

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH STABILISASI TANAH LEMPUNG  
DENGAN BAHAN TAMBAH LIMBAH KARBIT DAN  
SEMEN PORTLAND TERHADAP NILAI KUAT  
GESER TANAH**

***(THE EFFECT OF CLAY STABILIZATION WITH  
WASTE CARBITE AND PORTLAND CEMENT ON SOIL  
STRENGTH VALUE)***

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



**Akhmad Mundzir Rosyandi  
15511093**

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

## TUGAS AKHIR

### **PENGARUH STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN BAHAN TAMBAH LIMBAH KARBIT DAN SEMEN PORTLAND TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH**

### ***(THE EFFECT OF CLAY STABILIZATION WITH WASTE CARBITE AND PORTLAND CEMENT ON SOIL STRENGTH VALUE)***

Disusun oleh:

**Akhmad Mundzir Rosyandi**

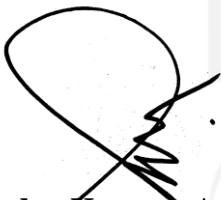
**15511093**

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

Diuji pada tanggal \_\_ Juni 2022

Oleh Dewan Penguji

**Pembimbing**



**Hanindya Kusuma A, S.T., M.T.**

**NIK: 045110407**

**Penguji I**



**Ir. Akhmad Marzuko, M.T.**

**NIK: 885110107**

**Penguji II**



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

**NIK: 885110106**

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

Yogyakarta, ..... 2022

Yang membuat pernyataan,



Akhmad Mundzir Rosyandi

(15511093)

## KATA PENGANTAR



*Alhamdulillahirabbil'alamiin*, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Shalawat serta salam selalu terlimpahkan pada teladan dan junjungan kita Nabi Muhammad SAW, keluarga serta para sahabat beliau hingga akhir zaman. Atas rahmat dan hidayahnya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Limbah Karbit dan Semen Portland Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah”.

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

Selama proses menyusun Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat bimbingan, saran, kritik serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan hasil yang baik. Berkaitan dengan proses penyelesaian tugas akhir ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Hanindya Kusuma Artati S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing dari Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan serta saran selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, M.T. dan Bapak Dr.Ir. Lalu Makruf, M.T. Sebagai dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. Sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis yang telah rela berkorban banyak baik dari segi materil dan doa tiada henti hingga selesainya Tugas Akhir ini.

5. Serta semua pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang terlibat dalam penyusun Tugas Akhir ini yang senantiasa selalu membantu baik dalam proses pelaksanaan dan penulisan laporan Tugas Akhir dari awal hingga selesai.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kesalahan dan jauh dari kata sempurna. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi penyusun dan bagi pembaca pada umumnya di kemudian hari.

Yogyakarta, .....2022

Yang membuat pernyataan,



Akhmad Mundzir Rosyandi

(15511093)

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL   | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN  | i    |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI   | i    |
| KATA PENGANTAR  | iii  |
| DAFTAR ISI  | v    |
| DAFTAR GAMBAR   | viii |
| DAFTAR TABEL  | ix   |
| DAFTAR LAMPIRAN   | xi   |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN   | xiii |
| ABSTRAK   | xv   |
| <i>ABSTRACT</i>   | xvi  |
| BAB I PENDAHULUAN   | 1    |
| 1.1 Latar Belakang  | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah   | 3    |
| 1.3 Tujuan Penelitian   | 3    |
| 1.4 Manfaat Penelitian  | 3    |
| 1.5 Batasan Penelitian  | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA   | 5    |
| 2.1 Tinjauan Umum   | 5    |
| 2.2 Stabilisasi Tanah Menggunakan Limbah Karbit                               | 5    |
| 2.3 Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Limbah Karbit dan Semen<br>Portland | 5    |
| 2.4 Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen                               | 6    |
| 2.5 Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Abu Sekam Padi dan<br>Limbah Karbit | 7    |
| 2.6 Referensi Penelitian Yang Telah Dilakukan                                 | 7    |
| BAB III LANDASAN TEORI  | 10   |
| 3.1 Tanah   | 10   |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 3.1.1  | Pengertian Tanah  | 10 |
| 3.1.2  | Tanah Lempung   | 10 |
| 3.2  | Klasifikasi Tanah   | 11 |
| 3.2.1  | Sistem Klasifikasi American Association of State Highway and<br>Transportation Officials (AASHTO) | 12 |
| 3.2.2  | Sistem Klasifikasi <i>Unified Soil Classification System</i> (USCS)                               | 14 |
| 3.3  | Tanah Lempung   | 16 |
| 3.4  | Stabilisasi Tanah   | 17 |
| 3.5  | Limbah Karbit dan Semen Portland Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah                                  | 19 |
| 3.5.1  | Limbah Karbit   | 19 |
| 3.5.2  | Semen Portland  | 19 |
| 3.6  | Sifat Fisik Tanah   | 21 |
| 3.6.1  | Kadar Air (w)   | 21 |
| 3.6.2  | Berat Jenis (Gs)  | 21 |
| 3.6.3  | Batas-batas Konsistensi   | 22 |
| 3.6.4  | Analisis Ukuran Butiran   | 25 |
| 3.7  | Uji Pemadatan Tanah ( <i>Proctor Standart</i> )   | 26 |
| 3.8  | Kuat Geser Tanah  | 28 |
| 3.9  | Pengujian Triaksial UU ( <i>Triaxial Unconsolidated Undrained</i> )                               | 29 |
| <b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>              |   | 31 |
| 4.1  | Jenis Penelitian  | 31 |
| 4.2  | Lokasi Penelitian   | 31 |
| 4.3  | Bahan dan Benda Uji   | 31 |
| 4.3.1  | Bahan   | 31 |
| 4.3.2  | Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel   | 32 |
| 4.4  | Variasi dan Jumlah Sampel Penelitian  | 32 |
| 4.5  | 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  | 37 |
| 5.1.4 Pengujian Analisis Saringan dan Analisis Hidrometer                 | 38 |
| 5.1.5 Pengujian Batas-Batas Konsistensi ( <i>Atterberg Limit</i> )        | 43 |
| 5.1.6 Pengujian Pemadatan Tanah ( <i>Proctor Standart</i> )               | 49 |
| 5.1.7 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli                       | 54 |
| 5.1.8 Pengujian Triaksial UU ( <i>Triaxial Unconsolidates Undrained</i> ) | 55 |
| 5.2 Pembahasan  | 60 |
| 5.2.1 Tanah Asli  | 60 |
| 5.2.2 Tanah Asli Dengan Bahan Stabilisasi                                 | 67 |
| <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>  | 74 |
| 6.1 Kesimpulan  | 74 |
| 6.2 Saran   | 75 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>   | 76 |
| <b>LAMPIRAN</b>   | 78 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 3. 1 Batas-batas Atterberg   | 22 |
| Gambar 3. 2 Kurva Penentuan Batas Cair  | 24 |
| Gambar 3. 3 Alat Uji Proctor Standar  | 27 |
| Gambar 3. 4 Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering  | 27 |
| Gambar 3. 5 Alat Uji Triaksial  | 30 |
| Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian   | 35 |
| Gambar 5. 1 Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah   | 42 |
| Gambar 5. 2 Grafik Hubungan Jumlah Pukulan dengan Kadar Air Tanah Asli<br>Sampel 1  | 44 |
| Gambar 5. 3 Grafik Hubungan Jumlah Pukulan dengan Kadar Air Tanah Asli<br>Sampel 2  | 45 |
| Gambar 5. 4 Grafik Pengujian <i>Standar Proctor</i> Sampel 1  | 53 |
| Gambar 5. 5 Grafik Pengujian <i>Standar Proctor</i> Sampel 2  | 53 |
| Gambar 5. 6 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Pengujian Triaksial UU<br>Tanah Asli Sampel 1   | 56 |
| Gambar 5. 7 Grafik Lingkaran Mohr Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1  | 57 |
| Gambar 5. 8 Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS   | 63 |
| Gambar 5. 9 Diagram Klasifikasi Potensi Pengembangan Tanah Asli   | 66 |
| Gambar 5. 10 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Stabilisasi Semen Portland dan<br>Limbah Karbit Terhadap Nilai Kohesi Pengujian Triaksial UU     | 68 |
| Gambar 5. 11 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Stabilisasi Semen Portland dan<br>Limbah Karbit Terhadap Nilai Sudut Geser Pengujian Triaksial U | 70 |
| Gambar 5. 12 Grafik Pengaruh Masa Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi pada<br>Pengujian Triaksial   | 71 |
| Gambar 5. 13 Grafik Pengaruh Masa Pemeraman Terhadap Nilai Sudut Geser<br>Dalam pada Pengujian Triaksial                                    | 72 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu                        | 8  |
| Tabel 3. 1 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut <i>AASHTO</i>        | 13 |
| Tabel 3. 2 Kelompok Tanah Berdasarkan <i>USCS</i>                | 14 |
| Tabel 3. 3 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut <i>USCS</i>          | 15 |
| Tabel 3. 4 Macam-Macam Tanah Berdasarkan Berat Jenis (Gs)        | 22 |
| Tabel 3. 5 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah              | 24 |
| Tabel 3. 6 Saringan Standar Amerika                              | 25 |
| Tabel 4. 1 Jenis-jenis Pengujian Yang Dilakukan                  | 32 |
| Tabel 4. 2 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel                     | 33 |
| Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli                  | 36 |
| Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Berat Jenis                           | 37 |
| Tabel 5. 3 Hasil Pengujian Berat Volume                          | 38 |
| Tabel 5. 4 Hasil Pengujian Analisis Saringan Sampel 1            | 38 |
| Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Analisis Saringan Sampel 2            | 39 |
| Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Analisis Saringan Rata-Rata           | 39 |
| Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Sampel 1          | 40 |
| Tabel 5. 8 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Sampel 2          | 41 |
| Tabel 5. 9 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Rata-Rata         | 41 |
| Tabel 5. 10 Persentase Fraksi Butiran Tanah                      | 42 |
| Tabel 5. 11 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Sampel 1            | 43 |
| Tabel 5. 12 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Sampel 2            | 44 |
| Tabel 5. 13 Nilai Rata-Rata Batas Cair (LL)                      | 45 |
| Tabel 5. 14 Hasil Pengujian Batas Plastis Sampel 1               | 46 |
| Tabel 5. 15 Hasil Pengujian Batas Plastis Sampel 2               | 46 |
| Tabel 5. 16 Hasil Rekapitulasi Pengujian Batas Plastis           | 46 |
| Tabel 5. 17 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 1                 | 47 |
| Tabel 5. 18 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 2                 | 48 |
| Tabel 5. 19 Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas-Batas Konsistensi | 49 |

|   |    |
|---|----|
| Tabel 5. 20 Penambahan Air Sampel Tanah 1   | 49 |
| Tabel 5. 21 Penambahan Air Sampel Tanah 2   | 50 |
| Tabel 5. 22 Hasil Pengujian <i>Proctor Standart</i> Sampel 1                                      | 51 |
| Tabel 5. 23 Hasil Pengujian <i>Proctor Standart</i> Sampel 2                                      | 52 |
| Tabel 5. 24 Hasil Pengujian <i>Proctor Standart</i> Tanah Asli                                    | 54 |
| Tabel 5. 25 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli   | 54 |
| Tabel 5. 26 Tegangan Utama dan Tegangan Geser Maksimal Pengujian Triaksial Tanah Asli             | 56 |
| Tabel 5. 27 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli                                  | 57 |
| Tabel 5. 28 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah Pemeraman 0 Hari          | 58 |
| Tabel 5. 29 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah Pemeraman 7 Hari          | 58 |
| Tabel 5. 30 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah Pemeraman 14 Hari         | 59 |
| Tabel 5. 31 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU   | 59 |
| Tabel 5. 32 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli                                   | 61 |
| Tabel 5. 33 Klasifikasi Tanah Asli Metode USCS  | 62 |
| Tabel 5. 34 Klasifikasi Kelompok Tanah Asli Berdasarkan USCS                                      | 63 |
| Tabel 5. 35 Hasil Klasifikasi Tanah Metode <i>AASHTO</i>  | 65 |
| Tabel 5. 36 Klasifikasi Derajat Ekspansif Tanah Asli  | 67 |
| Tabel 5. 37 Pengaruh Penambahan Semen Portland dan Limbah Karbit Terhadap Nilai Kohesi (c)        | 68 |
| Tabel 5. 38 Pengaruh Penambahan Semen Portland dan Limbah Karbit Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam | 69 |
| Tabel 5. 39 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi pada Pengujian Triaksial UU            | 71 |
| Tabel 5. 40 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi  | 72 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |     |
|---|-----|
| Lampiran 1. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli                                      | 79  |
| Lampiran 2. Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli                                   | 80  |
| Lampiran 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli                                    | 81  |
| Lampiran 4. Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 1                                 | 82  |
| Lampiran 5. Hasil Pengujian Analisa Saringan Sampel 2                                 | 83  |
| Lampiran 6. Hasil Pengujian Hidrometer Tanah Asli Sampel 1                            | 84  |
| Lampiran 7. Hasil Pengujian Hidrometer Tanah Asli Sampel 2                            | 85  |
| Lampiran 8. Grafik Hasil Pengujian Analisa Butiran Tanah Asli Rata-Rata               | 86  |
| Lampiran 9. Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan Tanah                                 | 87  |
| Lampiran 10. Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Asli Sampel           | 88  |
| Lampiran 11. Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Asli Sampel           | 89  |
| Lampiran 12. Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Sampel 1 dan Sampel 2                  | 90  |
| Lampiran 13. Data Awal Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 1                      | 91  |
| Lampiran 14. Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 1                          | 92  |
| Lampiran 15. Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 2                          | 93  |
| Lampiran 16. Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli Sampel 2                          | 94  |
| Lampiran 17. Hasil Pengujian <i>Standard Proctor</i> Tanah Asli Sampel 1              | 95  |
| Lampiran 18. Hasil Pengujian <i>Standard Proctor</i> Tanah Asli Sampel 2              | 97  |
| Lampiran 19. Grafik Hasil Pengujian <i>Standard Proctor</i> Tanah Asli Sampel 1       | 99  |
| Lampiran 20. Grafik Hasil Pengujian <i>Standard Proctor</i> Tanah Asli Sampel 2       | 100 |
| Lampiran 21. Data Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1                          | 101 |
| Lampiran 22. Hasil Uji Triaksial UU Beban 0,5 kg/ cm <sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 1 | 102 |
| Lampiran 23. Hasil Uji Triaksial UU Beban 1 kg/ cm <sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 1   | 103 |
| Lampiran 24. Hasil Uji Triaksial UU Beban 1,5 kg/ cm <sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 1 | 104 |
| Lampiran 25. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli Sampel 1                                | 105 |
| Lampiran 26. Data Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Sampel 2                          | 106 |
| Lampiran 27. Hasil Uji Triaksial UU Beban 0,5 kg/ cm <sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 2 | 107 |
| Lampiran 28. Hasil Uji Triaksial UU Beban 1,0 kg/ cm <sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 2 | 108 |

|   |     |
|---|-----|
| Lampiran 29. Hasil Uji Triaksial UU Beban 1,5 kg/ cm <sup>2</sup> Tanah Asli Sampel 2 | 109 |
| Lampiran 30. Grafik Lingkaran Mohr Triaksial UU Tanah Asli Sampel 2                   | 110 |
| Lampiran 31. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli   | 111 |
| Lampiran 32. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% Masa Peram 0 Hr                 | 112 |
| Lampiran 33. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% Masa Peram 7 Hr                 | 113 |
| Lampiran 34. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% Masa Peram 14 Hr                | 114 |
| Lampiran 35. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% + LK 5% Masa Peram<br>0 Hr      | 115 |
| Lampiran 36. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% + LK 5% Masa Peram<br>7 Hr      | 116 |
| Lampiran 37. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% + LK 5% Masa Peram<br>14 Hr     | 117 |
| Lampiran 38. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% + LK 10% Masa<br>Peram 0 Hr     | 118 |
| Lampiran 39. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% + LK 10% Masa<br>Peram 7 Hr     | 119 |
| Lampiran 40. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% + LK 10% Masa<br>Peram 14 Hr    | 120 |
| Lampiran 41. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% + LK 15% Masa<br>Peram 0 Hr     | 121 |
| Lampiran 42. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% + LK 15% Masa<br>Peram 7 Hr     | 122 |
| Lampiran 43. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% + LK 15% Masa<br>Peram 14 Hr    | 123 |
| Lampiran 44. Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU                                | 124 |

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

### Notasi:

|                          |   |
|--------------------------|---|
| $c$                      | = Kohesi ( $\text{kg/cm}^2$ )                             |
| $\varphi$                | = Sudut geser dalam ( $^\circ$ )                          |
| $\gamma$                 | = Berat volume tanah ( $\text{gram/cm}^3$ )               |
| $\gamma_d$               | = Berat volume tanah kering ( $\text{gr/cm}^2$ )          |
| $\gamma_{d \text{ max}}$ | = Berat volume tanah kering maksimum ( $\text{gr/cm}^2$ ) |
| $W_w$                    | = Berat Air (gr)  |
| $W_s$                    | = Berat Tanah Kering (gr)                                 |
| $W_{\text{opt}}$         | = Kadar Air Optimum (%)                                   |
| $V$                      | = Volume ( $\text{cm}^3$ )                                |
| $W$                      | = Berat (gr)  |
| $G_s$                    | = Berat Jenis   |
| $C_c$                    | = Koefisien Gradasi                                       |
| $C_u$                    | = Koefisien Seragam                                       |
| $W_1$                    | = Berat Cawan (gr)  |
| $W_2$                    | = Berat Tanah Basah + Cawan (gr)                          |
| $W_3$                    | = Berat Tanah Kering + Cawan (gr)                         |
| $\sigma_1$               | = Tegangan utama ( $\text{kg/cm}^2$ )                     |
| $\sigma_3$               | = Tegangan sel ( $\text{kg/cm}^2$ )                       |
| $\Delta\sigma_1$         | = Tegangan deviator ( $\text{kg/cm}^2$ )                  |
| $P$                      | = Gaya normal   |
| $A$                      | = Luas penampang  |
| $N$                      | = Jumlah Pukulan  |

**Singkatan:**

|               |   |
|---------------|---|
| <i>USCS</i>   | = <i>Unified Soil Classification System</i>                                 |
| <i>AASHTO</i> | = <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i> |
| <i>OMC</i>    | = <i>Optimum Moisture Content</i>   |
| <i>MDD</i>    | = <i>Maximum Dry Density</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>SP</i>     | = Semen Portland  |
| <i>LK</i>     | = Limbah Karbit   |
| <i>S</i>      | = Potensi Pengembangan Tanah  |

## ABSTRAK

Pada banyak kasus yang sering terjadi pada konstruksi diatas tanah lempung sering mengalami kendala akibat kandungan air tanah yang berlebih, yaitu tanah mengalami kembang susut yang relatif besar, dan perubahan daya dukung yang tidak merata sehingga perlu dilakukan perbaikan,. Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah pada kondisi tanah asli yang berasal dari Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, serta mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan semen portland dan limbah karbit pada persentase kadar tertentu terhadap parameter kuat geser tanah.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap kuat geser tanah dengan melakukan pengujian Triaksial UU untuk mendapatkan nilai kohesi ( $c$ ) dan nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ). Benda uji terdiri dari tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi dengan menggunakan semen portland 3% secara konstan dan limbah karbit dengan variasi 5%, 10%, dan 15% dengan waktu pemeraman 0 hari, 7 hari, dan 14 hari.

Pada pengujian triaksial UU peningkatan nilai kohesi tertinggi terjadi pada penambahan 3% semen portland dan 15% limbah karbit yaitu sebesar 119,14% dengan waktu pemeraman selama 14 hari, sedangkan peningkatan nilai sudut geser dalam tertinggi terjadi pada penambahan 3% semen portland dan 15% limbah karbit sebesar 37,40% dengan waktu pemeraman 14 hari. Dari penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa semen portland dan limbah karbit dapat mempengaruhi nilai kuat geser tanah seiring dengan penambahan kadar limbah karbit dan waktu pemeraman.

**Kata kunci:** Limbah Karbit, Kohesi, Sudut Geser Dalam, Triaksial UU

## **ABSTRACT**

*In many cases that often occur in construction on expansive clay soils often experience problems due to excessive soil water content, namely the soil experiences a relatively large shrinkage, and changes in the carrying capacity that are uneven so that improvements need to be made stabilization. This research was conducted to determine the physical properties of the soil in the original soil conditions originating from Gayamharjo Village, Prambanan, Sleman, Yogyakarta Special Region, and to find out how much influence the addition of portland cement and carbide waste at a certain percentage level to the soil shear strength parameter.*

*In this study, the shear strength of the soil was tested by testing Triaxial UU to obtain the cohesion value ( $c$ ) and the inner angle of shear ( $\phi$ ). The specimens consisted of native soil and soil that had been stabilized using 3% portland cement constantly and carbide waste with variations of 5%, 10%, and 15% with curing times of 0 days, 7 days, and 14 days.*

*In the triaxial test of the Law, the highest increase in cohesion value occurred in the addition of 3% portland cement and 15% carbide waste, which was 119.14% with a curing time of 14 days, while the highest increase in internal shear angle occurred in the addition of 3% portland cement and 15% carbide waste is 37.40% with a curing time of 14 days. From the research that has been done, it is concluded that portland cement and carbide waste can affect the value of the shear strength of the soil along with the addition of carbide waste content and curing time.*

**Keywords:** Carbide Waste, Cohesion, inner angle of shear, Triaxial UU

# **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 dan disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das,1995)

Tanah merupakan aspek yang sangat penting dalam setiap pekerjaan konstruksi, karena tanah merupakan dasar dari suatu pembangunan semua struktur dan konstruksi yang ada di atas permukaan bumi. Permasalahan yang sering terjadi kondisi tanah di setiap tempat tidaklah sama antara satu dengan yang lain, hal ini dikarenakan tanah memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda. Dari permasalahan tersebut maka tanah harus diperhatikan baik dari sifat dan karakteristiknya sebelum melakukan suatu konstruksi.

Indonesia merupakan suatu negara yang sangat luas dan memiliki jenis tanah yang beraneka ragam, salah satunya yang banyak tersebar di berbagai daerah di Indonesia adalah tanah lempung. Tanah lempung merupakan tanah berbutir halus koloidal, tersusun atas mineral-mineral yang dapat mengembang. Hardiyatmo (2012) menyatakan bahwa tanah lempung memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. ukuran berbutir halus, kurang dari 0,002 mm,
2. permeabilitas rendah,
3. kenaikan air kapiler tinggi
4. bersifat sangat kohesif,
5. kembang susut tinggi, dan
6. proses konsolidasi lambat.

Pada banyak kasus yang sering terjadi, pada konstruksi diatas tanah lempung sering mengalami kendala akibat kandungan air tanah yang berlebih, yaitu tanah mengalami kembang susut yang relative besar, perubahan daya dukung yang tidak merata dan perubahan volume tanah. Pada keadaan kering, tanah lempung akan

sangat keras seakan-akan tidak *compressible* (dapat memadat), akan tetapi jika tanah lempung terkena air dalam jumlah yang banyak seperti air hujan, tanah lempung akan menjadi sangat lunak. Tanah yang bersifat seperti ini dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan seperti retaknya dinding, terangkatnya pondasi, jalan yang bergelombang dan masih banyak lagi kerusakan yang akan ditimbulkan. Melihat kondisi tanah seperti itu, maka pada penelitian ini peneliti mencoba untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang dapat merugikan tersebut agar tanah dapat dimanfaatkan sebagai tanah dasar yang layak dalam pembangunan konstruksi.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang rusak adalah dengan melakukan stabilisasi. Stabilisasi merupakan suatu cara yang dilakukan untuk memperbaiki atau mengubah sifat dari suatu kondisi tanah dasar yang kurang baik dalam hal kemampuan daya dukung tanah terhadap konstruksi yang akan dibangun di atasnya. Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara fisik, mekanik, dan kimiawi. Untuk stabilisasi secara kimiawi dapat dilakukan dengan menggunakan campuran bahan tambah (*addictive*). Bahan tambah yang bisa digunakan seperti kapur, semen, abu terbang, limbah karbit, pasir, dan lain- lain. Pada penelitian Tugas Akhir ini, peneliti memutuskan untuk menggunakan bahan tambah limbah karbit dan semen portland.

Limbah karbit merupakan sisa dari pembakaran karbit yang sudah tidak terpakai, limbah las karbit dapat meningkatkan stabilitas dari tanah lempung menjadi lebih baik karena memiliki kandungan CaO yang cukup tinggi. Cao adalah senyawa kimia yang dibutuhkan dalam proses kimiawi dengan tanah lempung, yang jika dicampur akan menghasilkan ion-ion kalsium tinggi yang dapat mengikat dan berada di sekeliling partikel-partikel tanah lempung sehingga dapat mengurangi tarikan terhadap air (Budiarto, 2012). Dengan penambahan limbah karbit nantinya diharapkan bisa berguna sebagai penetralisir dari sifat kembang susut tanah lempung.

Pada penelitian ini, peneliti mencoba untuk melakukan pengujian tanah lempung dengan menggunakan tambahan campuran limbah Karbit dan Semen Portland untuk mendapatkan daya dukung dari tanah tersebut. Pengujian akan

dilakukan bertempat di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Berdasarkan dari penjelasan latar belakang diatas, maka judul dari penelitian yang penulis akan angkat yaitu “PENGARUH STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN BAHAN TAMBAH LIMBAH KARBIT DAN SEMEN PORTLAND TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berikut adalah rumusan masalah dari latar belakang di atas,

1. Bagaimana jenis klasifikasi tanah pada kondisi tanah asli?
2. Bagaimana pengaruh penambahan campuran limbah karbit dan semen portland terhadap nilai kuat geser asli dan yang telah di stabilisasi?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut

1. Mengetahui jenis klasifikasi tanah pada kondisi tanah asli.
2. Mengetahui pengaruh penambahan campuran limbah karbit dan semen portland terhadap nilai kuat geser asli dan yang telah di stabilisasi.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari adanya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah pengetahuan bagi pembaca yang ingin mengetahui tentang stabilisasi tanah lempung dengan menggunakan bahan tambah limbah karbit dan semen portland
2. Mengetahui pengaruh dari penambahan limbah karbit dan semen portland sebagai bahan stabilisasi terhadap nilai kuat geser tanah.
3. Menambah variasi pilihan bahan campuran untuk stabisasi tanah lempung

## 1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian. Agar pembahasan tidak meluas dan mudah dipahami maka di berikan batasan masalah sebagai berikut ini.

1. Tanah lempung yang dijadikan sebagai sampel diambil berasal dari tanah desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta.
2. Melakukan pemeraman pada tanah campuran selama 0 hari, 7 hari, dan 14 hari.
3. Penelitian hanya terbatas pada sifat fisik dan mekanis tanah lempung, tidak menganalisis dari unsur kimia tanah lempung.
4. Limbah karbit diperoleh dari PT. Indo Henzel Perkasa, Jl. Wates km 12, Kabupaten Kulon Progo, D.I Yogyakarta.
5. Semen portland diperoleh dari toko bahan bangunan.
6. Pengujian yang akan dilakukan adalah uji Triaksial UU.
7. Konsentrasi campuran limbah karbit yang digunakan yaitu sebesar 5%, 10%, dan 15% terhadap berat kering tanah, dengan penambahan semen portland secara konstan sebesar 3% terhadap berat limbah karbit dengan kadar air optimum.
8. Kadar air yang digunakan pada pengujian triaksial menggunakan kadar air optimum dari hasil pengujian proktor standar.
9. Pengujian yang akan dilakukan hanya untuk mengetahui nilai parameter kuat geser tanah setelah di tambah limbah karbit dan semen portland.
10. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tinjauan Umum**

Stabilisasi tanah adalah suatu usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah seperti kapasitas dukung, kompreibilitas, permeabilitas, potensi pengembangan, dan sensitifitas terhadap perubahan kadar air dengan menggunakan bahan-bahan tertentu seperti bahan kimiawi yang mempunyai sifat khusus yang dapat membantu mendapatkan suatu massa tanah yang stabil.

### **2.2 Stabilisasi Tanah Menggunakan Limbah Karbit**

Menurut Putri (2020), dalam penelitiannya yang menggunakan tanah lempung yang berasal dari Desa Sriguna jenis tanah lempung berlanau (*silty clay*), dengan menggunakan pengujian berdasarkan sistem klasifikasi *Lower Misissipi Valley*. Pada pengujian stabilisasi yang dilakukan menggunakan stabilisasi kimiawi dengan bahan tambah limbah karbit dengan variasi 0%, 6%, 9%, 12%, 15%, dan 20% dari berat kering tanah dengan waktu pemeraman selama 0 hari, 7 hari, dan 10 hari. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan nilai kuat geser optimum pada variasi 12% sebesar 6,541 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu perawatan 10 hari. Kemudian, kuat geser tanah mulai mengalami penurunan pada variasi penambahn limbah karbit 15% hingga seterusnya. Secara persentase peningkatan kuat geser tanah lempung optimum mencapai 205,718% jika dibandingkan kuat geser tanah lempung tanpa campuran.

### **2.3 Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Limbah Karbit dan Semen Portland**

Ardiansyah dan Alwi (2020), melakukan penelitian dengan menggunakan bahan tambah limbah karbit dan semen portland. Adapun tujuan penelitian tersebut adalah untuk mempelajari seberapa besar pengaruh campuran bahan kimia berupa Limbah Karbit dan Semen Portland Type III terhadap parameter kuat geser pada stabilisasi tanah lempung, dengan presentase campuran penambahan limbah karbit

dan semen portland untuk setiap benda uji sebesar 10%, 20%, 30% dari berat tanah. Metode pengujian yang dilakukan adalah pengujian CBR (California Bearing Ratio), UCS (Unconfined Compression Strength) dan Geser Langsung (Direct Shear Test) dengan waktu pemeraman untuk setiap benda uji selama 7,14, dan 21 hari. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil pengujian CBR pada tanah asli sebesar 9,235% dan nilai CBR optimum pada masa pemeraman 21 hari sebesar 130,255%. Pengujian UCS tanah asli sebesar 2,764 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai UCS optimum pada masa pemeraman 21 hari sebesar 13,436 kg/cm<sup>2</sup>. Pengujian kuat geser nilai kohesi tanah asli sebesar 0,003 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai kohesi optimum didapat pada masa pemeraman 21 hari sebesar 0,617 kg/cm<sup>2</sup>, dan untuk nilai sudut geser optimum didapat pada masa pemeraman 21 hari sebesar 14,842°.

#### **2.4 Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen**

Eman dkk (2017), melakukan penelitian tentang korelasi antara tegangan geser dan nilai CBR pada tanah lempung dengan menggunakan bahan tambah semen. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan kuat geser dan nilai CBR tanah lempung yang ada di Desa Kalawat setelah distabilisasi dengan bahan tambah semen. Pada penelitian tersebut menggunakan campuran bahan tambah semen dengan presentase sebesar 0%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Untuk metode yang digunakan adalah pengujian CBR dan pengujian triaksial UU (Unconsolidated Undrained). Hasil pengujian pemadatan sebesar  $\gamma_{dmax}$  1,7 kg/cm<sup>3</sup> dan  $w_{opt}$  sebesar 23,25% dan dari pengujian CBR rendaman pada campuran 0% semen didapat nilai CBR sebesar 5,6585% dan terus mengalami peningkatan hingga pada campuran 10% sebesar 14,339%. Pada pengujian triaksial didapatkan nilai kohesi pada campuran 0% semen sebesar 2,5 t/m<sup>2</sup> dan terus mengalami peningkatan hingga pencampuran 8% semen sebesar 5,0 t/m<sup>2</sup> dan kembali mengalami penurunan pada campuran 10% semen menjadi 3,8 t/m<sup>2</sup>. Sedangkan untuk nilai geser dalam tanah pada 0% semen nilai  $\phi$  sebesar 16,0° dan meningkat menjadi  $\phi$  sebesar 25,3° pada campuran 8% semen dan Kembali mengalami penurunan pada campuran 10% semen sebesar 19°. Hasil dari tegangan geser terus mengalami peningkatan dari 3,0216 t/m<sup>2</sup> pada campuran 0% semen menjadi 6,6587 t/m<sup>2</sup> pada campuran 10% semen.

## **2.5 Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Abu Sekam Padi dan Limbah Karbit**

Rumaisha (2020), melakukan penelitian mengenai perubahan nilai kuat geser tanah lempung akibat penambahan abu sekam padi dan limbah karbit dengan pengujian triaxial unconsolidated undrained. Penelitian tersebut bertujuan membandingkan seberapa besar nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser ( $\phi$ ) tanah lempung sebelum dan setelah ditambah bahan campuran abu sekam padi dan limbah karbit yang didapat dari hasil pengujian Triaxial UU. Variasi penambahan bahan stabilisasi limbah karbit dan abu sekam padi yang digunakan sebanyak 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15% limbah karbit dan 9% abu sekam padi, dengan variasi waktu pemeraman 0 hari, 3 hari, dan 7 hari. Pengujian propertis yang dilakukan yaitu uji berat jenis tanah, uji kadar air, uji analisis saringan, uji batas cair dan uji batas plastis. Sedangkan pengujian mekanis yang dilakukan adalah uji Pemadatan Tanah Standar (PTS) dan pengujian Triaxial UU (Unconsolidated Undrained).

Dari penelitian yang dilakukan Rumaisha (2020), didapatkan hasil nilai kohesi ( $c$ ), sudut geser dalam ( $\phi$ ), dan nilai kuat geser ( $\tau_f$ ) terus mengalami peningkatan sampai batas optimum pada campuran 9% limbah karbit dan 9% abu sekam padi dengan nilai sebesar 0,754 kg/cm<sup>2</sup>, 14,14° dan 6,306 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk nilai kuat geser ( $\tau_f$ ) tanah mengalami penurunan pada variasi 12% dan 15%. Kenaikan pada nilai kuat geser tanah dipengaruhi oleh masa pemeraman, kenaikan terjadi pada masa pemeraman 7 hari.

## **2.6 Referensi Penelitian Yang Telah Dilakukan**

Berdasarkan dari hasil tinjauan pada beberapa referensi, penulis akan melakukan penelitian yang nantinya diharapkan dapat menyempurnakan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan. Untuk lebih mempermudah memahami bagian ini, penelitian di atas akan disajikan dalam bentuk tabel, tabel dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

| Peneliti         | Putri   | Ardiansyah dan Alwi   | Eman, dkk   | Alhadraw   | Rumaisha  | Penelitian yang akan dilakukan oleh Rosyandi   |
|------------------|---|---|---|--|---|--|
| Tahun            | 2020  | 2020  | 2017  | 2016   | 2020  | 2021   |
| Judul Penelitian | Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Pada Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Pengujian Triaksial <i>Unconsolidated Undrained</i> | Studi Pengaruh Bahan Limbah Karbit dan Semen Portland Terhadap Kuat Geser Pada Stabilisasi Tanah Lempung Kota Pontianak | Korelasi Antara Tegangan Geser dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Dengan Bahan Campuran Semen                   | Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Terhadap Nilai Parameter Kuat Geser Tanah Lempung Desa Lhok Kruet Kecamatan Sampoiniet Kabupaten Aceh Jaya | Perubahan Nilai Kuat Geser Tanah Lempung Akibat Penambahan Abu Sekam Padi dan Limbah Karbit Dengan Pengujian <i>Triaxial Unconsolidated Undrained</i> | Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Limbah Karbit dan Semen Portland Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah                |
| Jenis Tanah      | Tanah Lempung   | Tanah Lempung   | Tanah Lempung   | Tanah Lempung  | Tanah Lempung   | Tanah Lempung  |
| Bahan Tambah     | Limbah Karbit   | Limbah Karbit dan Semen Portland Type III   | Semen Portland Komposit (PCC)   | Limbah Karbit  | Abu Sekam Padi dan Limbah Karbit  | Limbah Karbit dan Semen Portland   |
| Metode Pengujian | Triaksial <i>Unconsolidated Undrained</i>   | CBR (California Bearing Ratio), UCS (Unconfined Compression Strength) dan Geser Langsung (Direct Shear Test).           | CBR, Triaksial <i>Undrained Test</i> (UU test)  | Uji Pemadatan ( <i>standard proctor</i> ) dan Kuat Geser Langsung ( <i>direct shear</i> )  | Pemadatan Tanah Standar (PTS) dan <i>Triaxial UU</i>  | Uji Triaksial UU   |
| Hasil Penelitian | Nilai kuat geser optimum didapatkan pada variasi 12% sebesar 6,541 kg/cm <sup>2</sup> dengan waktu                          | Hasil pengujian CBR pada tanah asli 9,235% dan nilai CBR optimum dengan   | Nilai CBR meningkat dari 5,6585% menjadi 14,329% pada campuran penambahan 10% semen. Korelasi antara tegangan | Nilai sudut geser tertinggi didapatkan pada campuran 12,5% limbah karbit sebesar 39,755°, dan nilai sudut geser                              | nilai kohesi (c), sudut geser dalam ( $\phi$ ), dan nilai kuat geser ( $\tau_f$ ) terus mengalami peningkatan sampai batas optimum pada campuran      | Nilai kohesi (c) tanah asli pengujian triaksial UU sebesar 0,648 kg/cm <sup>2</sup> . Peningkatan nilai kohesi optimum didapatkan pada |

| Peneliti | Putri   | Ardiansyah dan Alwi  | Eman, dkk  | Alhadraw   | Rumaisha   | Penelitian yang akan dilakukan oleh Rosyandi   |
|----------|---|--|--|--|--|--|
| Tahun    | 2020  | 2020   | 2017   | 2016   | 2020   | 2021   |
|          | <p>pemeraman 10 hari. pada tanah lempung asli tanpa campuran kuat gesernya sebesar 2,090 kg/cm<sup>2</sup>. Campuran optimum terdapat pada variasi 12% limbah karbit dengan waktu pemeraman 10 hari sebesar 212,967%, untuk variasi campuran selanjutnya mengalami penurunan.</p> | <p>pemeraman 21 hari sebesar 130,255%. Hasil pengujian UCS tanah asli sebesar 2,764 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai UCS optimum dengan pemeraman 21 hari sebesar 13,436 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil pengujian kuat geser nilai kohesi tanah asli 0,003 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai kohesi oprimum pada pemeraman 21 hari sebesar 0,617 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan sudut geser tanah asli sebesar 0,688 dan sudut geser optimum dengan pemeraman 21 hari sebesar 14,842.</p> | <p>geser dan nilai CBR pada campuran semen yang diberikan akan semakin meningkatkan nilai CBR dan tegangan geser tanah, dan pada titik persentase antara 4% dan 6% serta antara 8% dan 10% terdapat titik pertemuan antara nilai CBR dan tegangan geser.</p> | <p>terendah sebesar 8,662°. Nilai kohesi (c) tertinggi didapatkan pada campuran 10% limbah karbit yaitu sebesar 1,103°, dan nilai kohesi (c) terendah pada campuran 0% limbah karbit dengan masa tunggu 2 hari yaitu sebesar 0,591°.</p> | <p>9% limbah karbit dan 9% abu sekam padi dengan nilai sebesar 0,754 kg/cm<sup>2</sup>, 14,14° dan 6,306 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk nilai kuat geser (<math>\tau_f</math>) tanah mengalami penurunan pada varias 12% dan 15%. Kenaikan pada nilai kuat geser tanah dipengaruhi oleh masa pemeraman, kenaikan terjadi pada masa pemeraman 7 hari.</p> | <p>variasi campuran 3% semen portland dan 15% limbah karbit sebesar 119,14% dengan waktu pemeraman selama 14 hari. Sedangkan untuk nilai sudut geser dalam (<math>\phi</math>) optimum didapatkan pada campuran 3% semen portland dan 15% limbah karbit sebesar 37,40% dengan waktu pemeraman selama 14 hari. Penambahan semen portland dan limbah karbit dapat meningkatkan nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam seiring dengan penambahan masa dan lama waktu pemeraman.</p> |

Sumber: Putri (2020), Ardiansyah dan Alwi (2020), Eman, dkk (2017), Alhadraw (2016), Rumaisha (2020), Rosyandi (2022)

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Tanah**

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

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 dan disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das,1995). Pembentukan tanah berasal dari proses fisik maupun proses kimia. Proses secara fisik dapat terjadi akibat pengaruh dari erosi, angin, air, es, manusia atau akibat dari perubahan suhu atau cuaca. Proses pembentukan secara kimia dapat terjadi karena pengaruh oksigen, karbondioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali).

Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Akan tetapi, istilah yang sama juga akan digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus. Sebagai contoh, lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, 12 sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis. (Hardiyatmo, 2010).

##### **3.1.2 Tanah Lempung**

Terzaghi (1987), mendefenisikan tanah lempung sebagai tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung akan sangat keras jika berada dalam keadaan kering dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Tanah lempung juga memiliki permeabilitas yang sangat rendah dan bersifat plastis pada kondisi kadar air sedang. Lempung atau tanah liat adalah suatu silika hidraaluminium yang kompleks dengan rumus kimia  $A_2O_3 \cdot nH_2O \cdot kAl_2O_3$  dimana  $n$  dan  $k$  merupakan nilai numerik molekuler yang terikat dan bervariasi untuk masa

yang sama. Mineral lempung mempunyai daya tarik menarik individual yang mampu menyerap 100 kali volume partikelnya, ada atau tidaknya air (selama pengeringan) dapat menghasilkan perubahan volume dan kekuatan yang besar. Partikel – partikel lempung juga mempunyai tenaga tarik antar partikel yang sangat kuat yang untuk sebagian menyebabkan kekuatan yang sangat tinggi pada suatu bongkahan kering (batu lempung).

Tanah lempung merupakan partikel – partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm. partikel lempung dapat berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus sehingga tanah lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Terdapat kira-kira 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung. Diantaranya terdiri dari kelompok : *Montmorillonite*, *Illite* dan *Kaolinite*.

*Montmorillonite*, disebut juga dengan smectite adalah mineral yang dibentuk oleh dua lembaran silika dan satu lembaran aluminium (gibbsite). Tanah yang mengandung *montmorillonite* sangat mudah mengembang oleh tambahan kadar air. *Illite* adalah bentuk mineral lempung yang terdiri dari mineral-mineral kelompok *illite*. Bentuk susunan dasarnya terdiri dari sebuah lembaran aluminium oktahedra yang terikat diantara dua lembaran silika tertrahedra. Susunan *illite* tidak mengembang oleh gerakan air diantara lembaran-lembarannya. *Kaolinite* merupakan mineral dari kelompok kaolin, terdiri dari susunan satu lembaran silika tetrahedra dengan satu lembaran aluminium oktahedra. Mineral ini stabil dan air tidak dapat masuk diantara lempengannya untuk menghasilkan pengembangan atau penyutusan pada sel satuannya.

### **3.2 Klasifikasi Tanah**

Klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, 1988). Terdapat dua sistem klasifikasi yang sering digunakan, yaitu sistem klasifikasi AASHTO (*American*

*Association of State Highway and Transportation Official)* dan sistem USCS (*Unified Soil Classification System*).

### 3.2.1 Sistem Klasifikasi American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

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 3.1 berikut.

**Tabel 3. 1 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO**

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

Sumber: Hardiyatmo (2010)

Catatan:

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

Untuk PL &gt; 30, klasifikasinya A-7-5 ;

Untuk PL &lt; 30, klasifikasinya A-7-6

Np = Non plastis

### 3.2.2 Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS)

Sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System* pertama kali diperkenalkan oleh Cassagrande pada tahun 1942 dan kemudian disempurnakan oleh USBR (*United State Bureau of Reclamation*). Sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System* mengklasifikasikan tanah menjadi dua kelompok utama sebagai berikut.

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

Tanah diklasifikasikan dalam beberapa kelompok dan subkelompok dengan menggunakan simbol yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

**Tabel 3. 2 Kelompok Tanah Berdasarkan USCS**

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

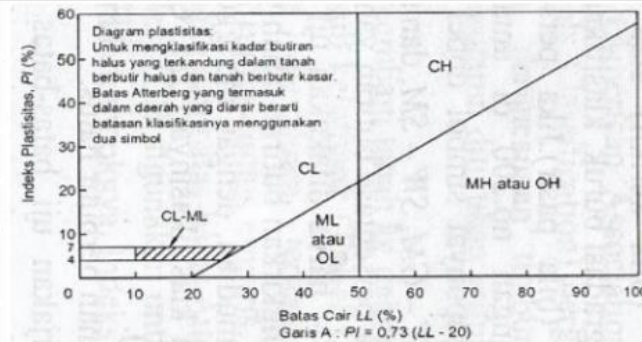
Prefiks : Tanah Utama

Sufiks : Subdivisi dalam kelompok

Adapun pengelompokkan sistem klasifikasi tanah menurut *USCS* secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3. 3 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut USCS

| Divisi Utama   |  | Simbol Kelompok                                     | Nama Jenis |  | Kriteria laboratorium   |  |   |
|--|--|---|------------|--|---|--|---|
| 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         | Kerikil gradasi baik dan campuran pasir - kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus | Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, kurang dari 5% lolos saringan no. 200 : GW, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no. 200 : GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan no. 200; Batasan klasifikasi yang memenuhi simbol dobel | $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ , $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 |   |
|  |  |   | GP         | Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir - kerikil, atau tidak mengandung butiran halus        |   | Tidak memenuhi kriteria untuk GW   |   |
|  |  | Kerikil banyak kandungan butiran halus              | GM         | Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir - lempung   |   | Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$   | Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol |
|  |  |   | GC         | Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir - lempung   |   | Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$  |   |
|  | Pasir lebih dari 50 % fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)          | Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus) | SW         | Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus              |   | $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ , $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 |   |
|  |  |   | SP         | Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus             |   | Tidak memenuhi kriteria untuk SW   |   |
|  |  | Kerikil banyak kandungan butiran halus              | SM         | Pasir berlanau, campuran pasir - lanau   |   | Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$   | Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol |
|  |  |   | SC         | Pasir berlempung, campuran pasir - lempung   |   | Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$  |   |



Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

Sumber: Hardiyatmo (2010)

### 3.3 Tanah Lempung

Menurut Das (1998) lempung diartikan sebagai golongan partikel yang mempunyai ukuran  $< 0,002$  mm. Hal ini disebabkan karena terjadinya proses kimiawi yang mengubah susunan mineral batuan asalnya yang disebabkan oleh air yang mengandung asam atau alkali, oksigen, dan karbondioksida. Dilihat dari segi mineral yang terkandung di dalamnya, lempung didefinisikan sebagai tanah yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah apabila tanah tersebut dicampur dengan air. Tanah lempung merupakan tanah yang berukuran mikroskopis sampai dengan sub mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan, tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada saat kadar air tinggi, lempung bersifat *kohesif* dan sangat lunak. Tanah lempung perlu di stabilkan dengan cara dipadatkan atau dengan cara menambahkan bahan lain yang sifatnya dapat menguatkan struktur tanah.

Sifat- sifat tanah lempung pada umumnya terdiri dari (Hardiyatmo,1999):

1. Ukuran butir halus (kurang dari 0,002 mm)
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan air kapiler tinggi
4. Sangat kohesif
5. Kadar kembang susut yang tinggi
6. Proses konsolidasi lambat

Faktor yang berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah lempung ekspansif secara umum dibedakan menjadi dua yaitu: faktor komposisi tanah dan faktor pengaruh lingkungan. Faktor pertama dapat diketahui dengan melakukan percobaan di laboratorium dengan menggunakan contoh tanah terusik. Hal- hal yang perlu diperhatikan dalam percobaan antara lain: tipe dan jumlah mineral, tipe kation didalam tanah, luas permukaan, distribusi ukuran partikel, dan air pori. Untuk faktor pengaruh lingkungan dapat diketahui dengan melakukan pengujian laboratorium pada contoh tanah asli (Suhardjito,1989).

### **3.4 Stabilisasi Tanah**

Stabilisasi tanah adalah alternatif yang dapat diambil untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang ada. Pada prinsipnya stabilisasi tanah merupakan suatu penyusunan kembali butir-butir tanah agar lebih rapat dan saling mengunci. Tanah dibuat stabil agar dapat mendukung beban yang direncanakan dan tidak terjadi penurunan (*settlement*) yang melebihi penurunan yang diijinkan. Tanah dasar minimal harus bisa dilewati kendaraan proyek. Stabilisasi tanah adalah usaha untuk meningkatkan stabilitas dan kapasitas daya dukung tanah. Menurut Bowles (1984) apabila tanah yang terdapat di lapangan bersifat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus dilakukan stabilisasi.

Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu kombinasi dari pekerjaan berikut (Ingel dan Metcalf, 1977):

1. Stabilisasi Mekanik
2. Stabilisasi Fisik
3. Stabilisasi Kimiawi

Pada penelitian ini, stabilisasi tanah yang digunakan adalah stabilisasi kimia dengan penambahan zat aditif. Zat aditif yang digunakan yaitu limbah karbit dan semen portland. Zat aditif tersebut diharapkan akan mampu memperbaiki karakteristik tanah lempung ekspansif di wilayah desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta.

### **3.5 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 3.1 berikut.

$$A = \frac{PI}{c} \quad (3.1)$$

Keterangan:

A = aktivitas

PI = indeks plastisitas

C = persentase fraksi lempung

Persamaan 3.1 dikembangkan Oleh Seed et al (1962) untuk hubungan empiris antara potensi pengembangan dan indeks plastisitas tanah. Hal tersebut dinyatakan pada Persamaan 3.2 berikut.

$$S = (2,6 \times 10^{-3})(PI)^{2,44} \quad (3.2)$$

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 3.1 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)

### 3.6 Limbah Karbit dan Semen Portland Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah

#### 3.5.1 Limbah Karbit

Limbah karbit adalah sisa-sisa pembuangan dari proses penyambungan logam dengan logam (pengelasan) yang menghasilkan gas karbit (gas asetelin =  $C_2H_2$ ) sebagai bahan bakar. Karbit digunakan sebagai “*desulphurising medium*” yaitu bahan untuk memisahkan kotoran dari bagian-bagian logam tersebut. Selain dari hasil sisa pengelasan, karbit juga di dapat dari hasil produksi gas yang banyak mengandung unsur kalsium yang cukup tinggi sebesar 60%. Komposisi kimia dari limbah karbit antara lain yaitu : senyawa  $SiO_2 = 1,48\%$ ;  $CaO = 59,98\%$ ;  $Fe_2O_3 = 0,09\%$ ;  $Al_2O_3 = 9,07\%$ ;  $MgO = 0,67\%$  dan lain-lain = 28,71% (Santoso dan Harsoyo, 1987).

Unsur yang paling dominan pada limbah karbit adalah  $CaO$ ,  $CaO$  sendiri merupakan senyawa yang dibutuhkan dalam proses kimiawi dengan tanah lempung, hasil dari proses kimiawi tersebut akan menghasilkan ion-ion kalsium tinggi yang dapat mengikat dan berada di sekeliling partikel-partikel tanah lempung sehingga dapat mengurangi tarikan terhadap air.  $CaO$  tersebut nantinya akan memberikan perbaikan terhadap sifat-sifat tanah terutama pada tanah yang memiliki diameter butiran halus seperti tanah lempung.

Menurut Santoso dan Harsono (1987) penggunaan limbah karbit (additive) pada tanah lempung memberikan peningkatan nilai *Unconfined Compressive Strength* (UCS) yang tinggi dan dapat mengurangi swell pada tanah lempung ekspansif. Pemanfaatan dari limbah karbit juga akan mendatangkan manfaat lain terhadap lingkungan jika bahan sisa ini dapat dimanfaatkan secara baik dan tidak di buang begitu saja. Penggunaan limbah karbit yang benar bahkan bisa menggantikan penggunaan semen portland sebagai bahan utama dalam pembuatan beton.

#### 3.5.2 Semen Portland

Semen portland merupakan perekat hidraulik yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker. Klinker sendiri terdiri dari bahan utama berupa silikat-silikat kalsium dan bahan tambahan batu gypsum dimana senyawa-senyawa

tersebut dapat bereaksi dengan air dan akan membentuk zat baru yang bersifat perekat. Menurut Bina Marga semen portland adalah kombinasi kimia antara kalsium (Ca), silica (Si), alumunium (Al), besi (Fe) yang dikendalikan secara ketat dan sejumlah kecil bahan lain seperti gypsum yang ditambahkan dalam proses penggilingan akhir untuk mengatur waktu pengikatan (*setting time*). Komposisi dari semen adalah kapur dan beton yang mengisi sekitar 85% dari massa semen. Bahan-bahan utama yang digunakan dalam pembuatan semen adalah kerrang, batu kapur, dan marl yang dikombinasikan dengan serpih, tanah liat, terak tanur tinggi (*slag*), pasir silika, dan bijih besi (*iron ore*).

Semen portland terdiri dari empat senyawa utama yaitu Trikalsium Silikat (C3S atau  $3\text{CaO}\cdot\text{Si}_2$ ), Dikalsium Silikat (C2S atau  $2\text{CaO}\cdot\text{Si}_2$ ), Trikalsium Aluminat (C3A atau  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Tetrakalsium Aluminoforit (C3AF atau  $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Tahapan proses kimia pada stabilisasi tanah menggunakan semen adalah sebagai berikut.

1. Absorpsi air dan reaksi pertukaran ion.

Reaksi ini diakibatkan dari pelepasan ion kalsium melalui proses hidrolisa dan berlanjut dengan pertukaran ion pada partikel lempung. Proses reaksi ini menyebabkan partikel lempung menggumpal sehingga konsistensi tanah menjadi lebih baik.

2. Reaksi pembentukan kalsium silikat dan kalsium aluminat.

Secara umum hidrasi adalah sebagai berikut :



Jenis semen portland yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah semen portland tipe I yaitu semen berjenis PCC (*Portland Composite Cement*) berdasarkan SNI 15-2049-2004 berupa semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti pada jenis-jenis lain.

### 3.7 Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah berkaitan dengan komponen penyusunan massa tanah. Untuk mengetahui sifat fisik tanah dapat dilakukan dengan cara pengujian sifat fisik tanah yang meliputi kadar air, berat volume, berat jenis, batas-batas konsistensi, analisis saringan dan hidrometer, serta kepadatan tanah (proctor standart).

#### 3.6.1 Kadar Air ( $w$ )

Kadar air merupakan perbandingan antara berat air ( $W_w$ ) dan berat butiran padat ( $W_s$ ) yang dinyatakan dalam persen. Nilai tersebut dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.3 Dibawah ini.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (3.3)$$

dengan,

$w$  = Kadar Air (%)

$W_w$  = Berat Air (gr)

$W_s$  = Berat Tanah (gr)

#### 3.6.2 Berat Jenis ( $G_s$ )

Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume butiran padat ( $\gamma_s$ ) dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ). Nilai berat jenis dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.4 di bawah ini.

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

dengan,

$G_s$  = Berat Jenis

$\gamma_s$  = Berat Tanah ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$\gamma_w$  = Volume Total Tanah ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

Jenis-jenis tanah berdasarkan berat jenis ( $G_s$ ) dapat dilihat pada Tabel 3.5 sebagai berikut.

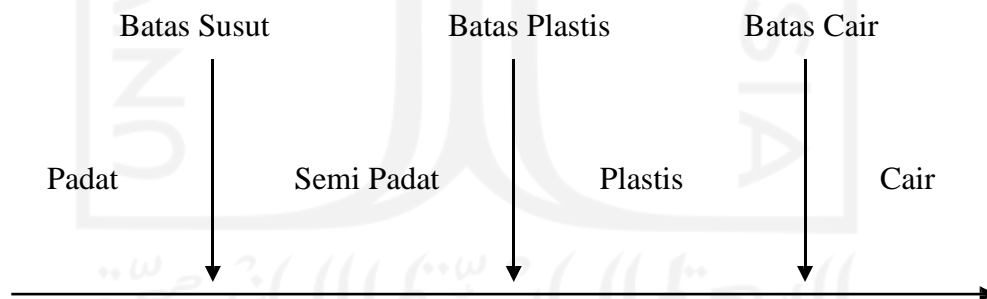
**Tabel 3. 5 Macam-Macam Tanah Berdasarkan Berat Jenis (Gs)**

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

(Sumber : Hardiyatmo, 2012)

### 3.6.3 Batas-batas Konsistensi

Seorang ahli tanah berkebangsaan Swedia, A. Atterberg mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Jika kadar air pada tanah sangat tinggi, maka tanah akan sangat lembek seperti cairan. Atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dikategorikan ke dalam empat keadaan, yaitu: padat, semi padat, plastis, dan cair, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.

**Gambar 3. 1 Batas-batas Atterberg**

(Sumber : Hardiyatmo, 2010)

#### 1. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas Susut (SL) merupakan kadar air pada batas antara keadaan semi padat dengan keadaan padat dimana tidak ada perubahan volume meskipun ada pengurangan kadar air. Pada uji laboratorium batas susut dilakukan dengan menggunakan cawan susut. Tanah dimasukkan ke dalam cawan susut

kemudian dikeringkan dengan oven. Batas susut dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.6.

$$SL = \left\{ \frac{W_0}{V_0} - \frac{1}{G_s} \right\} \times 100\% \quad (3.6)$$

dengan,

SL = Batas Susut Tanah (%)

W<sub>0</sub> = Berat Tanah Kering (gr)

V<sub>0</sub> = Volume Tanah Kering (cm<sup>3</sup>)

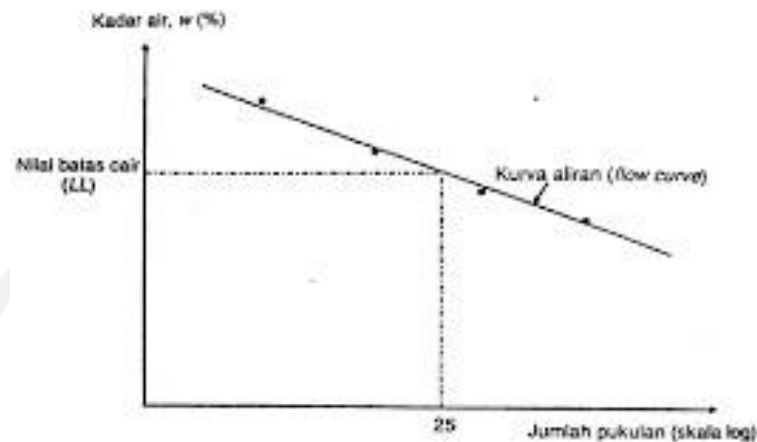
G<sub>s</sub> = Berat Jenis

## 2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas Plastis (*PL*) adalah kadar air pada batas kedudukan antara plastis dan semi padat, dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak Ketika digulung.

## 3. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas Cair (*LL*) adalah kadar air pada batas antara kondisi cair dan plastis. Pada keadaan ini butiran menyebar dan berkurangnya kadar air mengakibatkan berkurangnya volume tanah. Pada uji laboratorium batas cair, kadar air pada 25 kali pukulan yang dibutuhkan untuk menutup celah sepanjang 12,7 mm. Hubungan kadar air dan jumlah pukulan untuk menentukan nilai batas cair pada pukulan 25 dapat digambarkan pada grafik pada Gambar 3.2.



**Gambar 3. 2 Kurva Penentuan Batas Cair**

(Sumber : Hardiyatmo, 2012)

4. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks Plastisitas (PI) adalah selisih batas cair atau plastis dimana tanah tersebut dalam keadaan plastis. Indeks plastisitas dapat dinyatakan dalam persamaan 3.7 sebagai berikut.

$$PI = LL - PL \quad (3.7)$$

dengan,

$PI$  = Indeks Plastisitas (%)

$LL$  = Batas Cair (%)

$PL$  = Batas Plastis (%)

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

**Tabel 3. 6 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah**

| PI     | Sifat              | Macam Tanah      | Kohesi           |
|--------|--------------------|------------------|------------------|
| 0      | Non plastis        | Pasir            | Non kohesif      |
| < 7    | Plastisitas rendah | Lanau            | Kohesif Sebagian |
| 7 – 17 | Plastisitas sedang | Lempung berlanau | Kohesif          |
| > 17   | Plastisitas tinggi | Lempung          | Kohesif          |

(Sumber : Jumikis , 1962 dalam Hardiyatmo, 2010)

### 3.6.4 Analisis Ukuran Butiran

Analisis ukuran butiran dilakukan untuk menentukan presentase ukuran butiran yang berbeda dalam sebuah tanah pada satu unit alat pengujian saringan dengan ukuran diameter lubang tertentu. Variasi ukuran butiran nantinya akan dijadikan dasar untuk klasifikasi tanah.

#### 1. Tanah Berbutir Kasar

Tanah berbutir kasar atau tanah yang memiliki diameter butiran tanah lebih besar dari 0,075 mm atau yang tertahan no. 200 dapat dilakukan dengan cara penyaringan. Tanah uji disaring melewati susunan saringan standar ASTM D 422-72. Urutan saringan tanah untuk tanah berbutir kasar, dari yang paling besar ke yang paling kecil dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut ini.

**Tabel 3. 7 Saringan Standar Amerika**

| No. Saringan | Diamter Lubang (mm) | No. Saringan | Diameter Lubang (mm) |
|--------------|---------------------|--------------|----------------------|
| 3            | 6,35                | 40           | 0,42                 |
| 4            | 4,75                | 50           | 0,30                 |
| 6            | 3,35                | 60           | 0,25                 |
| 8            | 2,36                | 70           | 0,21                 |
| 10           | 2,00                | 100          | 0,15                 |
| 16           | 1,18                | 140          | 0,106                |
| 20           | 0,85                | 200          | 0,075                |
| 30           | 0,60                | 270          | 0,053                |

(Sumber : Hardiyatmo, 2006)

#### 2. Tanah Berbutir Halus

Pada distribusi tanah berbutir halus (butir-butir tanah yang memiliki diameter lebih kecil dari 0,075 mm atau yang lolos saringan no. 200), agar dapat diketahui ukuran butiran tanah tersebut dapat ditentukan dengan pengujian hydrometer. Analisis hydrometer didasarkan pada prinsip pengendapan (sedimentasi) butir-butir tanah dalam air.

### 3.8 Uji Pemadatan Tanah (*Proctor Standart*)

Pemadatan adalah usaha secara mekanik untuk merapatkan butir-butir tanah. Pemadatan dilakukan untuk mengurangi volume tanah, mengurangi volume pori namun tidak mengurangi volume butir tanah. Tujuan dari pemadatan adalah :

1. memperbaiki kuat geser tanah
2. mengurangi kompresibilitas tanah.
3. mengurangi permeabilitas tanah.
4. mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air.

Proctor (1933) telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering tanah padat. Pada berbagai jenis tanah umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya. Dalam setiap pekerjaan pemadatan yang dikerjakan, dihitung:

1. Kadar air tanah ( $w$ )

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

2. Berat isi basah ( $\gamma_{\text{basah}}$ )

$$\gamma_{\text{basah}} = \frac{W}{V} = \frac{W_w + W_s}{V}$$

dimana,

$\gamma_{\text{basah}}$  = Berat volume tanah

(gram/cm<sup>3</sup>)  $W$  = Berat tanah (gram)

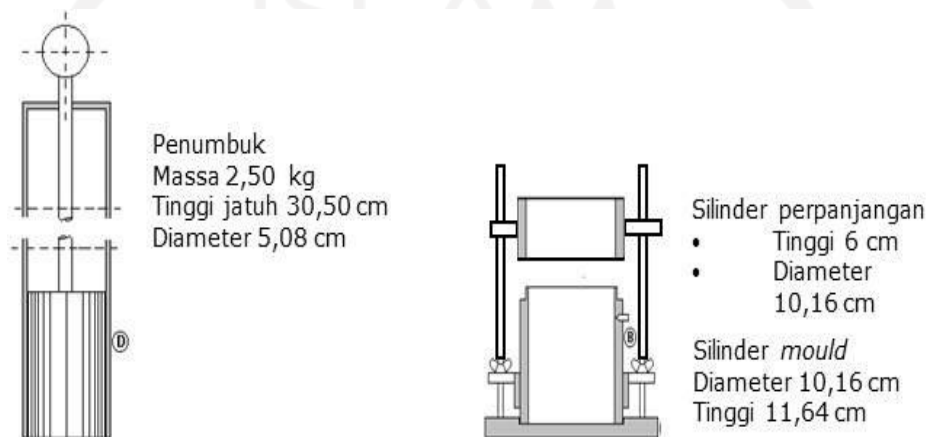
$V$  = Volume silinder (cm<sup>3</sup>)

3. Berat volume kering tanah

( $\gamma_{\text{d}}$ )

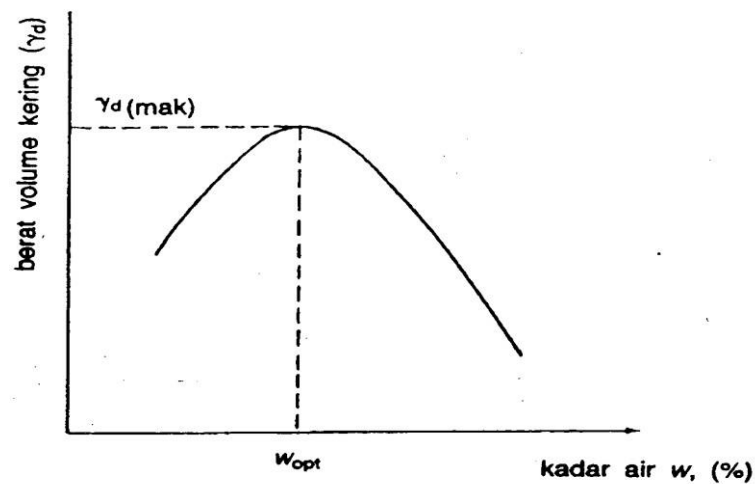
$$\gamma_{\text{d}} = \frac{\gamma_{\text{basah}}}{1 + \frac{W_w}{W_s}}$$

Karakteristik kepadatan tanah didapatkan dari hasil pengujian standar laboraterium yang disebut uji *Proctor Standart*. Pada proses pengujian pemadatan, percobaan diulangi sedikitnya lima kali dengan kadar air divariasikan dengan jenis tanah yang sama. Kemudian digambarkan sebuah grafik hubungan kadar air dan berat volume keringnya. Alat pengujian proctor standar dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan grafik hasil pengujian *proctor standar* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



**Gambar 3. 3 Alat Uji Proctor Standar**

(Sumber : SNI 1742:2008)



**Gambar 3. 4 Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering**

(Sumber : Hardiyatmo,2012)

Berdasarkan grafik pada Gambar 3.4 diatas menunjukkan bahwa puncak dari kurva merupakan nilai (d) maksimum, dari titik puncak kurva ditarik garis vertikal memotong absis, pada titik ini adalah merupakan kadar air optimumnya.

### 3.9 Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Berdasarkan pengertian tersebut, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh sebagai berikut (Hardiyatmo, 2010):

1. kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya serta tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.
2. gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

Kekuatan geser suatu massa tanah merupakan perlawanan secara internal tanah per satuan luas terhadap keruntuhan atau pergeseran sepanjang bidang geser dalam tanah. Coulomb (1776) memperkenalkan suatu teori geser maksimum (the maximum shear theory), yaitu bahwa keruntuhan nilai tekanan saat terjadinya perubahan bentuk tetap terjadi jika tekanan geser yang diberikan mencapai nilai kritis dari kemampuan tanah. Teori ini kemudian disempurnakan oleh Mohr, sehingga dikenal sebagai hukum Mohr-Coulomb. Hukum Mohr-Coulomb menyatakan bahwa kekuatan geser tanah mempunyai hubungan fungsional dengan kohesi tanah dan friksi antar partikel. Persamaan Mohr-Coulomb dapat dinyatakan dalam persamaan 3.8 berikut ini.

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi \quad (3.8)$$

dengan,

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

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

$\sigma$  = sudut geser dalam tanah (°), dan

$\varphi$  = tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m<sup>2</sup>).

Untuk menentukan parameter kuat geser tanah dilakukan pengujian laboratorium pada sampel benda uji yang diambil di lapangan yaitu hasil dari pengeboran tanah yang dianggap mewakili. Kuat geser tanah dari benda uji yang diperiksa di laboratorium biasanya dilakukan dengan besar beban yang ditentukan lebih dulu dan dikerjakan dengan menggunakan tipe peralatan yang khusus. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya kuat geser tanah yang diuji di laboratorium adalah (Hardiyatmo, 2010);

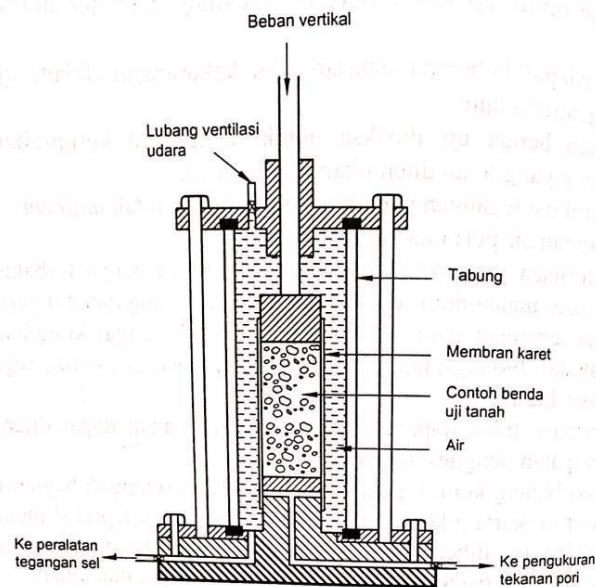
1. kandungan mineral dari butiran tanah,
2. bentuk partikel,
3. angka pori dan kadar air,
4. sejarah tegangan yang pernah dialami,
5. tegangan yang ada dilokasi (di dalam tanah),
6. perubahan tekanan selama pengambilan contoh dari dalam tanah,
7. tegangan yang dibebankan sebelum pengujian,
8. cara pengujian,
9. kecepatan pembebanan,
10. kondisi drainase yang dipilih, drainase terbuka (drained) atau drainase tertutup (undrained),
11. tekanan air pori yang ditimbulkan, dan
12. kriteria yang diambil untuk penentuan kuat geser

Parameter – parameter kekuatan geser tanah dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu percobaan geser langsung (direct shear test), percobaan triaksial (triaksial test), dan percobaan kuat tekan bebas (unconfined compression test). Pada penelitian ini untuk mencari parameter – parameter kuat geser tanah, peneliti melakukan percobaan pengujian Triaksial UU (Triaxial Unconsolidated Undrained).

### **3.10 Pengujian Triaksial UU (*Triaxial Unconsolidated Undrained*)**

Pengujian triaksial bertujuan untuk menentukan kekuatan geser suatu tanah yang berupa nilai kohesi dan sudut geser dalam. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat geser tanah lempung pada kondisi tempat aslinya, dimana angka

pori benda uji pada permulaan pengujian tidak berubah dari nilai aslinya. Pengujian triaksial UU (*Unconsolidated Undrained*) merupakan salah satu contoh pengujian triaksial untuk menentukan kuat geser tanah yang berupa nilai kohesi dan sudut geser. Gambar dari alat uji triaksial UU dapat dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3. 5 Alat Uji Triaksial**

(Sumber: Hardiyatmo, 2010)

Pada uji Unconsolidated-Undrained atau Quick-test (pengujian cepat), benda uji yang berupa tanah lempung mula-mula dibebani dengan penerapan tekanan sel (tekanan kekang), kemudian dibebani dengan beban normal melalui penerapan tegangan deviator ( $\Delta$ ) sampai mencapai titik keruntuhan. Pada penerapan tegangan deviator selama penggeseran, air tidak diizinkan keluar dari benda uji. Jadi, selama pengujian katup drainase ditutup, karena 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).

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Jenis Penelitian**

Pada tugas akhir ini, penelitian yang dilakukan bersifat percobaan atau eksperimen. Hal ini dilakukan untuk mencari tahu pengaruh penambahan campuran Limbah Karbit dan Semen Portland terhadap parameter nilai kuat geser tanah.

#### **4.2 Lokasi Penelitian**

Pelaksanaan penelitian mulai dari persiapan bahan, pembuatan benda uji hingga pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia di Jalan Kaliurang Km. 14,5 Umbulmartani, Ngemplak, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

#### **4.3 Bahan dan Benda Uji**

##### **4.3.1 Bahan**

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Tanah Lempung, Limbah Karbit dan Semen Portland.

- 1. Tanah Lempung**

Tanah Lempung yang akan digunakan berasal dari desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta. Pengambilan tanah dilakukan pada kondisi terganggu (disturbed Soil)

- 2. Limbah Karbit**

Limbah karbit yang akan digunakan pada penelitian ini berasal dari PT Indohenzel Perkasa, Jalan Wates Km 12, Kulon Progo, Yogyakarta.

- 3. Semen Portland**

Selain menggunakan limbah karbit yang digunakan sebagai bahan tambah, pada penelitian Tugas Akhir ini digunakan bahan tambah yang lain yaitu semen portland. Semen portland yang digunakan yaitu semen portland tipe I berjenis PCC (Portland Composite Cement) yang dapat diperoleh di toko-toko material.

#### 4.3.2 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel

Berikut ini merupakan Tabel 4.1 jenis-jenis pengujian tanah yang akan dilakukan pada uji laboratorium.

**Tabel 4. 1 Jenis-jenis Pengujian Yang Dilakukan**

| Uji yang dilakukan        | Jenis Pengujian    | Jumlah | Satuan |
|---------------------------|--------------------|--------|--------|
| Sifat Fisik<br>Tanah Asli | Kadar air          | 2      | Buah   |
|                           | Berat jenis tanah  | 2      | Buah   |
|                           | Berat volume tanah | 2      | Buah   |
|                           | Hidrometer         | 2      | Buah   |
|                           | Analisis saringan  | 2      | Buah   |
|                           | Batas susut        | 2      | Buah   |
|                           | Batas plastis      | 2      | Buah   |
|                           | Batas cair         | 2      | Buah   |
| Kepadatan optimum         | Proctor standar    | 2      | Buah   |
| Kuat geser tanah          | Triaksial UU       | 26     | Buah   |
| Total Benda Uji           |                    | 44     | Buah   |

#### 4.4 Variasi dan Jumlah Sampel Penelitian

Variasi sampel tanah yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

1. tanah asli (*disturbed*)
2. tanah asli + 3% semen portland
3. tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit
4. tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit
5. tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit

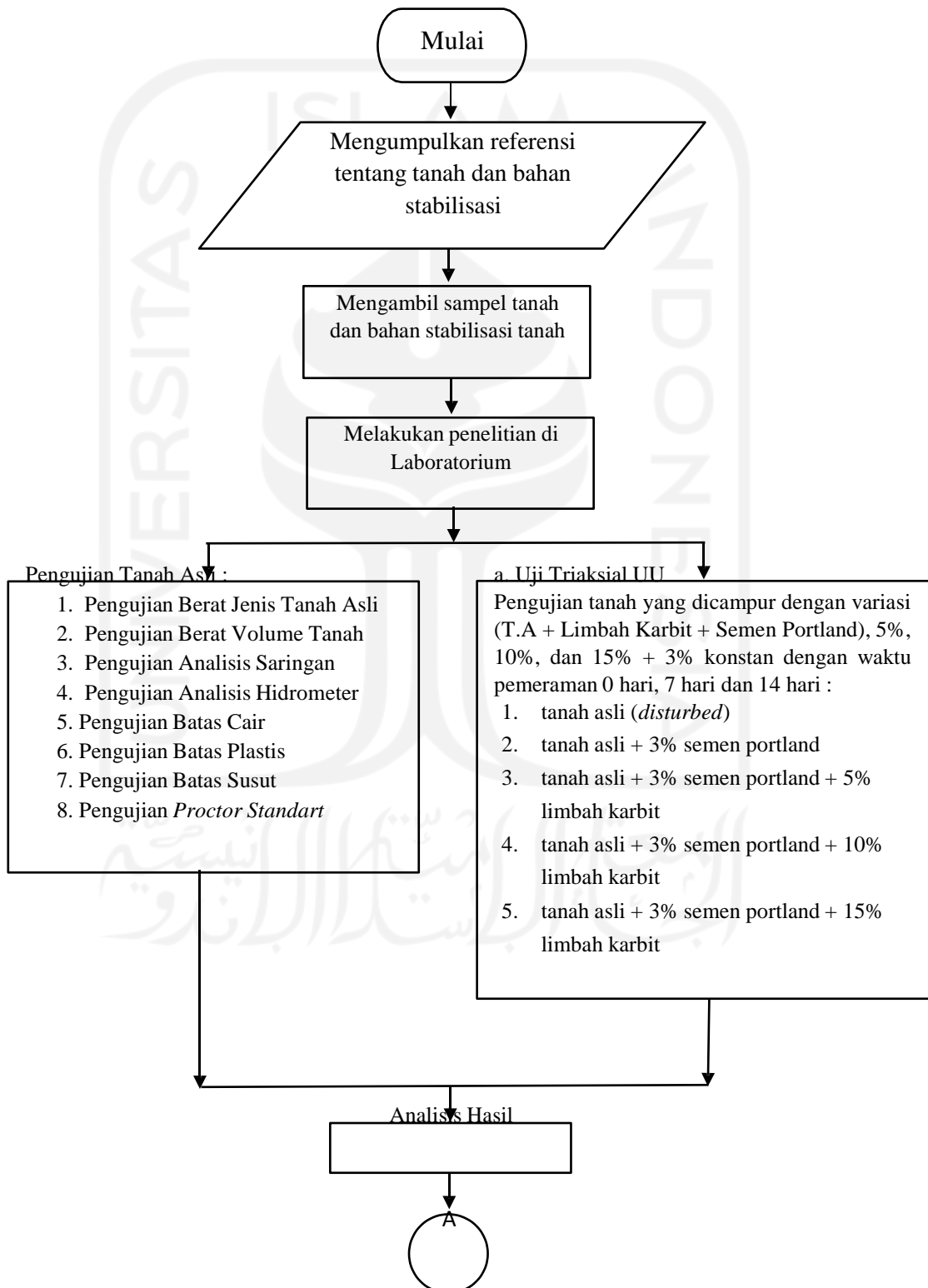
Pengujian dan variasi campuran limbah karbit dan semen portland yang akan dilaksanakan pada uji triaksial dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

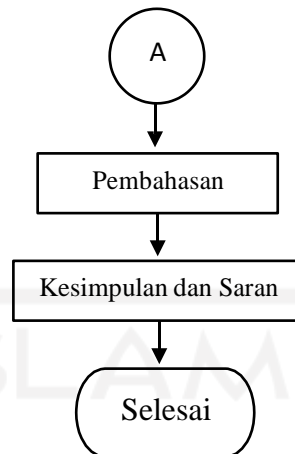
**Tabel 4. 2 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel**

| No | Jenis Pengujian                                       | Jumlah Sampel | Satuan |
|----|---|---------------|--------|
|    | Uji Triaksial   |               |        |
| 1  | Tanah Asli  | 2             | Buah   |
| 2  | Pemeraman 0 Hari                                      |               |        |
|    | a. tanah asli + 3% semen portland                     | 2             | Buah   |
|    | b. tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 2             | Buah   |
|    | c. tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 2             | Buah   |
|    | d. tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 2             | Buah   |
| 3  | Pemeraman 7 Hari                                      |               |        |
|    | a. tanah asli + 3% semen portland                     | 2             | Buah   |
|    | b. tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 2             | Buah   |
|    | c. tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 2             | Buah   |
|    | d. tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 2             | Buah   |
| 4  | Pemeraman 14 Hari                                     |               |        |
|    | a. tanah asli + 3% semen portland                     | 2             | Buah   |
|    | b. tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 2             | Buah   |
|    | c. tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 2             | Buah   |
|    | d. tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 2             | Buah   |
| 5  | Jumlah Pengujian                                      | 26            |        |

#### 4.5 Bagan Alir Penelitian

Diagram alir (flow chart) pada penelitian Tugas Akhir yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.





**Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian**

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Penelitian

Hasil Penelitian yang digunakan merupakan data primer yang diuji langsung di laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penelitian Tugas Akhir dilakukan dengan pengujian terhadap sifat fisik tanah, sifat mekanik tanah, dan pengaruh penambahan bahan stabilisasi yang berupa semen portland dan limbah karbit terhadap parameter kuat geser tanah. Tanah yang digunakan berasal dari desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta.

##### 5.1.1 Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar air dari suatu sampel tanah yang akan digunakan. Setelah melakukan pengujian didapatkan hasil pengujian kadar air tanah asli yang dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

**Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli**

| Uraian                     | Simbol                         | Satuan | Hasil    |          |
|----------------------------|--------------------------------|--------|----------|----------|
|                            |                                |        | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Berat Cawan                | $W_1$                          | gram   | 7,74     | 6,94     |
| Berat Cawan + Tanah Basah  | $W_2$                          | gram   | 71,89    | 54,79    |
| Berat Cawan + Tanah Kering | $W_3$                          | gram   | 64,41    | 48,22    |
| Berat Air                  | $W_w = W_2 - W_3$              | gram   | 7,48     | 6,57     |
| Berat Tanah Kering         | $W_s = W_3 - W_1$              | gram   | 56,67    | 41,28    |
| Kadar Air                  | $w = (W_w / W_s) \times 100\%$ | %      | 13,20    | 15,92    |
| Kadar Air Rata-Rata        | $w_{rata-rata}$                | %      | 14,56    |          |

Dari pengujian kadar air yang telah dilakukan pada sampel tanah dari desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta didapatkan nilai kadar air rata-rata sebesar 14,56 %.

### 5.1.2 Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis tanah ( $G_s$ ) dilakukan untuk menentukan nilai perbandingan berat butiran tanah ( $\gamma_s$ ) dengan berat air ( $\gamma_w$ ) dengan volume yang sama pada suhu tertentu, umumnya suhu yang digunakan adalah  $27,5^\circ\text{C}$ . Hasil pengujian berat jenis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

**Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Berat Jenis**

| Uraian  | Simbol                  | Satuan               | Hasil    |          |
|---|-------------------------|----------------------|----------|----------|
|   |                         |                      | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Berat Piknometer  | $W_1$                   | gram                 | 39,56    | 39,90    |
| Berat Piknometer + Tanah Kering                               | $W_2$                   | gram                 | 71,94    | 74,23    |
| Berat Piknometer + Tanah Kering + Air Penuh                   | $W_3$                   | gram                 | 160,72   | 162,56   |
| Suhu Air ( $t^\circ\text{C}$ )                                | $W_4$                   | $^\circ$             | 139,95   | 142,43   |
| $\gamma_w$ pada suhu ( $t^\circ\text{C}$ )                    |                         | gram/cm <sup>3</sup> | 27,00    | 27,00    |
| $\gamma_w$ pada suhu ( $27.5^\circ\text{C}$ )                 |                         | gram/cm <sup>3</sup> | 1,00     | 1,00     |
| Berat Tanah Kering  | $W_s = W_2 - W_1$       | gram                 | 1,00     | 1,00     |
| A   | $W_s + W_4$             | gram                 | 32,38    | 34,33    |
| I   | $A - W_3$               | gram                 | 172,33   | 176,76   |
| Berat Jenis Tanah Pada Suhu ( $t^\circ\text{C}$ )             | $G_s = W_s / I$         |                      | 11,61    | 14,20    |
| Berat Jenis Tanah Pada Suhu ( $27.5^\circ\text{C}$ )          | $G_s$                   |                      | 2,79     | 2,42     |
| Berat Jenis Tanah RataRata Pada Suhu ( $27.5^\circ\text{C}$ ) | $G_{s\text{rata-rata}}$ |                      | 2,59     |          |

Hasil pengujian berat jenis tanah asli menunjukkan bahwa nilai berat jenis rata-rata sampel tanah di Desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta adalah sebesar 2,59.

### 5.1.3 Pengujian Berat Volume

Berat volume tanah adalah perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan volume tanah total. Pengujian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui berat volume suatu sampel tanah yang dipakai. Data hasil pengujian berat volume tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut.

**Tabel 5. 3 Hasil Pengujian Berat Volume**

| Uraian                       | Simbol               | Satuan               | Hasil    |          |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------|----------|
|                              |                      |                      | Sampel 1 | Sampel 2 |
| Diameter Ring                | d                    | cm                   | 5,00     | 5,00     |
| Tinggi Ring                  | t                    | cm                   | 2,00     | 2,00     |
| Volume Ring                  | V                    | cm                   | 39,27    | 39,27    |
| Berat Ring                   | $W_1$                | gram                 | 39,10    | 39,10    |
| Berat Ring + Tanah Basah     | $W_2$                | gram                 | 114,49   | 115,02   |
| Berat Tanah Basah            | $W_3 = W_2 - W_1$    | gram                 | 75,39    | 75,92    |
| Berat Volume Tanah           | $\gamma$             | gram/cm <sup>3</sup> | 1,92     | 1,93     |
| Berat Volume Tanah Rata-Rata | $\gamma_{rata-rata}$ | gram/cm <sup>3</sup> | 1,93     |          |

Hasil pengujian berat volume tanah asli menunjukkan bahwa nilai berat volume rata-rata sampel tanah di Desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta adalah sebesar 1,93 gram/cm<sup>3</sup>.

#### 5.1.4 Pengujian Analisis Saringan dan Analisis Hidrometer

Pengujian analisa saringan dilakukan untuk mengetahui pendistribusian ukuran butiran tanah yang tertahan pada saringan nomor 200. Pengujian Analisis hidrometer merupakan pengujian bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah yang tertahan pada saringan nomor 10. Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 2 sampel tanah dimana masing-masing beratnya adalah 300 gram. Data hasil pengujian analisis saringan dapat dilihat pada Tabel 5.4, Tabel 5.5, Tabel 5.6 dan data hasil pengujian hidrometer dapat dilihat pada Tabel 5.7. Dari percobaan tersebut menghasilkan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.1.

**Tabel 5. 4 Hasil Pengujian Analisis Saringan Sampel 1**

| Nomer Saringan | Diameter Saringan | Berat Tanah Tertahan | Berat Tanah Lolos | Persentase Tanah Tertahan | Persentase Tanah Lolos |
|----------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
|                | mm                | gram                 | gram              | %                         | %                      |
| 1              | 25,40             | 0                    | 300               | 0                         | 100                    |
| 1/2            | 13,20             | 0                    | 300               | 0                         | 100                    |
| 3/8            | 9,50              | 0                    | 300               | 0                         | 100                    |
| 1/4            | 6,70              | 0                    | 300               | 0                         | 100                    |

**Lanjutan Tabel 5.4 Hasil Pengujian Analisis Saringan Sampel 1**

| Nomer Saringan | Diameter Saringan | Berat Tanah Tertahan | Berat Tanah Lolos | Persentase Tanah Tertahan | Persentase Tanah Lolos |
|----------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
|                | mm                | gram                 | gram              | %                         | %                      |
| 4              | 4,75              | 0                    | 300               | 0,00                      | 100                    |
| 10             | 2,00              | 2,59                 | 297,41            | 0,86                      | 99,14                  |
| 20             | 0,85              | 4,43                 | 292,98            | 1,48                      | 97,66                  |
| 40             | 0,43              | 9,54                 | 283,44            | 3,18                      | 94,48                  |
| 60             | 0,25              | 13,43                | 270,01            | 4,48                      | 90,00                  |
| 140            | 0,11              | 20,54                | 249,47            | 6,85                      | 83,16                  |
| 200            | 0,08              | 7,53                 | 241,94            | 2,51                      | 80,65                  |
| Pan            |                   | 241,94               | 0                 | 80,65                     | 0                      |

**Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Analisis Saringan Sampel 2**

| Nomer Saringan | Diameter Saringan | Berat Tanah Tertahan | Berat Tanah Lolos | Persentase Tanah Tertahan | Persentase Tanah Lolos |
|----------------|-------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
|                | mm                | gram                 | gram              | %                         | %                      |
| 1              | 25,40             | 0                    | 300               | 0                         | 100                    |
| 1/2            | 13,20             | 0                    | 300               | 0                         | 100                    |
| 3/8            | 9,50              | 0                    | 300               | 0                         | 100                    |
| 1/4            | 6,70              | 0                    | 300               | 0                         | 100                    |
| 4              | 4,75              | 0                    | 300               | 0                         | 100                    |
| 10             | 2,00              | 4,37                 | 295,63            | 1,46                      | 98,54                  |
| 20             | 0,85              | 5,43                 | 290,2             | 1,81                      | 96,73                  |
| 40             | 0,43              | 9,65                 | 280,55            | 3,22                      | 93,52                  |
| 60             | 0,25              | 15,64                | 264,91            | 5,21                      | 88,30                  |
| 140            | 0,11              | 23,58                | 241,33            | 7,86                      | 80,44                  |
| 200            | 0,08              | 8,64                 | 232,69            | 2,88                      | 77,56                  |
| Pan            |                   | 232,69               | 0                 | 77,56                     | 0                      |

**Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Analisis Saringan Rata-Rata**

| Nomer Saringan | Diameter Saringan | Persentase Tanah Lolos Sampel 1 | Persentase Tanah Lolos Sampel 2 | Persentase Tanah Lolos Rata-rata |
|----------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
|                | mm                | gram                            | gram                            | %                                |
| 1              | 25,4              | 100                             | 100                             | 100                              |
| 1/2            | 13,2              | 100                             | 100                             | 100                              |
| 3/8            | 9,5               | 100                             | 100                             | 100                              |
| 1/4            | 6,7               | 100                             | 100                             | 100                              |

**Lanjutan Tabel 5.6 Hasil Pengujian Analisis Saringan Rata-Rata**

| Nomer Saringan | Diameter Saringan | Persentase Tanah Lolos Sampel 1 | Persentase Tanah Lolos Sampel 2 | Persentase Tanah Lolos Rata-rata |
|----------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
|                | mm                | gram                            | gram                            | %                                |
| 4              | 4,75              | 100                             | 100                             | 100                              |
| 10             | 2,00              | 99,14                           | 98,54                           | 98,84                            |
| 20             | 0,85              | 97,66                           | 96,73                           | 97,20                            |
| 40             | 0,43              | 94,48                           | 93,52                           | 94,00                            |
| 60             | 0,25              | 90,00                           | 88,30                           | 89,15                            |
| 140            | 0,11              | 83,16                           | 80,44                           | 81,80                            |
| 200            | 0,08              | 80,65                           | 77,56                           | 79,11                            |
| Pan            |                   | 0                               | 0                               | 0                                |

Uji hidrometer dilakukan menggunakan dua sampel dengan tiap sampelnya berupa tanah yang lolos saringan nomor 200 sebesar 60 gram. Berikut merupakan hasil dari pengujian analisis hidrometer yang ditunjukkan pada Tabel 5.7, Tabel 5.8, dan Tabel 5.9.

**Tabel 5.7 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Sampel 1**

| Waktu | Temperatur | Pembacaan Hidrometer, Ra | Pembacaan Hidrometer Terkoreksi, Rc | % Lolos | Hyd Terkoreksi Miniskus, R | Kedalaman Efektif, L | L/t  | k    | Diameter, D |
|-------|------------|--------------------------|-------------------------------------|---------|----------------------------|----------------------|------|------|-------------|
| menit | °C         |                          |                                     |         |                            |                      |      |      |             |
| 0     | 27         | 38                       | 40                                  | 64,55   | 41                         | 10,1                 | 0,00 | 0,01 | 0,000       |
| 2     | 27         | 32                       | 34                                  | 54,87   | 35                         | 11,1                 | 5,55 | 0,01 | 0,031       |
| 5     | 27         | 28                       | 30                                  | 48,41   | 31                         | 11,7                 | 2,34 | 0,01 | 0,020       |
| 30    | 27         | 20                       | 22                                  | 35,50   | 23                         | 13                   | 0,43 | 0,01 | 0,009       |
| 60    | 27         | 18                       | 20                                  | 32,27   | 21                         | 13,3                 | 0,22 | 0,01 | 0,006       |
| 250   | 27         | 10                       | 12                                  | 19,36   | 13                         | 14,7                 | 0,06 | 0,01 | 0,003       |
| 1440  | 27         | 5                        | 7                                   | 11,30   | 8                          | 15,5                 | 0,01 | 0,01 | 0,001       |

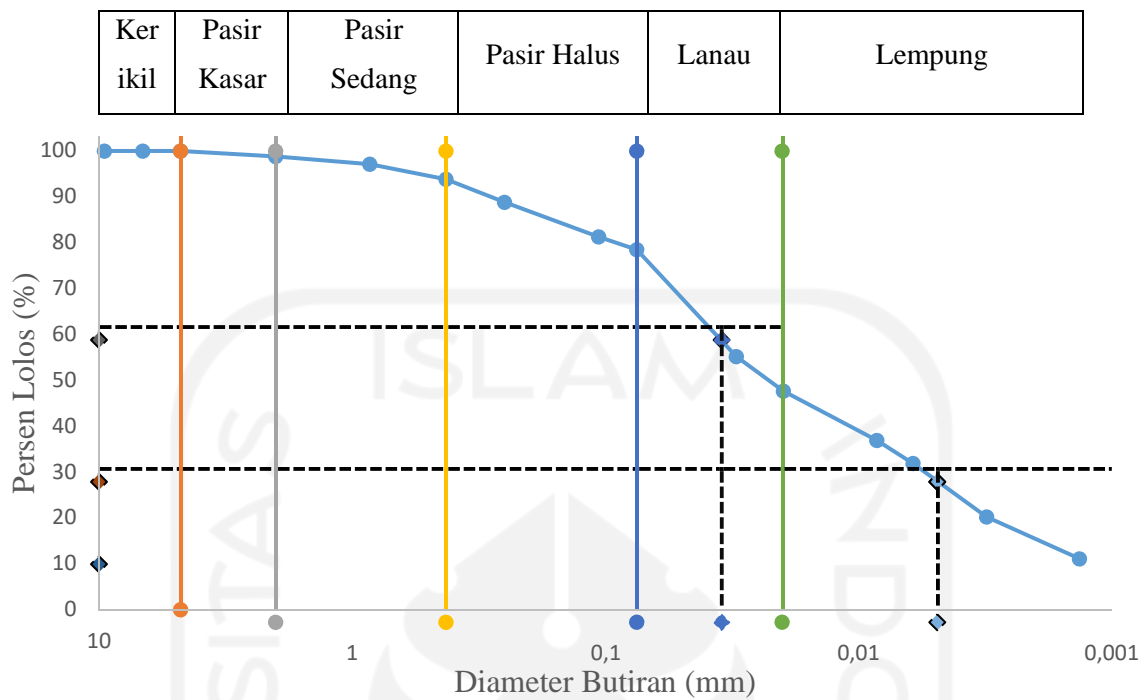
**Tabel 5. 8 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Sampel 2**

| Waktu | Temperatur | Pembacaan Hidrometer, Ra | Pembacaan Hidrometer Terkoreksi, Rc | % Lolos | Hyd Terkoraksi Miniscus, R | Kedalaman Efektif, L | L/t  | k    | Diameter, D |
|-------|------------|--------------------------|-------------------------------------|---------|----------------------------|----------------------|------|------|-------------|
| menit | °C         |                          |                                     |         |                            |                      |      |      |             |
| 0     | 27         | 38                       | 40                                  | 64,55   | 41                         | 10,1                 | 0,00 | 0,01 | 0,000       |
| 2     | 27         | 34                       | 36                                  | 58,09   | 37                         | 10,7                 | 5,35 | 0,01 | 0,030       |
| 5     | 27         | 29                       | 31                                  | 50,03   | 32                         | 11,5                 | 2,30 | 0,01 | 0,020       |
| 30    | 27         | 24                       | 26                                  | 41,96   | 27                         | 12,4                 | 0,41 | 0,01 | 0,008       |
| 60    | 27         | 20                       | 22                                  | 35,50   | 23                         | 13                   | 0,22 | 0,01 | 0,006       |
| 250   | 27         | 14                       | 16                                  | 25,82   | 17                         | 14                   | 0,06 | 0,01 | 0,003       |
| 1440  | 27         | 8                        | 10                                  | 16,14   | 11                         | 15                   | 0,01 | 0,01 | 0,001       |

**Tabel 5. 9 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Rata-Rata**

| Waktu | Temperatur | Pembacaan Hidrometer, Ra | Pembacaan Hidrometer Terkoreksi, Rc | % Lolos | Hyd Terkoraksi Miniscus, R | Kedalaman Efektif, L | L/t  | k    | Diameter, D |
|-------|------------|--------------------------|-------------------------------------|---------|----------------------------|----------------------|------|------|-------------|
| menit | °C         |                          |                                     |         |                            |                      |      |      |             |
| 0     | 27         | 38                       | 40                                  | 64,55   | 41                         | 10,1                 | 0,00 | 0,01 | 0,000       |
| 2     | 27         | 33                       | 35                                  | 56,48   | 36                         | 10,9                 | 5,45 | 0,01 | 0,030       |
| 5     | 27         | 28,5                     | 30,5                                | 49,22   | 31,5                       | 11,6                 | 2,32 | 0,01 | 0,020       |
| 30    | 27         | 22                       | 24                                  | 38,73   | 25                         | 12,7                 | 0,42 | 0,01 | 0,008       |
| 60    | 27         | 19                       | 21                                  | 33,89   | 22                         | 13,15                | 0,22 | 0,01 | 0,006       |
| 250   | 27         | 12                       | 14                                  | 22,59   | 15                         | 14,35                | 0,06 | 0,01 | 0,003       |
| 1440  | 27         | 6,5                      | 8,5                                 | 13,72   | 9,5                        | 15,3                 | 0,01 | 0,01 | 0,001       |

Berdasarkan tabel diatas, dapat digambarkan grafik distribusi butiran tanah asli rata-rata yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut ini.



**Gambar 5. 1 Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah**

Dari hasil grafik diatas 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     | 79,11 | %      |
| Pasir Kasar                   | 1,16  | %      |
| Pasir Sedang                  | 4,84  | %      |
| Pasir Halus                   | 14,89 | %      |
| Lanau                         | 29,88 | %      |
| Lempung                       | 49,22 | %      |
| D10                           | -     | mm     |
| D30                           | 0,005 | mm     |
| D60                           | 0,035 | mm     |
| $Cu = D60/D10$                | -     |        |
| $Cc = D30^2/(D10 \times D60)$ | -     |        |

Berdasarkan hasil dari pengujian Analisa saringan dan Analisa hidrometer didapatkan bahwa sampel tanah di Desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta yang telah diuji memiliki komposisi tanah yang terdiri dari pasir kasar 1,16%, pasir sedang 4,84%, pasir halus 14,89%, tanah lanau 29,88%, dan tanah lempung 49,22%. Besaran nilai koefisien keseragaman (Cu) dan koefisien gradasi (Cc) tidak bisa ditentukan, hal ini dikarenakan sampel tanah yang digunakan memiliki persentase lolos butiran di atas 10%.

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

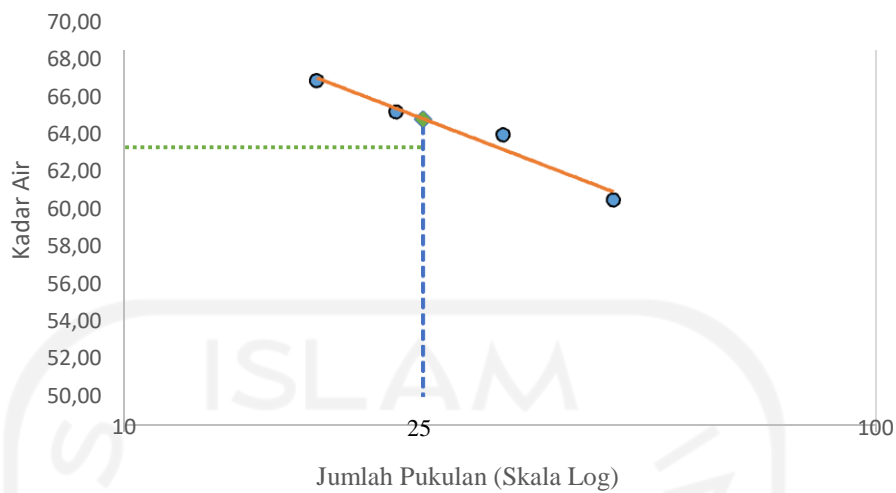
##### 1. Pengujian Batas Cair

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan batas cair tanah yang akan digunakan. Batas cair tanah merupakan kadar air tanah dalam keadaan batas antara air dan plastis. Pengujian batas cair juga bertujuan untuk mengetahui jenis dan sifat-sifat tanah yang lolos saringan no. 40 (0,425 mm). Hasil pengujian batas cair tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Tabel 5.12 berikut ini.

**Tabel 5. 11 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Sampel 1**

| No Pengujian               | Sat | I     |       | II    |       | III   |        | IV    |       |
|----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| No. Cawan                  |     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8     |
| Berat cawan                | gr  | 9,29  | 9     | 8,94  | 9,12  | 9,13  | 9      | 8,98  | 9,2   |
| Berat cawan + tanah basah  | gr  | 26,63 | 27,01 | 31,62 | 25,7  | 20,87 | 19,969 | 17,84 | 22,1  |
| Berat cawan + tanah kering | gr  | 19,68 | 19,78 | 22,65 | 19,16 | 16,24 | 15,73  | 14,51 | 17,22 |
| Berat air                  | gr  | 6,95  | 7,23  | 8,97  | 6,54  | 4,63  | 4,239  | 3,33  | 4,88  |
| Berat tanah kering         | gr  | 10,39 | 10,78 | 13,71 | 10,04 | 7,11  | 6,73   | 5,53  | 8,02  |
| Kadar air                  | %   | 66,89 | 67,07 | 65,43 | 65,14 | 65,12 | 62,99  | 60,22 | 60,85 |
| Kadar air rata-rata        | %   | 66,98 |       | 65,28 |       | 64,05 |        | 60,53 |       |
| Jumlah pukulan (n)         |     | 18    |       | 23    |       | 32    |        | 45    |       |

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan grafik perbandingan jumlah pukulan terhadap kadar air. Grafik perbandingan jumlah pukulan terhadap kadar air dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut ini.

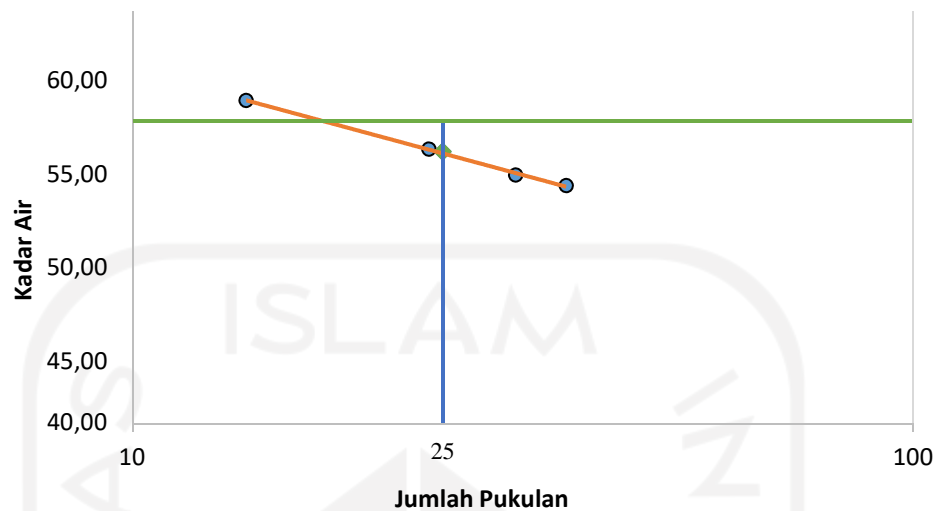


**Gambar 5. 2 Grafik Hubungan Jumlah Pukulan dengan Kadar Air Tanah Asli Sampel 1**

**Tabel 5. 12 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Sampel 2**

| No Pengujian               | Sat | I     |       | II    |       | III   |       | IV    |       |
|----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                            |     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| No. Cawan                  |     |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Berat cawan                | gr  | 9,03  | 9,19  | 8,95  | 9,12  | 9,13  | 9,16  | 13,01 | 12,64 |
| Berat cawan + tanah basah  | gr  | 21,83 | 22,66 | 22,83 | 27,83 | 26,69 | 25,03 | 32,18 | 25,07 |
| Berat cawan + tanah kering | gr  | 17,03 | 17,72 | 17,78 | 21,15 | 20,44 | 19,42 | 25,44 | 20,68 |
| Berat air                  | gr  | 4,8   | 4,94  | 5,05  | 6,68  | 6,25  | 5,61  | 6,74  | 4,39  |
| Berat tanah kering         | gr  | 8     | 8,53  | 8,83  | 12,03 | 11,31 | 10,26 | 12,43 | 8,04  |
| Kadar air                  | %   | 60,00 | 57,91 | 57,19 | 55,53 | 55,26 | 54,68 | 54,22 | 54,60 |
| Kadar air rata-rata        | %   | 58,96 |       | 56,36 |       | 54,97 |       | 54,41 |       |
| Jumlah pukulan (n)         |     | 14    |       | 24    |       | 31    |       | 36    |       |

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan grafik perbandingan jumlah pukulan terhadap kadar air. Grafik perbandingan jumlah pukulan terhadap kadar air dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut ini.



**Gambar 5. 3 Grafik Hubungan Jumlah Pukulan dengan Kadar Air Tanah Asli Sampel 2**

Dari percobaan 2 sampel diatas dapat dilihat nilai kadar air pada pukulan 25 untuk kedua sampel pada Tabel 5.13 sebagai berikut.

**Tabel 5. 13 Nilai Rata-Rata Batas Cair (LL)**

|                | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-Rata |
|----------------|----------|----------|-----------|
| Batas Cair (%) | 64,89    | 56,22    | 60,56     |

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan nilai kadar air pada pukulan 25 yang merupakan nilai batas cair tanah uji (LL) sebesar 60,56%. Hasil pengujian batas cair tanah asli secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 6 halaman 92.

## 2. Pengujian Batas Plastis

Pengujian Batas Plastis mempunyai tujuan untuk mengetahui kadar air tanah dalam kondisi plastis. Hasil pengujian batas plastis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan Tabel 5.15 sebagai berikut.

**Tabel 5. 14 Hasil Pengujian Batas Plastis Sampel 1**

| No. | Uraian                     | Sat | Batas Plastis |       |
|-----|----------------------------|-----|---------------|-------|
|     |                            |     | 1             | 2     |
| 1   | Berat cawan                | gr  | 12,64         | 12,02 |
| 2   | Berat cawan + tanah basah  | gr  | 24,94         | 24,73 |
| 3   | Berat cawan + tanah kering | gr  | 21,37         | 20,74 |
| 4   | Berat air                  | gr  | 3,57          | 3,99  |
| 5   | Berat tanah kering         | gr  | 8,73          | 8,72  |
| 6   | Kadar air                  | %   | 40,89         | 45,76 |
| 7   | Kadar air rata-rata        | %   | 43,33         |       |

**Tabel 5. 15 Hasil Pengujian Batas Plastis Sampel 2**

| No. | Uraian                     | Sat | Batas Plastis |       |
|-----|----------------------------|-----|---------------|-------|
|     |                            |     | 1             | 2     |
| 1   | Berat cawan                | gr  | 9,29          | 9     |
| 2   | Berat cawan + tanah basah  | gr  | 9,73          | 9,7   |
| 3   | Berat cawan + tanah kering | gr  | 9,61          | 9,49  |
| 4   | Berat air                  | gr  | 0,12          | 0,21  |
| 5   | Berat tanah kering         | gr  | 0,32          | 0,49  |
| 6   | Kadar air                  | %   | 37,50         | 42,86 |
| 7   | Kadar air rata-rata        | %   | 40,18         |       |

Dari percobaan 2 sampel yang telah dilakukan, didapatkan nilai rekapitulasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut ini.

**Tabel 5. 16 Hasil Rekapitulasi Pengujian Batas Plastis**

| Uraian    | Sampel 1 | Sampel 2 |
|-----------|----------|----------|
| Kadar Air | 49,33 %  | 40,18 %  |
| Rata-Rata | 44,75    |          |

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh nilai batas plastis (PL) pada tanah asli lempung sebesar 44,75%. Hasil pengujian batas plastis tanah asli secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 7 halaman 96. Setelah mendapatkan nilai batas cair (LL) sebesar 60,56% dan batas plastis (PL) sebesar 44,75%,

didapat nilai indeks plastisitas dengan menggunakan rumus  $IP = LL - PL$ , yaitu sebesar 15,803%.

### 3. Pengujian Batas Susut

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. Batas susut tanah sendiri merupakan kadar air pada batas antara keadaan semi padat dengan keadaan padat. Hasil dari pengujian batas susut tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan Tabel 5.18 sebagai berikut ini.

**Tabel 5. 17 Hasil Pengujian Batas Susut Sampel 1**

| No | Keterangan  | Simbol | Satuan          | Hasil    |          |
|----|---|--------|-----------------|----------|----------|
|    |   |        |                 | Sampel 1 | Sampel 2 |
| 1  | Berat cawan susut                                       | $W_1$  | gram            | 42,14    | 41,22    |
| 2  | Berat cawan susut + tanah basah                         | $W_2$  | gram            | 67,65    | 67,24    |
| 3  | Berat cawan susut + tanah kering                        | $W_3$  | gram            | 58,53    | 56,13    |
| 4  | Berat tanah kering                                      |        | gram            | 16,39    | 14,91    |
| 5  | Kadar air   |        | %               | 55,64    | 74,51    |
| 6  | Diameter ring   | d      | cm              | 4,15     | 4,15     |
| 7  | Tinggi ring   | t      | cm              | 1,02     | 1,2      |
| 8  | Volume ring   | V      | cm <sup>3</sup> | 13,797   | 16,232   |
| 9  | Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur | $W_4$  | gram            | 173,72   | 177,33   |
| 10 | Berat gelas ukur  | $W_5$  | gram            | 60,52    | 60,52    |
| 11 | Berat air raksa   | $W_6$  | gram            | 113,2    | 116,81   |
| 12 | Berat tanah kering                                      | $W_o$  | gram            | 16,39    | 14,91    |
| 13 | Volume tanah kering                                     | $V_o$  | cm <sup>3</sup> | 8,324    | 8,589    |
| 14 | Batas susut tanah                                       |        | %               | 22,25    | 23,25    |
| 15 | Batas susut tanah rata-rata                             |        | %               | 22,75    |          |

**Tabel 5. 18 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            | 72,81    | 67,62    |
| 3  | Berat cawan susut + tanah kering                        | $W_3$  | gram            | 62,61    | 56,81    |
| 4  | Berat tanah kering                                      |        | gram            | 20,31    | 14,62    |
| 5  | Kadar air   |        | %               | 50,22    | 73,94    |
| 6  | Diameter ring   | d      | cm              | 4,15     | 4,15     |
| 7  | Tinggi ring   | t      | cm              | 1,02     | 1,2      |
| 8  | Volume ring   | V      | cm <sup>3</sup> | 13,797   | 16,232   |
| 9  | Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur | $W_4$  | gram            | 179,67   | 182,38   |
| 10 | Berat gelas ukur  | $W_5$  | gram            | 60,52    | 60,52    |
| 11 | Berat air raksa   | $W_6$  | gram            | 119,15   | 121,86   |
| 12 | Berat tanah kering                                      | $W_o$  | gram            | 15,67    | 14,83    |
| 13 | Volume tanah kering                                     | $V_o$  | cm <sup>3</sup> | 8,761    | 8,960    |
| 14 | Batas susut tanah                                       |        | %               | 18,08    | 24,91    |
| 15 | Batas susut tanah rata-rata                             |        | %               | 21,50    |          |

Dari pembacaan tabel dan grafik diatas didapatkan kadar air pada batas cair, batas plastis, dan batas susut yang dapat dilihat pada Tabel 5.19 sebagai berikut.

**Tabel 5. 19 Rekapitulasi Hasil Pengujian Batas-Batas Konsistensi**

| Keterangan   | Satuan | Hasil |
|--|--------|-------|
| Batas Cair ( <i>Liquid Limit</i> ), <i>LL</i>                  | %      | 60,56 |
| Batas Plastis ( <i>Plastic Limit</i> ), <i>PL</i>              | %      | 44,75 |
| Batas Susut ( <i>Shrinkage Limit</i> ), <i>SL</i>              | %      | 22,12 |
| Indeks Plastisitas ( <i>Plastic Index</i> ), <i>IP = LL-PL</i> | %      | 15,80 |

Berdasarkan hasil pengujian batas-batas konsistensi yang telah dilakukan, didapatkan bahwa sampel tanah memiliki nilai batas cair sebesar 60,56%, nilai batas plastis sebesar 44,75%, dan nilai batas susut sebesar 22,12% dan nilai indeks plastisitas sebesar 15,80%.

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

Pengujian proktor standart bertujuan untuk menentukan kadar air tanah optimum dan kepadatan maksimum dari sampel tanah lempung yang diuji. Pengujian pemadatan tanah yang dilakukan menggunakan 2 sampel tanah yang ditambahkan air dengan volume tertentu sehingga mengakibatkan sampel tanah tersebut mengalami penurunan berat volume. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.20 dan Tabel 5.21 sebagai berikut.

**Tabel 5. 20 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. 21 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 |

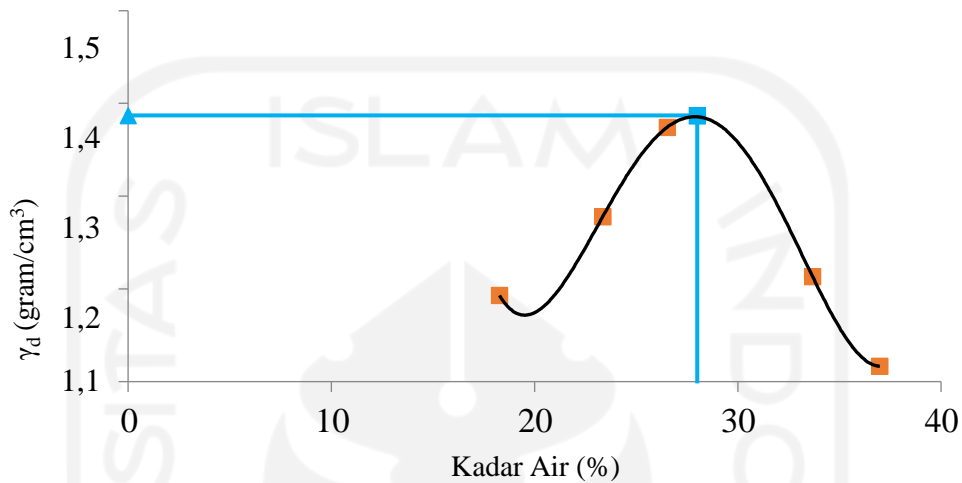
**Tabel 5. 22 Hasil Pengujian Proctor Standart Sampel 1**

| Uraian                                | Satuan             | 1     |       | 2     |       | 3     |       | 4     |       | 5     |       |
|---------------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | gr                 | a     | b     | a     | b     | a     | b     | a     | b     | a     | b     |
| Berat Cawan                           | gr                 | 8,91  | 8,91  | 8,60  | 8,81  | 8,40  | 9,02  | 8,79  | 8,71  | 12,67 | 8,68  |
| Berat Cawan + Tanah Basah             | gr                 | 40,26 | 56,06 | 55,62 | 76,13 | 51,65 | 49,30 | 49,83 | 56,65 | 52,40 | 55,62 |
| Berat Cawan + Tanah Kering            | gr                 | 34,17 | 50,84 | 45,59 | 65,10 | 42,12 | 41,30 | 39,40 | 44,68 | 40,14 | 44,97 |
| Berat Air                             | gr                 | 6,09  | 5,22  | 10,03 | 11,03 | 9,53  | 8,00  | 10,43 | 11,97 | 12,26 | 10,65 |
| Berat Tanah Kering                    | %                  | 25,26 | 41,93 | 36,99 | 56,29 | 33,72 | 32,28 | 30,61 | 35,97 | 27,47 | 36,29 |
| Kadar Air                             | %                  | 24,11 | 12,45 | 27,12 | 19,59 | 28,26 | 24,78 | 34,07 | 33,28 | 44,63 | 29,35 |
| Kadar Air Rata-rata                   | %                  | 18,28 |       | 23,36 |       | 26,52 |       | 33,68 |       | 36,99 |       |
| Berat Volume Tanah Kering, $\gamma_d$ | gr/cm <sup>3</sup> | 1,19  |       | 1,28  |       | 1,37  |       | 1,21  |       | 1,12  |       |

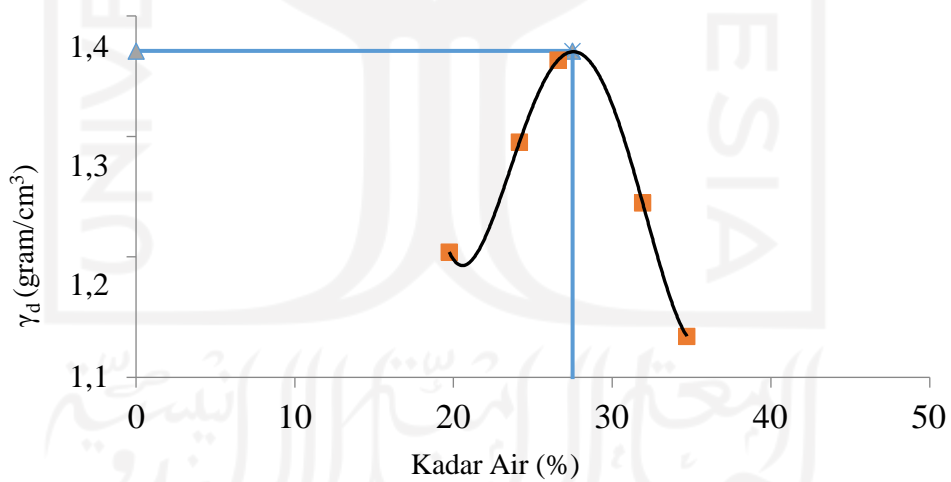
**Tabel 5. 23 Hasil Pengujian Proctor Standart Sampel 2**

| Uraian                                | Satuan             | 1     |      | 2     |      | 3     |      | 4     |      | 5     |      |
|---------------------------------------|--------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
|                                       | gr                 | a     | b    | a     | b    | a     | b    | a     | b    | a     | b    |
| Berat Cawan                           | gr                 | 12,9  | 13,2 | 13,1  | 12,8 | 8,9   | 8,4  | 8,3   | 8,9  | 7,0   | 6,4  |
| Berat Cawan + Tanah Basah             | gr                 | 77,0  | 60,3 | 64,4  | 68,7 | 40,6  | 72,7 | 53,6  | 60,0 | 65,4  | 52,5 |
| Berat Cawan + Tanah Kering            | gr                 | 66,9  | 52,2 | 54,1  | 58,2 | 34,5  | 58,1 | 45,1  | 45,2 | 47,8  | 42,9 |
| Berat Air                             | gr                 | 10,1  | 8,1  | 10,3  | 10,5 | 6,1   | 14,5 | 8,5   | 14,8 | 17,6  | 9,6  |
| Berat Tanah Kering                    | %                  | 54,0  | 39,0 | 41,0  | 45,4 | 25,6  | 49,7 | 36,8  | 36,3 | 40,8  | 36,4 |
| Kadar Air                             | %                  | 18,7  | 20,8 | 25,1  | 23,2 | 23,9  | 29,3 | 23,1  | 40,7 | 43,1  | 26,3 |
| Kadar Air Rata-rata                   | %                  | 19,73 |      | 24,15 |      | 26,59 |      | 31,91 |      | 34,70 |      |
| Berat Volume Tanah Kering, $\gamma_d$ | gr/cm <sup>3</sup> | 1,20  |      | 1,30  |      | 1,36  |      | 1,24  |      | 1,13  |      |

Berdasarkan hasil pengujian proktor standar didapatkan grafik hubungan antara berat volume kering maksimum tanah dengan kadar air optimum. Grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air tanah asli dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 berikut ini.



**Gambar 5. 4 Grafik Pengujian Standar Proctor Sampel 1**



**Gambar 5. 5 Grafik Pengujian Standar Proctor Sampel 2**

Berdasarkan grafik diatas dapat diperoleh berat volume kering maksimum dan kadar air optimum tanah asli. Hasil berat volume kering maksimum dan kadar air optimum dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut ini.

**Tabel 5. 24 Hasil Pengujian Proctor Standart Tanah Asli**

|           | Kadar Air Optimum<br>(Wopt) (%) | Berat Volume Tanah Kering<br>Maksimum ( $\gamma_d$ maks) gr/cm <sup>3</sup> |
|-----------|---------------------------------|---|
| Sampel 1  | 28                              | 1,39  |
| Sampel 2  | 27,5                            | 1,37  |
| Rata-Rata | 27,75                           | 1,38  |

Berdasarkan hasil yang dilakukan dari pengujian pemadatan tanah pada sampel tanah di Desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta, didapatkan nilai kadar air optimum rata-rata sebesar 27,75% dan nilai berat volume kering maksimum rata-rata pada sampel tanah adalah sebesar 1,38 gram/cm<sup>3</sup>. Hasil pengujian proktor standar tanah asli secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 9 halaman 98.

#### 5.1.7 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

Tabel 5.25 berikut merupakan hasil rekapitulasi dari pengujian fisik tanah asli yang berasal dari Desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta.

**Tabel 5. 25 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli**

| No | Pengujian                            | Hasil | Satuan             |
|----|--------------------------------------|-------|--------------------|
| 1  | Kadar Air                            | 14,56 | %                  |
| 2  | Berat Volume Basah                   | 1,93  | gr/cm <sup>3</sup> |
| 3  | Berat Jenis (Gs)                     | 2,59  |                    |
| 4  | Batas-batas Konsistensi              |       |                    |
|    | Batas Cair (LL)                      | 60,56 | %                  |
|    | Batas Plastis (PL)                   | 44,75 | %                  |
|    | Indeks Plastisitas (IP =<br>LL - PL) | 15,80 | %                  |
|    | Batas Susut                          | 22,12 | %                  |
| 5  | Analisis Granuler                    |       |                    |

Lanjutan Tabel 5.25 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

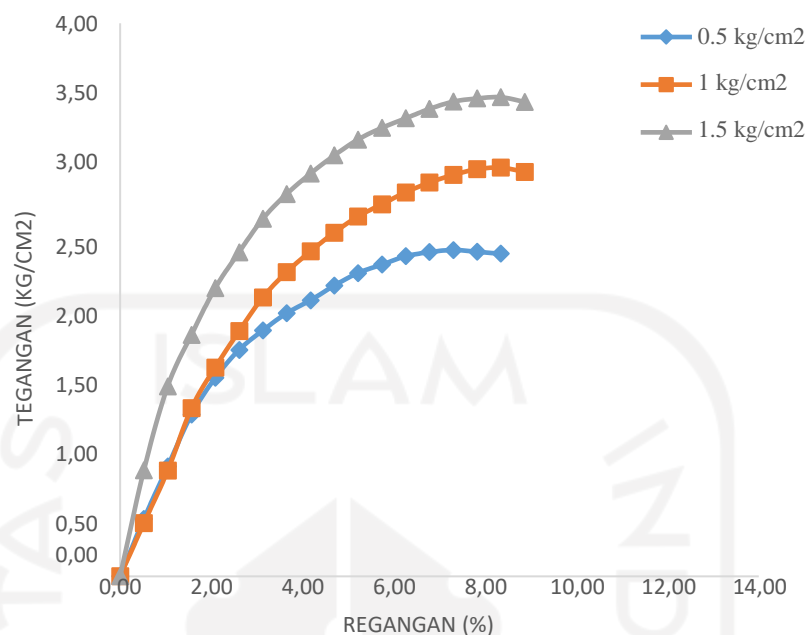
| No | Pengujian             | Hasil | Satuan             |
|----|-----------------------|-------|--------------------|
|    | % Lolos #200          | 79,11 | %                  |
|    | Kerikil               | -     | %                  |
|    | Pasir                 | 20,89 | %                  |
|    | Lanau                 | 29,88 | %                  |
|    | Lempung               | 49,22 | %                  |
| 6  | Uji Proktor Standar   |       |                    |
|    | Kadar Air Optimum     | 27,75 | %                  |
|    | Berat Volume Maksimum | 1,38  | gr/cm <sup>3</sup> |

#### 5.1.8 Pengujian Triaksial UU (*Triaxial Unconsolidates Undrained*)

Pengujian triaksial UU dilakukan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah. Parameter kuat geser tanah terdiri dari kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) tanah. Pengujian triaksial UU pada penelitian Tugas Akhir terdiri dari pengujian triaksial UU tanah asli dan pengujian triaksial UU tanah asli dengan bahan tambah stabilisasi berupa semen portland dan limbah karbit. Variasi persentase dengan penambahan limbah karbit sebesar 0%, 5%, 10% dan 15% dan penambahan semen portland secara konstan sebesar 3% terhadap berat limbah karbit dengan kadar air optimum. Masa pemeraman pada pengujian triaksial selama 1 hari, 7 hari dan 14 hari. Pada pengujian triaksial menggunakan 2 buah sampel, tiap sampel terdiri dari 3 benda uji yang akan diberikan tekanan sel berbeda-beda, tekanan sel yang digunakan sebesar 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 data pengujian triaksial UU yang dapat dilihat pada Lampiran 21, dapat digambarkan grafik hubungan antara regangan dan tegangan yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.



**Gambar 5. 6 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Pengujian Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1**

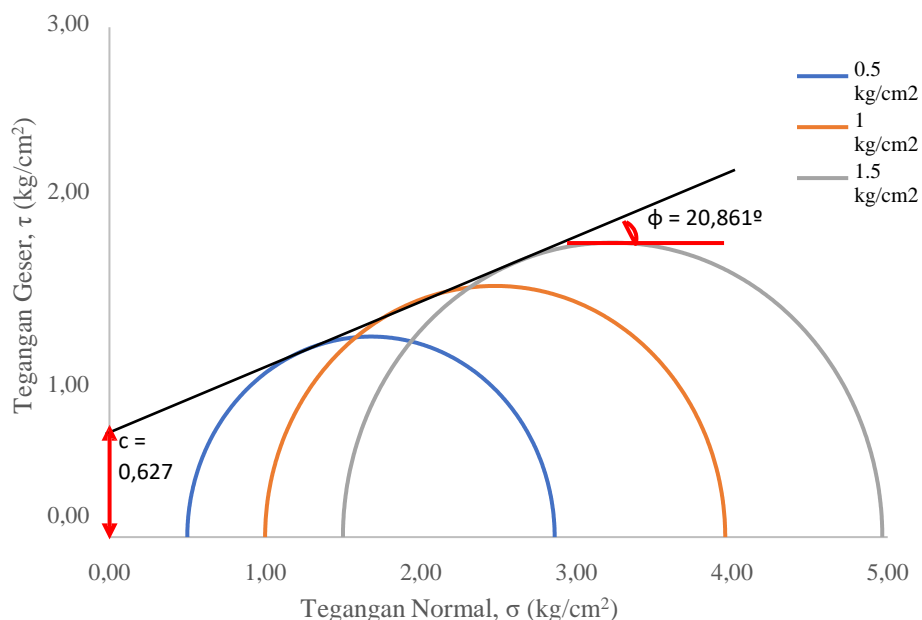
Berdasarkan grafik diatas didapatkan nilai tegangan utama dan tegangan geser maksimal. Nilai hasil tegangan utama dan tegangan geser maksimal tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut.

**Tabel 5. 26 Tegangan Utama dan Tegangan Geser Maksimal Pengujian Triaksial Tanah Asli**

| Keterangan          | Simbol         | Satuan             | Benda Uji |      |      |
|---------------------|----------------|--------------------|-----------|------|------|
|                     |                |                    | 1         | 2    | 3    |
| Tegangan Keliling   | $\sigma_3$     | kg/cm <sup>2</sup> | 0,5       | 1,0  | 1,5  |
| Tegangan Geser Maks | $\Delta\sigma$ | kg/cm <sup>2</sup> | 2,36      | 2,96 | 3,47 |
| Tegangan Utama      | $\sigma_1$     | kg/cm <sup>2</sup> | 2,86      | 3,96 | 4,97 |

Berdasarkan perhitungan tabel diatas dapat digambarkan grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser tanah asli yang berupa grafik lingkaran mohr, kemudian digunakan untuk menentukan nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut

geser dalam ( $\phi$ ). Grafik lingkaran mohr tanah asli dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut.



**Gambar 5. 7 Grafik Lingkaran Mohr Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1**

Berdasarkan grafik lingkaran mohr diatas diperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah asli sampel 1. Untuk perhitungan tanah asli sampel 2 dapat dilakukan dengan cara perhitungan yang sama pada tanah asli sampel 1. Hasil pengujian triaksial UU tanah asli sampel 2 secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 26 halaman 103. Rekapitulasi hasil pengujian triaksial UU tanah asli dapat dilihat pada tabel 5.27 berikut.

**Tabel 5. 27 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  | 0,63                           | 20,86                           |
| Sampel 2  | 0,67                           | 20,18                           |
| Rata-rata | 0,65                           | 20,52                           |

Berdasarkan hasil dari pengujian triaksial UU pada sampel tanah asli sampel 1 dan sampel 2 didapatkan nilai kohesi rerata sebesar  $0,65 \text{ kg/cm}^2$  dan sudut geser dalam rerata sebesar  $20,52^\circ$ .

2. Pengujian Triaksial UU dengan Bahan Tambah Stabilisasi dan Waktu Pemeraman 0 Hari

Hasil pengujian triaksial UU bahan tambah stabilisasi semen portland dan limbah karbit dengan pemeraman 0 hari dapat dilihat pada Tabel 5.28 sebagai berikut.

**Tabel 5. 28 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah Pemeraman 0 Hari**

| Variasi Bahan Tambah                               | Parameter Kuat Geser Tanah |                        |
|--|----------------------------|------------------------|
|  | c ( $\text{kg/cm}^2$ )     | $\varphi$ ( $^\circ$ ) |
| tanah asli + 3% semen portland                     | 0,71                       | 20,57                  |
| tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 0,72                       | 20,78                  |
| tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 0,84                       | 23,63                  |
| tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 0,92                       | 24,56                  |

3. Pengujian Triaksial UU dengan Bahan Tambah Stabilisasi dan Waktu Pemeraman 7 Hari

Hasil pengujian triaksial UU bahan tambah stabilisasi semen portland dan limbah karbit dengan pemeraman 1 hari dapat dilihat pada Tabel 5.29 sebagai berikut.

**Tabel 5. 29 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah Pemeraman 7 Hari**

| Variasi Bahan Tambah                               | Parameter Kuat Geser Tanah |                        |
|--|----------------------------|------------------------|
|  | c ( $\text{kg/cm}^2$ )     | $\varphi$ ( $^\circ$ ) |
| tanah asli + 3% semen portland                     | 0,91                       | 22,12                  |
| tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 0,87                       | 21,74                  |
| tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 0,94                       | 23,62                  |
| tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 1,12                       | 26,12                  |

4. Pengujian Triaksial UU dengan Bahan Tambah Stabilisasi dan Waktu Pemeraman 14 Hari

Hasil pengujian triaksial UU bahan tambah stabilisasi semen portland dan limbah karbit dengan pemeraman 14 hari dapat dilihat pada Tabel 5.30 sebagai berikut.

**Tabel 5. 30 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah Pemeraman 14 Hari**

| Variasi Bahan Tambah                               | Parameter Kuat Geser Tanah |       |
|--|----------------------------|-------|
|  | c (kg/cm <sup>2</sup> )    | φ (°) |
| tanah asli + 3% semen portland                     | 1,12                       | 25,03 |
| tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 1,05                       | 23,55 |
| tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 1,21                       | 26,16 |
| tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 1,42                       | 28,20 |

5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU

Hasil rekapitulasi dari pengujian triaksial UU pada sampel tanah asli dan tanah yang ditambahkan variasi semen portland dan limbah karbit dapat dilihat pada Tabel 5.31 sebagai berikut.

**Tabel 5. 31 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU**

| Pemeraman | Variasi  | Parameter Kuat Geser Tanah |                       |
|-----------|--|----------------------------|-----------------------|
|           |  | Kohesi (c)                 | Sudut Geser Dalam (φ) |
|           |  | (kg/cm <sup>2</sup> )      | ° (derajat)           |
|           | Tanah Asli   | 0,65                       | 20,52                 |
| 0 Hari    | tanah asli + 3% semen portland                     | 0,71                       | 20,57                 |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 0,72                       | 20,78                 |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 0,84                       | 23,63                 |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 0,92                       | 24,56                 |

**Lanjutan Tabel 5.31 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU**

| Pemeraman | Variasi  | Parameter Kuat Geser Tanah |                              |
|-----------|--|----------------------------|------------------------------|
|           |  | Kohesi (c)                 | Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) |
|           |  | (kg/cm <sup>2</sup> )      | ° (derajat)                  |
| 7 Hari    | tanah asli + 3% semen portland                     | 0,91                       | 22,12                        |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 0,87                       | 21,74                        |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 0,94                       | 23,62                        |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 1,12                       | 26,12                        |
| 14 Hari   | tanah asli + 3% semen portland                     | 1,12                       | 25,03                        |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 1,05                       | 23,55                        |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 1,21                       | 26,16                        |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 1,42                       | 28,20                        |

## 5.2 Pembahasan

Pembahasan penelitian Tugas Akhir akan membahas tentang sifat dan karakteristik sampel tanah asli dan sampel tanah yang telah dicampur dengan bahan stabilisasi berupa semen portland dan limbah karbit berdasarkan dari pengujian yang telah dilaksanakan di laboratorium. Tanah yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini berasal dari desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta.

### 5.2.1 Tanah Asli

#### 1. Sifat Fisik Tanah

Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisik tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.32

**Tabel 5. 32 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli**

| Pengujian                              |                           | Simbol                 | Satuan               | Hasil  |
|--|---------------------------|------------------------|----------------------|--------|
| Persentase Tanah Lolos Saringan No.200 |                           |                        | %                    | 79,11  |
| Pengujian Kadar Air                    |                           | <i>w</i>               | %                    | 14,56  |
| Pengujian Berat Volume                 |                           | $\gamma$               | gram/cm <sup>3</sup> | 1,927  |
| Pengujian Berat Jenis                  |                           | <i>G<sub>s</sub></i>   | gram/cm <sup>3</sup> | 2,594  |
| Analisa Saringan                       | Pasir Kasar               |                        | %                    | 1,16   |
|  | Pasir Sedang              |                        | %                    | 4,84   |
|  | Pasir Halus               |                        | %                    | 14,89  |
|  | Lanau                     |                        | %                    | 29,88  |
|  | Lempung                   |                        | %                    | 49,22  |
| <i>Atteberg Limit</i>                  | Batas Cair                | <i>LL</i>              | %                    | 60,56  |
|  | Batas Plastis             | <i>PL</i>              | %                    | 44,752 |
|  | Batas Susut               | <i>SL</i>              | %                    | 22,123 |
| <i>Standard Proctor</i>                | Berat Volume Tanah Kering | $\gamma_{d \max}$      | gram/cm <sup>3</sup> | 1,379  |
|  | Kadar Air Optimum         | <i>W<sub>opt</sub></i> | %                    | 27,75  |

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

Klasifikasi tanah menggunakan metode *USCS* ditentukan menggunakan tabel sistemn klasifikasi tanah menurut *USCS*. Klasifikasi tanah dilakukan dengan menganalisa beberapa parameter, diantaranya adalah persentase tanah lolos saringan no 200, batas plastis, batas cair, dan indeks plastisitas. Klasifikasi tanah berdasarkan *USCS* dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

- a. Berdasarkan hasil dari analisis saringan, sampel tanah lolos rata-rata pada saringan no.200 sebesar 79,11% termasuk dalam divisi utama tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no.200 (0,075mm), serta tanah lanau dan lempung dengan nilai batas cair >50% karena pada pengujian batas cair didapatkan nilai batas cair rata-rata sebesar

60,56%. Hasil penentuan pada bagian divisi utama metode USCS dapat dilihat pada Tabel 5.33.

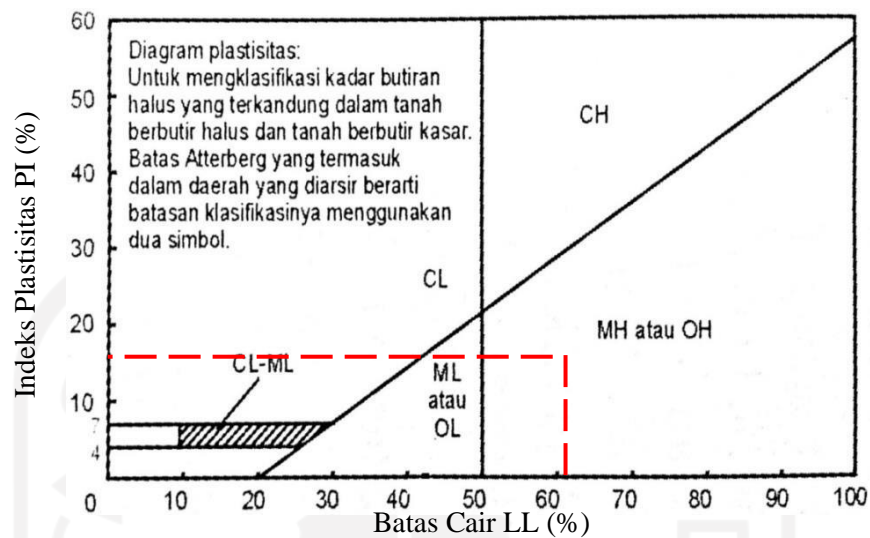
**Tabel 5. 33 Klasifikasi Tanah Asli Metode USCS**

| 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 ( <i>"lean clays"</i> ) |
|   |   | 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 ( <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. Pada pengujian batas Atterberg yang telah dilakukan sebelumnya didapatkan nilai batas cair sebesar 60,56%, batas plastis sebesar 44,752%, dan indeks plastisitas sebesar 15,803%. Berdasarkan ketiga parameter tersebut maka tanah asli dapat diplotkan nilai batas cair dan indeks plastisitas pada grafik USCS dalam menentukan klasifikasi tanah. setelah dilakukan plotting, tanah asli termasuk dalam kelompok OH.

Berikut grafik klasifikasi tanah berdasarkan USCS yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan Tabel 5.34 berikut.



**Gambar 5. 8 Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS Tabel 5. 34 Klasifikasi Kelompok Tanah Asli Berdasarkan 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                                     |   | Pt              | Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi  |

Sumber: Das (1995)

Berdasarkan hasil klasifikasi tanah asli menggunakan metode *USCS* dapat disimpulkan bahwa tanah lempung desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta masuk ke dalam kelompok OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

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

Klasifikasi tanah menggunakan metode AASHTO dilakukan dengan cara menganalisa sifat fisik tanah dan karakteristik tanah asli. Analisa dilakukan menggunakan data pada Tabel 5.30 sebagai acuan. Klasifikasi tanah menggunakan metode AASHTO dilakukan sebagai berikut.

- a. Berdasarkan pengujian analisis butiran tanah didapatkan persentase tanah lolos saringan no.200 sebesar 79,11%, sampel tanah tersebut termasuk dalam kelompok Tanah Lanau Lempung (>35% dari seluruh sampel tanah lolos saringan no.200).
- b. Berdasarkan pengujian batas-batas konsistensi didapatkan nilai batas cair (LL) sebesar 60,56%, dan nilai indeks plastisitas (PI) sebesar 15,803%, maka sampel tanah termasuk dalam klasifikasi kelompok kategori kode A-7, dengan persyaratan nilai batas cair (LL) minimal 41% dan nilai indeks plastisitas (PI) minimal 11%.
- c. Berdasarkan pembahasan diatas, maka sampel tanah asli dapat disimpulkan termasuk dalam kelompok A-7 dengan tipe material paling dominan tanah berlempung dan berdasarkan penilaian termasuk sebagai bahan tanah dasar biasa sampai jelek.

Hasil klasifikasi kelompok tanah dengan menggunakan metode *AASHTO* dapat dilihat pada Tabel 5.35 sebagai berikut.

**Tabel 5. 35 Hasil Klasifikasi Tanah Metode AASHTO**

|  |  |                    |                    |                  |
|--|--|--------------------|--------------------|------------------|
| Penilaian sebagai bahan tanah dasar  | Baik sekali sampai baik  |                    |                    |                  |
| Klasifikasi umum   | Tanah berbutir<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)

## 4. Potensi Pengembangan Tanah

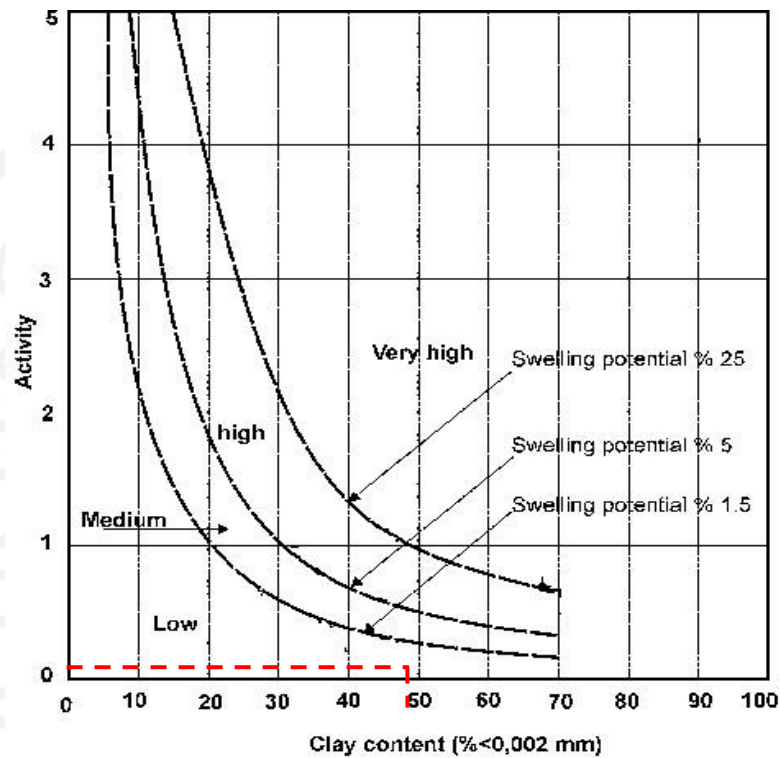
Dalam penelitian Tgas Akhir ini juga dilakukan pengujian analisa mengenai tingkat potensi pengembangan menurut beberapa teori dan menggunakan metode tidak langsung yaitu menggunakan nilai batas-batas konsistensi (atteberg limit), dengan demikian dapat diketahui nilai aktivitas yang diperoleh dari persentase lempung dan indeks plastisitas, dimana pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan diperoleh persentase lempung sebesar 49,22% dan indeks plastisitas 15,803%, maka potensi pengembangan dapat ditentukan dengan Persamaan 3.1.

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

$$\text{Aktifitas (A)} = \frac{15,803}{49,22}$$

$$\text{Aktifitas (A)} = 0,321$$

Berdasarkan persamaan diatas selanjutnya dapat diplotkan dalam sebuah grafik hubungan antara aktifitas dan kandungan lempung yang dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut.



**Gambar 5. 9 Diagram Klasifikasi Potensi Pengembangan Tanah Asli**

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

Berdasarkan dari plot diagram diatas, maka tanah yang berasal dari desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta memiliki nilai tingkat potensi pengembangan sedang atau potensi pengembangan berada diantara 1,5%-5%. Berdasarkan kriteria Seed (1962) yang dapat dilihat pada Tabel 3.5 diatas, Maka derajat ekspansifitas tanah asli dapat ditentukan menggunakan persamaan 3.2.

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

$$S = (2,6 \times 10^{-3})(15,803)^{2,44}$$

$$S = 2,187 \%$$

Dari hasil persamaan diatas dapat diketahui klasifikasi derajat ekspansifitas tanah yang dapat dilihat pada Tabel 5.36 berikut.

**Tabel 5. 36 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 hasil diatas maka sampel tanah asli yang berasal dari desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta termasuk dalam klasifikasi tanah dengan derajat ekspansifitas sedang.

#### 5. Sifat Mekanik Tanah Asli

Sifat mekanik tanah yang ditinjau pada penelitian Tugas Akhir ini adalah kohesi dan sudut geser dalam yang merupakan parameter dari kuat geser tanah. Untuk memperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam didapatkan melalui pengujian triaksial UU. Berdasarkan hasil pengujian triaksial UU sampel tanah lempung dari desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta memiliki nilai kohesi sebesar 0,648 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai sudut geser dalam sebesar 20,523°.

#### 5.2.2 Tanah Asli Dengan Bahan Stabilisasi

Pada pembahasan sub bab ini akan dibahas tentang pengaruh penambahan bahan stabilisasi berupa semen portland dan limbah karbit terhadap parameter kuat geser tanah berupa nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ).

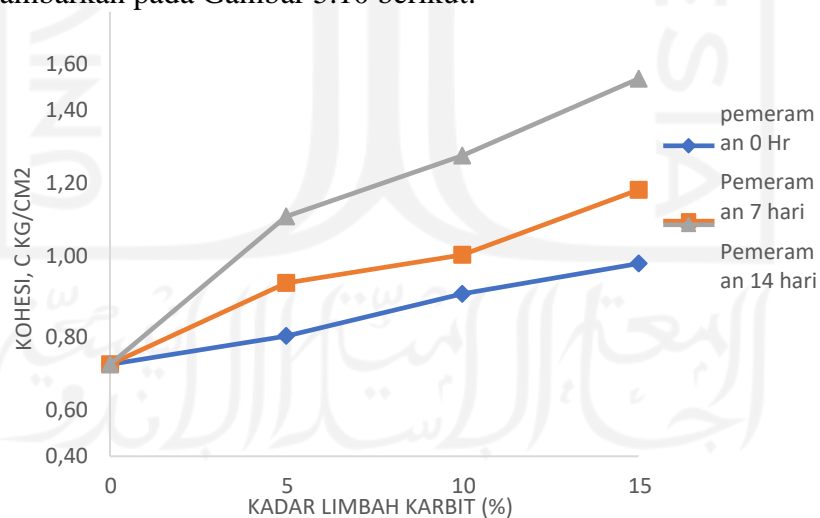
##### 1. Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi (C)

Pengaruh penambahan bahan stabilisasi berupa semen portland dan limbah karbit terhadap parameter kuat geser berupa kohesi pada pengujian triaksial UU dapat dilihat pada Tabel 5.37 sebagai berikut.

**Tabel 5. 37 Pengaruh Penambahan Semen Portland dan Limbah Karbit Terhadap Nilai Kohesi (c)**

| Pemeraman | Uraian   | Kohesi (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------|--|------------------------------|
|           | Tanah Asli   | 0,65                         |
| 0 Hari    | tanah asli + 3% semen portland                     | 0,71                         |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 0,72                         |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 0,84                         |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 0,92                         |
| 7 Hari    | tanah asli + 3% semen portland                     | 0,91                         |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 0,87                         |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 0,94                         |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 1,12                         |
| 14 Hari   | tanah asli + 3% semen portland                     | 1,12                         |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 1,05                         |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 1,21                         |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 1,42                         |

Berdasarkan Tabel 5.37 diatas maka data tersebut dapat dibuat grafik yang digambarkan pada Gambar 5.10 berikut.



**Gambar 5. 10 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Stabilisasi Semen Portland dan Limbah Karbit Terhadap Nilai Kohesi Pengujian Triaksial UU**

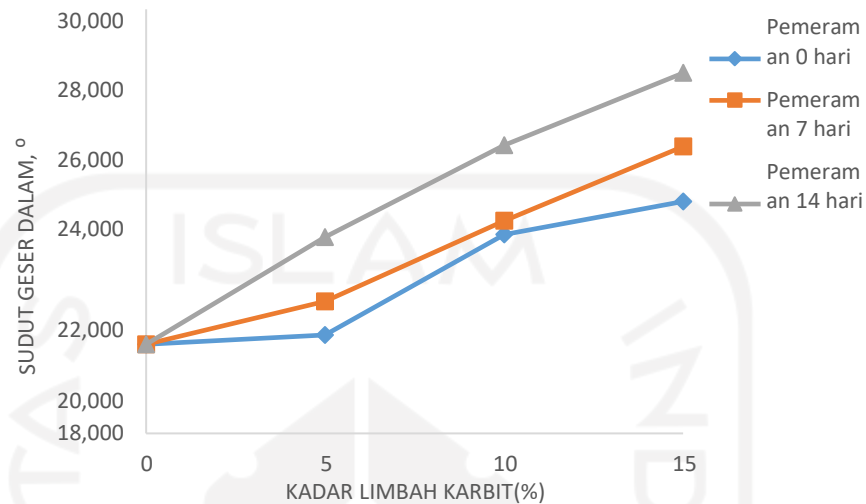
Berdasarkan dari Gambar 5.10 dapat diketahui pada pengujian triaksial UU, penambahan bahan tambah semen portland dan variasi limbah karbit pada sampel tanah asli dapat meningkatkan nilai kohesi bersamaan dengan bertambahnya masa pemeraman. Peningkatan nilai kohesi terjadi selama adanya penambahan dari variasi limbah karbit. Pada kondisi tanah asli pada saat dicampurkan bahan tambah limbah karbit sebanyak 5%, diketahui terjadi peningkatan pada nilai kohesi sebesar 11,88%; 33,95% dan 61,73%, pada saat ditambahkan kadar limbah karbit 10% terjadi peningkatan sebesar 29,48%; 45,68% dan 87,04%, dan pada saat ditambahkan kadar limbah karbit 15% terjadi peningkatan sebesar 42,13%; 72,84% dan 119,14% terhadap tanah asli dengan masa pemeraman berturut-turut 0 hari, 7 hari dan 14 hari.

2. Pengaruh Variasi Bahan Tambah Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pengaruh dari penambahan bahan stabilisasi berupa semen portland dan limbah karbit terhadap nilai sudut geser dalam tanah dalam pengujian triaksial UU dapat dilihat pada Tabel 5.38 dan Gambar 5.11 berikut.

**Tabel 5. 38 Pengaruh Penambahan Semen Portland dan Limbah Karbit Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam**

| Pemeraman | Uraian   | Sudut Geser Dalam <sup>o</sup> |
|-----------|--|--------------------------------|
|           | Tanah Asli   | 20,52                          |
| 0 Hari    | tanah asli + 3% semen portland                     | 20,57                          |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 20,78                          |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 23,63                          |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 24,56                          |
| 7 Hari    | tanah asli + 3% semen portland                     | 22,12                          |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 21,74                          |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 24,02                          |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 26,12                          |
| 14 Hari   | tanah asli + 3% semen portland                     | 25,03                          |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 23,55                          |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 26,16                          |
|           | tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 28,20                          |

Berdasarkan Tabel 5.38 diatas maka data tersebut dapat dibuat grafik yang digambarkan pada Gambar 5.11 berikut.



**Gambar 5. 11 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Stabilisasi Semen Portland dan Limbah Karbit Terhadap Nilai Sudut Geser Pengujian Triaksial UU**

Berdasarkan Gambar 5.11 dapat dilihat juga bahwa pada pengujian triaksial UU penambahan bahan tambah semen portland dan variasi limbah karbit pada sampel tanah asli dapat meningkatkan nilai sudut geser dalam bersamaan dengan bertambahnya masa pemeraman. Peningkatan nilai sudut geser dalam terjadi selama penambahan limbah karbit dilakukan. Kondisi tanah asli pada saat dicampurkan bahan tambah limbah karbit sebanyak 5% diketahui terjadi peningkatan nilai sudut geser dalam sebesar 1,25%; 5,92% dan 14,75%, pada saat ditambahkan kadar limbah karbit 10% terjadi peningkatan sebesar 15,14%; 17,04% dan 27,45%, dan pada saat ditambahkan kadar limbah karbit sebanyak 15% maka terjadi peningkatan sebesar 19,69%; 27,27% dan 37,40% terhadap tanah asli dengan masa pemeraman berturut-turut 0 hari, 7 hari dan 14 hari.

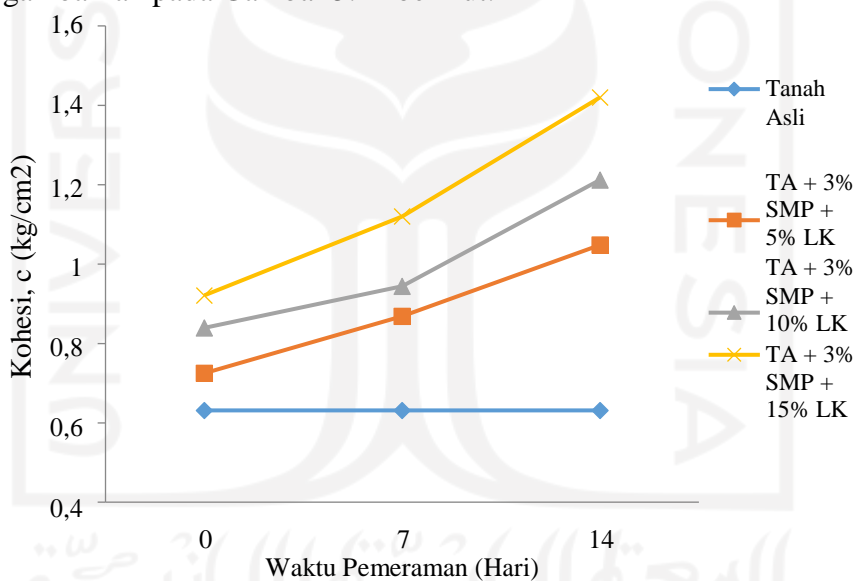
### 3. Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi

Pengaruh penambahan waktu pemeraman pada pengujian Triaksial UU yang ditinjau dari nilai kohesi dapat dilihat pada Tabel 5.39 sebagai berikut.

**Tabel 5. 39 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi pada Pengujian Triaksial UU**

| Kohesi (c), kg/cm <sup>2</sup>     |                             |                                   |                                    |                                    |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Tanah Asli<br>(Tanpa<br>Pemeraman) | Masa<br>Pemeraman<br>(Hari) | Tanah Asli<br>+ 3% SMP<br>+ 5% LK | Tanah Asli +<br>3% SMP +<br>10% LK | Tanah Asli +<br>3% SMP +<br>15% LK |
| 0,65                               | 0                           | 0,72                              | 0,84                               | 0,92                               |
|                                    | 7                           | 0,87                              | 0,94                               | 1,12                               |
|                                    | 14                          | 1,05                              | 1,21                               | 1,42                               |

Berdasarkan Tabel 5.39 diatas maka data tersebut dapat dibuat grafik yang digambarkan pada Gambar 5.12 berikut.



**Gambar 5. 12 Grafik Pengaruh Masa Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi pada Pengujian Triaksial**

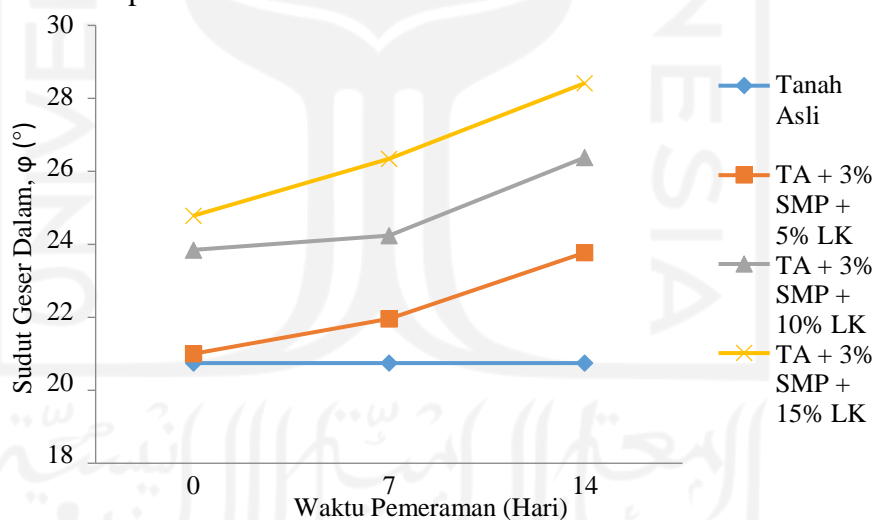
Berdasarkan Gambar 5.12 dapat dilihat bahwa pada pengujian triaksial UU yang telah dilakukan masa pemeraman sangat berpengaruh dalam meningkatkan nilai kohesi sampel tanah. Nilai kohesi selalu mengalami peningkatan bersamaan dengan bertambahnya masa pemeraman dilakukan.

4. Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam  
Pengaruh penambahan waktu pemeraman pada pengujian Triaksial UU yang ditinjau dari nilai sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 5.40 sebagai berikut.

**Tabel 5. 40 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi pada Pengujian Triaksial UU**

| Sudut Geser Dalam (°)        |                       |                             |                              |                              |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Tanah Asli (Tanpa Pemeraman) | Masa Pemeraman (Hari) | Tanah Asli + 3% SMP + 5% LK | Tanah Asli + 3% SMP + 10% LK | Tanah Asli + 3% SMP + 15% LK |
| 20,523                       | 0                     | 20,78                       | 23,63                        | 24,56                        |
|                              | 7                     | 21,74                       | 24,02                        | 26,12                        |
|                              | 14                    | 23,55                       | 26,16                        | 28,20                        |

Berdasarkan Tabel 5.40 diatas maka data tersebut dapat dibuat grafik yang digambarkan pada Gambar 5.13 berikut.



**Gambar 5. 13 Grafik Pengaruh Masa Pemeraman Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam pada Pengujian Triaksial**

Berdasarkan Gambar 5.13 dapat dilihat bahwa pada pengujian triaksial UU masa pemeraman sangat berpengaruh dalam meningkatkan nilai sudut geser dalam pada sampel tanah. Nilai sudut geser dalam selalu mengalami

peningkatan bersamaan dengan bertambahnya waktu pemeraman yang dilakukan.



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil pengujian laboratorium dan hasil dari analisis data tanah asli serta hasil dari tanah yang telah dicampur dengan bahan tambah berupa semen portland dan limbah karbit maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan dari serangkaian pengujian yang telah dilakukan, maka karakteristik sampel tanah yang diambil dari Desa Gayamharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta termasuk dalam jenis tanah material berlempung, dan sebagai tanah dasar biasa sampai jelek, berdasarkan klasifikasi dengan metode *AASHTO* sampel tanah tersebut termasuk pada subkelompok A-7. Berdasarkan metode *USCS* sampel tanah tersebut memiliki symbol kelompok OH atau termasuk lempung organik dengan tingkat plastisitas sedang sampai tinggi.
2. Pencampuran semen portland dan limbah karbit pada tanah asli memberikan pengaruh terhadap parameter kuat geser tanah yaitu nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam sebagai berikut.
  - a. Nilai kohesi ( $c$ ) tanah asli pada pengujian triaksial UU adalah sebesar  $0,648 \text{ kg/cm}^2$ . Peningkatan nilai kohesi pada pengujian triaksial UU terjadi pada saat dicampurkan bahan tambah semen portland 3% konstan dan limbah karbit sebanyak 5%, diketahui terjadi peningkatan pada nilai kohesi sebesar 11,88%; 33,95% dan 61,73%, pada saat ditambahkan kadar limbah karbit 10% terjadi peningkatan sebesar 29,48%; 45,68% dan 87,04%, dan pada saat ditambahkan kadar limbah karbit 15% terjadi peningkatan sebesar 42,13%; 72,84% dan 119,14% terhadap tanah asli dengan masa pemeraman berturut-turut 0 hari, 7 hari dan 14 hari.
  - b. Nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) tanah asli pada pengujian triaksial UU adalah sebesar  $20,523^\circ$ . Peningkatan nilai kohesi pada pengujian

triaksial UU terjadi pada saat dicampurkan bahan tambah semen portland 3% konstan dan limbah karbit sebanyak 5%, diketahui terjadi peningkatan nilai sudut geser dalam sebesar 1,25%; 5,92% dan 14,75%, pada saat ditambahkan kadar limbah karbit 10% terjadi peningkatan sebesar 15,14%; 17,04% dan 27,45%, dan pada saat ditambahkan kadar limbah karbit sebanyak 15% maka terjadi peningkatan sebesar 19,69%; 27,27% dan 37,40% terhadap tanah asli dengan masa pemeraman berturut-turut 0 hari, 7 hari dan 14 hari.

## 6.2 Saran

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang dapat diberikan antara lain sebagai berikut.

1. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian pada jenis tanah yang berbeda dengan bahan tambah yang sama.
2. Peneliti selanjutnya dapat mencoba melakukan penelitian dengan variasi persentase semen portland konstan dengan penambahan persentase limbah karbit yang lebih besar.
3. Penelitian selanjutnya dapat mengkombinasikan bahan tambah limbah karbit dengan bahan stabilisasi lainnya.
4. Penelitian selanjutnya dapat dilanjutkan dengan melakukan pengujian yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abiyogo, M. B. (2019). *Pengaruh Sabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur Tohor dan Matos Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Alhadrawi, R. (2016). *Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Terhadap Nilai Parameter Kuat Geser Tanah Lempung Desa Lhok Kruet Kecamatan Sampoiniet Kabupaten Aceh Jaya*. Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI 1742:2008*. Jakarta: BSN.
- Bowles, J. (1986). *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Terjemahan oleh Johan K. Hainim. Jakarta: Erlangga.
- Budiarto, Eko. (2012). *Biostatistika untuk Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah Jilid II*. Jakarta: Erlangga.
- Das, M. B. (1998). *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Surabaya: Erlangga.
- Das, M. B. (1998). *Mekanika Tanah Jilid 2 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Surabaya: Erlangga.
- Fajriansyah, R. (2015). *Pengaruh Penambahan Limbah Karbit dan Serat Bambu Terhadap Nilai CBR, Swelling dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Untuk Subgrade Jalan Raya*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Hardiyatmo, H. (2010). *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Indra Ardiansyah, Abubakar Alwi, Aprianto. (2020). *Studi Pengaruh Bahan Limbah Karbit dan Semen Portland Terhadap Kuat Geser Pada Stabilisasi Tanah Lempung Kota Pontianak*. Pontianak: Universitas Tanjung Pura.
- Irawan, R. R. (2013). *Semen Portland di Indonesia Untuk Aplikasi Beton Kinerja*

*Tinggi*. Bandung: Kementrian Pekerjaan Umum : Badan Penelitian dan Pengembangan.

Jesicha Gratia Eman, Joseph R. Sumampouw, Turangan Arens E. (2017). *Korelasi Antara Tegangan Geser dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Dengan Bahan Campuran Semen*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.

Machfud Ridwan, Nur Fauziah. (2017). *Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Terhadap Potensial Swelling Pada Tanah Lempung Ekspansif di Daerah Driyorejo Gresik*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Metcalf, J.B., & Ingels, O.G., 1972, "Soil Stabilization", Butterworths.

Putri, R. M. (2020). *Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Pada Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Pengujian Triaxial Unconsolidated Undrained*. Palembang: Universitas Sriwijaya.

Terzaghi dan Peck. (1987). *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Jakarta: Erlangga.



# LAMPIRAN



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli   |

| No | Uraian                                   | Satuan | Sampel |       |
|----|--|--------|--------|-------|
|    |  |        | 1      | 2     |
| 1  | Berat container ( $W_1$ )                | gram   | 7,74   | 6,94  |
| 2  | Berat container + tanah basah ( $W_2$ )  | gram   | 71,89  | 54,79 |
| 3  | Berat container + tanah kering ( $W_3$ ) | gram   | 64,41  | 48,22 |
| 4  | Berat air ( $W_w = W_2 - W_1$ )          | gram   | 7,48   | 6,57  |
| 5  | Berat tanah kering ( $W_s = W_3 - W_1$ ) | gram   | 56,67  | 41,28 |
| 6  | Kadar air ( $W_w : W_s \times 100\%$ )   | %      | 13,20  | 15,92 |
| 7  | Kadar air rata-rata ( $w$ )              | %      | 14,56  |       |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli   |

| No | Uraian                       | Simbol   | Satuan               | Hasil    |          |
|----|------------------------------|--|----------------------|----------|----------|
|    |                              |  |                      | Sampel 1 | Sampel 2 |
| 1  | Diameter ring                | d  | cm                   | 5,00     | 5,00     |
| 2  | Tinggi ring                  | t  | cm                   | 2,00     | 2,00     |
| 3  | Volume ring                  | V  | cm <sup>3</sup>      | 39,27    | 39,27    |
| 4  | Berat ring                   | W <sub>1</sub>                                 | gram                 | 39,10    | 39,10    |
| 5  | Berat ring + tanah basah     | W <sub>2</sub>                                 | gram                 | 114,49   | 115,02   |
| 6  | Berat tanah basah            | W <sub>3</sub> =W <sub>2</sub> -W <sub>1</sub> | gram                 | 75,39    | 75,92    |
| 7  | Berat volume tanah           | γ  | gram/cm <sup>3</sup> | 1,92     | 1,93     |
| 8  | Berat volume tanah rata-rata | γ rata-rata                                    | gram/cm <sup>3</sup> | 1,93     |          |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli   |

| No | Uraian                                      | Simbol            | Satuan               | Sampel |        |
|----|---|-------------------|----------------------|--------|--------|
|    |   |                   |                      | 1      | 2      |
| 1  | Berat piknometer                            | $W_1$             | gram                 | 39,561 | 39,90  |
| 2  | Berat piknometer + tanah kering             | $W_2$             | gram                 | 71,94  | 74,23  |
| 3  | Berat Piknometer + tanah kering + air penuh | $W_3$             | gram                 | 160,72 | 162,56 |
| 4  | Berat piknometer + air penuh                | $W_4$             | gram                 | 139,95 | 142,43 |
| 5  | Suhu air (t°C)                              |                   | °C                   | 27,00  | 27,00  |
| 6  | γ <sub>w</sub> (t°C)                        |                   | gram/cm <sup>3</sup> | 1,00   | 1,00   |
| 7  | γ <sub>w</sub> (27,5°C)                     |                   | gram/cm <sup>3</sup> | 1,00   | 1,00   |
| 8  | Berat tanah kering                          | $W_s = W_2 - W_1$ | gram                 | 32,38  | 34,33  |
| 9  | A   | $W_s + W_4$       | gram                 | 172,33 | 176,76 |
| 10 | I   | $A - W_3$         | gram                 | 11,61  | 14,20  |
| 11 | Berat jenis tanah (t°C)                     | $G_s = W_s / I$   | gram/cm <sup>3</sup> | 2,79   | 2,42   |
| 12 | Berat jenis tanah (27,5°C)                  | $G_s$             | gram/cm <sup>3</sup> | 2,78   | 2,41   |
| 13 | Berat jenis tanah rata-rata (27,5°C)        | $G_s$ rata-rata   | gram/cm <sup>3</sup> | 2,59   |        |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| 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              | 25,40             | 0                    | 300               | 0                         | 0                      |
| 1/2            | 13,20             | 0                    | 300               | 0                         | 0                      |
| 3/8            | 9,50              | 0                    | 300               | 0                         | 0                      |
| 1/4            | 6,70              | 0                    | 300               | 0                         | 0                      |
| 4              | 4,75              | 0                    | 300               | 0                         | 0                      |
| 10             | 2,00              | 2,59                 | 297,41            | 0,86                      | 0,86                   |
| 20             | 0,85              | 4,43                 | 292,98            | 1,48                      | 2,34                   |
| 40             | 0,43              | 9,54                 | 283,44            | 3,180                     | 5,52                   |
| 60             | 0,25              | 13,43                | 270,01            | 4,48                      | 10,00                  |
| 140            | 0,11              | 20,54                | 249,47            | 6,85                      | 16,84                  |
| 200            | 0,08              | 7,53                 | 241,94            | 2,51                      | 19,35                  |
| pan            | -                 | 241,94               | 0                 | 80,65                     | 100                    |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| 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              | 25,40             | 0                    | 300               | 0                         | 0                      |
| 1/2            | 13,20             | 0                    | 300               | 0                         | 0                      |
| 3/8            | 9,50              | 0                    | 300               | 0                         | 0                      |
| 1/4            | 6,70              | 0                    | 300               | 0                         | 0                      |
| 4              | 4,75              | 0                    | 300               | 0                         | 0                      |
| 10             | 2,00              | 4,37                 | 295,63            | 1,46                      | 1,46                   |
| 20             | 0,85              | 5,43                 | 290,20            | 1,81                      | 3,27                   |
| 40             | 0,43              | 9,65                 | 280,55            | 3,22                      | 6,48                   |
| 60             | 0,25              | 15,64                | 264,91            | 5,21                      | 11,70                  |
| 140            | 0,11              | 23,58                | 241,33            | 7,86                      | 19,56                  |
| 200            | 0,078             | 8,64                 | 232,69            | 2,88                      | 22,44                  |
| pan            | -                 | 232,69               | 0                 | 77,56                     | 100                    |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 HIDROMETER**  
**ASTM D 421-72**

|            |  |
|------------|--|
| Proyek     | : Tugas Akhir  |
| Lokasi     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 1  |

|                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| Berat Jenis Tanah, Gs = 2,59   | Faktor Koreksi, a = 1,02  |
| Berat Tanah Kering, Ws = 50 gr | Zero Corection = -2       |
|                                | Meniscus Corection, m = 1 |

| Jam   | Temperatur, t | Pembacaan Hidrometer, Ra | Pembacaan Hidrometer Terkoraksi, Rc | % Lolos | Hyd. Terkoreksi meniscus, R | Kedalaman Efektif, L | L/t  | k    | Diameter, D |
|-------|---------------|--------------------------|-------------------------------------|---------|-----------------------------|----------------------|------|------|-------------|
| menit | °C            |                          |                                     |         |                             | cm                   |      |      | mm          |
| 0     | 27            | 38                       | 40                                  | 64,55   | 41                          | 10,10                | 0,00 | 0,01 | 0,00        |
| 2     | 27            | 32                       | 34                                  | 54,87   | 35                          | 11,10                | 5,75 | 0,01 | 0,03        |
| 5     | 27            | 28                       | 30                                  | 48,41   | 31                          | 11,70                | 2,40 | 0,01 | 0,02        |
| 30    | 27            | 20                       | 22                                  | 35,50   | 23                          | 13,00                | 0,43 | 0,01 | 0,01        |
| 60    | 27            | 18                       | 20                                  | 32,27   | 21                          | 13,30                | 0,22 | 0,01 | 0,01        |
| 250   | 27            | 10                       | 12                                  | 19,36   | 13                          | 14,70                | 0,06 | 0,01 | 0,00        |
| 1440  | 27            | 5                        | 7                                   | 11,30   | 8                           | 15,50                | 0,01 | 0,01 | 0,00        |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 HIDROMETER**  
**ASTM D 421-72**

|            |  |
|------------|--|
| Proyek     | : Tugas Akhir  |
| Lokasi     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 2  |

|  |                           |
|--|---------------------------|
| Berat Jenis Tanah, G <sub>s</sub> = 2,59   | Faktor Koreksi, a = 1,02  |
| Berat Tanah Kering, W <sub>s</sub> = 60 gr | Zero Corection = -2       |
|  | Meniscus Corection, m = 1 |

| Jam   | Temperatur, t | Pembacaan Hidrometer, Ra | Pembacaan Hidrometer Terkoraksi, Rc | % Lolos | Hyd. Terkoraksi meniscus, R | Kedalaman Efektif, L | L/t  | k    | Diameter, D |
|-------|---------------|--------------------------|-------------------------------------|---------|-----------------------------|----------------------|------|------|-------------|
| menit | °C            |                          |                                     |         |                             | cm                   |      |      | mm          |
| 0     | 27            | 38                       | 40                                  | 64,55   | 41                          | 10,10                | 0,00 | 0,01 | 0,00        |
| 2     | 27            | 34                       | 36                                  | 58,09   | 37                          | 10,70                | 5,35 | 0,01 | 0,03        |
| 5     | 27            | 29                       | 31                                  | 50,03   | 32                          | 11,50                | 2,30 | 0,01 | 0,02        |
| 30    | 27            | 24                       | 26                                  | 41,96   | 27                          | 12,40                | 0,41 | 0,01 | 0,01        |
| 60    | 27            | 20                       | 22                                  | 35,50   | 23                          | 13,00                | 0,22 | 0,01 | 0,01        |
| 250   | 27            | 14                       | 16                                  | 25,82   | 17                          | 14,00                | 0,06 | 0,01 | 0,00        |
| 1440  | 27            | 8                        | 10                                  | 16,14   | 11                          | 15,00                | 0,01 | 0,01 | 0,00        |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)

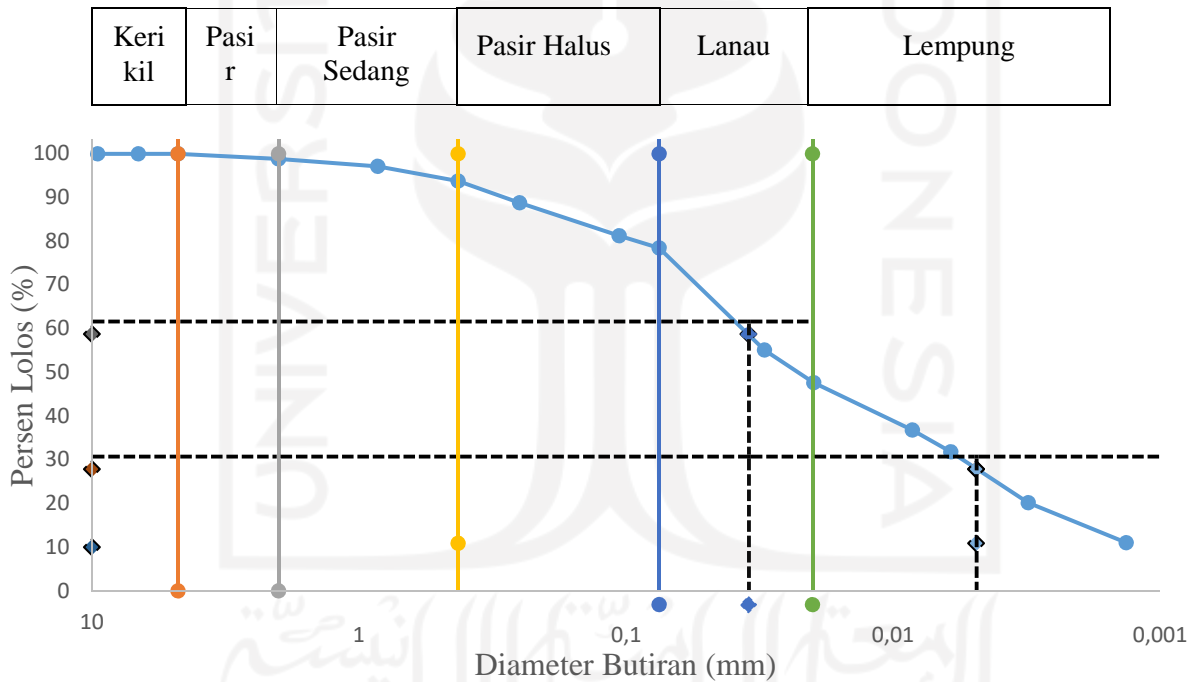


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli Rata-rata   |



Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
 Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Rekapitulasi Hasil Analisa Saringan                            |

| Keterangan                    | Hasil | Satuan |
|-------------------------------|-------|--------|
| Tanah lolos ayakan No.200     | 79,11 | %      |
| Pasir Kasar                   | 1,16  | %      |
| Pasir Sedang                  | 4,84  | %      |
| Pasir Halus                   | 14,89 | %      |
| Lanau                         | 29,89 | %      |
| Lempung                       | 49,22 | %      |
| D10                           | -     | mm     |
| D30                           | 0,005 | mm     |
| D60                           | 0,035 | mm     |
| $Cu = D60/D10$                | -     |        |
| $Cc = D30^2/(D10 \times D60)$ | -     |        |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| 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                    |     |       |       |       |       |       |       |       |       |               |       |
| 2  | Berat cawan                  | gr  | 9,29  | 9,00  | 8,94  | 9,12  | 9,13  | 9     | 8,98  | 9,2   | 12,6<br>4     | 13,02 |
| 3  | Berat cawan + tanah basah    | gr  | 26,63 | 27,01 | 31,62 | 25,7  | 20,87 | 19,97 | 17,84 | 22,1  | 24,9<br>4     | 25,02 |
| 4  | Berat cawan + tanah kering   | gr  | 19,68 | 19,78 | 22,65 | 19,16 | 16,24 | 15,73 | 14,51 | 17,22 | 21,7<br>4     | 20,36 |
| 5  | Berat air (3) - (4)          | gr  | 6,95  | 7,23  | 8,97  | 6,54  | 4,63  | 4,239 | 3,33  | 4,88  | 3,20          | 4,66  |
| 6  | Berat tanah kering (4) - (2) | gr  | 10,39 | 10,78 | 13,71 | 10,04 | 7,11  | 6,73  | 5,53  | 8,02  | 9,10          | 7,34  |
| 7  | Kadar air = (5)/(6) x 100%   | %   | 66,89 | 67,07 | 65,43 | 65,14 | 65,12 | 62,99 | 60,22 | 60,85 | 35,1<br>6     | 63,49 |
| 8  | Kadar air rata-rata          | %   | 66,98 |       | 65,28 |       | 64,05 |       | 60,53 |       | 49,33         |       |
| 9  | Jumlah pukulan, N            |     | 18    |       | 23    |       | 32    |       | 45    |       |               |       |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| 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  | 9,03  | 9,19  | 8,95  | 9,12  | 9,13  | 9,16  | 13,01 | 12,64 | 9,29          | 9     |
| 3  | Berat cawan + tanah basah    | gr  | 21,83 | 22,66 | 22,83 | 27,83 | 26,69 | 25,03 | 32,18 | 25,07 | 9,73          | 9,7   |
| 4  | Berat cawan + tanah kering   | gr  | 17,03 | 17,72 | 17,78 | 21,15 | 20,44 | 19,42 | 25,44 | 20,68 | 9,61          | 9,49  |
| 5  | Berat air (3) - (4)          | gr  | 4,8   | 4,94  | 5,05  | 6,68  | 6,25  | 5,61  | 6,74  | 4,39  | 0,12          | 0,21  |
| 6  | Berat tanah kering (4) - (2) | gr  | 8     | 8,53  | 8,83  | 12,03 | 11,31 | 10,26 | 12,43 | 8,04  | 0,32          | 0,49  |
| 7  | Kadar air = (5)/(6) x 100%   | %   | 60,00 | 57,91 | 57,19 | 55,53 | 55,26 | 54,68 | 54,22 | 54,60 | 37,50         | 42,86 |
| 8  | Kadar air rata-rata          | %   | 58,96 |       | 56,36 |       | 54,97 |       | 54,41 |       | 40,18         |       |
| 9  | Jumlah pukulan, N            |     | 14    |       | 24    |       | 31    |       | 36    |       |               |       |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



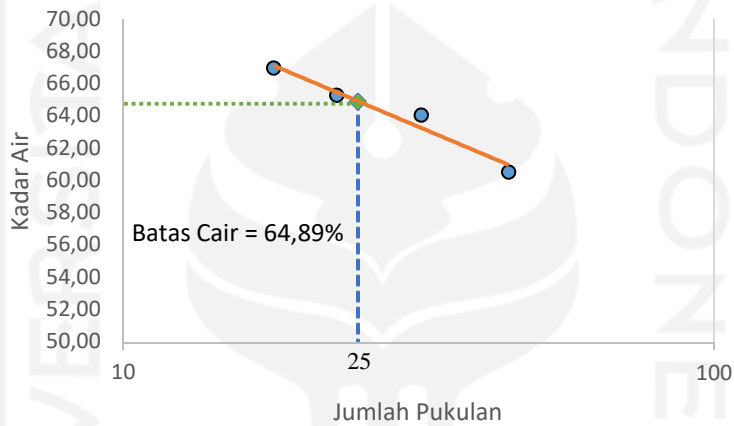
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

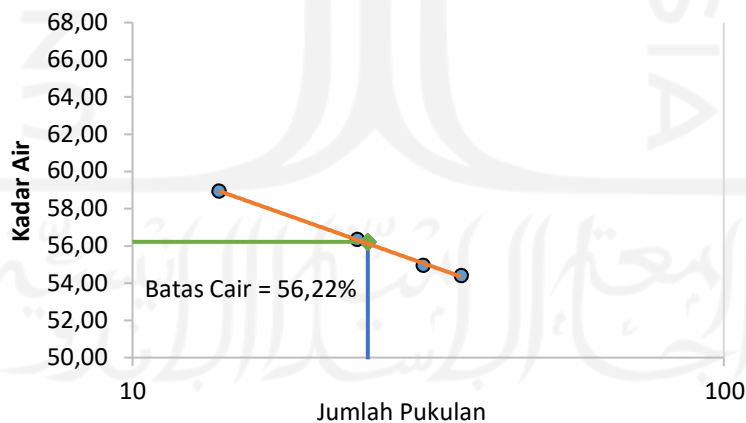
**PENGUJIAN BATAS CAIR**  
**ASTM D 423-66**

|            |  |
|------------|--|
| Proyek     | : Tugas Akhir  |
| Lokasi     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| 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, 14 Desember 2021  
 Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 1  |

a. Kadar Air

| No | Pengujian                                     |        | I     | II    |
|----|---|--------|-------|-------|
| 1  | Berat cawan susut                             | W1, gr | 42,14 | 41,22 |
| 2  | Berat cawan susut + tanah basah               | W2, gr | 67,65 | 67,24 |
| 3  | Berat cawan susut + tanah kering              | W3, gr | 58,53 | 56,13 |
| 4  | Berat tanah kering                            | gr     | 16,39 | 14,91 |
| 5  | Kadar air, $w = (W2-W3)/(W3-W1) \times 100\%$ | %      | 55,64 | 74,51 |

b. Volume Tanah Basah = Volume Cawan Susut

| No | Pengujian     |                    | I     | II    |
|----|---------------|--------------------|-------|-------|
| 1  | Diameter ring | d, cm              | 4,15  | 4,15  |
| 2  | Tinggi ring   | t, cm              | 1,02  | 1,20  |
| 3  | Volume ring   | V, cm <sup>3</sup> | 13,80 | 16,23 |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli sampel 1  |

| No | Pengujian                                  |                     | I      | II     |
|----|--|---------------------|--------|--------|
| 1  | Berat air raksa yang terdesak tanah kering | W4, gr              | 173,72 | 177,33 |
| 2  | Berat gelas ukur                           | W5, gr              | 60,52  | 60,52  |
| 3  | Berat air raksa                            | W6, gr              | 113,20 | 116,81 |
| 4  | Berat tanah kering                         | Wo, gr              | 16,39  | 14,91  |
| 5  | Volume tanah kering                        | Vo, cm <sup>3</sup> | 8,32   | 8,59   |
| 6  | Batas susut tanah                          | %                   | 22,25  | 23,25  |
| 7  | Batas susut tanah rata-rata                | %                   | 22,75  |        |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli sampel 2  |

a. Kadar Air

| No | Pengujian                                     |        | I     | II    |
|----|---|--------|-------|-------|
| 1  | Berat cawan susut                             | W1, gr | 42,30 | 42,19 |
| 2  | Berat cawan susut + tanah basah               | W2, gr | 72,81 | 67,62 |
| 3  | Berat cawan susut + tanah kering              | W3, gr | 62,61 | 56,81 |
| 4  | Berat tanah kering                            | gr     | 20,31 | 14,62 |
| 5  | Kadar air, $w = (W2-W3)/(W3-W1) \times 100\%$ | %      | 50,22 | 73,94 |

b. Volume Tanah Basah = Volume Cawan Susut

| No | Pengujian     |                    | I     | II    |
|----|---------------|--------------------|-------|-------|
| 1  | Diameter ring | d, cm              | 4,15  | 4,15  |
| 2  | Tinggi ring   | t, cm              | 1,02  | 1,20  |
| 3  | Volume ring   | V, cm <sup>3</sup> | 13,80 | 16,23 |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli sampel 2  |

| No | Pengujian                                  |                     | I      | II     |
|----|--|---------------------|--------|--------|
| 1  | Berat air raksa yang terdesak tanah kering | W4, gr              | 179,67 | 182,38 |
| 2  | Berat gelas ukur                           | W5, gr              | 60,52  | 60,52  |
| 3  | Berat air raksa                            | W6, gr              | 119,15 | 121,86 |
| 4  | Berat tanah kering                         | Wo, gr              | 15,67  | 14,83  |
| 5  | Volume tanah kering                        | Vo, cm <sup>3</sup> | 8,76   | 8,96   |
| 6  | Batas susut tanah                          | %                   | 18,08  | 24,91  |
| 7  | Batas susut tanah rata-rata                | %                   | 21,50  |        |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 1  |

| MOLD |                             |        | HAMMER |                    |       |
|------|-----------------------------|--------|--------|--------------------|-------|
| 1    | Diameter ( $\emptyset$ ) cm | 10,15  | 1      | Berat, gram        | 2500  |
| 2    | Tinggi (H) cm               | 11,65  | 2      | Lapis              | 3     |
| 3    | Volume (V) cm <sup>2</sup>  | 942,64 | 3      | Jumlah pukulan (n) | 25    |
| 4    | Berat, gram                 | 1747   | 4      | Tinggi jatuh (cm)  | 30,50 |

| Penambahan air               |                                    |       |       |       |       |       |
|------------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1                            | Berat sampel tanah, gr             | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  |
| 2                            | Kadar air mula-mula, %             | 14,56 | 14,56 | 14,56 | 14,56 | 14,56 |
| 3                            | Penambahan air, %                  | 5     | 10    | 15    | 20    | 25    |
| 4                            | Penambahan air, ml                 | 100   | 200   | 300   | 400   | 500   |
| Berat volume tanah, $\gamma$ |                                    |       |       |       |       |       |
| 1                            | No. sampel                         | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
| 2                            | Berat cetakan + tanah basah        | 3205  | 3233  | 3386  | 3276  | 3189  |
| 3                            | Berat tanah basah                  | 1330  | 1486  | 1639  | 1529  | 1442  |
| 4                            | Berat volume tanah basah, $\gamma$ | 1,41  | 1,58  | 1,74  | 1,62  | 1,53  |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 1  |

**Kadar Air**

| 1  | Nomer pengujian                       | 1     |       | 2     |       | 3     |       | 4     |       | 5     |       |
|----|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |                                       | a     | b     | a     | b     | a     | b     | a     | b     | a     | b     |
| 3  | Berat cawan (gram)                    | 8,91  | 8,91  | 8,60  | 8,81  | 8,40  | 9,02  | 8,79  | 8,71  | 12,67 | 8,68  |
| 4  | Berat cawan+tanah basah (gram)        | 40,26 | 56,06 | 55,62 | 76,13 | 51,65 | 49,30 | 49,83 | 56,65 | 52,40 | 55,62 |
| 5  | Berat cawan+tanah kering (gram)       | 34,17 | 50,84 | 45,59 | 65,10 | 42,12 | 41,30 | 39,40 | 44,68 | 40,14 | 44,97 |
| 6  | Berat air (gram)                      | 6,09  | 5,22  | 10,03 | 11,03 | 9,53  | 8,00  | 10,43 | 11,97 | 12,26 | 10,65 |
| 7  | Berat tanah kering (gram)             | 25,26 | 41,93 | 36,99 | 56,29 | 33,72 | 32,28 | 30,61 | 35,97 | 27,47 | 36,29 |
| 8  | Kadar air (%)                         | 24,11 | 12,45 | 27,12 | 19,59 | 28,26 | 24,78 | 34,07 | 33,28 | 44,63 | 29,35 |
| 9  | Kadar air rata-rata (%)               | 18,28 |       | 23,36 |       | 26,52 |       | 33,68 |       | 36,99 |       |
| 10 | Berat volume tanah kering, $\gamma_d$ | 1,19  |       | 1,28  |       | 1,37  |       | 1,21  |       | 1,12  |       |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 2  |

| MOLD |                             |        | HAMMER |                    |       |
|------|-----------------------------|--------|--------|--------------------|-------|
| 1    | Diameter ( $\emptyset$ ) cm | 10,15  | 1      | Berat, gram        | 2500  |
| 2    | Tinggi (H) cm               | 11,65  | 2      | Lapis              | 3     |
| 3    | Volume (V) cm <sup>2</sup>  | 942,64 | 3      | Jumlah pukulan (n) | 25    |
| 4    | Berat, gram                 | 1747   | 4      | Tinggi jatuh (cm)  | 30,50 |

| Penambahan air               |                                    |       |       |       |       |       |
|------------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1                            | Berat sampel tanah, gr             | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  | 2000  |
| 2                            | Kadar air mula-mula, %             | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
| 3                            | Penambahan air, %                  | 5     | 10    | 15    | 20    | 25    |
| 4                            | Penambahan air, ml                 | 100   | 200   | 300   | 400   | 500   |
| Berat volume tanah, $\gamma$ |                                    |       |       |       |       |       |
| 1                            | No. sampel                         | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
| 2                            | Berat cetakan + tanah basah        | 3106  | 3263  | 3374  | 3295  | 3187  |
| 3                            | Berat tanah basah                  | 1359  | 1516  | 1627  | 1548  | 1440  |
| 4                            | Berat volume tanah basah, $\gamma$ | 1,44  | 1,61  | 1,73  | 1,64  | 1,53  |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Akhmad Mundzir Rosyandi  
 Tanggal : 14 Desember 2021  
 Sampel : Tanah Asli Sampel 2

**Kadar Air**

| 1  | Nomer pengujian                       | 1     |       | 2     |       | 3     |       | 4     |       | 5     |       |
|----|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |                                       | a     | b     | a     | b     | a     | b     | a     | b     | a     | b     |
| 3  | Berat cawan (gram)                    | 12,88 | 13,21 | 13,06 | 12,81 | 8,86  | 8,44  | 8,29  | 8,87  | 6,97  | 6,44  |
| 4  | Berat cawan+tanah basah (gram)        | 76,97 | 60,33 | 64,38 | 68,74 | 40,58 | 72,65 | 53,57 | 59,96 | 65,37 | 52,45 |
| 5  | Berat cawan+tanah kering (gram)       | 66,89 | 52,22 | 54,07 | 58,22 | 34,46 | 58,11 | 45,07 | 45,18 | 47,78 | 42,87 |
| 6  | Berat air (gram)                      | 10,08 | 8,11  | 10,31 | 10,52 | 6,12  | 14,54 | 8,50  | 14,78 | 17,59 | 9,58  |
| 7  | Berat tanah kering (gram)             | 54,01 | 39,01 | 41,01 | 45,41 | 25,60 | 49,67 | 36,78 | 36,31 | 40,81 | 36,43 |
| 8  | Kadar air (%)                         | 18,66 | 20,79 | 25,14 | 23,17 | 23,91 | 29,27 | 23,11 | 40,71 | 43,10 | 26,30 |
| 9  | Kadar air rata-rata (%)               | 19,73 |       | 24,15 |       | 26,59 |       | 31,91 |       | 34,70 |       |
| 10 | Berat volume tanah kering, $\gamma_d$ | 1,20  |       | 1,30  |       | 1,36  |       | 1,24  |       | 1,13  |       |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)

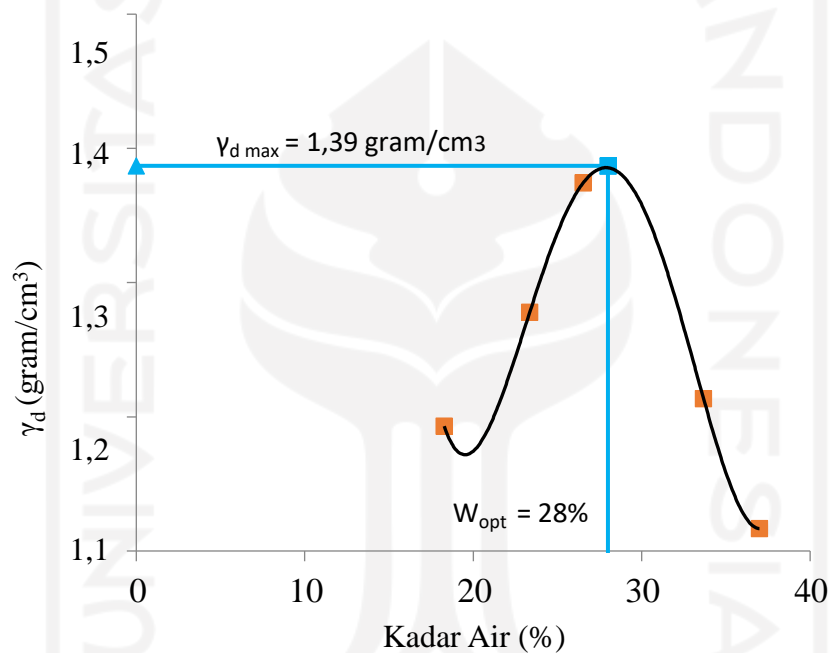


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 1  |



| Uraian                       | Simbol            | Satuan             | Nilai |
|------------------------------|-------------------|--------------------|-------|
| Kadar Air Optimum            | $W_{\text{opt}}$  | %                  | 28    |
| Berat Volume Kering Maksimum | $\gamma_{d \max}$ | $\text{gram/cm}^3$ | 1,39  |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)

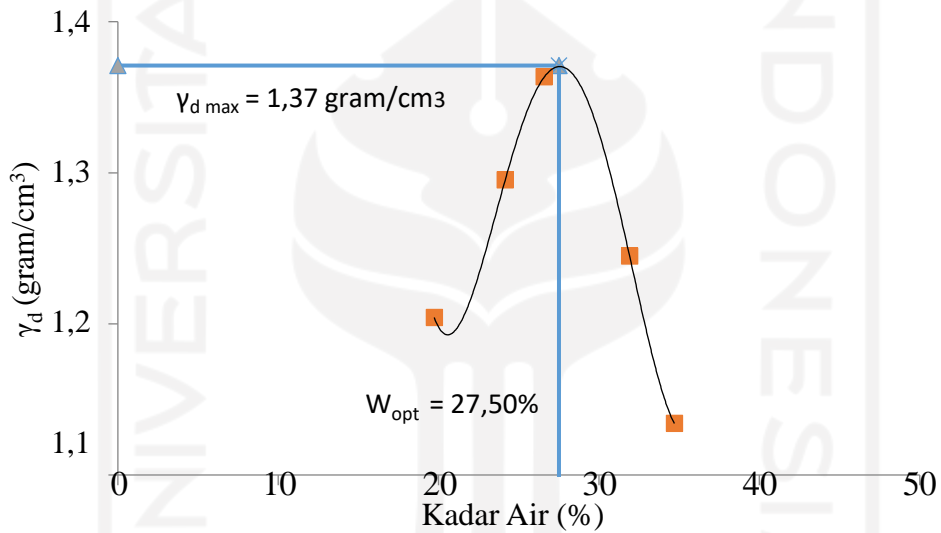


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 14 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 2  |



| Uraian                       | Simbol            | Satuan             | Nilai |
|------------------------------|-------------------|--------------------|-------|
| Kadar Air Optimum            | $W_{\text{opt}}$  | %                  | 27,50 |
| Berat Volume Kering Maksimum | $\gamma_{d \max}$ | $\text{gram/cm}^3$ | 1,37  |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 14 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 15 Desember 2021   |
| 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   | 8,57                   | 9,14   | 8,58  | 9,04                 | 8,97   | 8,98  | 9,08                   | 8,8    | 9,12  |
| Berat Cawan + Tanah Basah  | W2                           | gr   | 38,44                  | 38,46  | 42,65 | 42,98                | 42,54  | 43,74 | 39,79                  | 39,89  | 41,32 |
| Berat Cawan + Tanah Kering | W3                           | gr   | 32,32                  | 32,31  | 34,76 | 39,86                | 34,45  | 33,63 | 33,68                  | 32,35  | 34,64 |
| Berat Air                  | $W_w = W_2 - W_3$            | gr   | 6,12                   | 6,15   | 7,89  | 3,12                 | 8,09   | 10,11 | 6,11                   | 7,54   | 6,68  |
| Berat Tanah Kering         | $W_s = W_3 - W_1$            | gr   | 23,75                  | 23,17  | 26,18 | 30,82                | 25,48  | 24,65 | 24,6                   | 23,55  | 25,52 |
| Kadar Air                  | $w = (W_w/W_s) \times 100\%$ | %    | 25,77                  | 26,54  | 30,14 | 10,12                | 31,75  | 41,01 | 24,84                  | 32,02  | 26,18 |
| Kadar Air Rata-Rata        | w rata-rata                  | %    | 27,48                  |        |       | 27,63                |        |       | 27,68                  |        |       |

| 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                 | 7,67                   | 7,67                 | 7,67                   |
| Diameter Silinder            | D                 | cm                 | 3,8                    | 3,8                  | 3,8                    |
| Berat Silinder               | W1                | gr                 | 144,66                 | 144,66               | 144,66                 |
| Luas Penampang Silinder      | A                 | cm <sup>2</sup>    | 11,34                  | 11,34                | 11,34                  |
| Volume Silinder              | V                 | cm <sup>3</sup>    | 86,99                  | 86,99                | 86,99                  |
| Berat Silinder + Tanah Basah | W2                | gr                 | 311,02                 | 311,02               | 311,02                 |
| Berat Tanah Basah            | $W_3 = W_2 - W_1$ | gr                 | 166,36                 | 166,36               | 166,36                 |
| Berat Isi Basah              | $\gamma$          | gr/cm <sup>3</sup> | 1,91                   | 1,91                 | 1,91                   |
| Berat Isi Kering             | $\gamma_d$        | gr/cm <sup>3</sup> | 1,50                   | 1,50                 | 1,50                   |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 15 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 15 Desember 2021   |
| 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                                 | 0,00                                    | 1,00               | 11,34                 | 0,00       | 0,000              |
| 40                          | 27                   | 0,04                              | 0,52                                    | 0,99               | 11,40                 | 4,73       | 0,41               |
| 80                          | 52                   | 0,08                              | 1,04                                    | 0,99               | 11,46                 | 9,10       | 0,79               |
| 120                         | 77                   | 0,12                              | 1,56                                    | 0,98               | 11,52                 | 13,48      | 1,17               |
| 160                         | 95                   | 0,16                              | 2,09                                    | 0,98               | 11,58                 | 16,63      | 1,44               |
| 200                         | 109                  | 0,2                               | 2,61                                    | 0,97               | 11,64                 | 19,08      | 1,64               |
| 240                         | 119                  | 0,24                              | 3,13                                    | 0,97               | 11,71                 | 20,83      | 1,78               |
| 280                         | 128                  | 0,28                              | 3,65                                    | 0,96               | 11,77                 | 22,40      | 1,90               |
| 320                         | 135                  | 0,32                              | 4,17                                    | 0,96               | 11,83                 | 23,63      | 2,00               |
| 360                         | 143                  | 0,36                              | 4,69                                    | 0,95               | 11,90                 | 25,03      | 2,10               |
| 400                         | 150                  | 0,4                               | 5,22                                    | 0,95               | 11,96                 | 26,25      | 2,19               |
| 440                         | 155                  | 0,44                              | 5,74                                    | 0,94               | 12,03                 | 27,13      | 2,25               |
| 480                         | 160                  | 0,48                              | 6,26                                    | 0,94               | 12,10                 | 28,00      | 2,31               |
| 520                         | 163                  | 0,52                              | 6,78                                    | 0,93               | 12,17                 | 28,53      | 2,34               |
| 560                         | 165                  | 0,56                              | 7,30                                    | 0,93               | 12,23                 | 28,88      | 2,36               |
| 600                         | 165                  | 0,6                               | 7,82                                    | 0,92               | 12,30                 | 28,88      | 2,35               |
| 640                         | 165                  | 0,64                              | 8,34                                    | 0,92               | 12,37                 | 28,88      | 2,33               |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 15 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 15 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 1 dengan beban 1 kg/cm <sup>2</sup>          |

Tegangan keliling 1 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                   | 0,00                        | 1,00         | 11,34           | 0,00  | 0,00               |
| 40             | 25                   | 0,04                | 0,52                        | 0,99         | 11,40           | 4,38  | 0,38               |
| 80             | 50                   | 0,08                | 1,04                        | 0,99         | 11,46           | 8,75  | 0,76               |
| 120            | 80                   | 0,12                | 1,56                        | 0,98         | 11,52           | 14,00 | 1,22               |
| 160            | 100                  | 0,16                | 2,09                        | 0,98         | 11,58           | 17,50 | 1,51               |
| 200            | 118                  | 0,2                 | 2,61                        | 0,97         | 11,64           | 20,65 | 1,77               |
| 240            | 135                  | 0,24                | 3,13                        | 0,97         | 11,71           | 23,63 | 2,02               |
| 280            | 148                  | 0,28                | 3,65                        | 0,96         | 11,77           | 25,90 | 2,20               |
| 320            | 159                  | 0,32                | 4,17                        | 0,96         | 11,83           | 27,83 | 2,35               |
| 360            | 169                  | 0,36                | 4,69                        | 0,95         | 11,90           | 29,58 | 2,49               |
| 400            | 178                  | 0,4                 | 5,22                        | 0,95         | 11,97           | 31,15 | 2,60               |
| 440            | 185                  | 0,44                | 5,74                        | 0,94         | 12,03           | 32,38 | 2,69               |
| 480            | 192                  | 0,48                | 6,26                        | 0,94         | 12,10           | 33,60 | 2,78               |
| 520            | 198                  | 0,52                | 6,78                        | 0,93         | 12,17           | 34,65 | 2,85               |
| 560            | 203                  | 0,56                | 7,30                        | 0,93         | 12,23           | 35,53 | 2,90               |
| 600            | 207                  | 0,6                 | 7,82                        | 0,92         | 12,30           | 36,23 | 2,94               |
| 640            | 209                  | 0,64                | 8,34                        | 0,92         | 12,37           | 36,58 | 2,96               |
| 680            | 208                  | 0,68                | 8,87                        | 0,91         | 12,44           | 36,40 | 2,93               |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 15 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 15 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 1 dengan beban 1,5 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                   | 0,00                        | 1,00         | 11,34           | 0,00  | 0,00               |
| 40                                       | 50                   | 0,04                | 0,52                        | 0,99         | 11,40           | 8,75  | 0,77               |
| 80                                       | 90                   | 0,08                | 1,04                        | 0,99         | 11,46           | 15,75 | 1,37               |
| 120                                      | 115                  | 0,12                | 1,56                        | 0,98         | 11,52           | 20,13 | 1,75               |
| 160                                      | 138                  | 0,16                | 2,09                        | 0,98         | 11,58           | 24,15 | 2,09               |
| 200                                      | 156                  | 0,2                 | 2,61                        | 0,97         | 11,65           | 27,30 | 2,34               |
| 240                                      | 173                  | 0,24                | 3,13                        | 0,97         | 11,71           | 30,28 | 2,59               |
| 280                                      | 186                  | 0,28                | 3,65                        | 0,96         | 11,77           | 32,55 | 2,77               |
| 320                                      | 197                  | 0,32                | 4,17                        | 0,96         | 11,84           | 34,48 | 2,91               |
| 360                                      | 207                  | 0,36                | 4,69                        | 0,95         | 11,90           | 36,23 | 3,04               |
| 400                                      | 216                  | 0,4                 | 5,22                        | 0,95         | 11,97           | 37,80 | 3,16               |
| 440                                      | 223                  | 0,44                | 5,74                        | 0,94         | 12,03           | 39,03 | 3,24               |
| 480                                      | 229                  | 0,48                | 6,26                        | 0,94         | 12,10           | 40,08 | 3,31               |
| 520                                      | 235                  | 0,52                | 6,78                        | 0,93         | 12,17           | 41,13 | 3,38               |
| 560                                      | 240                  | 0,56                | 7,30                        | 0,93         | 12,23           | 42,00 | 3,43               |
| 600                                      | 243                  | 0,6                 | 7,82                        | 0,92         | 12,30           | 42,53 | 3,46               |
| 640                                      | 245                  | 0,64                | 8,34                        | 0,92         | 12,37           | 42,88 | 3,47               |
| 680                                      | 244                  | 0,68                | 8,87                        | 0,91         | 12,44           | 42,70 | 3,43               |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 15 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



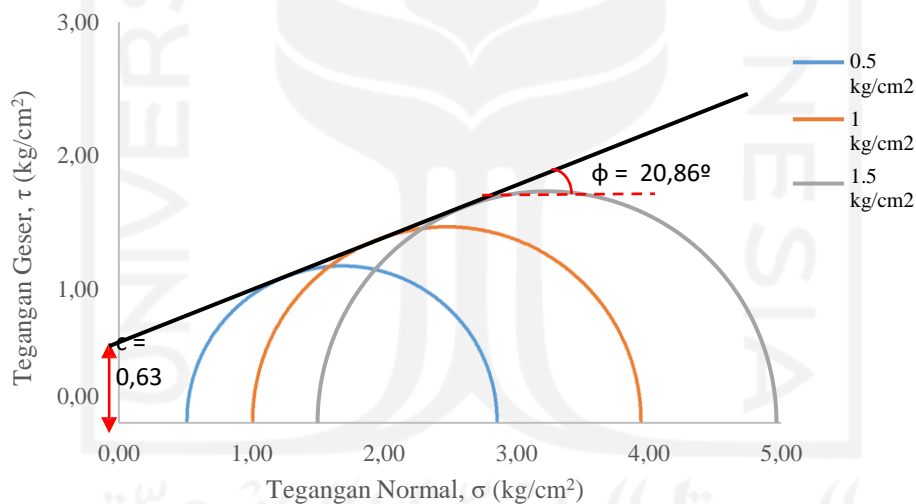
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 15 Desember 2021   |
| 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> | 2,36                   | 2,96                 | 3,47                   |
| Tegangan utama       | $\sigma_1$     | kg/cm <sup>2</sup> | 2,86                   | 3,96                 | 4,97                   |



**Tanah Asli Sampel 1**

| Uraian            | Satuan              | Hasil |
|-------------------|---------------------|-------|
| Sudut Geser Dalam | Derajat (°)         | 20,86 |
| Kohesi            | kg /cm <sup>2</sup> | 0,63  |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 15 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 15 Desember 2021   |
| 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   | 8,32                   | 8,65   | 8,75  | 8,73                 | 9,01   | 9,05  | 9,08                   | 8,78   | 8,96  |
| Berat Cawan + Tanah Basah  | W2                                 | gr   | 36,54                  | 43,56  | 45,68 | 37,45                | 37,78  | 38,19 | 34,75                  | 38,54  | 41,64 |
| Berat Cawan + Tanah Kering | W3                                 | gr   | 31,71                  | 37,71  | 34,75 | 31,58                | 29,67  | 34,14 | 29,2                   | 33,21  | 33,41 |
| Berat Air                  | $W_w = W_2 - W_3$                  | gr   | 4,83                   | 5,85   | 10,93 | 5,87                 | 8,11   | 4,05  | 5,55                   | 5,33   | 8,23  |
| Berat Tanah Kering         | $W_s = W_3 - W_1$                  | gr   | 23,39                  | 29,06  | 26    | 22,85                | 20,66  | 25,09 | 20,12                  | 24,43  | 24,45 |
| Kadar Air                  | $w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$ | %    | 20,65                  | 20,13  | 42,04 | 25,69                | 39,26  | 16,14 | 27,58                  | 21,82  | 33,66 |
| Kadar Air Rata-Rata        | w rata-rata                        | %    | 27,61                  |        |       | 27,03                |        |       | 27,69                  |        |       |

| 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                 | 7,67                   | 7,67                 | 7,67                   |
| Diameter Silinder            | D           | cm                 | 3,8                    | 3,8                  | 3,8                    |
| Berat Silinder               | W1          | gr                 | 144,66                 | 144,66               | 144,66                 |
| Luas Penampang Silinder      | A           | cm <sup>2</sup>    | 11,34                  | 11,34                | 11,34                  |
| Volume Silinder              | V           | cm <sup>3</sup>    | 86,99                  | 86,99                | 86,99                  |
| Berat Silinder + Tanah Basah | W2          | gr                 | 311,02                 | 311,02               | 311,02                 |
| Berat Tanah Basah            | $W_3 - W_1$ | gr                 | 166,36                 | 166,36               | 166,36                 |
| Berat Isi Basah              | $\gamma$    | gr/cm <sup>3</sup> | 1,91                   | 1,91                 | 1,91                   |
| Berat Isi Kering             | $\gamma_d$  | gr/cm <sup>3</sup> | 1,50                   | 1,51                 | 1,50                   |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 15 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 15 Desember 2021   |
| 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                           | 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                   | 0,00                      | 1,00         | 11,34           | 0,00  | 0,00               |
| 40                                       | 31                   | 0,04                | 0,52                      | 0,99         | 11,40           | 5,43  | 0,48               |
| 80                                       | 61                   | 0,08                | 1,04                      | 0,99         | 11,46           | 10,68 | 0,93               |
| 120                                      | 81                   | 0,12                | 1,56                      | 0,98         | 11,52           | 14,18 | 1,23               |
| 160                                      | 98                   | 0,16                | 2,09                      | 0,98         | 11,58           | 17,15 | 1,48               |
| 200                                      | 113                  | 0,2                 | 2,61                      | 0,97         | 11,64           | 19,78 | 1,70               |
| 240                                      | 124                  | 0,24                | 3,13                      | 0,97         | 11,71           | 21,70 | 1,85               |
| 280                                      | 135                  | 0,28                | 3,65                      | 0,96         | 11,77           | 23,63 | 2,01               |
| 320                                      | 143                  | 0,32                | 4,17                      | 0,96         | 11,83           | 25,03 | 2,11               |
| 360                                      | 151                  | 0,36                | 4,69                      | 0,95         | 11,90           | 26,43 | 2,22               |
| 400                                      | 157                  | 0,4                 | 5,22                      | 0,95         | 11,97           | 27,48 | 2,30               |
| 440                                      | 164                  | 0,44                | 5,74                      | 0,94         | 12,03           | 28,70 | 2,39               |
| 480                                      | 167                  | 0,48                | 6,26                      | 0,94         | 12,10           | 29,23 | 2,42               |
| 520                                      | 170                  | 0,52                | 6,78                      | 0,93         | 12,17           | 29,75 | 2,45               |
| 560                                      | 170                  | 0,56                | 7,30                      | 0,93         | 12,23           | 29,75 | 2,43               |
| 600                                      | 170                  | 0,6                 | 7,82                      | 0,92         | 12,30           | 29,75 | 2,42               |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 15 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi  |
| Tanggal    | : 15 Desember 2021   |
| Sampel     | : Tanah Asli Sampel 2 dengan beban 1 kg/cm <sup>2</sup>          |

| Tegangan keliling 1 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                   | 0,00                        | 1,00         | 11,34           | 0,00  | 0,00               |
| 40                                     | 25                   | 0,04                | 0,52                        | 0,99         | 11,40           | 4,38  | 0,38               |
| 80                                     | 55                   | 0,08                | 1,04                        | 0,99         | 11,46           | 9,63  | 0,84               |
| 120                                    | 80                   | 0,12                | 1,56                        | 0,98         | 11,52           | 14,00 | 1,22               |
| 160                                    | 100                  | 0,16                | 2,09                        | 0,98         | 11,58           | 17,50 | 1,51               |
| 200                                    | 118                  | 0,2                 | 2,61                        | 0,97         | 11,64           | 20,65 | 1,77               |
| 240                                    | 135                  | 0,24                | 3,13                        | 0,97         | 11,71           | 23,63 | 2,02               |
| 280                                    | 148                  | 0,28                | 3,65                        | 0,96         | 11,77           | 25,90 | 2,20               |
| 320                                    | 159                  | 0,32                | 4,17                        | 0,96         | 11,83           | 27,83 | 2,35               |
| 360                                    | 169                  | 0,36                | 4,69                        | 0,95         | 11,90           | 29,58 | 2,49               |
| 400                                    | 180                  | 0,4                 | 5,22                        | 0,95         | 11,97           | 31,50 | 2,63               |
| 440                                    | 189                  | 0,44                | 5,74                        | 0,94         | 12,03           | 33,08 | 2,75               |
| 480                                    | 198                  | 0,48                | 6,26                        | 0,94         | 12,10           | 34,65 | 2,86               |
| 520                                    | 204                  | 0,52                | 6,78                        | 0,93         | 12,17           | 35,70 | 2,93               |
| 560                                    | 207                  | 0,56                | 7,30                        | 0,93         | 12,23           | 36,23 | 2,96               |
| 600                                    | 209                  | 0,6                 | 7,82                        | 0,92         | 12,30           | 36,58 | 2,97               |
| 640                                    | 208                  | 0,64                | 8,34                        | 0,92         | 12,37           | 36,40 | 2,94               |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 15 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Akhmad Mundzir Rosyandi  
 Tanggal : 15 Desember 2021  
 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 | 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                   | 0,00                      | 1,00         | 11,34           | 0,00  | 0,00               |
| 40             | 47                   | 0,04                | 0,52                      | 0,99         | 11,40           | 8,23  | 0,72               |
| 80             | 90                   | 0,08                | 1,04                      | 0,99         | 11,46           | 15,75 | 1,37               |
| 120            | 119                  | 0,12                | 1,56                      | 0,98         | 11,52           | 20,83 | 1,81               |
| 160            | 141                  | 0,16                | 2,09                      | 0,98         | 11,58           | 24,68 | 2,13               |
| 200            | 159                  | 0,2                 | 2,61                      | 0,97         | 11,64           | 27,83 | 2,39               |
| 240            | 175                  | 0,24                | 3,13                      | 0,97         | 11,71           | 30,63 | 2,62               |
| 280            | 191                  | 0,28                | 3,65                      | 0,96         | 11,77           | 33,43 | 2,84               |
| 320            | 204                  | 0,32                | 4,17                      | 0,96         | 11,83           | 35,70 | 3,02               |
| 360            | 216                  | 0,36                | 4,69                      | 0,95         | 11,90           | 37,80 | 3,18               |
| 400            | 223                  | 0,4                 | 5,22                      | 0,95         | 11,97           | 39,03 | 3,26               |
| 440            | 230                  | 0,44                | 5,74                      | 0,94         | 12,03           | 40,25 | 3,35               |
| 480            | 235                  | 0,48                | 6,26                      | 0,94         | 12,10           | 41,13 | 3,40               |
| 520            | 239                  | 0,52                | 6,78                      | 0,93         | 12,17           | 41,83 | 3,44               |
| 560            | 243                  | 0,56                | 7,30                      | 0,93         | 12,23           | 42,53 | 3,48               |
| 600            | 246                  | 0,6                 | 7,82                      | 0,92         | 12,30           | 43,05 | 3,50               |
| 640            | 247                  | 0,64                | 8,34                      | 0,92         | 12,37           | 43,23 | 3,49               |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 15 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



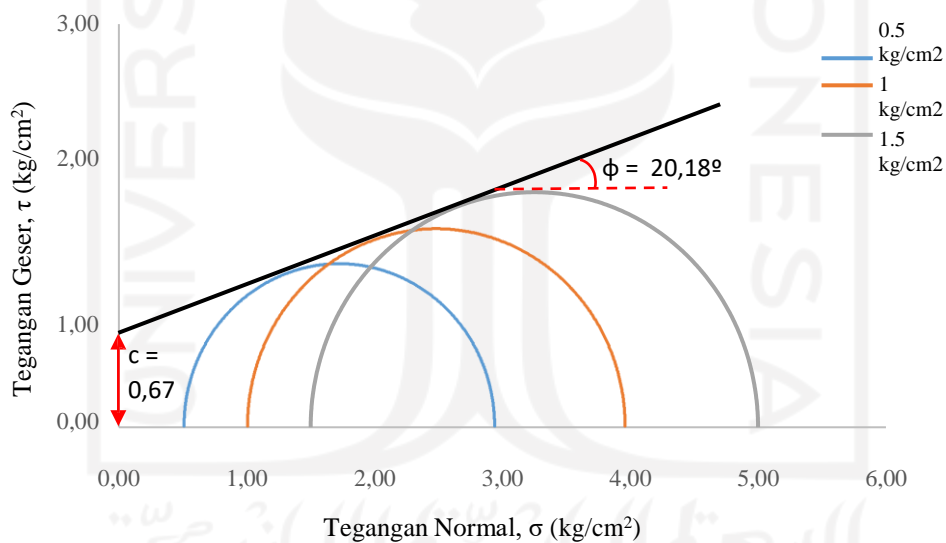
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta  
 Dikerjakan : Akhmad Mundzir Rosyandi  
 Tanggal : 15 Desember 2021  
 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> | 2,45                   | 2,97                 | 3,50                   |
| Tegangan utama       | $\sigma_1$     | kg/cm <sup>2</sup> | 2,95                   | 3,97                 | 5,00                   |



| Tanah Asli Sampel 2 |                    |       |
|---------------------|--------------------|-------|
| Uraian              | Satuan             | Hasil |
| Sudut Geser Dalam   | Derajat (°)        | 20,18 |
| Kohesi              | kg/cm <sup>2</sup> | 0,67  |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 15 Desember 2021  
 Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)

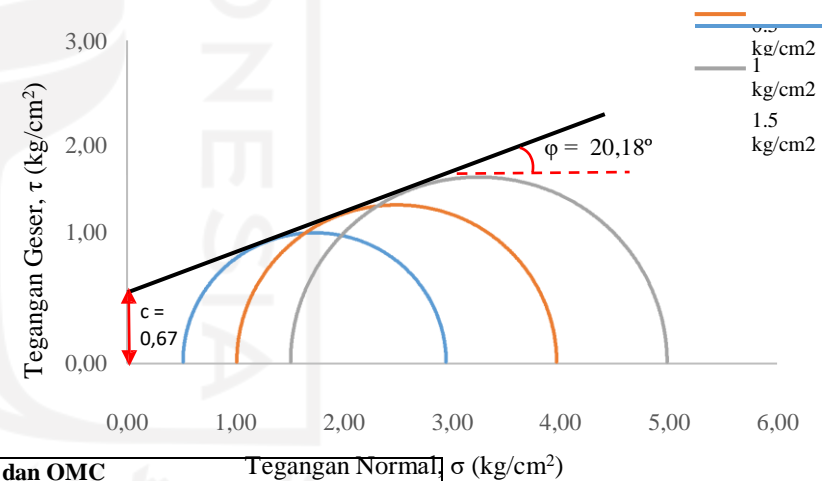
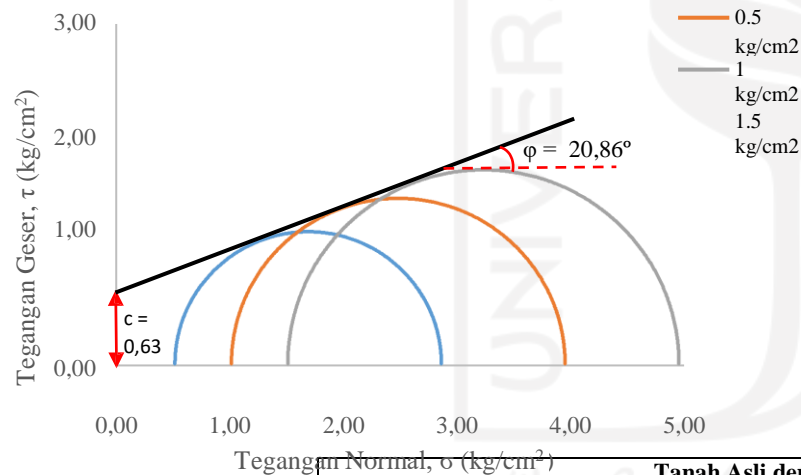


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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 | : 16 Desember 2021 |
| Lokasi     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY | Sampel  | : Tanah Asli       |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |         |                    |



|                   |                    | Tanah Asli dengan MDD dan OMC |          |           |
|-------------------|--------------------|-------------------------------|----------|-----------|
| Uraian            | Satuan             | Sampel 1                      | Sampel 2 | Rata-rata |
| Sudut Geser Dalam | Derajat (°)        | 20,86                         | 20,18    | 20,52     |
| Kohesi            | kg/cm <sup>2</sup> | 0,63                          | 0,67     | 0,65      |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 16 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)

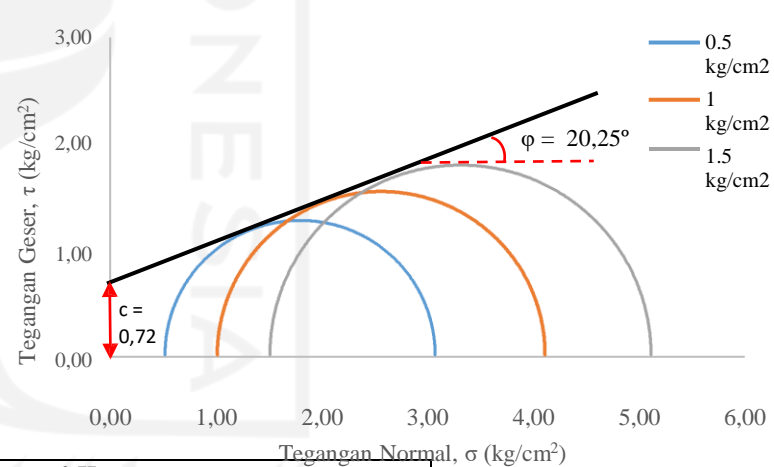
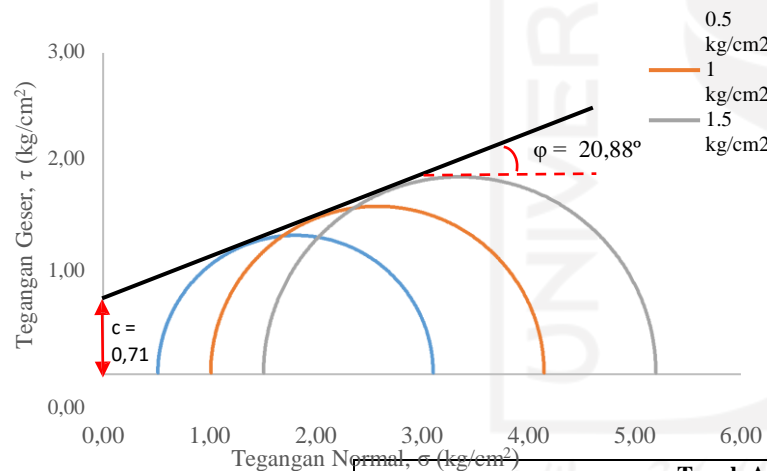


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

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

|                   |   |                |                                     |
|-------------------|---|----------------|-------------------------------------|
| <b>Proyek</b>     | : Tugas Akhir                             | <b>Tanggal</b> | : 16 Desember 2021                  |
| <b>Lokasi</b>     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY | <b>Sampel</b>  | : Tanah Asli + SP 3% Pemeraman 0 Hr |
| <b>Dikerjakan</b> | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |                |                                     |



| Tanah Asli + SP 3% Pemeraman 0 Hr |                    |          |          |           |
|-----------------------------------|--------------------|----------|----------|-----------|
| Uraian                            | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Sudut Geser Dalam                 | Derajat (°)        | 20,88    | 20,25    | 20,57     |
| Kohesi                            | kg/cm <sup>2</sup> | 0,71     | 0,72     | 0,71      |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 16 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)

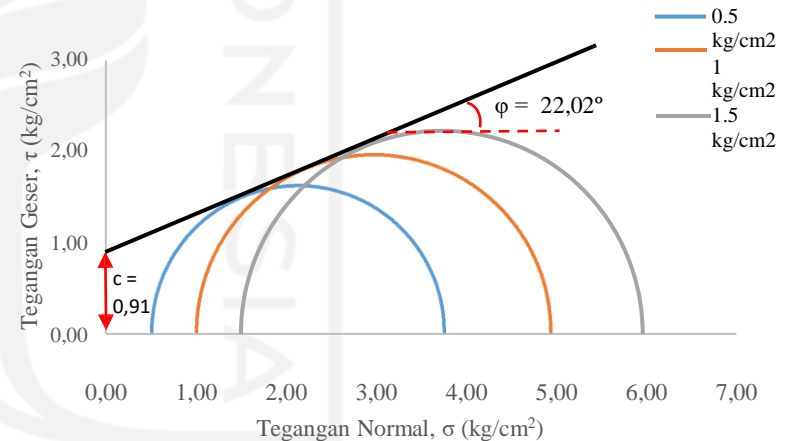
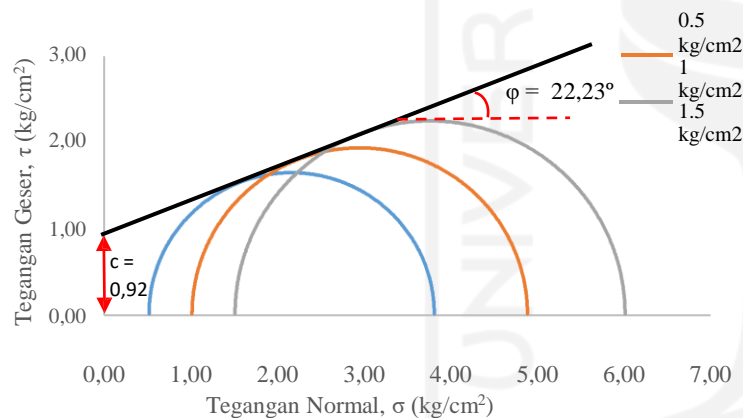


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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 | : 16 Desember 2021                  |
| Lokasi     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY | Sampel  | : Tanah Asli + SP 3% Pemeraman 7 Hr |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |         |                                     |



| Tanah Asli + SP 3% Pemeraman 7 Hr |                    |          |          |           |
|-----------------------------------|--------------------|----------|----------|-----------|
| Uraian                            | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Sudut Geser Dalam                 | Derajat (°)        | 22,23    | 22,02    | 22,12     |
| Kohesi                            | kg/cm <sup>2</sup> | 0,92     | 0,91     | 0,91      |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 16 Desember 2021  
Peneliti

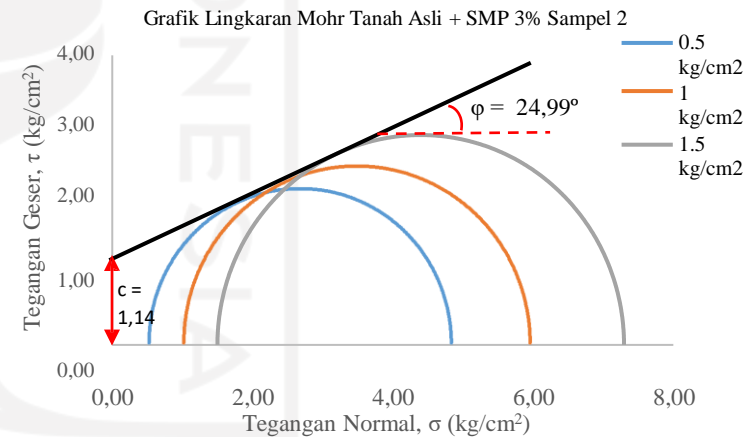
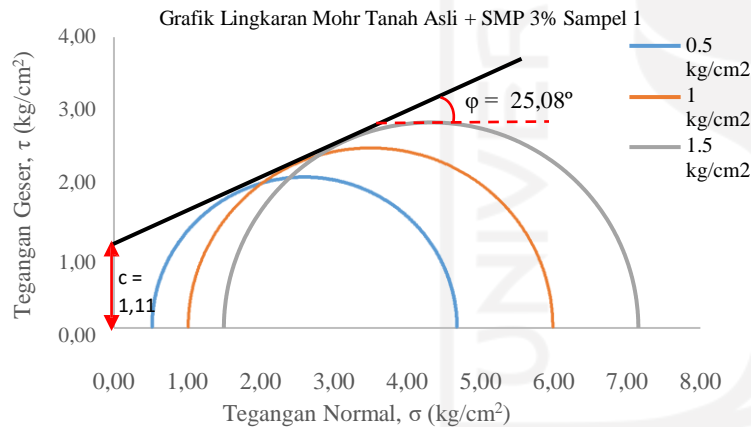


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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 | : 16 Desember 2021                   |
| Lokasi     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY | Sampel  | : Tanah Asli + SP 3% Pemeraman 14 Hr |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |         |                                      |



| Tanah Asli + SP 3% Pemeraman 14 Hr |                    |          |          |           |
|------------------------------------|--------------------|----------|----------|-----------|
| Uraian                             | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Sudut Geser Dalam                  | Derajat (°)        | 25,08    | 24,99    | 25,03     |
| Kohesi                             | kg/cm <sup>2</sup> | 1,11     | 1,14     | 1,12      |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 16 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)

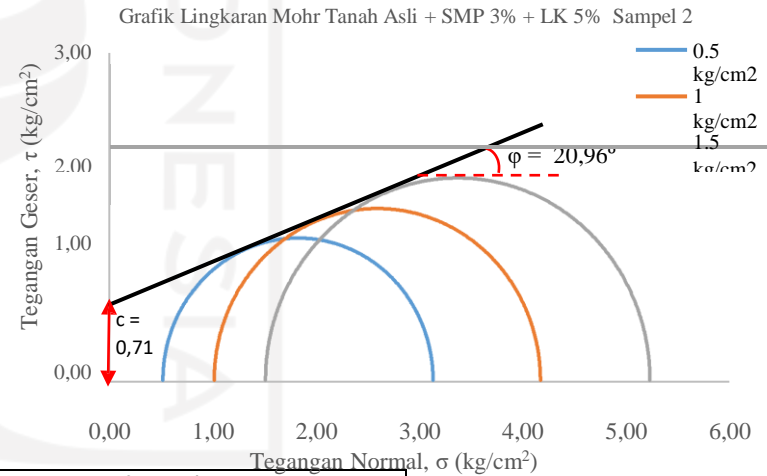
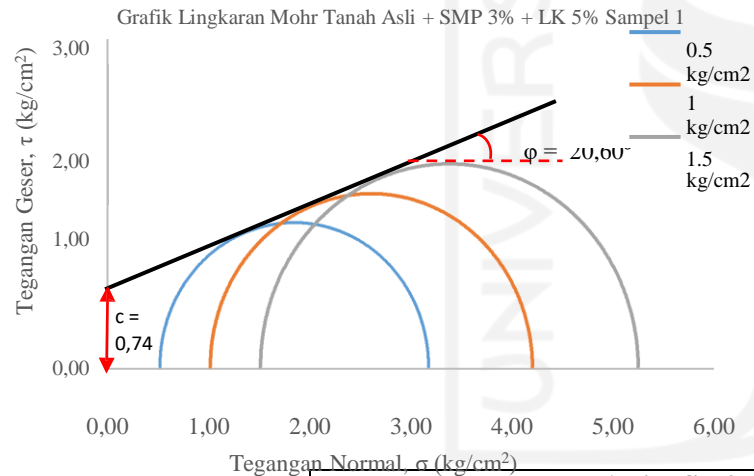


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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 Sampel | : 16 Desember 2021                             |
| Lokasi     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY |                |  |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |                | : Tanah Asli + SP 3% + LK 5% Masa Peram 0 Hari |



| Tanah Asli + SP 3% + LK 5% Masa Peram 0 Hari |                    |          |          |           |
|--|--------------------|----------|----------|-----------|
| Uraian                                       | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Sudut Geser Dalam                            | Derajat (°)        | 20,60    | 20,96    | 20,78     |
| Kohesi                                       | kg/cm <sup>2</sup> | 0,74     | 0,71     | 0,72      |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 16 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)

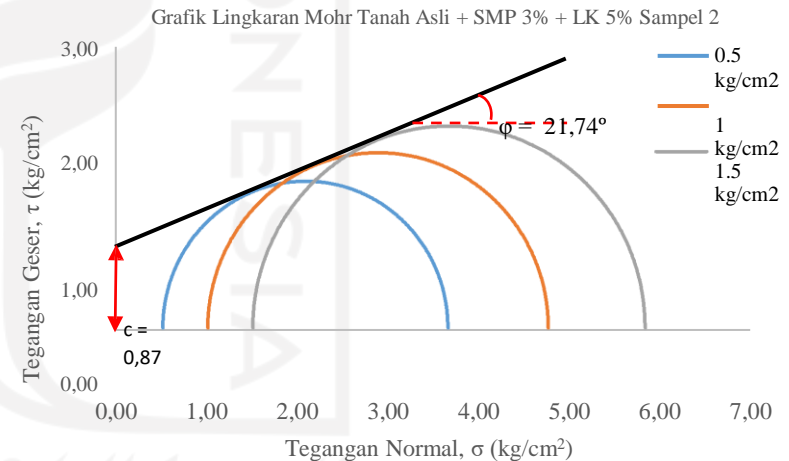
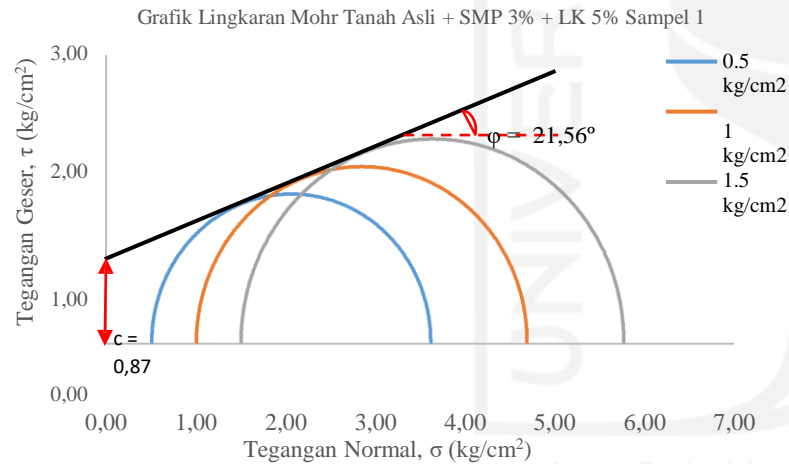


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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 Sampel | : 17 Desember 2021                             |
| Lokasi     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY |                |  |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |                | : Tanah Asli + SP 3% + LK 5% Masa Peram 7 Hari |



| <b>Tanah Asli + SP 3% + LK 5% Masa Peram 7 Hari</b> |                    |          |          |           |
|---|--------------------|----------|----------|-----------|
| Uraian  | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Sudut Geser Dalam                                   | Derajat (°)        | 21,56    | 21,91    | 21,74     |
| Kohesi  | kg/cm <sup>2</sup> | 0,87     | 0,87     | 0,87      |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 17 Desember 2021  
Peneliti

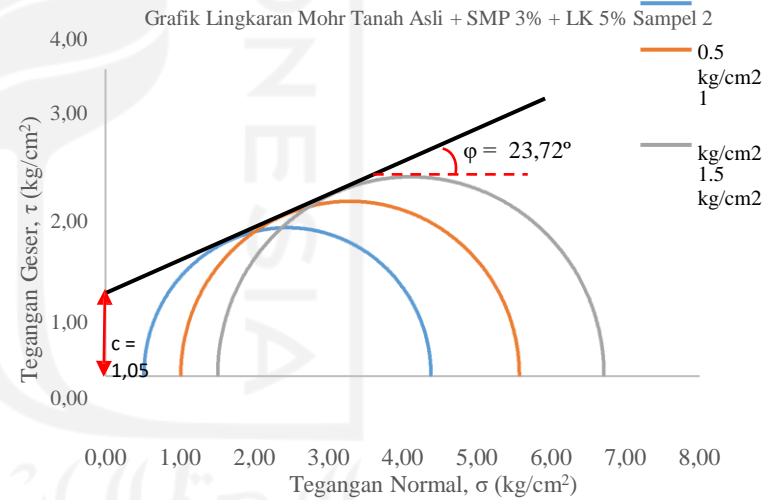
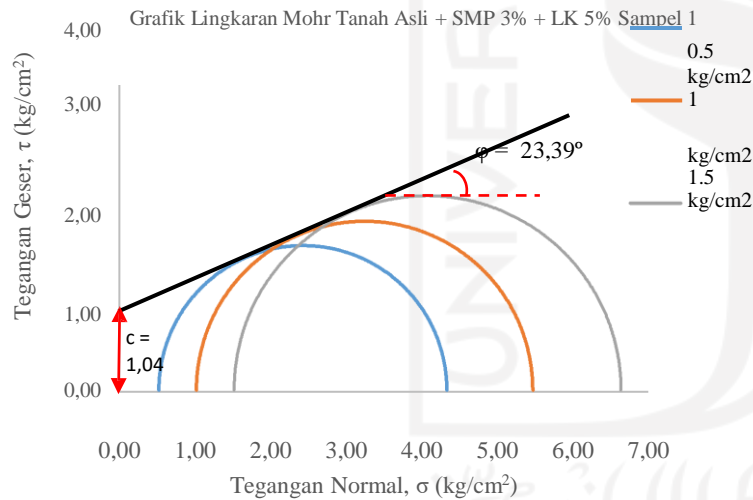


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

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

|                   |   |                |   |
|-------------------|---|----------------|---|
| <b>Proyek</b>     | : Tugas Akhir                             | <b>Tanggal</b> | : 17 Desember 2021                              |
| <b>Lokasi</b>     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY | <b>Sampel</b>  | : Tanah Asli + SP 3% + LK 5% Masa Peram 14 Hari |
| <b>Dikerjakan</b> | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |                |   |



| <b>Tanah Asli + SP 3% + LK 5% Masa Peram 14 Hari</b> |                    |                 |                 |                  |
|--|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| <b>Uraian</b>  | <b>Satuan</b>      | <b>Sampel 1</b> | <b>Sampel 2</b> | <b>Rata-rata</b> |
| Sudut Geser Dalam                                    | Derajat (°)        | 23,39           | 23,72           | 23,551           |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 1,04            | 1,05            | 1,048            |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 17 Desember 2021  
Peneliti

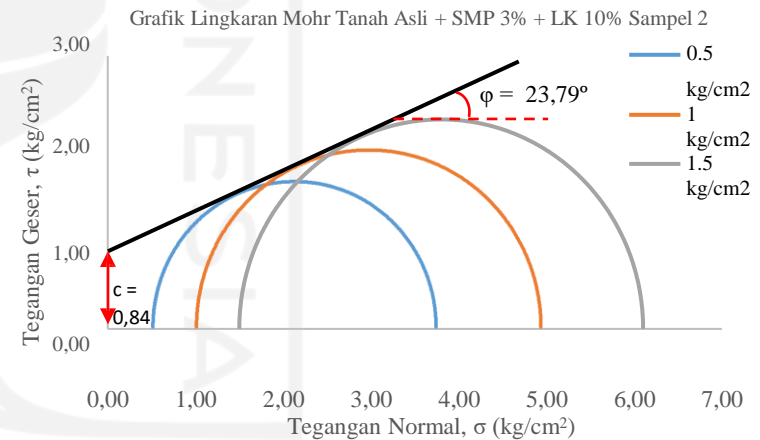
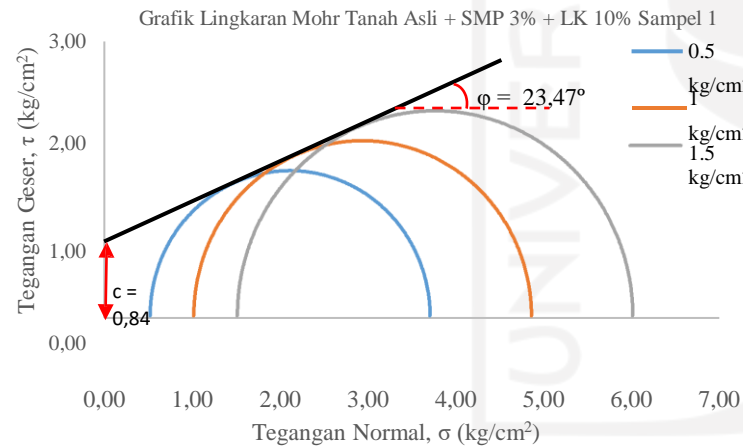


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

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

|                          |   |                       |   |
|--------------------------|---|-----------------------|---|
| <b>Proyek</b>            | : Tugas Akhir                             | <b>Tanggal Sampel</b> | : 17 Desember 2021                              |
| <b>Lokasi Dikerjakan</b> | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY |                       | : Tanah Asli + SP 3% + LK 10% Masa Peram 0 Hari |
|                          | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |                       |   |



| <b>Tanah Asli + SP 3% + LK 10% Masa Peram 0 Hari</b> |                    |          |          |           |
|--|--------------------|----------|----------|-----------|
| Uraian   | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Sudut Geser Dalam                                    | Derajat (°)        | 23,47    | 23,79    | 23,63     |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 0,84     | 0,84     | 0,84      |

Mengetahui,  
 Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

**Lampiran 39. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% + LK 10% Masa Peram 0 Hr**

Yogyakarta, 17 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



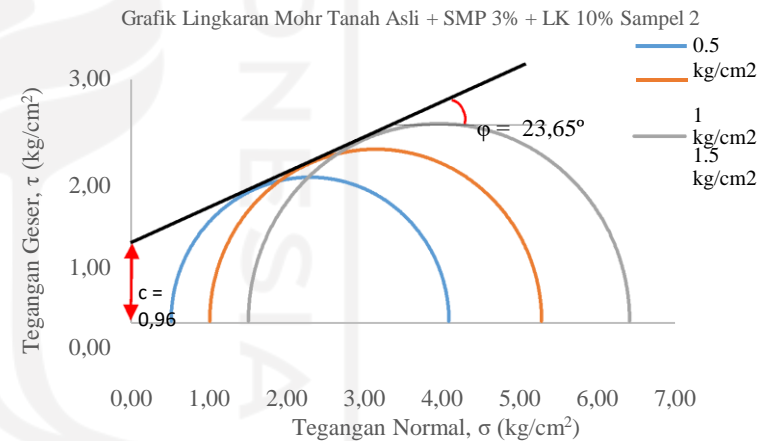
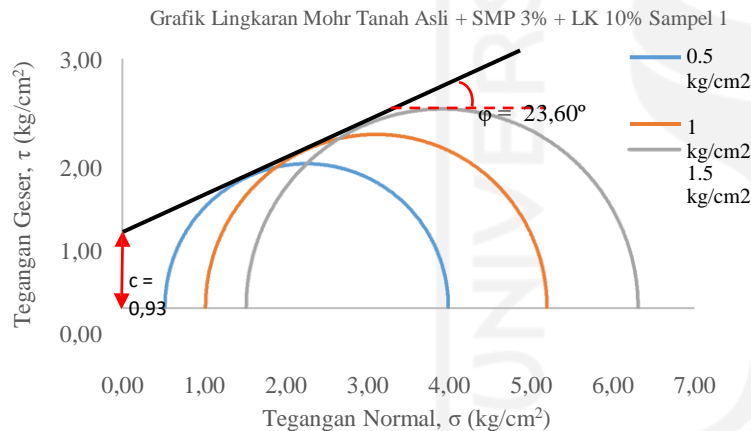


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

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

|                   |   |                |   |
|-------------------|---|----------------|---|
| <b>Proyek</b>     | : Tugas Akhir                             | <b>Tanggal</b> | : 17 Desember 2021                              |
| <b>Lokasi</b>     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY | <b>Sampel</b>  | : Tanah Asli + SP 3% + LK 10% Masa Peram 7 Hari |
| <b>Dikerjakan</b> | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |                |   |



| <b>Tanah Asli + SP 3% + LK 10% Masa Peram 7 Hari</b> |                    |                 |                 |                  |
|--|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| <b>Uraian</b>  | <b>Satuan</b>      | <b>Sampel 1</b> | <b>Sampel 2</b> | <b>Rata-rata</b> |
| Sudut Geser Dalam                                    | Derajat (°)        | 23,60           | 23,65           | 23,62            |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 0,93            | 0,96            | 0,94             |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 17 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)

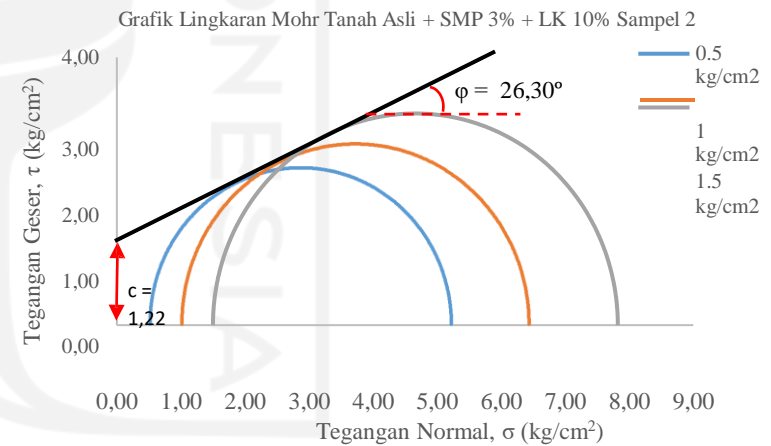
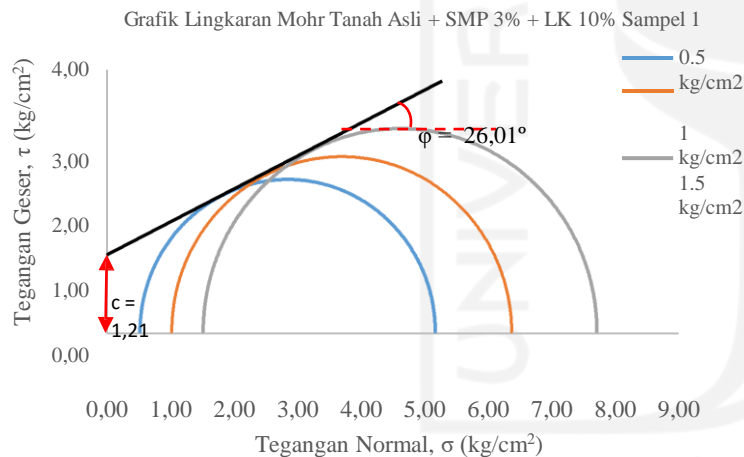


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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 Sampel | : 18 Desember 2021                               |
| Lokasi     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY |                |  |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |                | : Tanah Asli + SP 3% + LK 10% Masa Peram 14 Hari |



| <b>Tanah Asli + SP 3% + LK 10% Masa Peram 14 Hari</b> |                    |          |          |           |
|---|--------------------|----------|----------|-----------|
| Uraian  | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Sudut Geser Dalam                                     | Derajat (°)        | 26,01    | 26,30    | 26,16     |
| Kohesi  | kg/cm <sup>2</sup> | 1,21     | 1,22     | 1,21      |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 18 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)

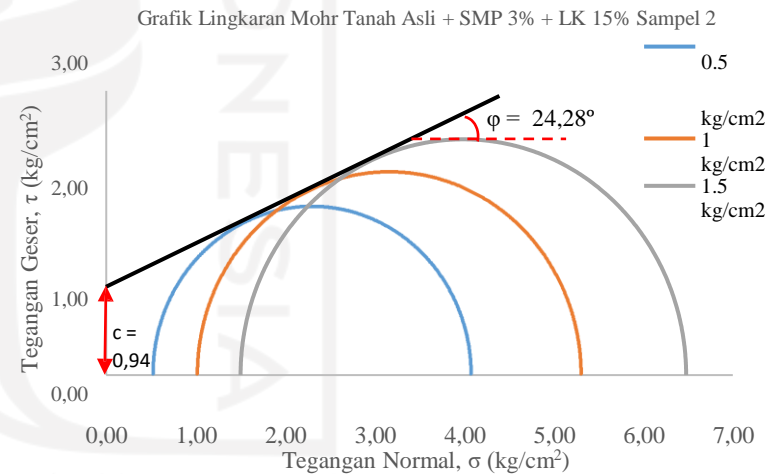
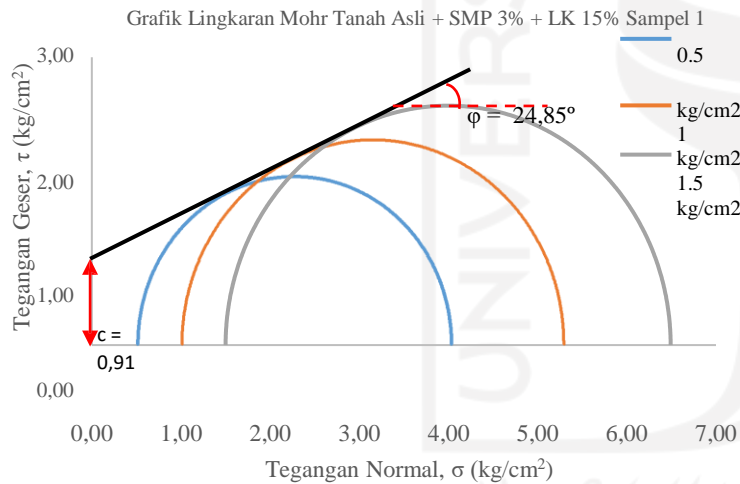


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

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

|                   |   |                |   |
|-------------------|---|----------------|---|
| <b>Proyek</b>     | : Tugas Akhir                             | <b>Tanggal</b> | : 18 Desember 2021                              |
| <b>Lokasi</b>     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY | <b>Sampel</b>  | : Tanah Asli + SP 3% + LK 15% Masa Peram 0 Hari |
| <b>Dikerjakan</b> | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |                |   |



| <b>Tanah Asli + SP 3% + LK 15% Masa Peram 0 Hari</b> |                    |                 |                 |                  |
|--|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| <b>Uraian</b>  | <b>Satuan</b>      | <b>Sampel 1</b> | <b>Sampel 2</b> | <b>Rata-rata</b> |
| Sudut Geser Dalam                                    | Derajat (°)        | 24,85           | 24,28           | 24,56            |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 0,91            | 0,94            | 0,92             |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 18 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)

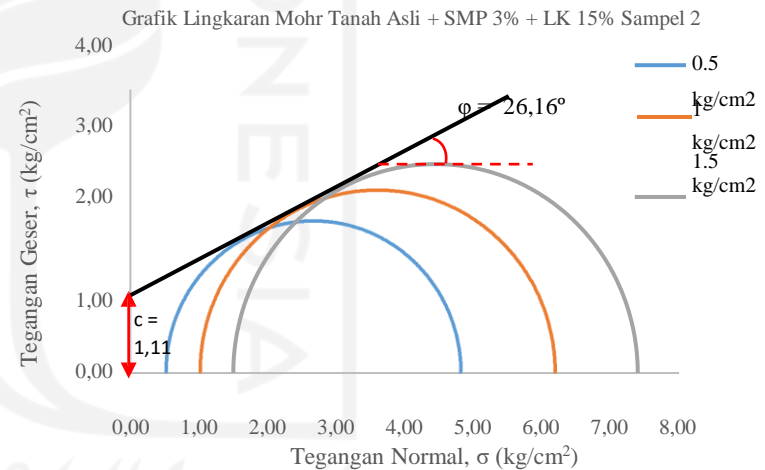
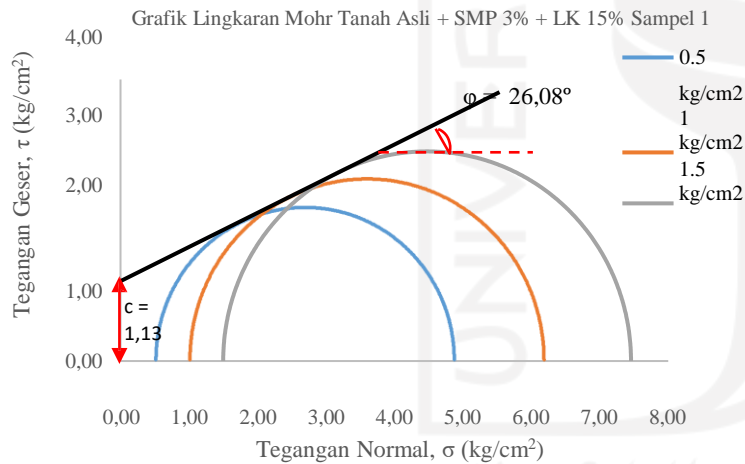


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

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

|                   |   |                |   |
|-------------------|---|----------------|---|
| <b>Proyek</b>     | : Tugas Akhir                             | <b>Tanggal</b> | : 18 Desember 2021                              |
| <b>Lokasi</b>     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY | <b>Sampel</b>  | : Tanah Asli + SP 3% + LK 15% Masa Peram 7 Hari |
| <b>Dikerjakan</b> | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |                |   |



| <b>Tanah Asli + SP 3% + LK 15% Masa Peram 7 Hari</b> |                    |                 |                 |                  |
|--|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| <b>Uraian</b>  | <b>Satuan</b>      | <b>Sampel 1</b> | <b>Sampel 2</b> | <b>Rata-rata</b> |
| Sudut Geser Dalam                                    | Derajat (°)        | 26,08           | 26,16           | 26,12            |
| Kohesi   | kg/cm <sup>2</sup> | 1,13            | 1,11            | 1,12             |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

**Lampiran 43. Grafik Lingkaran Mohr Tanah Asli + SP 3% + LK 15% Masa Peram 7 Hr**

Yogyakarta, 18 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



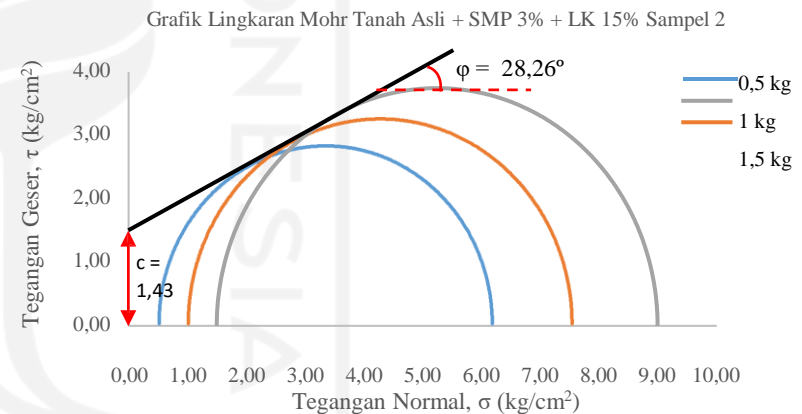
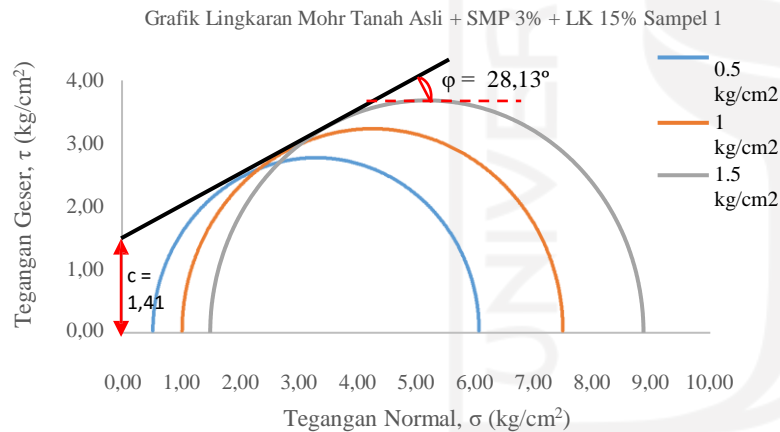


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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 | : 18 Desember 2021                               |
| Lokasi     | : Desa Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY | Sampel  | : Tanah Asli + SP 3% + LK 15% Masa Peram 14 Hari |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi                 |         |  |



| <b>Tanah Asli + SP 3% + LK 15% Masa Peram 14 Hari</b> |                    |          |          |           |
|---|--------------------|----------|----------|-----------|
| Uraian  | Satuan             | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata-rata |
| Sudut Geser Dalam                                     | Derajat (°)        | 28,13    | 28,26    | 28,20     |
| Kohesi  | kg/cm <sup>2</sup> | 1,41     | 1,43     | 1,42      |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 18 Desember 2021  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY                    |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi                                    |
| Tanggal    | : 1 Januari 2022   |
| Sampel     | : Tanah Asli dan Tanah Asli + Semen Portland + Limbah Karbit |

| 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      | 0,63                       | 20,86 | 0,65                    | 20,52 |
|            |   | 2      | 0,67                       | 20,18 |                         |       |
| 0 Hari     | 1. tanah asli + 3% semen portland                     | 1      | 0,71                       | 20,88 | 0,71                    | 20,57 |
|            |   | 2      | 0,72                       | 20,25 |                         |       |
|            | 2. tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 1      | 0,74                       | 20,60 | 0,72                    | 20,78 |
|            |   | 2      | 0,71                       | 20,96 |                         |       |
|            | 3. tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 1      | 0,84                       | 23,47 | 0,84                    | 23,63 |
|            |   | 2      | 0,84                       | 23,79 |                         |       |
|            | 4. tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 1      | 0,91                       | 24,85 | 0,92                    | 24,56 |
|            |   | 2      | 0,94                       | 24,28 |                         |       |
| 7 Hari     | 1. tanah asli + 3% semen portland                     | 1      | 0,91                       | 22,23 | 0,91                    | 22,12 |
|            |   | 2      | 0,91                       | 22,02 |                         |       |
|            | 2. tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit  | 1      | 0,87                       | 21,56 | 0,87                    | 21,74 |
|            |   | 2      | 0,87                       | 21,91 |                         |       |
|            | 3. tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit | 1      | 0,93                       | 23,60 | 0,94                    | 23,62 |
|            |   | 2      | 0,96                       | 23,65 |                         |       |
|            | 4. tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit | 1      | 1,13                       | 26,08 | 1,12                    | 26,12 |
|            |   | 2      | 1,11                       | 26,16 |                         |       |



**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 Gayamharjo, Prambanan, Sleman, DIY                    |        |                            |            |                         |            |
| Dikerjakan | : Akhmad Mundzir Rosyandi                                    |        |                            |            |                         |            |
| Tanggal    | : 1 Januari 2022   |        |                            |            |                         |            |
| Sampel     | : Tanah Asli dan Tanah Asli + Semen Portland + Limbah Karbit |        |                            |            |                         |            |
| Masa Peram | Variasi  | Sampel | Parameter Kuat Geser Tanah |            |                         |            |
|            |  |        | c (kg/cm <sup>2</sup> )    | $\phi$ (°) | c (kg/cm <sup>2</sup> ) | $\phi$ (°) |
| 14 Hari    | 1. tanah asli + 3% semen portland                            | 1      | 1,11                       | 25,08      | 1,12                    | 25,03      |
|            |  | 2      | 1,14                       | 24,99      |                         |            |
|            | 2. tanah asli + 3% semen portland + 5% limbah karbit         | 1      | 1,04                       | 23,39      | 1,05                    | 23,55      |
|            |  | 2      | 1,05                       | 23,72      |                         |            |
|            | 3. tanah asli + 3% semen portland + 10% limbah karbit        | 1      | 1,21                       | 26,01      | 1,21                    | 26,16      |
|            |  | 2      | 1,22                       | 26,30      |                         |            |
|            | 4. tanah asli + 3% semen portland + 15% limbah karbit        | 1      | 1,41                       | 28,13      | 1,42                    | 28,20      |
|            |  | 2      | 1,43                       | 28,26      |                         |            |

Mengetahui,  
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 1 Januari 2022  
Peneliti

(Akhmad Mundzir Rosyandi)