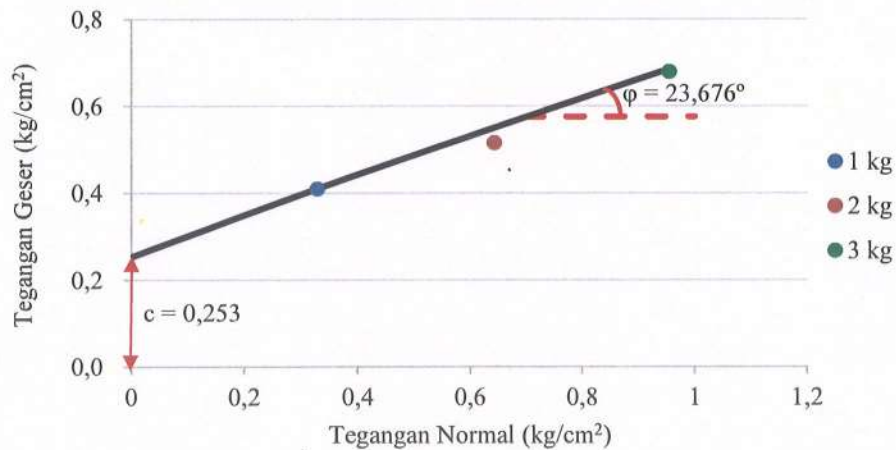
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**  
**ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 9 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

| Uraian                  | Simbol   | Sat.               | Benda Uji |       |       |
|-------------------------|----------|--------------------|-----------|-------|-------|
| Beban                   |          | kg                 | 1         | 2     | 3     |
| Tegangan Normal         | $\sigma$ | kg/cm <sup>2</sup> | 0,329     | 0,644 | 0,955 |
| Tegangan Geser maksimum | $\tau$   | kg/cm <sup>2</sup> | 0,410     | 0,515 | 0,680 |



**Tanah Asli Sampel 1**

| Uraian            | Satuan             | Hasil  |
|-------------------|--------------------|--------|
| Sudut Geser Dalam | Derajat (°)        | 23,676 |
| Kohesi            | kg/cm <sup>2</sup> | 0,253  |




Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 9 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 26. Data Pengujian Geser Langsung Tanah Asli Sampel 2

|  <p style="text-align: center;"><b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b><br/><b>JURUSAN TEKNIK SIPIL</b><br/><b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN</b><br/><b>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</b></p> <p style="text-align: center;">Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584</p> |  |                    |  |        |        |
|---|--|--------------------|--|--------|--------|
| <b>PENGUJIAN GESER LANGSUNG (<i>Direct Shear Test</i>)</b><br><b>ASTM D 3080</b>  |  |                    |  |        |        |
| Proyek  | : Tugas Akhir  |                    |  |        |        |
| Lokasi  | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta |                    |  |        |        |
| Dikerjakan  | : Apsa Al Hazzi  |                    |  |        |        |
| Tanggal   | : 10 November 2020   |                    |  |        |        |
| Sampel  | : Tanah Asli Sampel 2  |                    |  |        |        |
| Uraian  | Rumus  | Sat.               | Sampel 2   |        |        |
| Berat cawan   | W1   | gr                 | 8,89   | 9,21   | 9,21   |
| Berat cawan + tanah basah   | W2   | gr                 | 19,47  | 21,22  | 21,22  |
| Berat cawan + tanah kering  | W3   | gr                 | 18,36  | 19,94  | 19,93  |
| Berat tanah basah   | W2-W1  | gr                 | 10,58  | 12,01  | 12,01  |
| Berat tanah kering  | W3-W1  | gr                 | 9,47   | 10,73  | 10,72  |
| Kadar Air   | $\frac{(W2 - W1)}{(W3 - W1)} \times 100\%$                       | %                  | 11,721   | 11,929 | 12,034 |
| <b>Pengukuran Awal</b>  |  |                    |  |        |        |
| Uraian  | Rumus  | Sat.               | Sampel 2   |        |        |
|   |  |                    | 1 kg   | 2 kg   | 3 kg   |
| Diameter  | D  | cm                 | 6  | 6      | 6      |
| Tinggi  | H  | cm                 | 2  | 2      | 2      |
| Berat ring  | W1   | gr                 | 49,3   | 49,3   | 49,3   |
| Berat ring+tanah  | W2   | gr                 | 144,3  | 144,29 | 144,33 |
| Berat tanah   | W=W2-W1  | gr                 | 95   | 94,99  | 95,03  |
| Luas  | A  | cm <sup>2</sup>    | 28,274   | 28,274 | 28,274 |
| Volume  | V  | cm <sup>3</sup>    | 56,549   | 56,549 | 56,549 |
| Berat isi basah   | $\gamma$   | gr/cm <sup>3</sup> | 1,680  | 1,680  | 1,680  |
| Berat isi kering  | $\gamma_d$   | gr/cm <sup>3</sup> | 1,504  | 1,501  | 1,500  |
| Kalibrasi alat  | k  | kg/div             | 0,44   | 0,44   | 0,44   |
| Kecepatan peralihan   |  | mm/menit           | 0,624  | 0,624  | 0,624  |
| Mengetahui,<br>Kepala Lab. Mekanika Tanah   |  |                    | Yogyakarta, 10 November 2020<br>Peneliti   |        |        |
|    |  |                    |  |        |        |
| (Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)   |  |                    | (Apsa Al Hazzi)  |        |        |

Lampiran 27. Hasil Uji Geser Langsung Beban 1 kg Tanah Asli Sampel 2



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

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**  
**ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 10 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

**Beban 1 kg**

| Waktu   | Peralihan Horizontal   | Regangan                      | Pembacaan dial   | Beban Horizontal         | Luas Terkoreksi   | Tegangan Geser         | Pergerakan vertikal |                      |
|---------|------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| Waktu a | Peralihan Horizontal b | Regangan $c=(b/D) \times 100$ | Pembacaan dial d | Beban Horizontal $e=dxk$ | Luas Terkoreksi f | Tegangan Geser $g=exf$ | Pembacaan dial      |                      |
| menit   | (div)                  | %                             | (div)            | kg                       | cm <sup>2</sup>   | kg                     | h                   | Peralihan vertikal i |
| 0       | 0                      | 0                             | 0                | 0,00                     | 28,2743           | 0,0000                 | 0,0                 | 0,0000               |
| 0,5     | 30                     | 0,5                           | 2                | 0,88                     | 28,4164           | 0,0310                 | -13,0               | 0,1300               |
| 1       | 60                     | 1                             | 6                | 2,64                     | 28,5599           | 0,0924                 | -23,0               | 0,2300               |
| 1,5     | 90                     | 1,5                           | 8                | 3,52                     | 28,7049           | 0,1226                 | -33,0               | 0,3300               |
| 2       | 120                    | 2                             | 9                | 3,96                     | 28,8514           | 0,1373                 | -42,0               | 0,4200               |
| 2,5     | 150                    | 2,5                           | 11               | 4,84                     | 28,9993           | 0,1669                 | -53,0               | 0,5300               |
| 3       | 180                    | 3                             | 13               | 5,72                     | 29,1488           | 0,1962                 | -63,0               | 0,6300               |
| 3,5     | 210                    | 3,5                           | 15               | 6,60                     | 29,2998           | 0,2253                 | -78,0               | 0,7800               |
| 4       | 240                    | 4                             | 18               | 7,92                     | 29,4524           | 0,2689                 | -93,0               | 0,9300               |
| 4,5     | 270                    | 4,5                           | 19               | 8,36                     | 29,6066           | 0,2824                 | -108,0              | 1,0800               |
| 5       | 300                    | 5                             | 21               | 9,24                     | 29,7625           | 0,3105                 | -123,0              | 1,2300               |
| 5,5     | 330                    | 5,5                           | 23               | 10,12                    | 29,9199           | 0,3382                 | -138,0              | 1,3800               |
| 6       | 360                    | 6                             | 26               | 11,44                    | 30,0791           | 0,3803                 | -153,0              | 1,5300               |
| 6,5     | 390                    | 6,5                           | 28               | 12,32                    | 30,2399           | 0,4074                 | -168,0              | 1,6800               |
| 7       | 420                    | 7                             | 29               | 12,76                    | 30,4025           | 0,4197                 | -183,0              | 1,8300               |
| 7,5     | 450                    | 7,5                           | 29               | 12,76                    | 30,5668           | 0,4174                 | -198,0              | 1,9800               |
| 8       | 480                    | 8                             | 29               | 12,76                    | 30,7330           | 0,4152                 | -213,0              | 2,1300               |

Mengetah  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 10 November 2020  
Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 28. Hasil Uji Geser Langsung Beban 2 kg Tanah Asli Sampel 2



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

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**  
**ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 10 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

**Beban 2 kg**

| Waktu   | Peralihan Horizontal   | Regangan                      | Pembacaan dial   | Beban Horizontal         | Luas Terkoreksi   | Tegangan Geser         | Pergerakan vertikal |                      |
|---------|------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| Waktu a | Peralihan Horizontal b | Regangan $c=(b/D) \times 100$ | Pembacaan dial d | Beban Horizontal $e=dxk$ | Luas Terkoreksi f | Tegangan Geser $g=exf$ | Pembacaan dial      |                      |
| menit   | (div)                  | %                             | (div)            | kg                       | cm <sup>2</sup>   | kg                     | h                   | Peralihan vertikal i |
| 0       | 0                      | 0                             | 0                | 0,00                     | 28,2743           | 0,0000                 | 0,0                 | 0,0000               |
| 0,5     | 30                     | 0,5                           | 9                | 3,96                     | 28,4164           | 0,1394                 | -25,0               | 0,2500               |
| 1       | 60                     | 1,0                           | 12               | 5,28                     | 28,5599           | 0,1849                 | -35,0               | 0,3500               |
| 1,5     | 90                     | 1,5                           | 14               | 6,16                     | 28,7049           | 0,2146                 | -41,0               | 0,4100               |
| 2       | 120                    | 2,0                           | 17               | 7,48                     | 28,8514           | 0,2593                 | -50,0               | 0,5000               |
| 2,5     | 150                    | 2,5                           | 20               | 8,80                     | 28,9993           | 0,3035                 | -59,0               | 0,5900               |
| 3       | 180                    | 3,0                           | 21               | 9,24                     | 29,1488           | 0,3170                 | -65,0               | 0,6500               |
| 3,5     | 210                    | 3,5                           | 23               | 10,12                    | 29,2998           | 0,3454                 | -72,0               | 0,7200               |
| 4       | 240                    | 4,0                           | 25               | 11,00                    | 29,4524           | 0,3735                 | -77,0               | 0,7700               |
| 4,5     | 270                    | 4,5                           | 26               | 11,44                    | 29,6066           | 0,3864                 | -81,0               | 0,8100               |
| 5       | 300                    | 5,0                           | 28               | 12,32                    | 29,7625           | 0,4139                 | -86,0               | 0,8600               |
| 5,5     | 330                    | 5,5                           | 30               | 13,20                    | 29,9199           | 0,4412                 | -91,0               | 0,9100               |
| 6       | 360                    | 6,0                           | 30               | 13,20                    | 30,0791           | 0,4388                 | -95,0               | 0,9500               |
| 6,5     | 390                    | 6,5                           | 32               | 14,08                    | 30,2399           | 0,4656                 | -98,0               | 0,9800               |
| 7       | 420                    | 7                             | 33               | 14,52                    | 30,4025           | 0,4776                 | -100,0              | 1,0000               |
| 7,5     | 450                    | 7,5                           | 35               | 15,40                    | 30,5668           | 0,5038                 | -103,0              | 1,0300               |
| 8       | 480                    | 8                             | 37               | 16,28                    | 30,7330           | 0,5297                 | -105,0              | 1,0500               |
| 8,5     | 510                    | 8,5                           | 37               | 16,28                    | 30,9009           | 0,5268                 | -107,0              | 1,0700               |
| 9       | 540                    | 9                             | 38               | 16,72                    | 31,0707           | 0,5381                 | -109,0              | 1,0900               |
| 9,5     | 570                    | 9,5                           | 38               | 16,72                    | 31,2424           | 0,5352                 | -111,0              | 1,1100               |
| 10      | 600                    | 10                            | 38               | 16,72                    | 31,4159           | 0,5322                 | -113,0              | 1,1300               |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 10 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 29. Hasil Uji Geser Langsung Beban 3 kg Tanah Asli Sampel 2



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

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**  
**ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 10 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

**Beban 3 kg**

| Waktu   | Peralihan Horizontal   | Regangan                      | Pembacaan dial   | Beban Horizontal         | Luas Terkoreksi   | Tegangan Geser         | Pergerakan vertikal |                      |
|---------|------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| Waktu a | Peralihan Horizontal b | Regangan $c=(b/D) \times 100$ | Pembacaan dial d | Beban Horizontal $e=dxk$ | Luas Terkoreksi f | Tegangan Geser $g=exf$ | Pembacaan dial      |                      |
| menit   | (div)                  | %                             | (div)            | kg                       | cm <sup>2</sup>   | kg                     | h                   | Peralihan vertikal i |
| 0       | 0                      | 0                             | 0                | 0,00                     | 28,2743           | 0,0000                 | 0,0                 | 0,0000               |
| 0,5     | 30                     | 0,5                           | 12               | 5,28                     | 28,4164           | 0,1858                 | -15,0               | 0,1500               |
| 1       | 60                     | 1,0                           | 22               | 9,68                     | 28,5599           | 0,3389                 | -21,0               | 0,2100               |
| 1,5     | 90                     | 1,5                           | 27               | 11,88                    | 28,7049           | 0,4139                 | -28,0               | 0,2800               |
| 2       | 120                    | 2,0                           | 30               | 13,20                    | 28,8514           | 0,4575                 | -37,0               | 0,3700               |
| 2,5     | 150                    | 2,5                           | 33               | 14,52                    | 28,9993           | 0,5007                 | -44,0               | 0,4400               |
| 3       | 180                    | 3,0                           | 35               | 15,40                    | 29,1488           | 0,5283                 | -53,0               | 0,5300               |
| 3,5     | 210                    | 3,5                           | 36               | 15,84                    | 29,2998           | 0,5406                 | -58,0               | 0,5800               |
| 4       | 240                    | 4,0                           | 37               | 16,28                    | 29,4524           | 0,5528                 | -65,0               | 0,6500               |
| 4,5     | 270                    | 4,5                           | 39               | 17,16                    | 29,6066           | 0,5796                 | -70,0               | 0,7000               |
| 5       | 300                    | 5,0                           | 40               | 17,60                    | 29,7625           | 0,5913                 | -75,0               | 0,7500               |
| 5,5     | 330                    | 5,5                           | 41               | 18,04                    | 29,9199           | 0,6029                 | -79,0               | 0,7900               |
| 6       | 360                    | 6,0                           | 41               | 18,04                    | 30,0791           | 0,5998                 | -83,0               | 0,8300               |
| 6,5     | 390                    | 6,5                           | 42               | 18,48                    | 30,2399           | 0,6111                 | -87,0               | 0,8700               |
| 7       | 420                    | 7                             | 44               | 19,36                    | 30,4025           | 0,6368                 | -90,0               | 0,9000               |
| 7,5     | 450                    | 7,5                           | 45               | 19,80                    | 30,5668           | 0,6478                 | -93,0               | 0,9300               |
| 8       | 480                    | 8                             | 46               | 20,24                    | 30,7330           | 0,6586                 | -95,0               | 0,9500               |
| 8,5     | 510                    | 8,5                           | 47               | 20,68                    | 30,9009           | 0,6692                 | -98,0               | 0,9800               |
| 9       | 540                    | 9                             | 48               | 21,12                    | 31,0707           | 0,6797                 | -100,0              | 1,0000               |
| 9,5     | 570                    | 9,5                           | 49               | 21,56                    | 31,2424           | 0,6901                 | -101,0              | 1,0100               |
| 10      | 600                    | 10                            | 49               | 21,56                    | 31,4159           | 0,6863                 | -102,0              | 1,0200               |
| 10,5    | 630                    | 10,5                          | 49               | 21,56                    | 31,5914           | 0,6825                 | -103,0              | 1,0300               |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 10 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)



Lampiran 30. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli Sampel 2



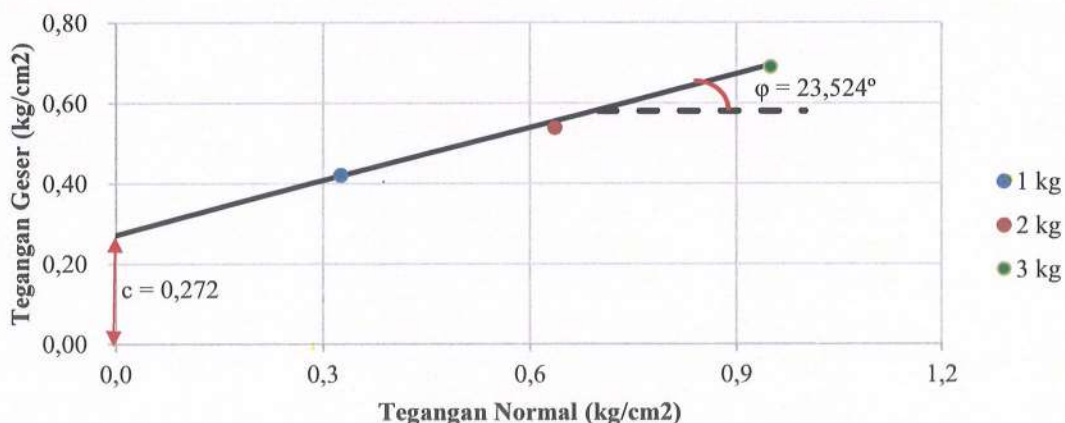
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**  
**ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 10 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

| Uraian                  | Simbol   | Sat.               | Benda Uji |        |        |
|-------------------------|----------|--------------------|-----------|--------|--------|
| Beban                   |          | kg                 | 1         | 2      | 3      |
| Tegangan Normal         | $\sigma$ | kg/cm <sup>2</sup> | 0,3254    | 0,6366 | 0,9496 |
| Tegangan Geser maksimum | $\tau$   | kg/cm <sup>2</sup> | 0,4197    | 0,5381 | 0,6901 |



**Tanah Asli Sampel 2**

| Uraian            | Satuan             | Hasil  |
|-------------------|--------------------|--------|
| Sudut Geser Dalam | Derajat (°)        | 23,524 |
| Kohesi            | kg/cm <sup>2</sup> | 0,272  |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 10 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 31. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli



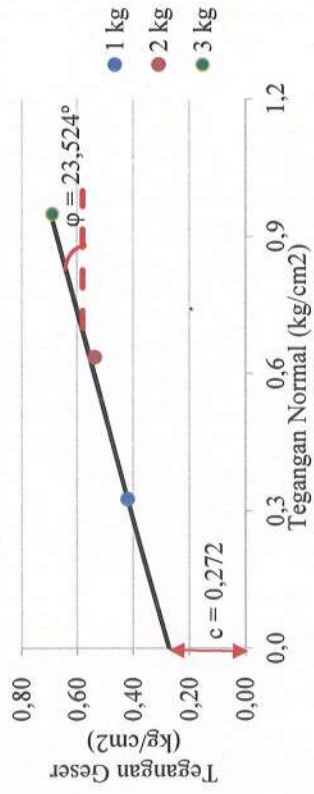
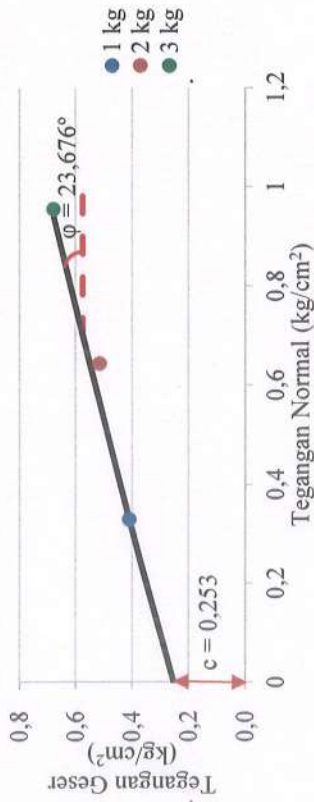
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (Direct Shear Test)**

**ASTM D 3080**

|                                |   |                   |                                    |
|--------------------------------|---|-------------------|------------------------------------|
| Proyek<br>Lokasi<br>Dikerjakan | : Tugas Akhir<br>: Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY<br>: Apsa Al Hazzi | Tanggal<br>Sampel | : 10 November 2020<br>: Tanah Asli |
|--------------------------------|---|-------------------|------------------------------------|



| Tanah Asli dengan MDD dan OMC |                    |          |          |
|-------------------------------|--------------------|----------|----------|
| Uraian                        | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Sudut Geser Dalam             | Derajat (°)        | 23,676   | 23,524   |
| Kohesi                        | kg/cm <sup>2</sup> | 0,253    | 0,272    |
|                               | Rata-rata          | 23,600   |          |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 10 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 32. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 1 Hari

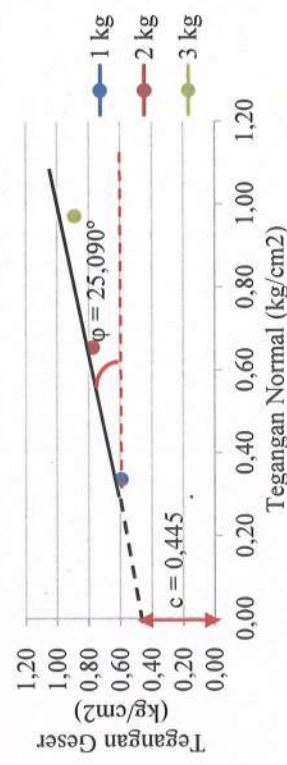
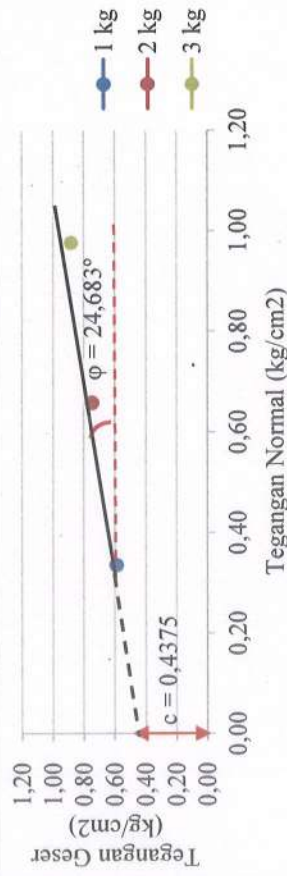


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (Direct Shear Test)**  
**ASTM D 3080**

|                                |   |  |
|--------------------------------|---|--|
| Proyek<br>Lokasi<br>Dikerjakan | : Tugas Akhir<br>: Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY<br>: Apsa Al Hazzi | Tanggal Sampel<br>: 13 November 2020<br>: Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 1 Hari |
|--------------------------------|---|--|



| Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 1 hari |                    |           |          |
|--|--------------------|-----------|----------|
| Uraian   | Satuan             | Sampel 1  | Sampel 2 |
| Sudut Geser Dalam                              | Derajat (°)        | 24,683    | 25,090   |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 0,4375    | 0,445    |
|  |                    | Rata-rata | 24,887   |
|  |                    |           | 0,442    |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah  
  
 (Muh. Rofiqi Abdurrozzak, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 13 November 2020  
 Peneliti  
  
 (Apsa Al Hazzi)

Lampiran 33. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 3 Hari

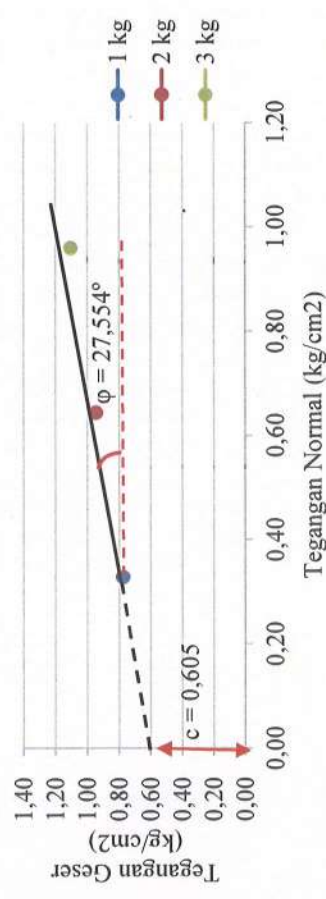
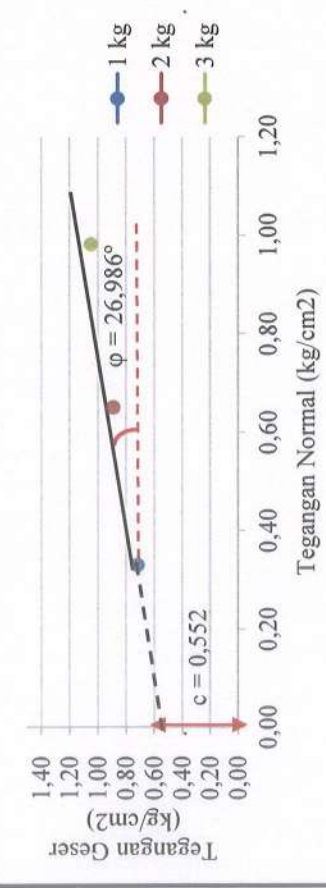


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (Direct Shear Test)**  
**ASTM D 3080**

|                                |   |  |
|--------------------------------|---|--|
| Proyek<br>Lokasi<br>Dikerjakan | : Tugas Akhir<br>: Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY<br>: Apsa Al Hazzi | Tanggal Sampel<br>: 16 November 2020<br>: Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 3 Hari |
|--------------------------------|---|--|



| Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 3 Hari |                    |          |          |           |
|--|--------------------|----------|----------|-----------|
| Uraian   | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Sudut Geser Dalam                              | Derajat (°)        | 26,986   | 27,554   | 27,270    |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 0,552    | 0,605    | 0,579     |

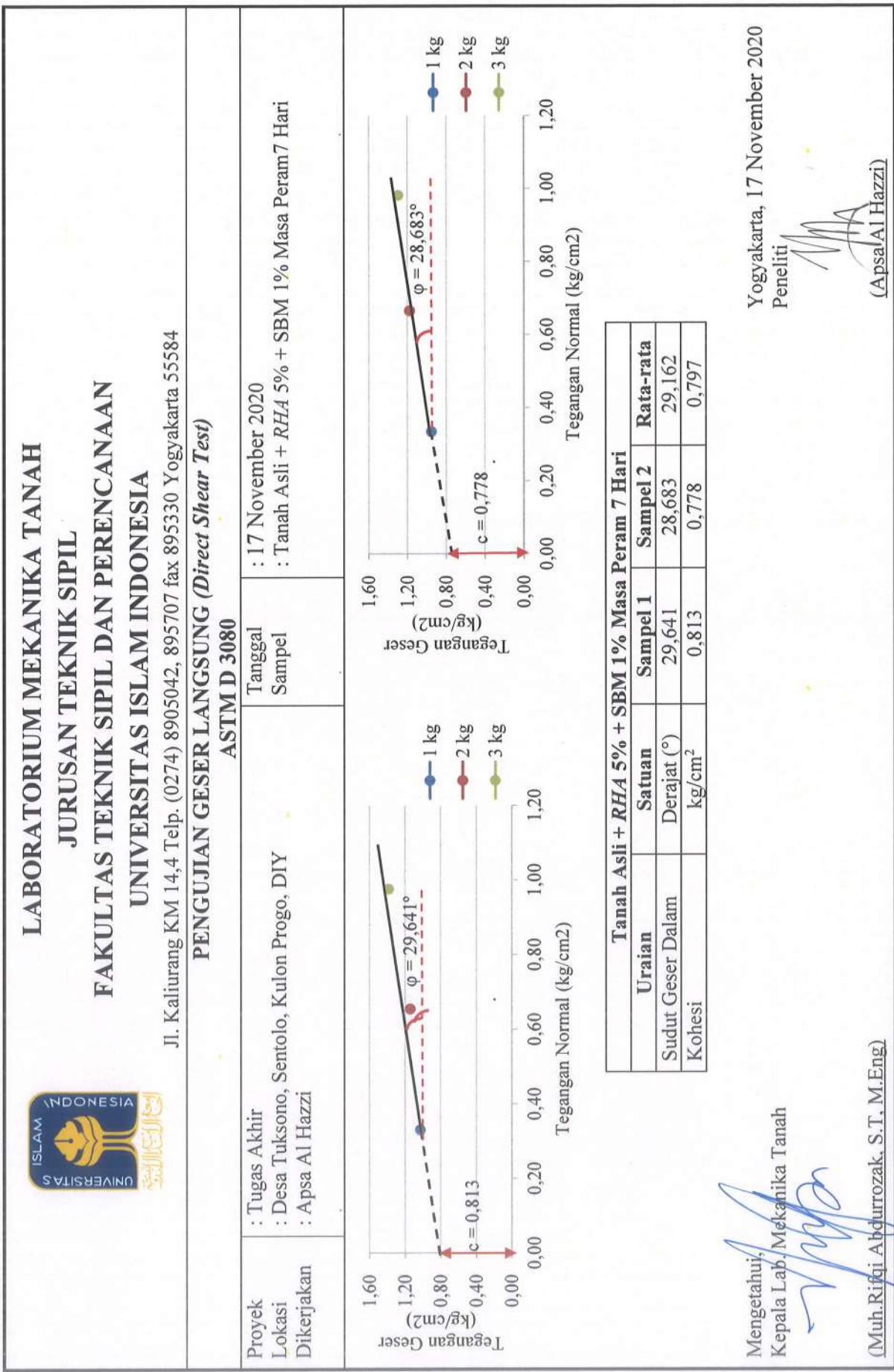
Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 16 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 34. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 7 Hari



Lampiran 35. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 1 Hari

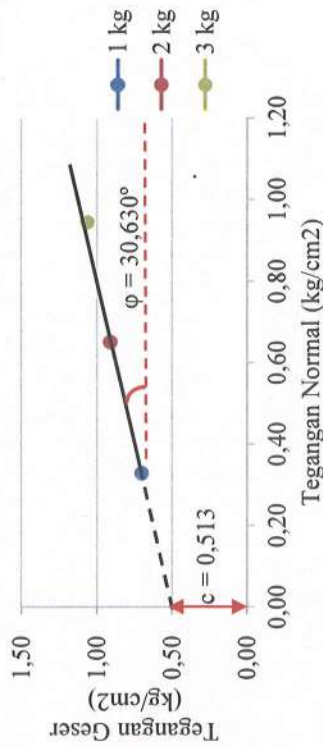
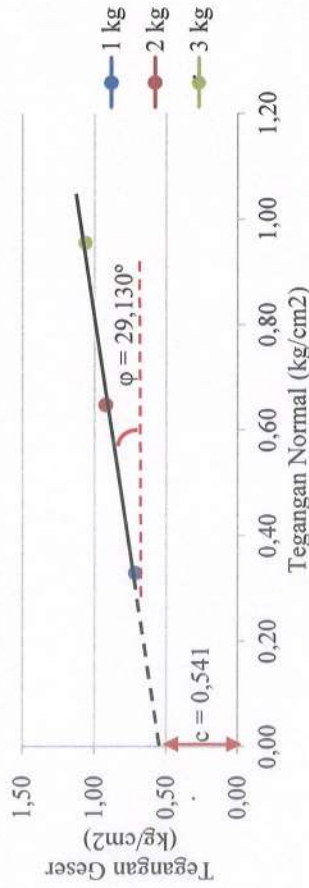


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**  
**ASTM D 3080**

|                                |   |  |
|--------------------------------|---|--|
| Proyek<br>Lokasi<br>Dikerjakan | : Tugas Akhir<br>: Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY<br>: Apsa Al Hazzi | Tanggal Sampel<br>: 18 November 2020<br>: Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 1 Hari |
|--------------------------------|---|--|



**Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 1 Hari**

| Uraian            | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
|-------------------|--------------------|----------|----------|-----------|
| Sudut Geser Dalam | Derajat (°)        | 29,130   | 30,630   | 29,880    |
| Kohesi            | kg/cm <sup>2</sup> | 0,541    | 0,513    | 0,527     |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 18 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 36. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 3 Hari



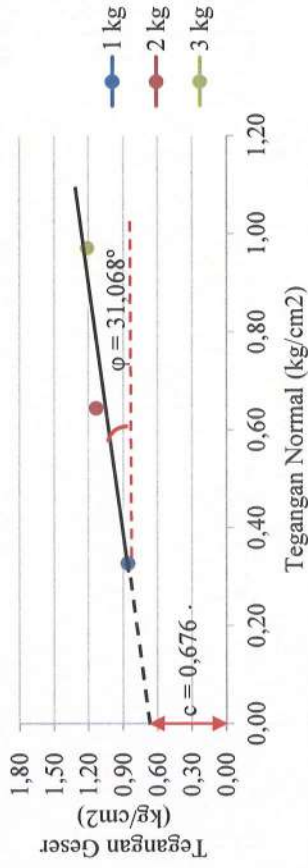
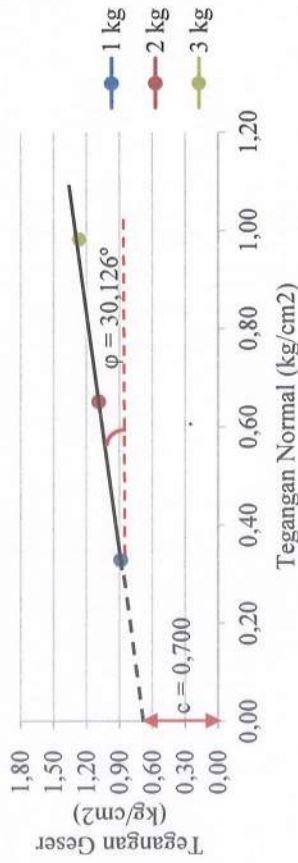
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**

**ASTM D 3080**

|  |   |  |
|--|---|--|
| Proyek : Tugas Akhir<br>Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY<br>Dikerjakan : Apsa Al Hazzi | Tanggal Sampel : 18 November 2020<br>: Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 3 Hari |  |
|--|---|--|



| Tanah Asli, 35 Pukulan, kadar kapur 2% Masa Peram 3 hari |                    |          |          |
|--|--------------------|----------|----------|
| Uraian   | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Sudut Geser Dalam  | Derajat (°)        | 30,126   | 31,068   |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 0,700    | 0,676    |
|  | Rata-rata          | 30,597   |          |
|  | Kohesi             | 0,688    |          |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah  
  
 (Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 18 November 2020  
 Peneliti  
  
 (Apsa Al Hazzi)

Lampiran 37. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 7 Hari

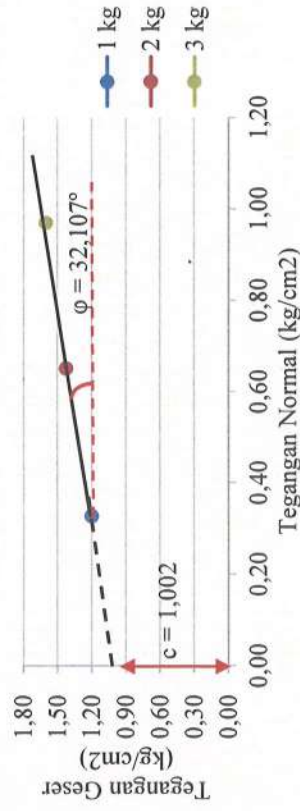
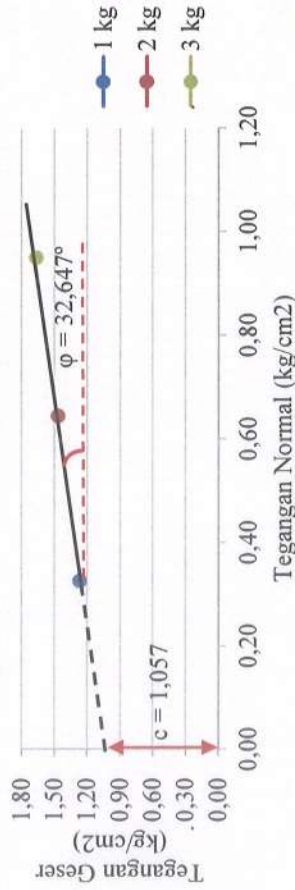


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (Direct Shear Test)**  
**ASTM D 3080**

|            |   |  |
|------------|---|--|
| Proyek     | Tugas Akhir                               | Tanggal  |
| Lokasi     | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY | : 18 November 2020                               |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi                           | : Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 7 Hari |



| Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 7 Hari |                    |          |           |
|--|--------------------|----------|-----------|
| Uraian   | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2  |
| Sudut Geser Dalam                              | Derajat (°)        | 32,647   | 32,107    |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 1,057    | 1,002     |
|  |                    |          | Rata-rata |
|  |                    |          | 32,377    |
|  |                    |          | 1,030     |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 18 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)



Lampiran 38. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 1 Hari



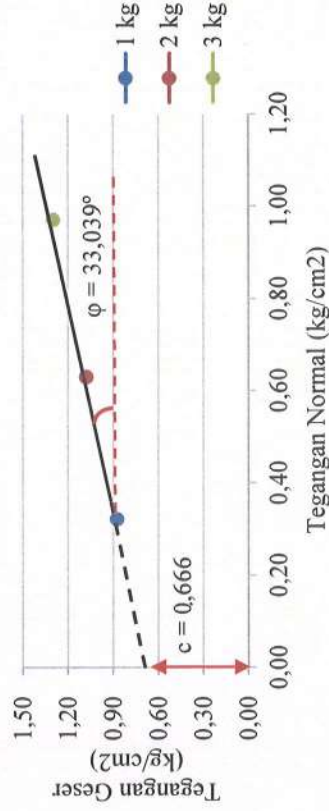
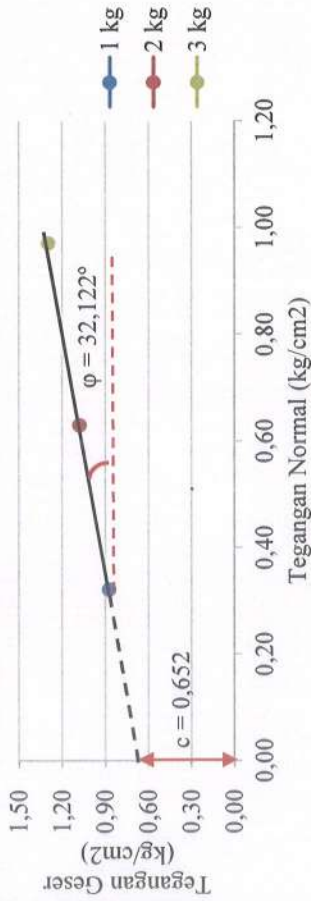
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**

**ASTM D 3080**

|            |   |  |
|------------|---|--|
| Proyek     | Tugas Akhir                             | Tanggal  |
| Lokasi     | Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY | : 20 November 2020                               |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi                         | : Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 1 Hari |



| Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 1 Hari |                    |          |           |
|--|--------------------|----------|-----------|
| Uraian   | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2  |
| Sudut Geser Dalam                              | Derajat (°)        | 32,122   | 33,039    |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 0,652    | 0,666     |
|  |                    |          | Rata-rata |
|  |                    |          | 32,581    |
|  |                    |          | 0,659     |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah  
  
 (Muh. Rifqi Abdurrozaq, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 20 November 2020  
 Peneliti  
  
 (Apsa Al Hazzi)

Lampiran 39. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 3 Hari



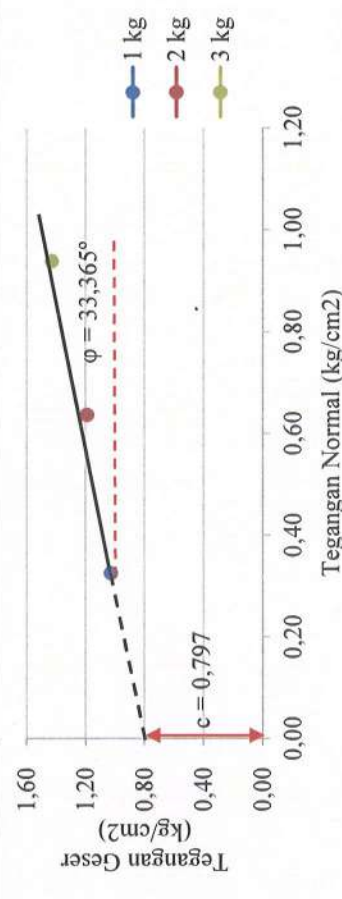
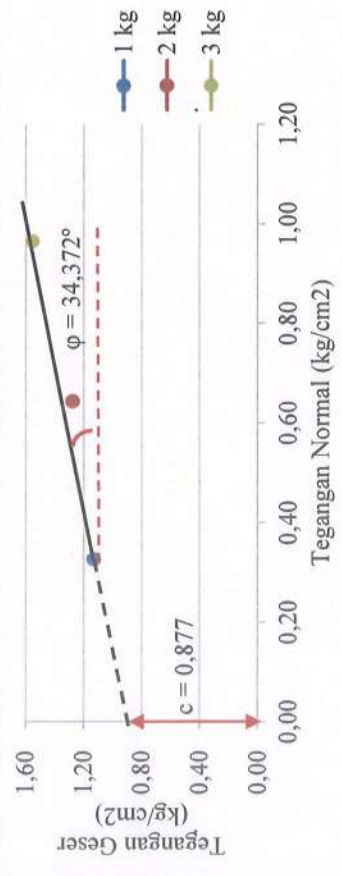
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**

**ASTM D 3080**

|            |   |  |
|------------|---|--|
| Proyek     | Tugas Akhir                               | Tanggal  |
| Lokasi     | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY | : 20 November 2020                               |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi                           | : Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 3 Hari |



**Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 3 Hari**

| Uraian            | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
|-------------------|--------------------|----------|----------|-----------|
| Sudut Geser Dalam | Derajat (°)        | 34,372   | 33,365   | 33,869    |
| Kohesi            | kg/cm <sup>2</sup> | 0,877    | 0,797    | 0,837     |

Mengenalui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 20 November 2020  
 Peneliti

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

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 40. Grafik Uji Geser Langsung Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 7 Hari

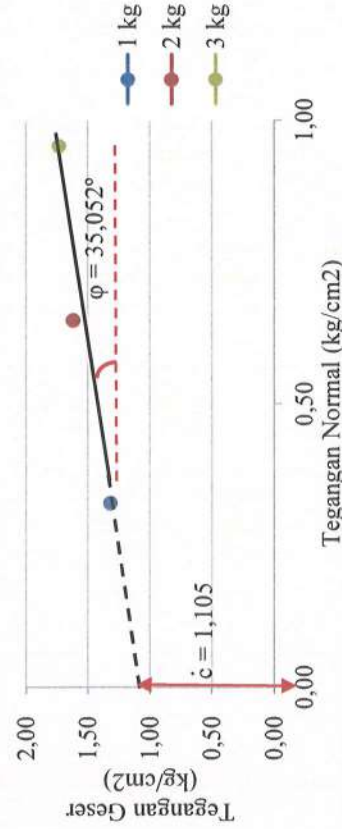
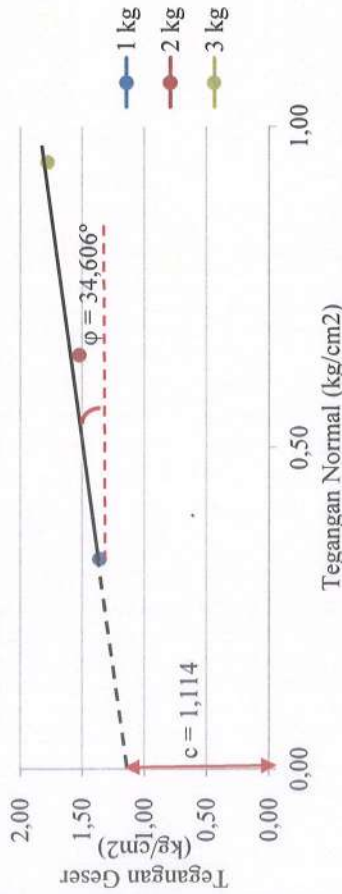


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (Direct Shear Test)**  
**ASTM D 3080**

|            |   |              |  |
|------------|---|--------------|--|
| Proyek     | : Tugas Akhir                             | Tanggal      | : 20 November 2020                               |
| Lokasi     | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY | Tanah Sampel | : Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 7 Hari |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi                           |              |  |



| Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 7 Hari |                    |          |           |
|--|--------------------|----------|-----------|
| Uraian   | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2  |
| Sudut Geser Dalam                              | Derajat (°)        | 34,606   | 35,052    |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 1,114    | 1,105     |
|  |                    |          | Rata-rata |
|  |                    |          | 34,829    |
|  |                    |          | 1,110     |

Mengetahui/  
 Kepala Lab. Mekahika Tanah

Yogyakarta, 20 November 2020  
 Peneliti

*(Signature)*

*(Signature)*  
 (Apsa Al Hazzi)

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

Lampiran 41. Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung



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

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**  
**ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 10 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli dan Tanah Asli + *RHA* + SBM

| Masa Peram | Variasi                             | Sampel | Parameter Kuat Geser Tanah |        |                         |        |
|------------|-------------------------------------|--------|----------------------------|--------|-------------------------|--------|
|            |                                     |        | c (kg/cm <sup>2</sup> )    | φ (°)  | c (kg/cm <sup>2</sup> ) | φ (°)  |
| 0 Hari     | Tanah Asli                          | 1      | 0,253                      | 23,676 | 0,263                   | 23,600 |
|            |                                     | 2      | 0,272                      | 23,524 |                         |        |
| 1 Hari     | Tanah Asli + <i>RHA</i> 5% + SBM 1% | 1      | 0,438                      | 24,683 | 0,442                   | 24,887 |
|            |                                     | 2      | 0,445                      | 25,090 |                         |        |
|            | Tanah Asli + <i>RHA</i> 5% + SBM 3% | 1      | 0,541                      | 29,130 | 0,527                   | 29,880 |
|            |                                     | 2      | 0,513                      | 30,630 |                         |        |
|            | Tanah Asli + <i>RHA</i> 5% + SBM 5% | 1      | 0,652                      | 32,122 | 0,659                   | 32,581 |
|            |                                     | 2      | 0,666                      | 33,039 |                         |        |
| 3 Hari     | Tanah Asli + <i>RHA</i> 5% + SBM 1% | 1      | 0,552                      | 26,986 | 0,579                   | 27,270 |
|            |                                     | 2      | 0,605                      | 27,554 |                         |        |
|            | Tanah Asli + <i>RHA</i> 5% + SBM 3% | 1      | 0,700                      | 30,125 | 0,688                   | 30,597 |
|            |                                     | 2      | 0,676                      | 31,068 |                         |        |
|            | Tanah Asli + <i>RHA</i> 5% + SBM 5% | 1      | 0,877                      | 34,372 | 0,837                   | 33,869 |
|            |                                     | 2      | 0,797                      | 33,365 |                         |        |

Lanjutan Lampiran 41. Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung



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

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

**PENGUJIAN GESER LANGSUNG (*Direct Shear Test*)**  
**ASTM D 3080**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 06 Oktober 2020  
 Sampel : Tanah Asli dan Tanah Asli + *RHA* + SBM

| Masa Peram | Variasi                             | Sampel | Parameter Kuat Geser Tanah |        |                         |        |
|------------|-------------------------------------|--------|----------------------------|--------|-------------------------|--------|
|            |                                     |        | c (kg/cm <sup>2</sup> )    | φ (°)  | c (kg/cm <sup>2</sup> ) | φ (°)  |
| 7 Hari     | Tanah Asli + <i>RHA</i> 5% + SBM 1% | 1      | 0,813                      | 29,641 | 0,797                   | 29,162 |
|            |                                     | 2      | 0,780                      | 28,683 |                         |        |
|            | Tanah Asli + <i>RHA</i> 5% + SBM 3% | 1      | 1,057                      | 32,647 | 1,030                   | 32,377 |
|            |                                     | 2      | 1,002                      | 32,107 |                         |        |
|            | Tanah Asli + <i>RHA</i> 5% + SBM 5% | 1      | 1,114                      | 34,606 | 1,110                   | 34,829 |
|            |                                     | 2      | 1,105                      | 35,052 |                         |        |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 10 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 42. Data Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1



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

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 23 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

| Uraian                     | Simbol                             | Sat. | Sampel 1               |        |       |                      |        |        |                        |        |       |
|----------------------------|------------------------------------|------|------------------------|--------|-------|----------------------|--------|--------|------------------------|--------|-------|
|                            |                                    |      | 0,5 kg/cm <sup>2</sup> |        |       | 1 kg/cm <sup>2</sup> |        |        | 1,5 kg/cm <sup>2</sup> |        |       |
|                            |                                    |      | Atas                   | Tengah | Bawah | Atas                 | Tengah | Bawah  | Atas                   | Tengah | Bawah |
| Berat Cawan                | W1                                 | gr   | 9,15                   | 9,05   | 8,55  | 8,67                 | 9,72   | 8,89   | 10,15                  | 9,01   | 9,23  |
| Berat Cawan + Tanah Basah  | W2                                 | gr   | 19,82                  | 18,55  | 21,18 | 19,06                | 26,3   | 25,56  | 24,43                  | 27,22  | 19,76 |
| Berat Cawan + Tanah Kering | W3                                 | gr   | 17,27                  | 16,21  | 18,24 | 16,35                | 22,4   | 21,71  | 20,59                  | 22,94  | 17,41 |
| Berat Air                  | $W_w = W_2 - W_3$                  | gr   | 2,55                   | 2,34   | 2,94  | 2,71                 | 3,9    | 3,85   | 3,84                   | 4,28   | 2,35  |
| Berat Tanah Kering         | $W_s = W_3 - W_1$                  | gr   | 8,12                   | 7,16   | 9,69  | 7,68                 | 12,68  | 12,82  | 10,44                  | 13,93  | 8,18  |
| Kadar Air                  | $w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$ | %    | 31,40                  | 32,68  | 30,34 | 35,29                | 30,76  | 30,031 | 36,78                  | 30,73  | 28,73 |
| Kadar Air Rata-Rata        | w rata-rata                        | %    | 31,475                 |        |       | 32,025               |        |        | 32,078                 |        |       |

| Pengukuran Awal              | Simbol            | Satuan             | Sampel 1               |                      |                        |
|------------------------------|-------------------|--------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|                              |                   |                    | 0,5 kg/cm <sup>2</sup> | 1 kg/cm <sup>2</sup> | 1,5 kg/cm <sup>2</sup> |
| Tinggi Silinder              | H                 | cm                 | 7,5                    | 7,5                  | 7,5                    |
| Diameter Silinder            | D                 | cm                 | 3,8                    | 3,8                  | 3,8                    |
| Berat Silinder               | W1                | gr                 | 141,9                  | 141,9                | 141,9                  |
| Luas Penampang Silinder      | A                 | cm <sup>2</sup>    | 11,341                 | 11,341               | 11,341                 |
| Volume Silinder              | V                 | cm <sup>3</sup>    | 85,059                 | 85,059               | 85,059                 |
| Berat Silinder + Tanah Basah | W2                | gr                 | 261,27                 | 261,37               | 261,30                 |
| Berat Tanah Basah            | $W_3 = W_2 - W_1$ | gr                 | 119,51                 | 119,43               | 119,37                 |
| Berat Isi Basah              | $\gamma$          | gr/cm <sup>3</sup> | 1,405                  | 1,404                | 1,403                  |
| Berat Isi Kering             | $\gamma_d$        | gr/cm <sup>3</sup> | 1,068                  | 1,064                | 1,058                  |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 23 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 43. Hasil Uji Triaksial UU Beban 0,5 kg/cm<sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 1



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

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 23 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1 dengan beban 0,5 kg/cm<sup>2</sup>

Tegangan keliling 0,5 kg/cm<sup>2</sup>

| Pembacaan Dial<br>(x 0.001) | Pembacaan Dial Beban | Pertambahan Panjang<br>$\Delta L$ | Regangan<br>$\epsilon = \Delta L / L_0$ | Koreksi Luas<br>CF | Luas Terkoreksi<br>A' | Beban<br>P | Deviator Stress    |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|---|--------------------|-----------------------|------------|--------------------|
| cm                          | div                  | cm                                |   |                    | cm <sup>2</sup>       | kg         | kg/cm <sup>2</sup> |
| 0                           | 0                    | 0                                 | 0,000                                   | 1,000              | 11,341                | 0,000      | 0,000              |
| 40                          | 13                   | 0,04                              | 0,533                                   | 0,995              | 11,402                | 2,275      | 0,200              |
| 80                          | 33                   | 0,08                              | 1,067                                   | 0,989              | 11,463                | 5,775      | 0,504              |
| 120                         | 61                   | 0,12                              | 1,600                                   | 0,984              | 11,526                | 10,675     | 0,926              |
| 160                         | 79                   | 0,16                              | 2,133                                   | 0,979              | 11,588                | 13,825     | 1,193              |
| 200                         | 93                   | 0,2                               | 2,667                                   | 0,973              | 11,652                | 16,275     | 1,397              |
| 240                         | 106                  | 0,24                              | 3,200                                   | 0,968              | 11,716                | 18,550     | 1,583              |
| 280                         | 116                  | 0,28                              | 3,733                                   | 0,963              | 11,781                | 20,300     | 1,723              |
| 320                         | 125                  | 0,32                              | 4,267                                   | 0,957              | 11,847                | 21,875     | 1,847              |
| 360                         | 132                  | 0,36                              | 4,800                                   | 0,952              | 11,913                | 23,100     | 1,939              |
| 400                         | 139                  | 0,4                               | 5,333                                   | 0,947              | 11,980                | 24,325     | 2,030              |
| 440                         | 143                  | 0,44                              | 5,867                                   | 0,941              | 12,048                | 25,025     | 2,077              |
| 480                         | 146                  | 0,48                              | 6,400                                   | 0,936              | 12,117                | 25,550     | 2,109              |
| 520                         | 148                  | 0,52                              | 6,933                                   | 0,931              | 12,186                | 25,900     | 2,125              |
| 560                         | 150                  | 0,56                              | 7,467                                   | 0,925              | 12,256                | 26,250     | 2,142              |
| 600                         | 151                  | 0,6                               | 8,000                                   | 0,920              | 12,327                | 26,425     | 2,144              |
| 640                         | 151                  | 0,64                              | 8,533                                   | 0,915              | 12,399                | 26,425     | 2,131              |
| 680                         | 151                  | 0,68                              | 9,067                                   | 0,909              | 12,472                | 26,425     | 2,119              |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 23 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 44. Hasil Uji Triaksial UU Beban 1 kg/ cm<sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 1



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

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 23 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1 dengan beban 1 kg/ cm<sup>2</sup>

Tegangan keliling 1 kg/cm<sup>2</sup>

| Pembacaan Dial<br>(x 0.001) | Pembacaan Dial Beban | Pertambahan Panjang<br>$\Delta L$ | Regangan<br>$\epsilon = \Delta L / L_0$ | Koreksi Luas<br>CF | Luas Terkoreksi<br>A' | Beban<br>P | Deviator Stress    |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|---|--------------------|-----------------------|------------|--------------------|
| cm                          | div                  | cm                                |   |                    | cm <sup>2</sup>       | kg         | kg/cm <sup>2</sup> |
| 0                           | 0                    | 0                                 | 0,000                                   | 1,000              | 11,341                | 0,000      | 0,000              |
| 40                          | 26                   | 0,04                              | 0,533                                   | 0,995              | 11,402                | 4,550      | 0,399              |
| 80                          | 64                   | 0,08                              | 1,067                                   | 0,989              | 11,463                | 11,200     | 0,977              |
| 120                         | 93                   | 0,12                              | 1,600                                   | 0,984              | 11,526                | 16,275     | 1,412              |
| 160                         | 116                  | 0,16                              | 2,133                                   | 0,979              | 11,588                | 20,300     | 1,752              |
| 200                         | 134                  | 0,2                               | 2,667                                   | 0,973              | 11,652                | 23,450     | 2,013              |
| 240                         | 149                  | 0,24                              | 3,200                                   | 0,968              | 11,716                | 26,075     | 2,226              |
| 280                         | 159                  | 0,28                              | 3,733                                   | 0,963              | 11,781                | 27,825     | 2,362              |
| 320                         | 168                  | 0,32                              | 4,267                                   | 0,957              | 11,847                | 29,400     | 2,482              |
| 360                         | 177                  | 0,36                              | 4,800                                   | 0,952              | 11,913                | 30,975     | 2,600              |
| 400                         | 184                  | 0,4                               | 5,333                                   | 0,947              | 11,980                | 32,200     | 2,688              |
| 440                         | 189                  | 0,44                              | 5,867                                   | 0,941              | 12,048                | 33,075     | 2,745              |
| 480                         | 193                  | 0,48                              | 6,400                                   | 0,936              | 12,117                | 33,775     | 2,787              |
| 520                         | 196                  | 0,52                              | 6,933                                   | 0,931              | 12,186                | 34,300     | 2,815              |
| 560                         | 198                  | 0,56                              | 7,467                                   | 0,925              | 12,256                | 34,650     | 2,827              |
| 600                         | 198                  | 0,6                               | 8,000                                   | 0,920              | 12,327                | 34,650     | 2,811              |
| 640                         | 198                  | 0,64                              | 8,533                                   | 0,915              | 12,399                | 34,650     | 2,795              |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah


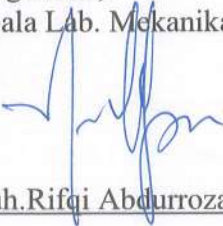

(Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)

Yogyakarta, 23 November 2020  
Peneliti

(Apsa Al Hazzi)



Lampiran 45. Hasil Uji Triaksial UU Beban 1,5 kg/cm<sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 1

|  <p style="text-align: center;"><b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b><br/> <b>JURUSAN TEKNIK SIPIL</b><br/> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN</b><br/> <b>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</b></p> <p style="text-align: center;">Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584</p> |   |                     |                             |   |                 |        |                    |
|--|---|---------------------|-----------------------------|---|-----------------|--------|--------------------|
| <b>PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (<i>Unconsolidated Undrained</i>)</b><br><b>ASTM D 2850</b>  |   |                     |                             |   |                 |        |                    |
| Proyek   | : Tugas Akhir   |                     |                             |   |                 |        |                    |
| Lokasi   | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY               |                     |                             |   |                 |        |                    |
| Dikerjakan   | : Apsa Al Hazzi   |                     |                             |   |                 |        |                    |
| Tanggal  | : 23 November 2020                                      |                     |                             |   |                 |        |                    |
| Sampel   | : Tanah Asli Sampel 1 dengan beban 1 kg/cm <sup>2</sup> |                     |                             |   |                 |        |                    |
| Tegangan keliling 1,5 kg/cm <sup>2</sup>   |   |                     |                             |   |                 |        |                    |
| Pembacaan Dial   | Pembacaan Dial Beban                                    | Pertambahan Panjang | Regangan                    | Koreksi Luas  | Luas Terkoreksi | Beban  | Deviator Stress    |
| (x 0.001)  |   | $\Delta L$          | $\epsilon = \Delta L / L_0$ | CF  | A'              | P      |                    |
| cm   | div   | cm                  |                             |   | cm <sup>2</sup> | kg     | kg/cm <sup>2</sup> |
| 0  | 0   | 0                   | 0,000                       | 1,000   | 11,341          | 0,000  | 0,000              |
| 40   | 31  | 0,04                | 0,533                       | 0,995   | 11,402          | 5,425  | 0,476              |
| 80   | 63  | 0,08                | 1,067                       | 0,989   | 11,463          | 11,025 | 0,962              |
| 120  | 105   | 0,12                | 1,600                       | 0,984   | 11,526          | 18,375 | 1,594              |
| 160  | 133   | 0,16                | 2,133                       | 0,979   | 11,588          | 23,275 | 2,008              |
| 200  | 156   | 0,2                 | 2,667                       | 0,973   | 11,652          | 27,300 | 2,343              |
| 240  | 177   | 0,24                | 3,200                       | 0,968   | 11,716          | 30,975 | 2,644              |
| 280  | 192   | 0,28                | 3,733                       | 0,963   | 11,781          | 33,600 | 2,852              |
| 320  | 204   | 0,32                | 4,267                       | 0,957   | 11,847          | 35,700 | 3,014              |
| 360  | 215   | 0,36                | 4,800                       | 0,952   | 11,913          | 37,625 | 3,158              |
| 400  | 224   | 0,4                 | 5,333                       | 0,947   | 11,980          | 39,200 | 3,272              |
| 440  | 231   | 0,44                | 5,867                       | 0,941   | 12,048          | 40,425 | 3,355              |
| 480  | 236   | 0,48                | 6,400                       | 0,936   | 12,117          | 41,300 | 3,409              |
| 520  | 241   | 0,52                | 6,933                       | 0,931   | 12,186          | 42,175 | 3,461              |
| 560  | 244   | 0,56                | 7,467                       | 0,925   | 12,256          | 42,700 | 3,484              |
| 600  | 244   | 0,6                 | 8,000                       | 0,920   | 12,327          | 42,700 | 3,464              |
| 640  | 244   | 0,64                | 8,533                       | 0,915   | 12,399          | 42,700 | 3,444              |
| Mengetahui,<br>Kepala Lab. Mekanika Tanah  |   |                     |                             | Yogyakarta, 23 November 2020<br>Peneliti  |                 |        |                    |
|   |   |                     |                             |  |                 |        |                    |
| (Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)  |   |                     |                             | (Apsa Al Hazzi)   |                 |        |                    |

Lampiran 46. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli Sampel 1



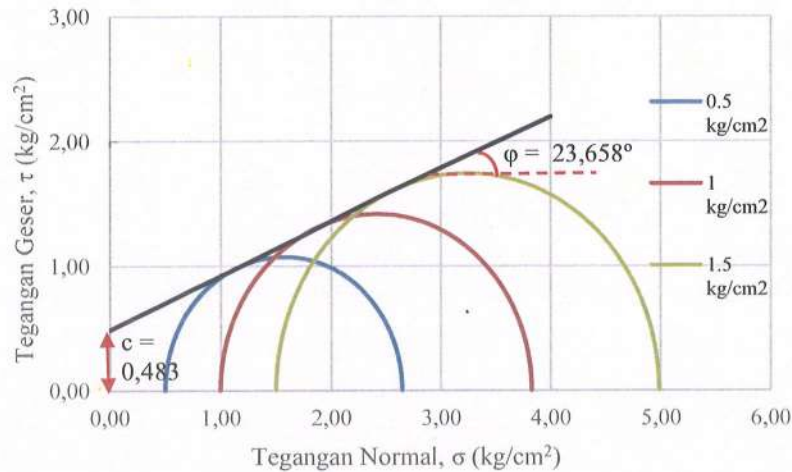
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 23 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 1

| Pembebanan           | Simbol         | Satuan             | Sampel 1               |                      |                        |
|----------------------|----------------|--------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|                      |                |                    | 0,5 kg/cm <sup>2</sup> | 1 kg/cm <sup>2</sup> | 1,5 kg/cm <sup>2</sup> |
| Tegangan keliling    | $\sigma_3$     | kg/cm <sup>2</sup> | 0,5                    | 1                    | 1,5                    |
| Tegangan geser maks. | $\Delta\sigma$ | kg/cm <sup>2</sup> | 2,144                  | 2,827                | 3,484                  |
| Tegangan utama       | $\sigma_1$     | kg/cm <sup>2</sup> | 2,644                  | 3,827                | 4,984                  |



| Tanah Asli Sampel 1 |                    |        |
|---------------------|--------------------|--------|
| Uraian              | Satuan             | Hasil  |
| Sudut Geser Dalam   | Derajat (°)        | 23,658 |
| Kohesi              | kg/cm <sup>2</sup> | 0,483  |


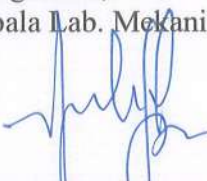

Mengetahui,  
 Kepala Lab Mekanika Tanah

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


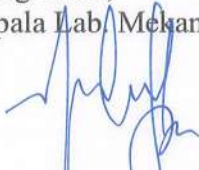

Yogyakarta, 23 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 47. Data Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Sampel 2

|  <p style="text-align: center;"><b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b><br/><b>JURUSAN TEKNIK SIPIL</b><br/><b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN</b><br/><b>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</b></p> <p style="text-align: center;">Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584</p> |                    |   |   |                      |                        |                      |        |        |                        |        |        |
|---|--------------------|---|---|----------------------|------------------------|----------------------|--------|--------|------------------------|--------|--------|
| <b>PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (<i>Unconsolidated Undrained</i>)</b><br><b>ASTM D 2850</b>   |                    |   |   |                      |                        |                      |        |        |                        |        |        |
| Proyek  |                    | : Tugas Akhir                             |   |                      |                        |                      |        |        |                        |        |        |
| Lokasi  |                    | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY |   |                      |                        |                      |        |        |                        |        |        |
| Dikerjakan  |                    | : Apsa Al Hazzi                           |   |                      |                        |                      |        |        |                        |        |        |
| Tanggal   |                    | : 24 November 2020                        |   |                      |                        |                      |        |        |                        |        |        |
| Sampel  |                    | : Tanah Asli Sampel 2                     |   |                      |                        |                      |        |        |                        |        |        |
| Uraian  | Simbol             | Sat.                                      | Sampel Tanah 1  |                      |                        |                      |        |        |                        |        |        |
|   |                    |   | 0,5 kg/cm <sup>2</sup>  |                      |                        | 1 kg/cm <sup>2</sup> |        |        | 1,5 kg/cm <sup>2</sup> |        |        |
|   |                    |   | Atas  | Tengah               | Bawah                  | Atas                 | Tengah | Bawah  | Atas                   | Tengah | Bawah  |
| Berat Cawan   | W1                 | gr  | 10,2  | 8,88                 | 6,67                   | 8,75                 | 9,15   | 9,98   | 9,18                   | 9,09   | 8,95   |
| Berat Cawan + Tanah Basah   | W2                 | gr  | 21,25   | 18,18                | 14,86                  | 18,69                | 17,31  | 22,22  | 19,97                  | 22,84  | 23,69  |
| Berat Cawan + Tanah Kering  | W3                 | gr  | 18,64   | 15,92                | 12,89                  | 16,22                | 15,31  | 19,36  | 17,37                  | 19,44  | 20,02  |
| Berat Air   | Ww = W2 - W3       | gr  | 2,61  | 2,26                 | 1,97                   | 2,47                 | 2      | 2,86   | 2,6                    | 3,4    | 3,67   |
| Berat Tanah Kering  | Ws = W3 - W1       | gr  | 8,44  | 7,04                 | 6,22                   | 7,47                 | 6,16   | 9,38   | 8,19                   | 10,35  | 11,07  |
| Kadar Air   | w = (Ww/Ws) x 100% | %   | 30,924  | 32,102               | 31,672                 | 33,066               | 32,468 | 30,490 | 31,746                 | 32,850 | 33,153 |
| Kadar Air Rata-Rata   | w rata-rata        | %   | 31,566  |                      |                        | 32,008               |        |        | 32,583                 |        |        |
| Pengukuran Awal   | Simbol             | Satuan                                    | Sampel Tanah 1  |                      |                        |                      |        |        |                        |        |        |
|   |                    |   | 0,5 kg/cm <sup>2</sup>  | 1 kg/cm <sup>2</sup> | 1,5 kg/cm <sup>2</sup> |                      |        |        |                        |        |        |
| Tinggi Silinder   | H                  | cm  | 7,5   | 7,5                  | 7,5                    |                      |        |        |                        |        |        |
| Diameter Silinder   | D                  | cm  | 3,8   | 3,8                  | 3,8                    |                      |        |        |                        |        |        |
| Berat Silinder  | W1                 | gr  | 141,9   | 141,9                | 141,9                  |                      |        |        |                        |        |        |
| Luas Penampang Silinder   | A                  | cm <sup>2</sup>                           | 11,341  | 11,341               | 11,341                 |                      |        |        |                        |        |        |
| Volume Silinder   | V                  | cm <sup>3</sup>                           | 85,059  | 85,059               | 85,059                 |                      |        |        |                        |        |        |
| Berat Silinder + Tanah Basah  | W2                 | gr  | 261,28  | 261,36               | 261,22                 |                      |        |        |                        |        |        |
| Berat Tanah Basah   | W3 = W2 - W1       | gr  | 119,38  | 119,46               | 119,32                 |                      |        |        |                        |        |        |
| Berat Isi Basah   | γ                  | gr/cm <sup>3</sup>                        | 1,404   | 1,404                | 1,403                  |                      |        |        |                        |        |        |
| Berat Isi Kering  | γd                 | gr/cm <sup>3</sup>                        | 1,067   | 1,064                | 1,058                  |                      |        |        |                        |        |        |
| Mengetahui,<br>Kepala Lab. Mekanika Tanah   |                    |   | Yogyakarta, 24 November 2020<br>Peneliti  |                      |                        |                      |        |        |                        |        |        |
|    |                    |   |  |                      |                        |                      |        |        |                        |        |        |
| (Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)   |                    |   | (Apsa Al Hazzi)   |                      |                        |                      |        |        |                        |        |        |

Lampiran 48. Hasil Uji Triaksial UU Beban 0,5 kg/ cm<sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 2

|  <p style="text-align: center;"><b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b><br/> <b>JURUSAN TEKNIK SIPIL</b><br/> <b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN</b><br/> <b>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</b></p> <p style="text-align: center;">Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584</p> |  |                           |                     |                    |                       |            |                    |
|--|--|---------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|------------|--------------------|
| <b>PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (<i>Unconsolidated Undrained</i>)<br/>ASTM D 2850</b>  |  |                           |                     |                    |                       |            |                    |
| Proyek   | : Tugas Akhir  |                           |                     |                    |                       |            |                    |
| Lokasi   | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY                  |                           |                     |                    |                       |            |                    |
| Dikerjakan   | : Apsa Al Hazzi  |                           |                     |                    |                       |            |                    |
| Tanggal  | : 24 November 2020   |                           |                     |                    |                       |            |                    |
| Sampel   | : Tanah Asli Sampel 2 dengan beban 0,5 kg/ cm <sup>2</sup> |                           |                     |                    |                       |            |                    |
| Tegangan keliling 0,5 kg/cm <sup>2</sup>   |  |                           |                     |                    |                       |            |                    |
| Pembacaan Dial<br>(x 0.001)  | Pembacaan Dial Beban                                       | Pertambahan Panjang<br>ΔL | Regangan<br>ε=ΔL/L0 | Koreksi Luas<br>CF | Luas Terkoreksi<br>A' | Beban<br>P | Deviator Stress    |
| cm   | div  | cm                        |                     |                    | cm <sup>2</sup>       | kg         | kg/cm <sup>2</sup> |
| 0  | 0  | 0                         | 0,000               | 1,000              | 11,341                | 0,000      | 0,000              |
| 40   | 15   | 0,04                      | 0,533               | 0,995              | 11,402                | 2,625      | 0,230              |
| 80   | 39   | 0,08                      | 1,067               | 0,989              | 11,463                | 6,825      | 0,595              |
| 120  | 62   | 0,12                      | 1,600               | 0,984              | 11,526                | 10,850     | 0,941              |
| 160  | 81   | 0,16                      | 2,133               | 0,979              | 11,588                | 14,175     | 1,223              |
| 200  | 98   | 0,2                       | 2,667               | 0,973              | 11,652                | 17,150     | 1,472              |
| 240  | 111  | 0,24                      | 3,200               | 0,968              | 11,716                | 19,425     | 1,658              |
| 280  | 121  | 0,28                      | 3,733               | 0,963              | 11,781                | 21,175     | 1,797              |
| 320  | 128  | 0,32                      | 4,267               | 0,957              | 11,847                | 22,400     | 1,891              |
| 360  | 133  | 0,36                      | 4,800               | 0,952              | 11,913                | 23,275     | 1,954              |
| 400  | 135  | 0,4                       | 5,333               | 0,947              | 11,980                | 23,625     | 1,972              |
| 440  | 135  | 0,44                      | 5,867               | 0,941              | 12,048                | 23,625     | 1,961              |
| 480  | 135  | 0,48                      | 6,400               | 0,936              | 12,117                | 23,625     | 1,950              |
| <p>Mengetahui,<br/>Kepala Lab. Mekanika Tanah</p>  <p>(Muh. Rifqi Abdurrozak, S.T, M.Eng)</p> <p style="text-align: right;">Yogyakarta, 24 November 2020<br/>Peneliti</p>  <p>(Apsa Al Hazzi)</p>                            |  |                           |                     |                    |                       |            |                    |

Lampiran 49. Hasil Uji Triaksial UU Beban 1 kg/cm<sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 2



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

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 24 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2 dengan beban 1 kg/ cm<sup>2</sup>

Tegangan keliling 1 kg/cm<sup>2</sup>

| Pembacaan Dial<br>(x 0.001) | Pembacaan Dial Beban | Pertambahan Panjang<br>$\Delta L$ | Regangan<br>$\epsilon = \Delta L / L_0$ | Koreksi Luas<br>CF | Luas Terkoreksi<br>A' | Beban<br>P | Deviator Stress    |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|---|--------------------|-----------------------|------------|--------------------|
| cm                          | div                  | cm                                |   |                    | cm <sup>2</sup>       | kg         | kg/cm <sup>2</sup> |
| 0                           | 0                    | 0                                 | 0,000                                   | 1,000              | 11,341                | 0,000      | 0,000              |
| 40                          | 22                   | 0,04                              | 0,533                                   | 0,995              | 11,402                | 3,850      | 0,338              |
| 80                          | 52                   | 0,08                              | 1,067                                   | 0,989              | 11,463                | 9,100      | 0,794              |
| 120                         | 77                   | 0,12                              | 1,600                                   | 0,984              | 11,526                | 13,475     | 1,169              |
| 160                         | 98                   | 0,16                              | 2,133                                   | 0,979              | 11,588                | 17,150     | 1,480              |
| 200                         | 116                  | 0,2                               | 2,667                                   | 0,973              | 11,652                | 20,300     | 1,742              |
| 240                         | 130                  | 0,24                              | 3,200                                   | 0,968              | 11,716                | 22,750     | 1,942              |
| 280                         | 144                  | 0,28                              | 3,733                                   | 0,963              | 11,781                | 25,200     | 2,139              |
| 320                         | 155                  | 0,32                              | 4,267                                   | 0,957              | 11,847                | 27,125     | 2,290              |
| 360                         | 164                  | 0,36                              | 4,800                                   | 0,952              | 11,913                | 28,700     | 2,409              |
| 400                         | 171                  | 0,4                               | 5,333                                   | 0,947              | 11,980                | 29,925     | 2,498              |
| 440                         | 178                  | 0,44                              | 5,867                                   | 0,941              | 12,048                | 31,150     | 2,585              |
| 480                         | 182                  | 0,48                              | 6,400                                   | 0,936              | 12,117                | 31,850     | 2,629              |
| 520                         | 184                  | 0,52                              | 6,933                                   | 0,931              | 12,186                | 32,200     | 2,642              |
| 560                         | 186                  | 0,56                              | 7,467                                   | 0,925              | 12,256                | 32,55      | 2,656              |
| 600                         | 187                  | 0,6                               | 8,000                                   | 0,920              | 12,327                | 32,725     | 2,655              |
| 640                         | 187                  | 0,64                              | 8,533                                   | 0,915              | 12,399                | 32,725     | 2,639              |
| 680                         | 187                  | 0,68                              | 9,067                                   | 0,909              | 12,472                | 32,725     | 2,624              |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 November 2020  
Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 50. Hasil Uji Triaksial UU Beban 1,5 kg/cm<sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 2



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

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 24 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2 dengan beban 1,5 kg/ cm<sup>2</sup>

Tegangan keliling 1,5 kg/cm<sup>2</sup>

| Pembacaan Dial<br>(x 0.001) | Pembacaan Dial Beban | Pertambahan Panjang<br>$\Delta L$ | Regangan<br>$\epsilon = \Delta L / L_0$ | Koreksi Luas<br>CF | Luas Terkoreksi<br>A' | Beban<br>P | Deviator Stress    |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|---|--------------------|-----------------------|------------|--------------------|
| cm                          | div                  | cm                                |   |                    | cm <sup>2</sup>       | kg         | kg/cm <sup>2</sup> |
| 0                           | 0                    | 0                                 | 0,000                                   | 1,000              | 11,341                | 0,000      | 0,000              |
| 40                          | 32                   | 0,04                              | 0,533                                   | 0,995              | 11,402                | 5,600      | 0,491              |
| 80                          | 73                   | 0,08                              | 1,067                                   | 0,989              | 11,463                | 12,775     | 1,114              |
| 120                         | 109                  | 0,12                              | 1,600                                   | 0,984              | 11,526                | 19,075     | 1,655              |
| 160                         | 138                  | 0,16                              | 2,133                                   | 0,979              | 11,588                | 24,150     | 2,084              |
| 200                         | 162                  | 0,2                               | 2,667                                   | 0,973              | 11,652                | 28,350     | 2,433              |
| 240                         | 179                  | 0,24                              | 3,200                                   | 0,968              | 11,716                | 31,325     | 2,674              |
| 280                         | 191                  | 0,28                              | 3,733                                   | 0,963              | 11,781                | 33,425     | 2,837              |
| 320                         | 201                  | 0,32                              | 4,267                                   | 0,957              | 11,847                | 35,175     | 2,969              |
| 360                         | 210                  | 0,36                              | 4,800                                   | 0,952              | 11,913                | 36,750     | 3,085              |
| 400                         | 218                  | 0,4                               | 5,333                                   | 0,947              | 11,980                | 38,15      | 3,184              |
| 440                         | 225                  | 0,44                              | 5,867                                   | 0,941              | 12,048                | 39,375     | 3,268              |
| 480                         | 230                  | 0,48                              | 6,400                                   | 0,936              | 12,117                | 40,25      | 3,322              |
| 520                         | 231                  | 0,52                              | 6,933                                   | 0,931              | 12,186                | 40,425     | 3,317              |
| 560                         | 232                  | 0,56                              | 7,467                                   | 0,925              | 12,256                | 40,600     | 3,313              |
| 600                         | 233                  | 0,6                               | 8,000                                   | 0,920              | 12,327                | 40,775     | 3,308              |
| 640                         | 233                  | 0,64                              | 8,533                                   | 0,915              | 12,399                | 40,775     | 3,289              |
| 680                         | 233                  | 0,68                              | 9,067                                   | 0,909              | 12,472                | 40,775     | 3,269              |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 November 2020  
Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 51. Grafik Lingkaran Mohr Triaksial UU Tanah Asli Sampel 2



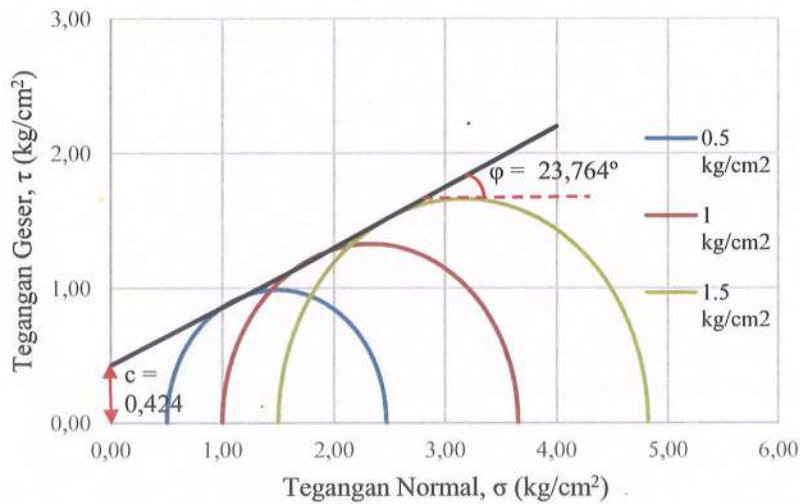
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 24 November 2020  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

| Pembebanan           | Simbol         | Satuan             | Sampel 2               |                      |                        |
|----------------------|----------------|--------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|                      |                |                    | 0,5 kg/cm <sup>2</sup> | 1 kg/cm <sup>2</sup> | 1,5 kg/cm <sup>2</sup> |
| Tegangan keliling    | $\sigma_3$     | kg/cm <sup>2</sup> | 0,5                    | 1                    | 1,5                    |
| Tegangan geser maks. | $\Delta\sigma$ | kg/cm <sup>2</sup> | 1,972                  | 2,656                | 3,322                  |
| Tegangan utama       | $\sigma_1$     | kg/cm <sup>2</sup> | 2,472                  | 3,656                | 4,822                  |



| Tanah Asli Sampel 2 |                    |        |
|---------------------|--------------------|--------|
| Uraian              | Satuan             | Hasil  |
| Sudut Geser Dalam   | Derajat (°)        | 23,764 |
| Kohesi              | kg/cm <sup>2</sup> | 0,424  |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 52. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli

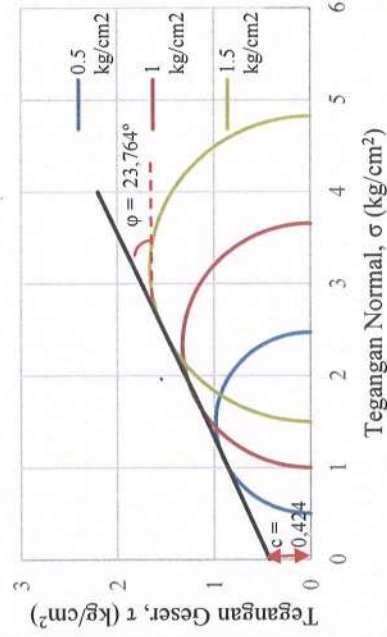
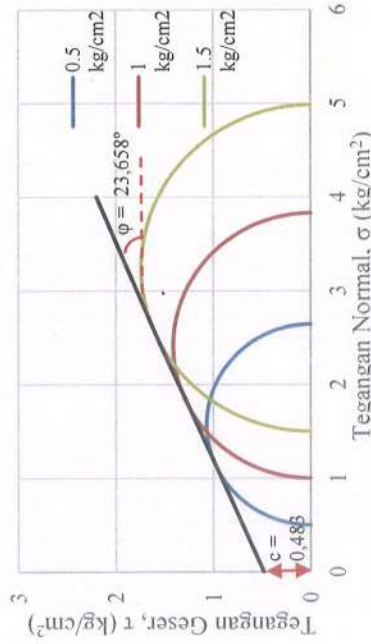


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

|                                |   |                   |                                    |
|--------------------------------|---|-------------------|------------------------------------|
| Proyek<br>Lokasi<br>Dikerjakan | : Tugas Akhir<br>: Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY<br>: Apsa Al Hazzi | Tanggal<br>Sampel | : 24 November 2020<br>: Tanah Asli |
|--------------------------------|---|-------------------|------------------------------------|



| Tanah Asli dengan MDD dan OMC |                    |          |                  |
|-------------------------------|--------------------|----------|------------------|
| Uraian                        | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2         |
| Sudut Geser Dalam             | Derajat (°)        | 23.658   | 23.764           |
| Kohesi                        | kg/cm <sup>2</sup> | 0.483    | 0.424            |
|                               |                    |          | <b>Rata-rata</b> |
|                               |                    |          | 23.711           |
|                               |                    |          | 0.454            |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 24 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)



Lampiran 53. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 1 Hari

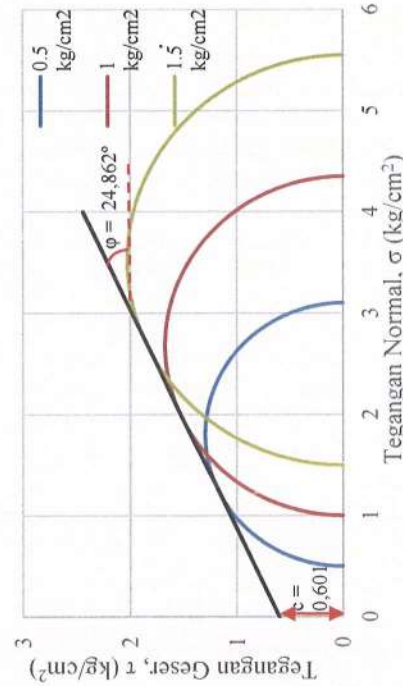
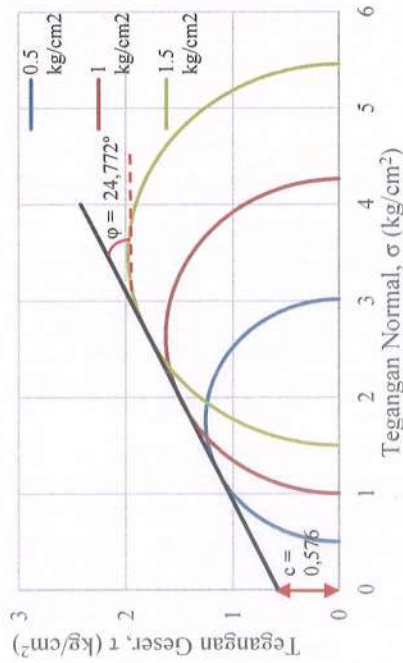


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

|                                |   |  |
|--------------------------------|---|--|
| Proyek<br>Lokasi<br>Dikerjakan | : Tugas Akhir<br>: Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY<br>: Apsa Al Hazzi | Tanggal Sampel<br>: 26 November 2020<br>: Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 1 Hari |
|--------------------------------|---|--|



| <b>Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 1 Hari</b> |                    |                  |                  |
|---|--------------------|------------------|------------------|
| Uraian  | Satuan             | Sampel 1         | Sampel 2         |
| Sudut Geser Dalam                                     | Derajat (°)        | 24,772           | 24,862           |
| Kohesi  | kg/cm <sup>2</sup> | 0,576            | 0,601            |
|   |                    | <b>Rata-rata</b> | <b>Rata-rata</b> |
|   |                    | 24,817           | 24,817           |
|   |                    | 0,589            | 0,589            |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 26 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 54. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 3 Hari

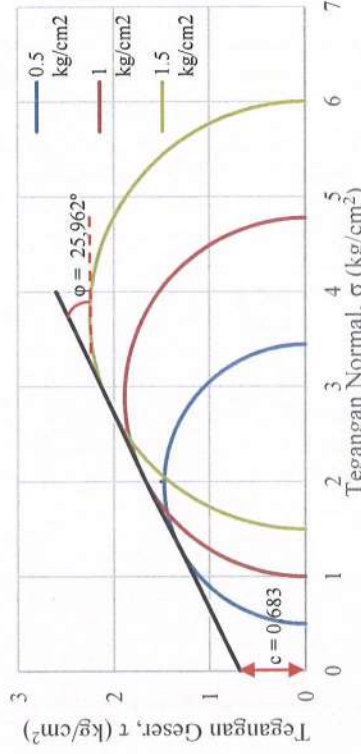
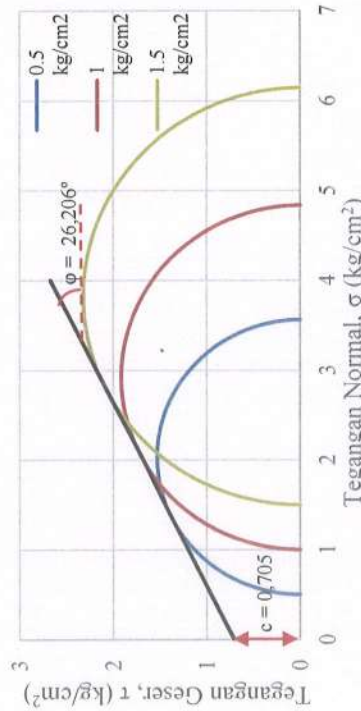


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

|                                |   |                   |  |
|--------------------------------|---|-------------------|--|
| Proyek<br>Lokasi<br>Dikerjakan | : Tugas Akhir<br>: Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY<br>: Apsa Al Hazzi | Tanggal<br>Sampel | : 26 November 2020<br>: Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 3 Hari |
|--------------------------------|---|-------------------|--|



**Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 3 Hari**

| Uraian            | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
|-------------------|--------------------|----------|----------|-----------|
| Sudut Geser Dalam | Derajat (°)        | 26,206   | 25,962   | 26,084    |
| Kohesi            | kg/cm <sup>2</sup> | 0,705    | 0,683    | 0,694     |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 26 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 55. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 7 Hari

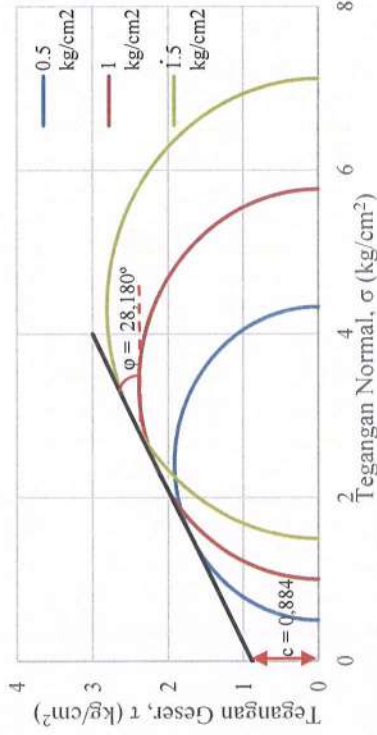
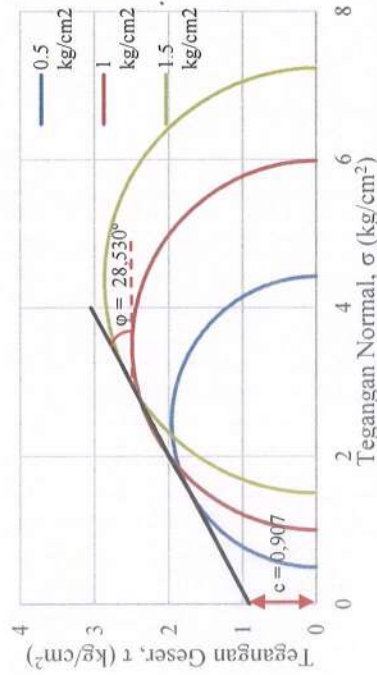


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

|            |   |         |  |
|------------|---|---------|--|
| Proyek     | : Tugas Akhir                             | Tanggal | : 26 November 2020                               |
| Lokasi     | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY | Sampel  | : Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 7 Hari |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi                           |         |  |



| Tanah Asli + RHA 5% + SBM 1% Masa Peram 7 Hari |                    |          |           |
|--|--------------------|----------|-----------|
| Uraian   | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2  |
| Sudut Geser Dalam                              | Derajat (°)        | 28,530   | 28,180    |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 0,907    | 0,884     |
|  |                    |          | Rata-rata |
|  |                    |          | 28,355    |
|  |                    |          | 0,896     |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 26 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 56. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 1 Hari

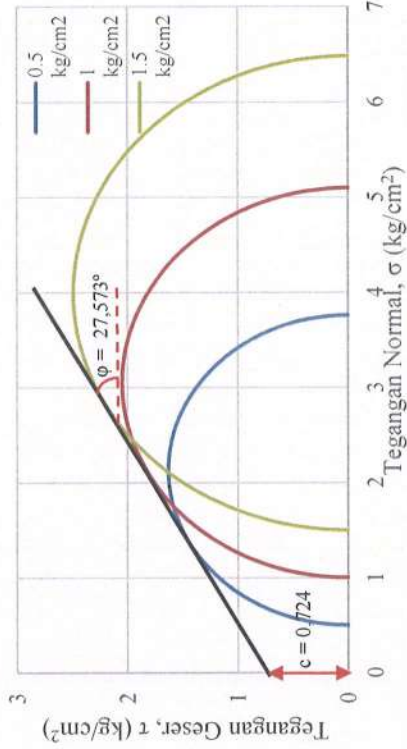
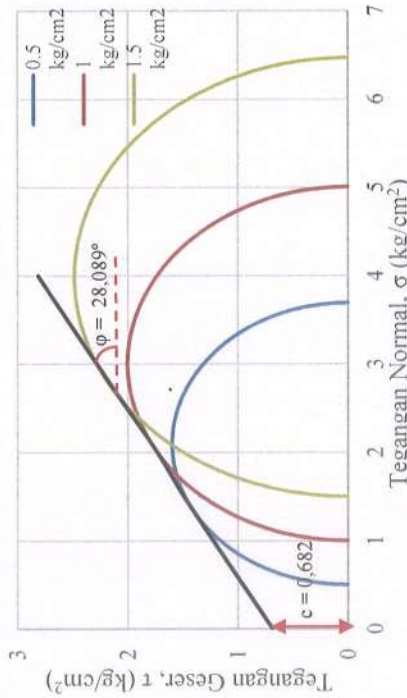


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

|            |   |  |                    |
|------------|---|--|--------------------|
| Proyek     | : Tugas Akhir                             | Tanggal  | : 27 November 2020 |
| Lokasi     | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY | Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 1 Hari |                    |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi                           |  |                    |



**Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 1 Hari**

| Uraian            | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
|-------------------|--------------------|----------|----------|-----------|
| Sudut Geser Dalam | Derajat (°)        | 28,089   | 27,573   | 27,831    |
| Kohesi            | kg/cm <sup>2</sup> | 0,682    | 0,724    | 0,703     |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 27 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 57. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 3 Hari

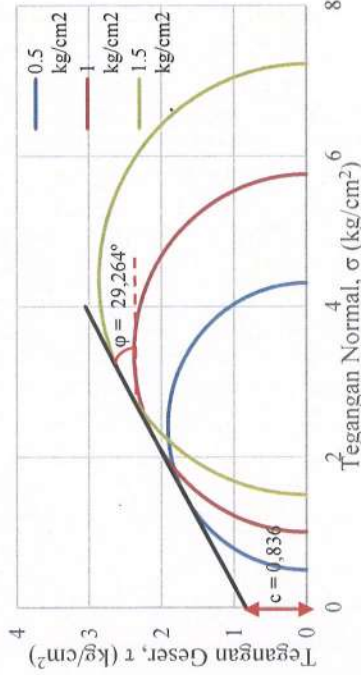
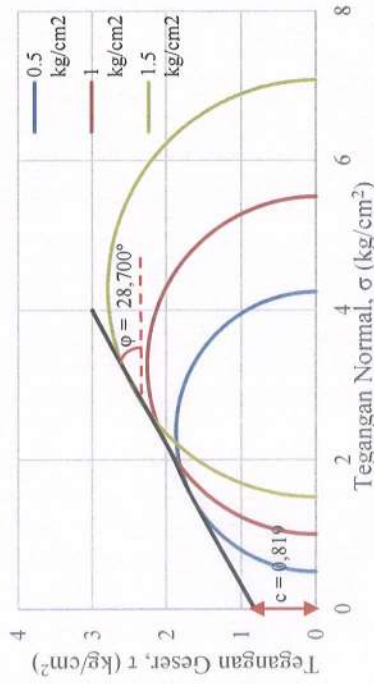


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (Unconsolidated Undrained)**  
**ASTM D 2850**


|            |   |         |  |
|------------|---|---------|--|
| Proyek     | : Tugas Akhir                             | Tanggal | : 27 November 2020                               |
| Lokasi     | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY |         |  |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi                           |         | : Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 3 Hari |



**Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 3 Hari**

| Uraian            | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
|-------------------|--------------------|----------|----------|-----------|
| Sudut Geser Dalam | Derajat (°)        | 28,700   | 29,264   | 28,982    |
| Kohesi            | kg/cm <sup>2</sup> | 0,819    | 0,836    | 0,828     |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah  
  
 (Muh. Rifqi Abdurrozzak, S.T., M.Eng.)

Yogyakarta, 27 November 2020  
 Peneliti,  
  
 (Apsa Al Hazzi)

Lampiran 58. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 7 Hari

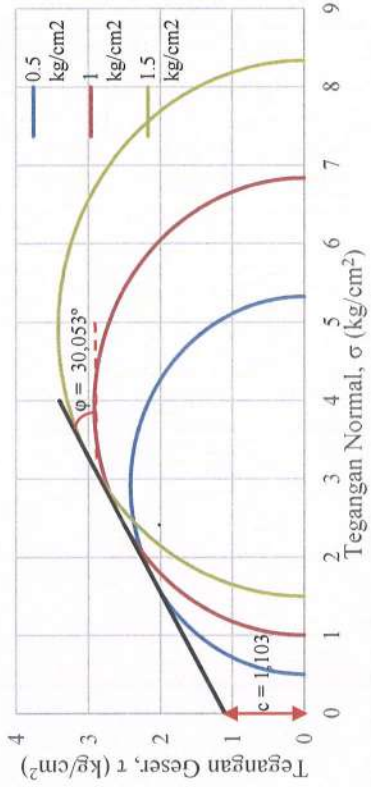
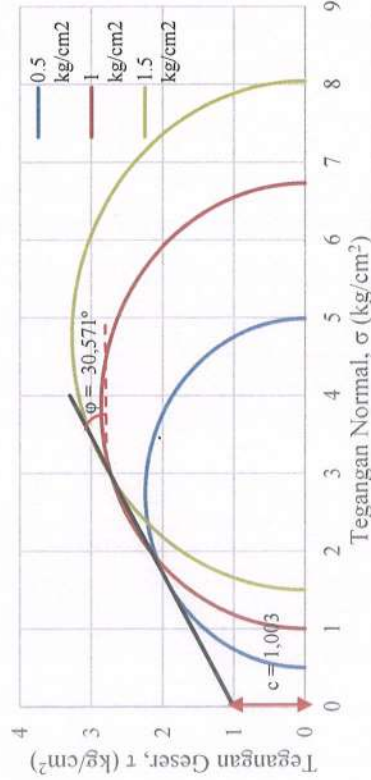


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (Unconsolidated Undrained)**  
**ASTM D 2850**

|            |   |         |  |
|------------|---|---------|--|
| Proyek     | : Tugas Akhir                             | Tanggal | : 27 November 2019                               |
| Lokasi     | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY | Sampel  | : Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 7 Hari |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi                           |         |  |



**Tanah Asli + RHA 5% + SBM 3% Masa Peram 7 Hari**

| Uraian            | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
|-------------------|--------------------|----------|----------|-----------|
| Sudut Geser Dalam | Derajat (°)        | 30,571   | 30,053   | 30,312    |
| Kohesi            | kg/cm <sup>2</sup> | 1,003    | 1,103    | 1,053     |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 27 November 2020  
 Peneliti

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

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 59. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 1 Hari

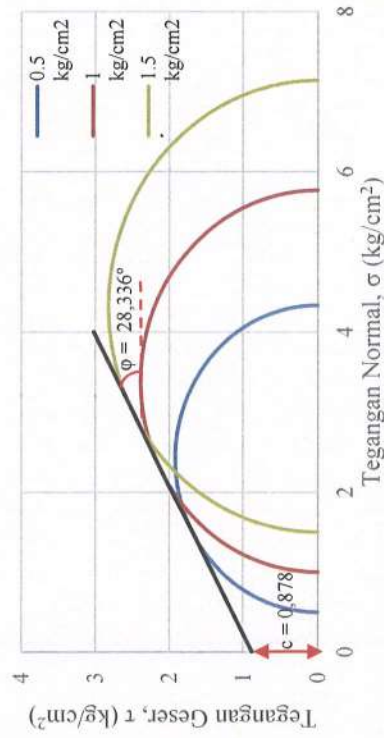
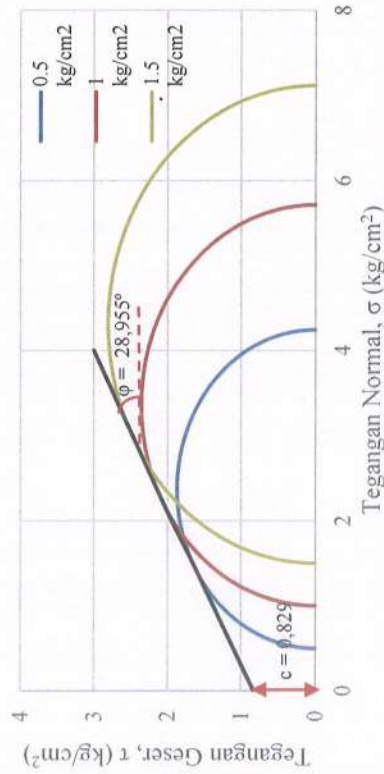


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (Unconsolidated Undrained)**  
**ASTM D 2850**

|            |   |         |  |
|------------|---|---------|--|
| Proyek     | : Tugas Akhir                             | Tanggal | : 28 November 2020                               |
| Lokasi     | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY | Sampel  | : Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 1 Hari |
| Dikerjakan | : Apsa Al Hazzi                           |         |  |



| Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 1 Hari |                    |          |           |
|--|--------------------|----------|-----------|
| Uraian   | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2  |
| Sudut Geser Dalam                              | Derajat (°)        | 28,955   | 28,336    |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 0,829    | 0,878     |
|  |                    |          | Rata-rata |
|  |                    |          | 28,646    |
|  |                    |          | 0,854     |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

(Muh. Rijqi Abdurrozzak, S.T., M.Eng)

Yogyakarta, 28 November 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 60. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 3 Hari

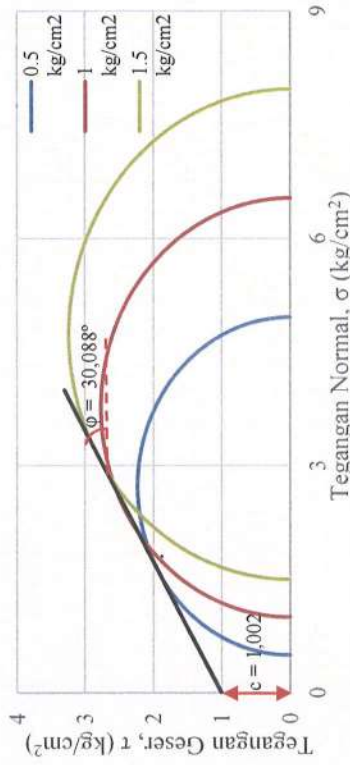
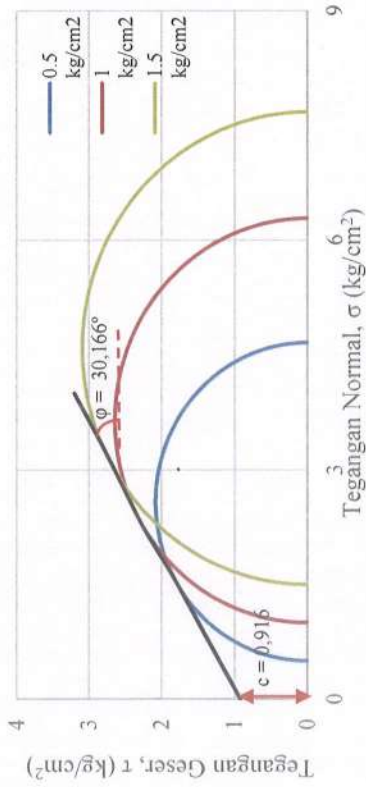


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (Unconsolidated Undrained)**  
**ASTM D 2850**

|                                |   |                   |  |
|--------------------------------|---|-------------------|--|
| Proyek<br>Lokasi<br>Dikerjakan | : Tugas Akhir<br>: Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY<br>: Apsa Al Hazzi | Tanggal<br>Sampel | : 28 November 2020<br>: Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 3 Hari |
|--------------------------------|---|-------------------|--|



| Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 3 Hari |                    |          |           |
|--|--------------------|----------|-----------|
| Uraian   | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2  |
| Sudut Geser Dalam Kohesi                       | Derajat (°)        | 30.166   | 30.088    |
|  | kg/cm <sup>2</sup> | 0.916    | 1.002     |
|  |                    |          | Rata-rata |
|  |                    |          | 30.127    |
|  |                    |          | 0.959     |

Mengetahui,  
 Kepala Lab/ Mekanika Tanah

Yogyakarta, 28 November 2020  
 Peneliti  
  
 (Apsa Al Hazzi)

(Muh. Rofiqi Abdurrozzak, S.T., M.Eng)



Lampiran 61. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 7 Hari

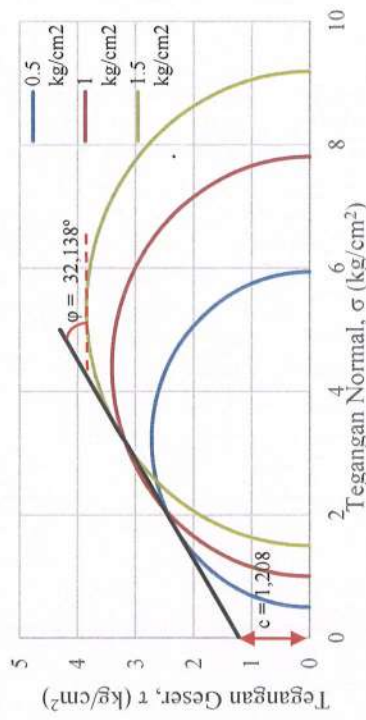
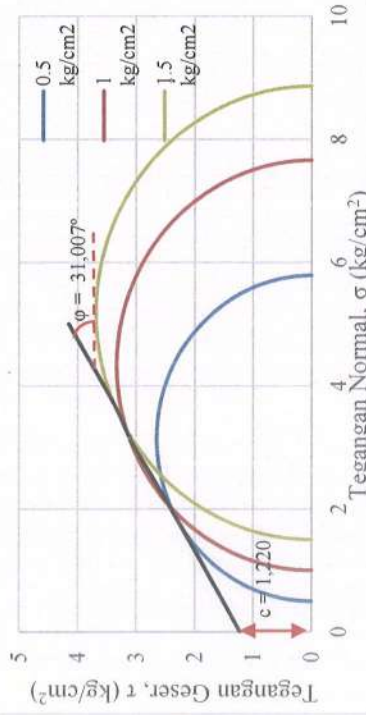


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (Unconsolidated Undrained)**  
**ASTM D 2850**

|                                |   |                   |  |
|--------------------------------|---|-------------------|--|
| Proyek<br>Lokasi<br>Dikerjakan | : Tugas Akhir<br>: Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY<br>: Apsa Al Hazzi | Tanggal<br>Sampel | : 28 November 2020<br>: Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 7 Hari |
|--------------------------------|---|-------------------|--|



| <b>Tanah Asli + RHA 5% + SBM 5% Masa Peram 7 Hari</b> |                    |          |          |
|---|--------------------|----------|----------|
| Uraian  | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Sudut Geser Dalam                                     | Derajat (°)        | 31,007   | 32,138   |
| Kohesi  | kg/cm <sup>2</sup> | 1,220    | 1,208    |
|   | <b>Rata-rata</b>   |          | 31,573   |
|   |                    |          | 1,214    |


Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 27 November 2020  
 Peneliti

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

(Apsa Al Hazzi)

Lampiran 62. Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU

|  <b>LABORATORIUM MEKANIKA TANAH</b><br><b>JURUSAN TEKNIK SIPIL</b><br><b>FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN</b><br><b>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</b><br>Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 8905042, 895707 fax 895330 Yogyakarta 55584 |  |        |                            |        |                         |        |
|---|--|--------|----------------------------|--------|-------------------------|--------|
| <b>PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (<i>Unconsolidated Undrained</i>)</b><br><b>ASTM D 2850</b>   |  |        |                            |        |                         |        |
| Proyek  | : Tugas Akhir                                  |        |                            |        |                         |        |
| Lokasi  | : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY      |        |                            |        |                         |        |
| Dikerjakan  | : Apsa Al Hazzi                                |        |                            |        |                         |        |
| Tanggal   | : 1 Desember 2020                              |        |                            |        |                         |        |
| Sampel  | : Tanah Asli dan Tanah Asli + <i>RHA</i> + SBM |        |                            |        |                         |        |
| Masa Peram  | Variasi  | Sampel | Parameter Kuat Geser Tanah |        |                         |        |
|   |  |        | c (kg/cm <sup>2</sup> )    | φ (°)  | c (kg/cm <sup>2</sup> ) | φ (°)  |
| 0 Hari  | Tanah Asli                                     | 1      | 0,483                      | 23,658 | 0,454                   | 23,711 |
|   |  | 2      | 0,424                      | 23,764 |                         |        |
| 1 Hari  | Tanah Asli + 1% Kapur                          | 1      | 0,576                      | 24,772 | 0,589                   | 24,817 |
|   |  | 2      | 0,601                      | 24,862 |                         |        |
|   | Tanah Asli + 2% Kapur                          | 1      | 0,682                      | 28,089 | 0,703                   | 27,831 |
|   |  | 2      | 0,724                      | 27,573 |                         |        |
|   | Tanah Asli + 3% Kapur                          | 1      | 0,829                      | 28,955 | 0,854                   | 28,646 |
|   |  | 2      | 0,878                      | 28,336 |                         |        |
| 3 Hari  | Tanah Asli + 1% Kapur                          | 1      | 0,705                      | 26,206 | 0,694                   | 26,084 |
|   |  | 2      | 0,683                      | 25,962 |                         |        |
|   | Tanah Asli + 2% Kapur                          | 1      | 0,819                      | 28,700 | 0,828                   | 28,982 |
|   |  | 2      | 0,836                      | 29,264 |                         |        |
|   | Tanah Asli + 3% Kapur                          | 1      | 0,916                      | 30,166 | 0,959                   | 30,127 |
|   |  | 2      | 1,002                      | 30,088 |                         |        |

Lanjutan Lampiran 62. Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU



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

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

**PENGUJIAN TRIAKSIAL UU (*Unconsolidated Undrained*)**  
**ASTM D 2850**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Desa Tuksono, Sentolo, Kulon Progo, DIY  
 Dikerjakan : Apsa Al Hazzi  
 Tanggal : 1 Desember 2020  
 Sampel : Tanah Asli dan Tanah Asli + *RHA* + SBM

| Masa Peram | Variasi                             | Sampel | Parameter Kuat Geser Tanah |        |                         |        |
|------------|-------------------------------------|--------|----------------------------|--------|-------------------------|--------|
|            |                                     |        | c (kg/cm <sup>2</sup> )    | φ (°)  | c (kg/cm <sup>2</sup> ) | φ (°)  |
| 7 Hari     | Tanah Asli + <i>RHA</i> 5% + SBM 1% | 1      | 0,907                      | 28,530 | 0,896                   | 28,355 |
|            |                                     | 2      | 0,884                      | 28,180 |                         |        |
|            | Tanah Asli + <i>RHA</i> 5% + SBM 3% | 1      | 1,003                      | 30,571 | 1,053                   | 30,312 |
|            |                                     | 2      | 1,103                      | 30,053 |                         |        |
|            | Tanah Asli + <i>RHA</i> 5% + SBM 5% | 1      | 1,220                      | 31,007 | 1,214                   | 31,573 |
|            |                                     | 2      | 1,208                      | 32,138 |                         |        |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 1 Desember 2020  
 Peneliti

(Apsa Al Hazzi)