TUGAS AKHIR

PENGARUH STABILISASI TANAH BERBUTIR HALUS MENGGUNAKAN SEMEN DAN *ROTEC* TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH (STUDI KASUS: DAERAH KONAWE UTARA, SULAWESI TENGGARA)

(*THE EFFECT OF FINE-GRAINED SOIL STABILIZATION USING CEMENT AND ROTEC ON SOIL SHEAR STRENGTH PARAMETERS (CASE STUDY: NORTH KONAWE REGION, SOUTHEAST SULAWESI)*)

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

MASYHTA SYAH RANI
19511204

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2024

TUGAS AKHIR

PENGARUH STABILISASI TANAH BERBUTIR HALUS MENGGUNAKAN SEMEN DAN *ROTEC* TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH (STUDI KASUS: DAERAH KONAWE UTARA, SULAWESI TENGGARA)

(*THE EFFECT OF FINE-GRAINED SOIL STABILIZATION USING CEMENT AND ROTEC ON SOIL SHEAR STRENGTH PARAMETERS (CASE STUDY: NORTH KONAWE REGION, SOUTHEAST SULAWESI)*)

Disusun Oleh

MASYHTA SYAH RANI

19511204

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

Diuji pada tanggal 28 Mei 2024

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Anisa Nur A., S.T., M.Eng.	**Dr. Hanindya K.Artati.,S.T., M.T.**	**Miftahul Fauziah S.T., M.T., Ph.D.**
NIK: 215111305	**NIK: 045110407**	**NIK: 955110103**

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

21/6-24

a.n. **Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T, Ph.D.(Eng).,IPM.**

NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 15 Mei 2024
Yang membuat pernyataan,

Masyhta Syah Rani
(19511204)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Pengaruh Stabilisasi Tanah Berbutir Halus Menggunakan Semen Dan Rotec Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah (Studi Kasus Daerah Konawe Utara, Sulawesi Tenggara)*. 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.

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

1. Ibu Anisa Nur Amalina, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing, yang telah banyak membantu dan memberikan masukan kepada penulis selama mengerjakan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, M.T. selaku Dosen Pembimbing, yang telah banyak membantu dan memberikan masukan kepada penulis selama mengerjakan Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Hanindya Kusuma Artanti, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I, yang telah memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir.
4. Ibu Miftahul Fauziah S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir.

5. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng)., IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
6. Bapak Yudi Falal, A. Md., dan Bapak Sugiyono selaku laboran yang telah membantu dan memberi masukan selama melakukan penelitian di laboratorium.
7. PT Cahaya Inti Solusindo selaku Perusahaan yang memproduksi produk *Rotec*, yang telah membuat produk dimaksud guna penelitian Tugas Akhir bagi Penulis.
8. Orang tua penulis yang telah memberikan doa dan dukungan moral maupun materi kepada penulis untuk menyelesikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang dapat disebutkan satu per satu, yang dengan tulus memberikan doa dan semangat kepada penulis agar cepat menyelesaikan tugas akhir.

Masih banyak kekurangan serta kesalahan penulisan yang ada pada tugas akhir ini, karena itu segala saran serta kritik yang membangun akan menyempurnakan penulisan tugas akhir ini sehingga dapat memberikan manfaat bagi penulis dan para pembaca.

Yogyakarta, 15 Mei 2024

Penulis,

Masyhta Syah Rani

(19511204)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xiii
ABSTRAK xiv
ABSTRACT xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Masalah 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Tinjauan Pustaka 4
2.2 Analisis Stabilitas Tanah Menggunakan Campuran *Rotec* 4
2.3 Analisis Stabilitas Tanah Menggunakan Metode Pengujian Triaksial UU 6
2.4 Keaslian Penelitian 7
BAB III LANDASAN TEORI 12
3.1 Tanah 12
3.2 Pengujian Sifat Fisik dan Mekanis Tanah 12
3.2.1 Kadar air 12
3.2.2 Berat Jenis 13
3.2.3 Analisa Ukuran Butiran 14

3.2.4 Batas-Batas Atterberg 15
3.2.5 Batas Plastis 16
3.3 Klasifikasi Tanah 17
3.3.1 Sistem Klasifikasi USCS 17
3.3.2 Sistem klasifikasi AASHTO 19
3.4 Stabilisasi Tanah 22
3.5 Semen 22
3.6 *Rotec* 22
3.7 Uji Pemadatan Tanah (*Proctor Standard*) 23
3.8 Kuat Geser Tanah 24
3.9 Pengujian Triaksial *Uncosolidated Undrained* 25
BAB IV METODE PENELITIAN 27
4.1 Jenis Penelitian 28
4.2 Lokasi Penelitian 28
4.3 Bahan dan Benda Uji 29
4.3.1 Bahan 29
4.3.2 Jumlah Sampel dan jenis pengujian 29
4.4 Bagan Alir Penelitian 31
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 27
5.1 Hasil Penelitian 33
5.2 Pengujian Sifat Fisik Tanah 33
5.2.1 Pengujian Kadar Air 33
5.2.2 Pengujian Berat Volume 34
5.2.3 Pengujian Berat Jenis 35
5.3 Pengujian Batas-Batas Atterberg 36
5.3.1 Pengujian Batas Cair 36
5.3.2 Pengujian Batas Plastis 38
5.3.3 Pengujian Batas Susut 39
5.3.4 Indeks Plastisitas 40
5.4 Pengujian Analisis Ukuran Butiran 41
5.5 Pengujian Proktor Standar 45

5.6 Pengujian Triaksial *Uncosolidated Undrained* 48
5.6.1 Pengujian Triaksial *Uncosolidated Undrained* pada Tanah Asli 48
5.6.2 Pengujian Triaksial *Uncosolidated Undrained* dengan Bahan Tambah Stabilisasi 51
5.7 Pembahasan 53
5.7.1 Tanah Asli 53
5.7.2 Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi 55
BAB VI KESIMPULAN 70
6.1 Kesimpulan 70
6.2 Saran 71
DAFTAR PUSTAKA 72
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian ini 8
Tabel 3.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Berat Jenis 13
Tabel 3.2 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah 17
Tabel 3.3 Sistem Klasifikasi USCS 18
Tabel 3.4 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO 21
Tabel 4.1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel 29
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli 34
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli 34
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli 36
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Batas Cair Sampel I 36
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Batas Cair Sampel II 37
Tabel 5.6 Rekapitulasi Pengujian Batas Cair 38
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli 39
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli 39
Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Indeks Plastisitas Tanah Asli 40
Tabel 5.10 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Asli Sampel I 41
Tabel 5.11 Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Asli Sampel II 42
Tabel 5.12 Hasil Uji Hidrometer Sampel I 42
Tabel 5.13 Hasil Uji Hidrometer Sampel II 43
Tabel 5.14 Persentase Butiran Tanah Asli 44
Tabel 5.15 Hasil Pengujian Proktor Standar Sampel I 46
Tabel 5.16 Hasil Pengujian Proktor Standar Sampel II 46
Tabel 5.17 Rekapitulasi Kadar Air Optimum dan Berat Volume Kering Maksimum 49
Tabel 5.18 Tegangan Deviator dan Tegangan Utama Pengujian Triaksial UU Pada Tanah Asli Sampel I 50
Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU pada Tanah Asli 52
Tabel 5.20 Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah 52

Tabel 5.21 Divisi Utama Tanah Asli Berdasarkan USCS 53
Tabel 5.22 Klasifikasi Kelompok Tanah Asli Berdasarkan USCS 54
Tabel 5.23 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Berdasarkan AASHTO 57
Tabel 5.24 Pengaruh Penambahan Semen dan *Rotec* Terhadap Nilai Kohesi dan Tanah Asli 58
Tabel 5.25 Pengaruh Penambahan Semen dan *Rotec* Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Tanah Asli 61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Analisis Distribusi Ukuran Butiran 14
Gambar 3.2 Batas Konsistensi Tanah 15
Gambar 3.3 Cara Kerja *Rotec* 23
Gambar 3.4 Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering 24
Gambar 3.5 Sketsa Alat Uji Triaksial 26
Gambar 3.6 Lingkaran Mohr dan Garis Kegagalan 27
Gambar 4.1 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Asli 28
Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian 32
Gambar 5.1 Grafik Batas Cair Sampel I 37
Gambar 5.2 Grafik Batas Cair Sampel II 38
Gambar 5.3 Grafik Analisa Distribusi Tanah Sampel I 43
Gambar 5.4 Grafik Analisa Distribusi Tanah Sampel II 44
Gambar 5.5 (a) Sampel Tanah Asli dengan Penambahan Air Sebesar 200 mL pada Pengujian *Proctor* Standard dan (b) Sampel Tanah Asli dengan Penambahan Air Sebesar 400 mL pada Pengujian *Proctor Standard* 45
Gambar 5.6 Grafik Uji Proktor Standar Sampel I 47
Gambar 5.7 Grafik Uji Proktor Standar Sampel II 47
Gambar 5.8 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Pengujian Triaksial *Uncosolidated Undrained* pada Tanah Asli Sampel I 49
Gambar 5.9 Grafik Lingkaran Mohr pada Tanah Asli Sampel I 50
Gambar 5.10 Sampel Tanah Asli untuk Pengujian Triaksial UU 50
Gambar 5.11 Grafik Klasifikasi Tanah Asli Berdasarkan USCS 53
Gambar 5.12 Grafik Pengaruh Penambahan Variasi Kadar Semen dan *Rotec* pada Tanah Asli Terhadap Nilai Kohesi 58
Gambar 5.13 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Kohesi Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 0% 59
Gambar 5.14 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Kohesi Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1% 59

Gambar 5.15 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Kohesi Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5% 60
Gambar 5.16 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Kohesi Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2% 60
Gambar 5.17 Pengaruh Lama Pemeraman Terhadap Kohesi 62
Gambar 5.18 Grafik Pengaruh Penambahan Variasi Kadar Semen dan *Rotec* pada Tanah Asli Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam 63
Gambar 5.19 Pengaruh Lama Pemeraman Terhadap Sudut Geser Dalam 63
Gambar 5.20 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Sudut Geser Dalam Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 0% 64
Gambar 5.21 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Sudut Geser Dalam Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1% 64
Gambar 5.22 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Sudut Geser Dalam Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5% 65
Gambar 5.23 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Sudut Geser Dalam Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2% 65
Gambar 5.24 Pengaruh Lama Pemeraman Terhadap Sudut Geser Dalam 67
Gambar 5.25 Sampel Tanah Asli + Semen 1% + *Rotec* 1% untuk Pengujian Triaksial UU 67
Gambar 5.26 Sampel Tanah Asli + Semen 1% + *Rotec* 1,5% untuk Pengujian Triaksial UU 68
Gambar 5.27 Sampel Tanah Asli + Semen 1% + Rotec 2% untuk Pengujian Triaksial UU 69

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

w	= Kadar Air	(%)
Ww	= Berat Air	(gr)
Ws	= Berat Tanah Kering	(gr)
Gs	= Berat Jenis Tanah	
γ_s	= Berat Volume Butiran Padat	(gr/cm^3)
γ_w	= Berat Volume Air	(gr/cm^3)
PI	= Indeks Plastisitas	(%)
LL	= Batas Cair	(%)
PL	= Batas Plastis	(%)
GI	= Indeks kelompok (*group index*)	(%)
F	= Persen butiran lolos saringan no.200	(%)
LL	= Batas cair	(%)
τ	= Tegangan geser (Tau)	(kN/m^2)
σ	= Tegangan normal	(kN/m^2)
σ_1	= Tegangan Utama	(kg/cm^2)
σ_3	= Tegangan Sel	(kg/cm^2)
$\Delta\sigma_1$	= Tegangan Deviator	(kg/cm^2)
φ	= Sudut Geser Dalam Tanah	(^{o})
P	= Gaya Normal	(kN)
A	= Luas Penampang Benda Uji	(m^2)

ABSTRAK

Dalam dunia teknik sipil, tanah merupakan bagian dasar penting dalam proyek pembangunan konstruksi. Pemilihan jenis tanah yang ideal sangat penting dilakukan dalam perencanaan suatu bangunan konstruksi guna menahan beban bangunan di atasnya, namun tidak semua jenis tanah memiliki daya dukung yang baik untuk menjadi dasar yang kuat dari bangunan konstruksi karena setiap jenis tanah memiliki karakteristik, sifat fisik dan mekanik yang berbeda-beda. Untuk memperbaiki sifat buruk pada tanah dapat dilakukan stabilisasi menggunakan bahan kimia seperti semen dan *Rotec*.

Pada penelitian ini sampel tanah Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara distabilisasi dengan *Rotec* sebesar 1% dan variasi semen sebesar 1%, 1,5%, dan 2% dari berat kering tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan semen dan *Rotec* sebagai bahan stabilisasi terhadap parameter kuat geser. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian properti tanah dan pengujian Triaksial UU (*Unconsolidated Undrained)*.

Hasil penelitian ini menunjukkan tanah Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara dikategorikan sebagai tanah lanau elastis (*silt with sand*) berdasarkan klasifikasi USCS dan tanah dengan sifat sedang sampai buruk berdasarkan klasifikasi AASHTO. Berdasarkan pengujian Triaksial UU didapatkan nilai kohesi (c) tanah asli sebesar 0,655 kg/cm² dengan sudut geser dalam (φ) sebesar 28,080º. Nilai kohesi (c) terbesar terdapat pada variasi penambahan *Rotec* 1% + semen 1,5% pemeraman 14 hari yaitu sebesar 0,811 kg/cm² dengan nilai sudut geser dalam (φ) sebesar 32,639°.

Kata kunci: tanah, lanau, *Rotec*, semen, triaksial UU, kohesi dan sudut geser dalam.

ABSTRACT

In the world of civil engineering, soil is an important basic part in construction projects. Choosing the ideal type of soil is very important in planning a construction building to support the load of the building above it, but not all types of soil have good bearing capacity to become a strong foundation for a construction building because each type of soil has different characteristics, physical and mechanical properties. To improve the bad properties of the soil, stabilization can be done using chemicals such as cement and Rotec.

In this study, soil samples from Mandiodo Village, Molowe District, North Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province were stabilized with Rotec at 1% and cement variations at 1%, 1.5% and 2% of the dry weight of the soil. This research aims to determine the effect of adding cement and Rotec as stabilizing materials on shear strength parameters. The tests carried out are in the form of soil properties testing and Triaxial UU testing (Unconsolidated Undrained).

*The results of this research show that the soil of Mandiodo Village, Molowe District, North Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province is categorized as silt with sand based on the USCS classification and soil with moderate to poor properties based on the AASHTO classification. Based on UU Triaxial testing, the cohesion value (c) of the original soil was found to be 0,*655 *kg/cm² with an internal friction angle (φ) of 28,080º. The largest cohesion value (c) is found in the variation of adding Rotec 1% + cement 1,5% curing 14 days, namely 0,811 kg/cm² with an internal shear angle (φ) value of* 32,639°.

Keywords*: soil, silt, rotec, cement, triaxial UU, cohesion and internal shear angle.*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia teknik sipil, tanah merupakan bagian dasar penting dalam proyek pembangunan konstruksi. Penggunaan material tanah yang baik sangat diperlukan dalam pekerjaan konstruksi jalan agar dapat menahan beban-beban yang telah terdistribusi dari atas kemudian disalurkan ke dalam tanah melalui fondasi. Struktur jalan harus memiliki fondasi dengan material yang kuat dan stabil untuk menahan beban lalu lintas di atasnya. Jika material tanah yang digunakan tidak sesuai spesifikasi akan menimbulkan kerusakan dan penurunan pada permukaan ruas jalan sehingga dapat meningkatkan potensi terjadinya kecelakaan lalu lintas pada ruas jalan tersebut.

Tanah adalah butiran padat dengan ukuran beraneka ragam disertai air dan udara yang mengisi ruang – ruang kosong di antara partikel padat yang berasal dari hasil 24 pelapukan batuan secara fisik, mekanis dan kimiawi. Istilah – istilah seperti kerikil, lanau, lempung digunakan dalam teknik sipil untuk membedakan jenis tanah. Menurut *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) *nomenclature*, pasir adalah butiran yang berukuran kurang dari 2 mm dan dapat terlihat oleh mata manusia. Tanah pasir disebut pasir kasar jika memiliki diameter butiran berkisar 0,6 mm hingga 2 mm, pasir sedang jika diameter butirannya 0,2 mm hingga 0,6 mm, dan pasir halus jika diameter butirannya 0,06 mm hingga 0,2 mm.

Pemilihan jenis tanah yang ideal sangat penting dilakukan dalam perencanaan suatu bangunan konstruksi guna menahan beban bangunan di atasnya, namun tidak semua jenis tanah memiliki daya dukung yang baik untuk menjadi dasar yang kuat dari bangunan konstruksi. Setiap jenis tanah memiliki karakteristik, sifat fisik dan mekanik yang berbeda-beda. Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopis dan sub mikroskopis yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan dan bersifat plastis, selain itu permeabilitas tanah lempung sangat rendah (Terzagi dan Peck, 1987)

Stabilisasi tanah dapat diterapkan melalui dua metode, yaitu metode mekanis dan kimiawi. Dalam metode mekanis, stabilisasi tanah melibatkan pengaturan gradasi ukuran partikel tanah serta proses pemadatan. Sementara dalam metode kimiawi, dengan penggunaan bahan khusus, proses stabilisasi dilakukan dengan mencampurkan bahan-bahan tersebut ke dalam tanah yang akan distabilisasi. Bahan khusus untuk penambahan yang sering kali digunakan di antaranya yaitu kapur, aspal, abu terbang (*fly ash*) dan semen.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan bahan tambah yaitu *Rotec* dan semen sebagai unsur kunci dalam penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui peran serta pengaruh kedua material tersebut terhadap sampel benda uji tanah di Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana sifat mekanik, sifat fisik, dan klasifikasi tanah di Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara?
2. Bagaimana pengaruh penambahan semen terhadap kuat geser tanah di Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara?
3. Bagaimana pengaruh penambahan *Rotec* terhadap kuat geser tanah di Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara?
4. Bagaimana pengaruh penambahan semen dan *Rotec* terhadap kuat geser tanah di Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada rumusan masalah di atas adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui sifat mekanik, sifat fisik, dan klasifikasi tanah di Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara.
2. Mengetahui pengaruh penambahan semen terhadap kuat geser tanah di Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara.
3. Mengetahui pengaruh penambahan *Rotec* terhadap kuat geser tanah di Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara.
4. Mengetahui pengaruh penambahan semen dan bahan tambah *Rotec* terhadap kuat geser tanah di Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk banyak orang. Manfaat dari penelitian ini adalah menjadi referensi untuk memperbaiki sifat dan karakteristik tanah dengan menggunakan bahan adiktif *Rotec* dan semen dalam mendirikan proyek konstruksi. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai alternatif dalam pemilihan stabilisasi tanah pada pekerjaan timbunan.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memperoleh pemahaman dalam masalah ini, maka digunakan batasan masalah. Berikut adalah batasan-batasan masalah yang digunakan di antaranya yaitu:

1. Bahan stabilisasi *Rotec* yang digunakan berasal dari PT. Cahaya Inti Solusindo.
2. Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I dengan merek Tiga Roda.
3. Kadar penambahan *Rotec* yang digunakan 1% terhadap berat semen.
4. Kadar variasi semen yaitu 0%, 1%, 1,5% dan 2% terhadap berat tanah kering.

5. Tanah kering yang digunakan untuk pemadatan adalah tanah lolos saringan No. 4.
6. Pengujian hanya terbatas pada sifat-sifat fisik dan mekanis tanah, tidak menganalisis unsur kimia yang terkandung dalam tanah.
7. Pengujian dengan sampel tanah terganggu.
8. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Universitas Islam Indonesia.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Stabilisasi tanah adalah upaya yang dilakukan dapat memperbaiki sifat-sifat tanah. Metode stabilisasi yang banyak digunakan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis adalah salah satu metode untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan cara perbaikan struktur dan perbaikan sifat-sifat mekanis tanah, sedangkan stabilisasi kimiawi yaitu menambah kekuatan dan kuat dukung tanah dengan jalan mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia. Pelaksanaan tinjauan pustaka perlu dilakukan untuk mengetahui perkembangan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai penelitian stabilitas tanah menggunakan bahan tambah agar menghindari adanya plagiasi. Adapun penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dapat dilihat pada beberapa subbab berikut.

2.2 Analisis Stabilitas Tanah Menggunakan Campuran *Rotec*

Penelitian Putra (2013) membahas tentang penambahan abu ampas tebu terhadap tanah lempung dengan bahan tambahan *Rotec* terhadap parameter kuat geser tanah. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui klasifikasi tanah, pengaruh penambahan bahan adiktif *Rotec* dan ampas tebu terhadap stabilisasi tanah lempung menggunakan parameter kuat geser tanah. Dari hasil penelitian ini penambahan ampas tebu pada dengan persentase yang besar dapat meningkatkan nilai kuat geser tanah yang signifikan. Penambahan *Rotec* dengan persentase yang sama dapat mengoptimalkan pengaruh abu ampas tebu terhadap kuat geser tanah. Berdasarkan pengujian geser langsung didapatkan nilai kohesi tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 138,815%, sedangkan nilai sudut geser dalam tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari

sebesar 122,456%. Berdasarkan triaksial UU nilai kohesi tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 335,177%, sedangkan pada nilai sudut geser dalam mengalami penurunan terendah terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 2% dan abu ampas tebu 0% dengan pemeraman 1 hari sebesar 0,634%.

Penelitian Sari (2017), membahas tentang pengaruh stabilitas kimia tanah menggunakan *Rotec* dan semen terhadap parameter kuat geser tanah dan koefisien uji konsolidasi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jenis dan klasifikasi tanah berdasarkan uji sifat fisis dan mekanis serta melakukan perbaikan pada sifat – sifat tanah untuk mengetahui perubahan parameter kuat geser tanah dan koefisien uji konsolidasi. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode stabilisasi kimia dengan serangkaian uji sifat fisik dan sifat mekanik di antaranya yaitu uji geser langsung dan konsolidasi pada tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan *Rotec* 5% dan semen 0%, 1%, 2%, 3% yang diperam selama 1, 3, dan 7 hari. Hasil dari penelitian ini menunjukkan peningkatan nilai parameter kuat geser tanah yang distabilisasi terhadap tanah asli dengan kohesi (c) 0,364 kg/cm^2 dan sudut geser dalam (ϕ) 34,529^o. Peningkatan c tertinggi 594,88% pada tanah 5% *Rotec* + 3% semen pemeraman 7 hari. Peningkatan φ tertinggi 130,41% pada tanah 5% *Rotec* + 3% Semen pemeraman 7 hari. Pada koefisien uji konsolidasi menunjukkan penurunan terhadap tanah asli khususnya nilai indeks kemampatan (C_c) dengan nilai tanah asli sebesar 0,024. Nilai Cc terendah sebesar 74,35% dengan nilai 0,018 pada kadar semen 3% pemeraman 7 hari.

Penelitian Keisworini (2022) membahas tentang stabilisasi tanah lempung dengan metode kimiawi menggunakan semen dan *Rotec*. Tanah asli diambil dari Desa Jering, Kelurahan Sidorejo, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, Provinsi D.I. Yogyakarta. Tujuan dari penelitian ini mengetahui sifat fisik, sifat mekanik, klasifikasi tanah, perubahan dan nilai parameter kuat geser tanah puncak dan sisa yang distabilisasi dengan variasi semen *portland* dan bahan aditif *Rotec*. Parameter kuat geser puncak dan sisa (residu) menggunakan uji geser langsung *consolidated undrainate* (CU) pada tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan *Rotec* 3% dan semen 0%, 2%, dan 4% yang diperam selama 1 dan 7 hari. Hasil penelitian

penambahan semen yang semakin besar dapat meningkatkan nilai parameter kuat geser tanah yang cukup signifikan. Penambahan *Rotec* dengan persentase tertentu memberikan pengaruh semen terhadap parameter kuat geser tanah yang beragam. Peningkatan kohesi puncak (c) dan residu (cr) tertinggi terjadi pada sampel dengan *Rotec* 0% dan semen 4% dengan pemeraman 7 hari. Kohesi (c) meningkat sebesar 130%, dari kohesi (c) tanah asli sebesar 0,142 kg/cm^2 pada kondisi puncak menjadi 0,327 kg/cm^2 . Kohesi residu (cr) meningkat sebesar 70,028% dari kohesi residu (cr) tanah asli sebesar 0,123 kg/cm^2 menjadi 0,210 kg/cm^2 . Nilai sudut geser dalam puncak (γ) dan residu (φr) tertinggi diperoleh pada sampel dengan *Rotec* 3% dan semen 4% dengan pemeraman 1 hari. Sudut geser dalam (φ) meningkat sebesar 16,717%, dari sudut geser dalam (φ) tanah asli sebesar 24,683° menjadi 28,809°. Sudut geser dalam residu (φr) meningkat sebesar 13,457%, dari sudut geser dalam residu (φr) tanah asli sebesar 24,070° meningkat menjadi 27,309°.

2.3 Analisis Stabilitas Tanah Menggunakan Metode Pengujian Triaksial UU

Penelitian Adisti (2022) membahas tentang stabilisasi tanah asli dengan kapur karbit dengan persentase 3%, 7%, 5% dan 9% dan waktu pemeraman yaitu 1 hari, 5 hari dan 9 hari. Setelah itu dilakukan stabilisasi kapur karbit optimum dengan persentase 9% yang dicampur dengan semen putih dengan persentase 4%, 6% dan 8% dengan waktu pemeraman 1 hari, 5 hari dan 9 hari. Metode yang digunakan menggunakan Pengujian Triaksial UU. Hasil penelitian ini adalah pada pengujian triaksial UU didapatkan kohesi tanah asli sebesar 0,286 kg/cm^2 dengan sudut geser dalam sebesar 21,680^O. Pada penambahan kapur karbit dengan persentase 3%, 5%, 7% dan 9% diketahui dapat meningkatkan parameter kuat geser tanah, nilai kohesi dan sudut geser dalam tertinggi terdapat pada persentase 9% pada pemeraman 9 hari, yaitu nilai kohesi sebesar 0,911 kg/cm^2 dan sudut geser dalam sebesar 33,394^O. Pada penambahan kapur karbit optimum dan semen putih 4%, 6% dan 8%, nilai kohesi dan sudut geser dalam tertinggi terdapat pada persentase kapur karbit optimum yang dicampur dengan semen putih 8% dengan waktu pemeraman 9 hari, nilai kohesi dan sudut geser dalam sebesar 1,411 kg/cm2 dan 34,371^O.

Penelitian Mufarrihah (2022), membahas tentang parameter kuat geser tanah yang diperoleh menggunakan metode triaksial UU pada tanah asli dan tanah yang diberi bahan tambah serbuk limbah marmer dengan kadar 0%, 12%, 15% dan 18% serta matos sebesar 0%, 3% dan 5% dengan masa pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Sampel tanah asli diambil langsung di Dusun Setran Desa Sumberarum Kecamatan Moyudan Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. Kesimpulan dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahan tambah berupa serbuk limbah marmer dan matos mampu meningkatkan kuat geser tanah. Peningkatan tertinggi nilai kohesi terdapat pada variasi bahan 3% matos dan 15% serbuk limbah marmer dengan masa pemeraman 7 hari yakni dari nilai tanah asli yang awalnya sebesar 2,35 kg/cm^2 menjadi 3,60 kg/cm^2. Sedangkan peningkatan tertinggi sudut geser dalam terdapat pada variasi bahan serbuk limbah marmer 15% dengan masa pemeraman 7 hari yakni dari nilai tanah asli yang awalnya sebesar 40,16° menjadi 57,15°.

2.4 Keaslian Penelitian

Perbandingan tugas akhir ini dengan beberapa penelitian di atas disajikan dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian ini

Penelitian Terdahulu						**Penelitian yang dilakukan**
Penelitian	**Putra (2013)**	**Sari (2017)**	**Adisti (2022)**	**Mufarrihah (2022)**	**Keisworini (2022)**	**Rani (2023)**
Judul Penelitian	Pengaruh Penembahan Ampas Tebu Pada Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah *Rotec* Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah.	Pengaruh Stabilitas Kimia Tanah Menggunakan *Rotec* dan Semen Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah dan Koefisien Uji Konsolidasi.	Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur Karbit dan Semen Putih Terhadap Nilai Parameter Kuat Geser Tanah Dengan Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained*	Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Limbah Marmer Dan Matos *Soil Stabilizer* Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Berbutir Halus.	Pengaruh Penembahan Ampas Tebu Pada Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah *Rotec* Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah.	Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen dan *Rotec* Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian ini

Penelitian Terdahulu						**Penelitian yang dilakukan**
Penelitian	**Putra (2013)**	**Sari (2017)**	**Adisti (2022)**	**Mufarrihah (2022)**	**Keisworini (2022)**	**Rani (2023)**
Tujuan Penelitian	Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui klasifikasi tanah, pengaruh penambahan bahan adiktif *Rotec* dan ampas tebu terhadap stabilisasi tanah lempung menggunakan parameter kuat geser tanah	Penelitian ini untuk mengetahui jenis dan klasifikasi tanah berdasarkan uji sifat fisis dan mekanis serta melakukan perbaikan pada sifat – sifat tanah untuk mengetahui perubahan parameter kuat geser tanah dan koefisien uji konsolidasi	Mengetahui pengaruh stabilisasi tanah asli dengan kapur karbit dan Semen Putih dengan persentase 3%, 7%, 5% dan 9% dan waktu pemeraman yaitu 1 hari, 5 hari dan 9 hari.	Mengetahui parameter kuat geser tanah yang diperoleh menggunakan metode triaksial UU pada tanah asli dan tanah yang diberi bahan tambah serbuk limbah marmer dan matos dengan masa pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.	Mengetahui sifat fisik, sifat mekanik, klasifikasi tanah, perubahan dan nilai parameter kuat geser tanah puncak dan sisa yang distabilisasi dengan variasi semen *portland* dan bahan aditif *Rotec*.	Mengetahui sifat fisik, sifat mekanik, klasifikasi tanah, perubahan dan nilai parameter kuat geser tanah lempung, pengaruh penambahan semen dan *Rotec* terhadap parameter kuat geser tanah.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian ini

Penelitian Terdahulu						Penelitian yang dilakukan
Penelitian	**Putra (2013)**	**Sari (2017)**	**Adisti (2022)**	**Mufarrihah (2022)**	**Keisworini (2022)**	**Rani (2023)**
Metode Penelitian	Uji geser langsung dan Triaksial	Uji geser langsung dan Triaksial	Triaksial UU	Triaksail UU	Geser Langsung	Triaksial UU
Material Penelitan	Tanah Asli, *Rotec* dan Ampas Tebu	Tanah Asli, Semen dan *Rotec*	Tanah Asli, Kapur Karbit dan Semen Putih	Tanah Asli, Serbuk Limbah Marmer Dan Matos	Tanah Asli, Semen Portland dan *Rotec*	Tanah Asli, Semen dan *Rotec*
Hasil Penelitian	Hasil pengujian geser langsung didapatkan nilai kohesi tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 2% dan abu ampas tebu 6% sebesar 138,815%,	Hasil dari penelitian ini menunjukkan peningkatan nilai parameter kuat geser tanah yang distabilisasi terhadap tanah asli	Pengujian triaksial UU didapatkan Pada penambahan kapur karbit dengan persentase 3%, 5%, 7% dan 9% dengan nilai kohesi	Hasil penelitian ini adalah bahan tambah berupa serbuk limbah marmer dan matos mampu meningkatkan kuat geser tanah. Peningkatan tertinggi nilai kohesi terdapat	Hasil penelitian Penambahan persentase semen yang semakin besar dapat meningkatkan nilai parameter kuat geser tanah yang cukup signifikan.	Hasil penelitian ini didapati pengaruh penambahan 1% *Rotec* dan variasi semen 1%, 1,5%, 2% terhadap kuat geser tanah. Penambahan 1% *Rotec* dan variasi 1%, 1,5%, 2% semen dapat.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian dengan Topik Yang Sama

Penelitian Terdahulu						Penelitian yang sekarang
Penelitian	**Putra (2013)**	**Sari (2017)**	**Adisti (2022)**	**Mufarrihah (2022)**	**Keisworini (2022)**	**Rani (2023)**
Hasil Penelitian	dengan pemeraman 7 hari	dengan kohesi (c) 0,364 kg/cm^2 dan sudut geser dalam (ϕ) 34,529^o.	sebesar 0,911 kg/cm^2 dan sudut geser dalam sebesar 33,394^O.	pada variasi bahan 3% matos dan 15% serbuk limbah marmer dengan masa pemeraman 7 hari yakni sebesar 3,60 kg/cm^2. Sedangkan peningkatan tertinggi sudut geser dalam terdapat pada variasi bahan serbuk limbah marmer 15% dengan masa pemeraman 7 hari yakni sebesar 57,15°.	Sudut geser dalam (φ) meningkat sebesar 16,717%, dari sudut geser dalam (φ) tanah asli sebesar 24,683° menjadi 28,809°.	meningkatkan kohesi dan sudut geser dalam tanah asli seiring berjalannya lama waktu pemeraman. Kohesi terbesar terdapat pada variasi penambahan 1% *Rotec* dan semen 1,5% yaitu untuk lama pemeraman 14 hari yaitu sebesar 0,811 kg/cm² dengan sudut geser dalam sebesar 32,639^o.

Sumber: Febriandita (2014), Silvia (2017), Adisti (2022), Mufarrihah (2022), Dyah (2022) dan Rani (2024)

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

Tanah merupakan material yang terdiri dari butiran atau agregat mineral padat namun tidak tersementasi atau terikat secara kimia satu sama lain selain itu dari bahan-bahan organik yang melapuk atau berpartikel padat disertai pula zat cair serta gas yang mengisi ruang kosong di antara padatnya partikel tersebut (Das, 1995).

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas *(loose)*, yang terletak di atas batuan dasar. Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat *organic*, atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya (Hardiyatmo, 2017).

Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur merupakan gambaran 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, sedangkan pasir adalah jenis tanah yang bersifat tidak kohesif dan tidak plastis. Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran atau lebih dari satu macam ukuran partikel. (Craig, 1991)

3.2 Pengujian Sifat Fisik dan Mekanis Tanah

Pada Penelitian ini menggunakan tanah berbutir halus sebagai objek penelitian. Kondisi tanah yang berbeda-beda di setiap lokasi menyebabkan perlunya dilakukan pengujian sifat fisik tanah.

3.2.1 Kadar air

Tujuan pengujian kadar air adalah untuk mengukur jumlah air yang terkandung di dalam tanah berdasarkan berat keringnya. Kadar air merupakan persentase perbandingan antara berat air (Ww) yang terdapat pada tanah dengan butiran padat (Ws), Seperti pada Persamaan 3.1 di bawah ini.

$$W = \frac{Ww}{Ws}\ x\ 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan:

w = Kadar Air (%)

Ww = Berat Air (gr)

Ws = Berat Tanah Kering (gr)

3.2.2 Berat Jenis

Pengujian berat jenis digunakan untuk menentukan berat jenis suatu sampel tanah. Berat jenis tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada *temperature* tertentu, biasanya diambil pada suhu 20^{o} C. Nilai berat jenis tanah dapat dihitung dengan persamaan 3.2 berikut.

$$Gs = \frac{\gamma s}{\gamma w} \quad (3.2)$$

Keterangan :

Gs = Berat Jenis Tanah

γ_s = Berat Volume Butiran Padat (gr/cm^3)

γ_w = Berat Volume Air (gr/cm^3)

Tabel 3.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Berat Jenis

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau Tak Organik	2,62 - 2,68
Lempung Organik	2,58 - 2,65

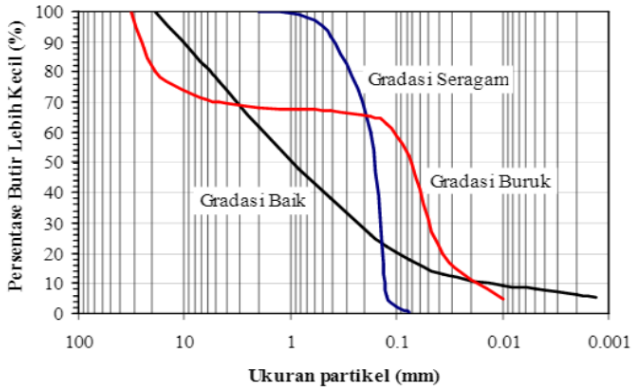
Lanjutan Tabel 3.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Berat Jenis

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
Lempung Tak Organik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,28

(Sumber: Hardiyatmo, 2010)

3.2.3 Analisa Ukuran Butiran

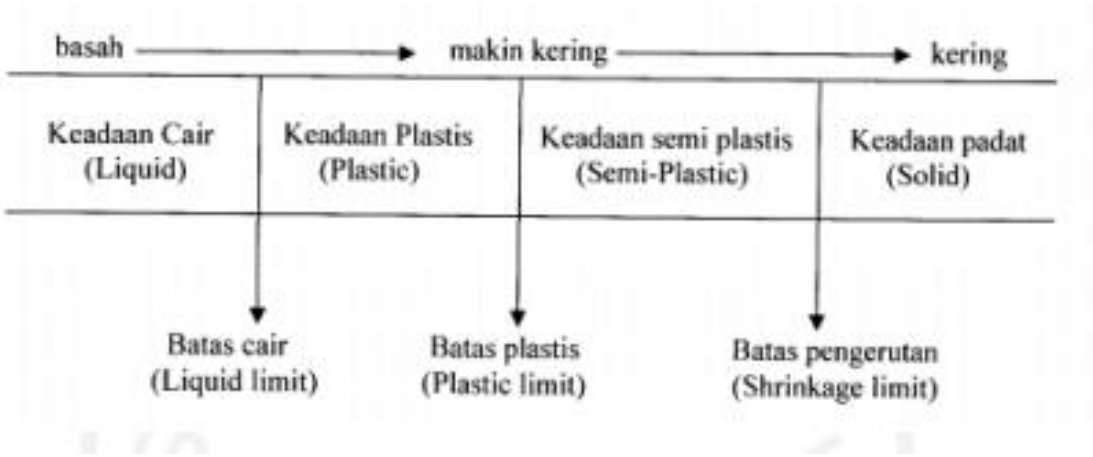
Analisis ukuran butiran tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. Hardiyatmo (2010). Analisis saringan bertujuan untuk mengetahui ukuran butirannya, yaitu pengujian analisis ukuran butiran tanah dan hidrometer yang digunakan untuk menentukan distribusi partikel halus. Tanah yang memiliki diameter butiran yang lebih besar dari 0,075 mm atau yang tertahan no. 200 dapat dilakukan dengan cara penyaringan tanah. Tanah uji disaring melewati susunan saringan standar ASTM D 422-72. Untuk tanah berbutir halus atau bagian berbutir halus dari tanah berbutir kasar ditentukan dengan cara analisis hidrometer. Analisis hidrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi (pengendapan) butir-butir tanah dalam air. Dapat dilihat analisis distribusi ukuran butiran pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Analisis Distribusi Ukuran Butiran
(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

3.2.4 Batas-Batas Atterberg

Menurut Hardiyatmo (2010), kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Konsistensi dipengaruhi oleh gaya tarik antara partikel mineral lempung. Atterberg (1911) dalam Hardiyatmo (2012) mengenalkan cara untuk mendapatkan batas-batas konsistensi dari tanah dengan mempertimbangkan kadar 23 air tanah. Batas-batas tersebut terdiri dari batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*). Batas-batas Atterberg dapat digambarkan pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.2 Batas Konsistensi Tanah
(Sumber: Wesley, 1977)

1. Batas Cair (*liquid limit*)

   Batas cair atau *liquid limit* (*LL*) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Batas cair adalah kadar air dalam persen berat kering, di mana kedua penampang tanah yang hampir bersentuhan tetapi tidak saling melimpahi satu terhadap yang lainnya, ketika dalam cawan mengalami pukulan dari arah bawah

2. Batas Plastis *(plastic limit)*

   Batas plastis adalah kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat. Batas plastis didapatkan pada kadar air di mana tanah dengan diameter 3,2 mm mulai mengalami retak-retak ketika digulung.

3. Batas susut (*shrinkage limit*)

   Batas susut *(shrinkage limit)* adalah kadar air pada kondisi antara semi padat dan padat yaitu persentase kadar air di mana pengurangan kadar air tidak mengakibatkan perubahan volume tanah.

3.2.5 Batas Plastis

Batas plastis (*plastic limit*) adalah kadar air tanah pada titik antara keadaan plastis dan semi plastis, yakni persentase kadar air dari tanah ketika digulung membentuk silinder dengan diameter ± 3,2 mm dan mulai terjadi retakan. Kadar air yang berkurang mengakibatkan tanah menjadi kering, sebaliknya jika kadar air mengalami penambahan akan membuat tanah menjadi cair. Indeks plastisitas (PI) dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.3 berikut.

$$PI = LL-PL \qquad (3.3)$$

Keterangan :

PI = Indeks Plastisitas

LL = Batas Cair (%)

PL = Batas Plastis (%)

Batasan indeks plastis, sifat, macam tanah, dan kohesinya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam tanah	Kohesif
0	Non Plastis	Pasir	Non kohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7-17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

(Sumber: Hardiyatmo, 2010)

3.3 Klasifikasi Tanah

Menurut Bowles (1989) menyebutkan bahwa klasifikasi tanah juga bertujuan untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi dan sebagainya.

Dalam pengelompokan tanah ada dua sistem klasifikasi yang umum digunakan. Sistem klasifikasi ini memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas - batas Atterberg. Kedua sistem tersebut yakni *Unified Soil Classification System* (USCS) dan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO). Pada penelitian ini akan menggunakan sistem klasifikasi tanah menggunakan metode USCS.

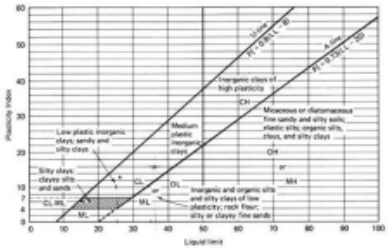
3.3.1 Sistem Klasifikasi USCS

Klasifikasi berdasarkan *Unified System* (Das, 1998) tanah dikelompokkan seperti berikut ini.

1. Tanah butir kasar *(coarse-grained-soil)* yaitu tanah kerikil dan pasir di mana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah kerikil, dan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
2. Tanah berbutir halus *(fine-grained-soil)* yaitu tanah lebih dari 50 % berat total contoh tanah lolos ayakan no.200.

Berikut merupakan sistem klasifikasi USCS dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.3 Sistem Klasifikasi USCS

<table>
<tr><th colspan="3">Divisi Utama</th><th>Simbol kelompok</th><th>Nama Umum</th><th></th><th colspan="2">kriteria klasifikasi</th></tr>
<tr><td rowspan="8">Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50% butiran tertahan pada ayakan No. 200</td><td rowspan="4">Kerikil lebih dari 50% farksi kasar ayakan no. 4 tertahan</td><td rowspan="2">Kerikil bersih (hanya kerikil)</td><td>GW</td><td>Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil-pasir , sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus</td><td rowspan="8">Klasifikasi berdasarkan presentasi butiran halus
Kurang dari 5 % lolos ayakan no. 200 GW. GP. SW. SP
Lebih dari 12 % lolos ayakan no. 200 GM. GC. SM. SC</td><td colspan="2">$C_u = D_{60} / D_{10}$ lebih besar dari 4
$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3</td></tr>
<tr><td>GP</td><td>Kerikil bergradasi buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus</td><td colspan="2">Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Kerikil dengan butiran halus</td><td>GM</td><td>Kerikil berlanau, campuran kerikil- lanau</td><td>Batas-batas atterberg dibawah garis A atau PI < 4</td><td rowspan="2">Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda</td></tr>
<tr><td>GC</td><td>Kerikil berlempung, campuran kerikilpasir-lanau</td><td>Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 4</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Pasir dari 50% fraksi kasar lolos ayakan No. 4</td><td rowspan="2">Pasir bersih (hanya kerikil</td><td>SW</td><td>Pasir bergradasi baik dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus</td><td colspan="2">$C_u = D_{60} / D_{10}$ lebih besar dari 6
$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3</td></tr>
<tr><td>SP</td><td>Pasir bergradasi buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus</td><td colspan="2">Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Kerikil dengan butiran halus</td><td>SM</td><td>Pasir berlanau, campuran pasir-pasir lanau</td><td>Batas-batas atterberg dibawah garis A atau PI < 4</td><td rowspan="2">Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda</td></tr>
<tr><td>SC</td><td>Pasir berlempung, campuran pasirpasir-lanau</td><td>Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 4</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Tanah Berbutir Halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200</td><td colspan="2" rowspan="3">Lanau dan lempung Batas cair 50% atau kurang</td><td>ML</td><td>Lanau organik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung</td><td rowspan="6">  </td><td colspan="2" rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>CL</td><td>Lempung organik dengan pastisitas rendah sampai dengan sedang, lempung berkerikil, lampung berpasir, lempung berlanau, lempung “kurus” (clean clay)</td></tr>
<tr><td>OL</td><td>Lanau-organik dan lempung berlanau organic dengan plastisitas rendah</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Lanau dan lempung Batas cair lebih dari 50%</td><td>MH</td><td>Lanau-organik atau pasir halus diatomae atau lanau diatomae, lanau yang elastis</td></tr>
<tr><td>CH</td><td>Lempung anorganik dengan pastisitas tinggi, lempung “gemuk” (fat clays)</td></tr>
<tr><td>OH</td><td>Lempung organik dengan pastisitas sedang sampai dengan tinggi</td></tr>
<tr><td colspan="3">Tanah- tanah dengan kandungan organic sangat tinggi</td><td>PT</td><td>Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organic tinggi</td><td colspan="3">manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat ASTM designation D - 2488</td></tr>
</table>

(Sumber : Hardiyatmo, 1996)

Simbol-simbol yang digunakan pada tabel di atas adalah

G = Kerikil (*gravel*)

S = pasir (*sand*)

C = lempung (*clay*)

M = lanau (*silt*)

O = lanau atau lempung organik (*organic sily or clay*)

Pt = tanah gambut dan tanah organik tinggi (*peat and highly organic soil*)

W = gradasi baik (*well-graded*)

P = gradasi buruk (*poorly-graded*)

H = plastisitas tinggi (*high-plasticity*)

L = plastisitas rendah (*low-plasticity*)

Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *muck,* dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Berdasarkan asalnya, tanah diklasifikasikan secara luas menjadi dua jenis yakni sebagai berikut ini.

1. Tanah organik adalah campuran yang mengandung bagian-bagian yang cukup berarti, berasal dari lapuk dan sisa tanaman dan kadang-kadang dari kumpulan kerangka dan kulit organisme.
2. Tanah anorganik adalah tanah yang berasal dari pelapukan batuan secara kimiawi ataupun fisis (Dunn, 1980)

3.3.2 Sistem klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials)* digunakan untuk menentukan kualitas tanah dalam perancangan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade*. Sistem ini membagi tanah ke dalam 8 kelompok, tanah yang diklasifikasikan ke dalam A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir dengan 35% atau kurang dari jumlah butiran lolos saringan no. 200 sedangkan tanah yang diklasifikasikan ke dalam A-4, A-5, A-6, dan A-7 adalah tanah berbutir dengan lebih 35% dari jumlah butiran tanah lolos saringan no. 200.

Pengujian yang digunakan untuk memenuhi klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO tersebut diperlukan pengujian analisa saringan dan batas-batas Atterberg. Indeks kelompok (*group index*) (GI) digunakan untuk mengevaluasi

lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Pada klasifikasi tanah menggunakan sistem AASHTO tanah dibagi menjadi 8 kelompok, mulai dari A-1 sampai dengan A-8 termasuk pada sub-sub kelompok. Pada setiap kelompok tanah dievaluasi menggunakan hitungan berdasarkan rumus-rumus empiris dan menggunakan pengujian analisis saringan dan batas-batas atterberg. *Group Index* (GI) atau disebut dengan indeks kelompok berfungsi agar dapat mengevaluasi lebih lanjut tanah pada bagian kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan persamaan 3.4 berikut.

$$GI = (F-35)\,[0{,}2+0{,}005(LL-40)] + 0{,}001\,(F-15)\,(PI-10) \quad (3.4)$$

Keterangan:

GI = indeks kelompok (*group index*)

F = persen butiran lolos saringan no. 200

LL = batas cair

PI = indeks plastisitas

Bila Indeks kelompok (GI) nilainya semakin tinggi maka hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat ketepatan penggunaan GI berkurang. Pada kelompok A1-A3 dikategorikan dalam tanah granuler. Sedang pada kelompok A3 dikategorikan pasir bersih bergradasi buruk. kemudian kelompok A2 dikategorikan tanah granuler yang masih mengandung lanau dan lempung (kurang dari 35% lolos saringan no.200) dan pada kelompok A4-A7 dikategorikan ke dalam tanah berbutir halus.

Tabel 3.4 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO

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

(Sumber : AASHTO)

3.4 Stabilisasi Tanah

Hardiyatmo (2010) mendefinisikan stabilisasi tanah sebagai usaha untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi persyaratan teknis tertentu. Pada prinsipnya stabilisasi tanah merupakan suatu langkah penyusunan kembali butir-butir tanah agar lebih rapat dan saling mengunci. Upaya stabilisasi tanah diharapkan mampu meningkatkan stabilitas dan kapasitas daya dukung tanah.

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk meningkatkan kapasitas daya dukung tanah. Jika tanah terdapat di lapangan bersifat sangat lepas dan sangat mudah tertekan, atau memiliki indeks konsistensi tidak sesuai, permeabilitas yang terlalu tinggi, atau sifat yang tidak diinginkan sebagai akibatnya tidak sesuai untuk proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan (Bowles, 1986).

Menurut Bowles (1986), stabilisasi tanah merupakan salah satu atau kombinasi dari pekerjaan berikut:

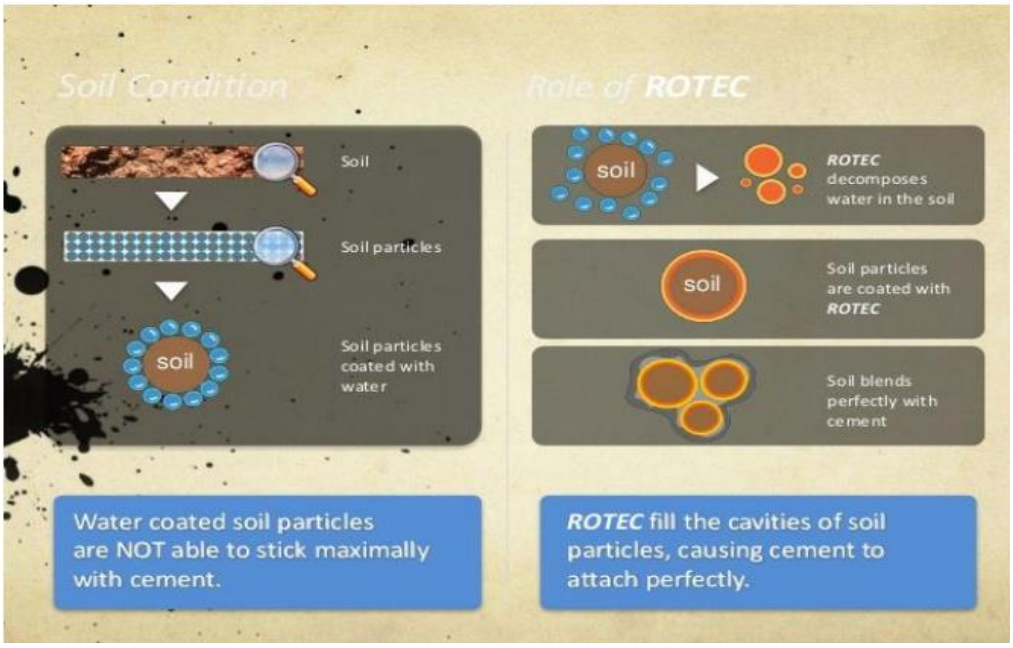
1. Stabilisasi Mekanis, yaitu pemadatan dengan berbagai jenis peralatan seperti mesin gilas (*roller*), benda-benda berat yang dijatuhkan, eksplosif, tekanan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan, dan sebagainya, dan
2. Stabilisasi Kimiawi menggunakan bahan pencampur, yaitu penambahan kerikil untuk tanah kohesif, lempung untuk tanah berbutir kasar, dan pencampur kimia seperti semen *portland*, gamping, abu batu bara, dan sebagainya.

3.5 Semen

Semen adalah suatu bahan pengikat hidraulis jika dicampur dengan air sehingga menjadi sebuah pasta semen kemudian mengeras menjadi suatu benda yang kuat dan keras. Semen banyak digunakan dalam pencampuran uji stabilitas tanah karena memiliki sifat perekat yang dapat mengikat butiran satu dengan butiran lainya. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 15-2049-2004, semen *portland* merupakan semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*Clinker*) *portland*, yang terdiri dari kalsium silikat (xCao.Sio2), bersifat hidrolisis dan digiling bersama dengan bahan tambahan dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

3.6 Rotec

Rotec merupakan zat adiktif berbentuk serbuk yang terdiri dari mineral anorganik yang berfungsi untuk memadatkan (solidifikasi) dan menstabilkan (*stabilizer*) tanah secara fisik-kimia. Cara kerja *Rotec* pada saat terjadi pengikatan semen pada partikel tanah dan mengering karena reaksi dehidrasi, akan terbentuk kristal-kristal yang muncul di antara campuran semen yang mengikat partikel tanah, kristal-kristal tersebut menyerupai jarum-jarum, secara intensif akan bertambah banyak dan membesar yang nantinya membentuk rongga-rongga mikron yang bisa menyerap air (porositas), sehingga tidak akan terjadi keretakan.

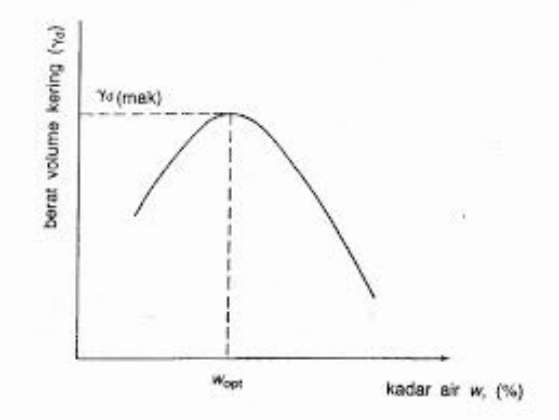


Gambar 3.3 Cara Kerja *Rotec*
(Sumber: PT. Cahaya Inti Solusindo, 2015)

3.7 Uji Pemadatan Tanah *(Proctor Standard)*

Hardiyatmo (2010) menyatakan, tujuan dari dilakukan pemadatan tanah untuk mempertinggi kuat geser tanah, mengurangi sifat mudah mampat (*compresibility*), mengurangi permeabilitas, dan mengurangi perubahan volume akibat dari perubahan kadar air dan lain-lain.

Proctor (1933) mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering tanah padat. Sehingga terdapat suatu nilai kadar air 24 optimum tertentu untuk mencapai berat volume tanah kering maksimumnya. Hubungan berat volume kering (ɤ) dengan berat volume basah (ɤb) dan kadar air (w), dinyatakan dalam grafik berikut ini:



Gambar 3.4 Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering

3.8 Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Parameter-parameter tanah seperti, koefisien konsolidasi, kohesi, sudut geser dalam, dan lain sebagainya adalah merupakan parameter teknis tanah, yang dipengaruhi oleh sifat-sifat fisis tanah (Darwis, 2018). Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk berbagai macam persoalan praktis terutama untuk menghitung daya dukung tanah, tegangan tanah terhadap dinding penahan tanah, dan kestabilan lereng. Apabila tanah mengalami pembebanan maka akan ditahan oleh:

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

Menurut teori Mohr (1980) kondisi keruntuhan pada suatu material terjadi akibat kombinasi kritis antara tegangan normal dan geser, bukan hanya akibat

tegangan normal maksimum atau tegangan geser maksimum saja. Hubungan fungsi antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya dinyatakan dalam Persamaan 3.5 berikut:

$$\tau f = f(\sigma) \tag{3.5}$$

Keterangan:

τ = Tegangan Geser (kN/m^2),

σ = Tegangan Normal (kN/m^2).

Coulomb (1776) dalam Hardiyatmo (2010) mendefinisikan kriteria keruntuhan (*failure*) atau f(σ) sebagai berikut:

$$\tau = c + \sigma \text{ tg } \phi$$

Keterangan: τ = Kuat geser tanah (kN/m^2).

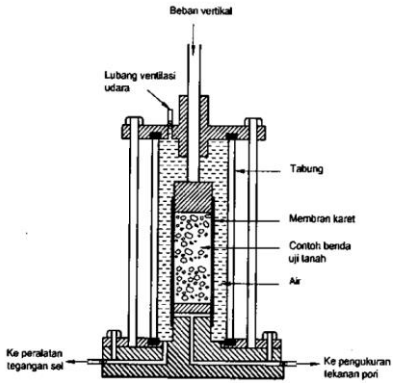
3.9 Pengujian Triaksial *Uncosolidated Undrained*

Pengujian triaksial bertujuan untuk mengidentifikasi kekuatan geser tanah, termasuk parameter seperti kohesi dan sudut geser dalam. Pengujian ini digunakan untuk meninjau kekuatan geser tanah lempung dalam kondisi asalnya, di mana nilai angka pori benda uji tetap tidak berubah selama pengujian. Salah satu contoh pengujian triaksial yang digunakan untuk menentukan kekuatan geser tanah adalah pengujian triaksial *Unconsolidated Undrained* (UU), yang mengukur parameter kohesi dan sudut geser tanah.

Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian triaksial UU (*Unconsolidated Undrained*). Dalam pengujian triaksial UU, sampel tanah yang umumnya berupa lempung awalnya diberi tekanan lateral (tekanan *konfining*), dan kemudian diberi tegangan normal melalui tegangan deviator ($\Delta\sigma$) hingga sampel tanah mengalami kegagalan. Selama penggeseran, tanpa izin keluarnya air dari sampel tanah, sehingga katup drainase ditutup selama pengujian. Hal ini berarti bahwa beban normal tidak dapat disalurkan ke dalam butiran tanah. Dalam kondisi tanpa drainase

ini, tekanan pori yang berlebihan (*excess pore pressure*) terbentuk tanpa adanya resistensi geser dari butiran tanah itu sendiri (Hardiyatmo, 2012).

Pengujian triaksial dilakukan untuk memperoleh nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam tanah (φ). Mendapatkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam tanah (φ) pada pengujian ini dapat menggunakan penggambaran sampul *mohr* dan rumus kuat geser tanah.



Gambar 3.5 Sketsa Alat Uji Triaksial
(Sumber: Hardiyatmo, 2010)

Tegangan keliling (σ_3) yang diberikan pada pengujian ini sebesar 0,5 kg/cm^2, 1 kg/cm^2, 1,5 kg/cm^2. Dalam menganalisis hasil pengujian dapat menggunakan Persamaan 3.6, 3.7, 3.8 dan 3.9 berikut.

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_1 \quad (3.6)$$

$$\Delta\sigma_1 = \frac{P}{A} \quad (3.7)$$

$$\tau_f = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3)\sin 2\theta \quad (3.8)$$

$$\theta = 45^o + \frac{\varphi}{2} \quad (3.9)$$

Keterangan:

σ_1 = Tegangan Utama

σ_3 = Tegangan Sel

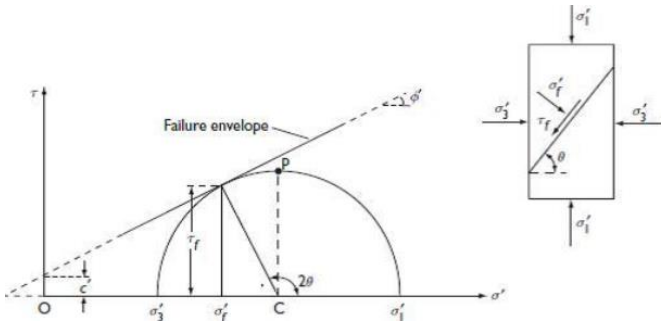
$\Delta\sigma_1$ = Tegangan Deviator

φ = Sudut Geser Dalam Tanah

P = Gaya Normal

A = Luas Penampang Benda Uji

Setelah diperoleh hasil berdasarkan analisa perhitungan di atas, maka dapat digambarkan lingkaran *Mohr* dan dapat ditarik menyinggung lingkaran tersebut sebagai garis kegagalan, dengan gambar tersebut dapat dicari sudut geser dalam tanah (φ) dan kohesi (c) secara grafis. Grafik lingkaran *Mohr* dan garis kegagalan dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3.6 Lingkaran *Mohr* dan Garis Kegagalan
(Sumber: Craig, 1994)

Pada pengujian triaksial kandungan air yang terdapat dalam pori tanah tidak boleh dikeluarkan untuk melihat peningkatan tekanan pori air akibat dari pembatas ruangan (*confining chamber*). Pada saat tegangan deviator semakin meningkat maka tekanan pori tanah semakin meningkat. Rumus penambahan air dapat dilihat pada Persamaan 3.10 berikut ini.

$$\text{Penambahan Air} = 5000 + \frac{100 + w_{\text{optimum}}}{100 + w_{\text{mula-mula}}} \qquad (3.10)$$

Karena air tidak boleh keluar dari pori tanah pada waktu pengujian maka parameter tersebut merupakan parameter yang penting untuk menentukan variabel dari kuat geser tanah. Tekanan pori tanah yang semakin memperbesar akibat tegangan deviator akan memperbesar tegangan total tanah.

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Pada tugas akhir ini, dilakukan penelitian ini di dengan melakukan eksperimen di Laboratorium dengan mengambil sampel tanah dari lapangan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dari penambahan semen dan *Rotec* terhadap parameter kuat geser tanah.

4.2 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini, sampel tanah asli berasal dari Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara untuk lebih detail dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.

Gambar 4.1 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Asli
(Sumber: *Google Earth*)

Pengujian 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

Metode pengumpulan data yang dilakukan meliputi persiapan bahan, alat, dan penelitian pengujian, termasuk penelitian pendahulu.

4.3.1 Bahan

1. Tanah Lempung

   Dalam penelitian tugas akhir ini digunakan sampel tanah asli berasal dari Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara.

2. *Rotec*

   Pada penelitian ini bahan tambahan yang digunakan berasal dari PT. Cahaya Inti Solusindo.

3. Semen

   Dalam penelitian ini, semen yang digunakan adalah semen merek Tiga Roda yang bisa dibeli di toko material.

4.3.2 Jumlah Sampel dan jenis pengujian

Pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian sifat fisik tanah, uji proktor standar dan uji geser langsung seperti yang tertera pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel

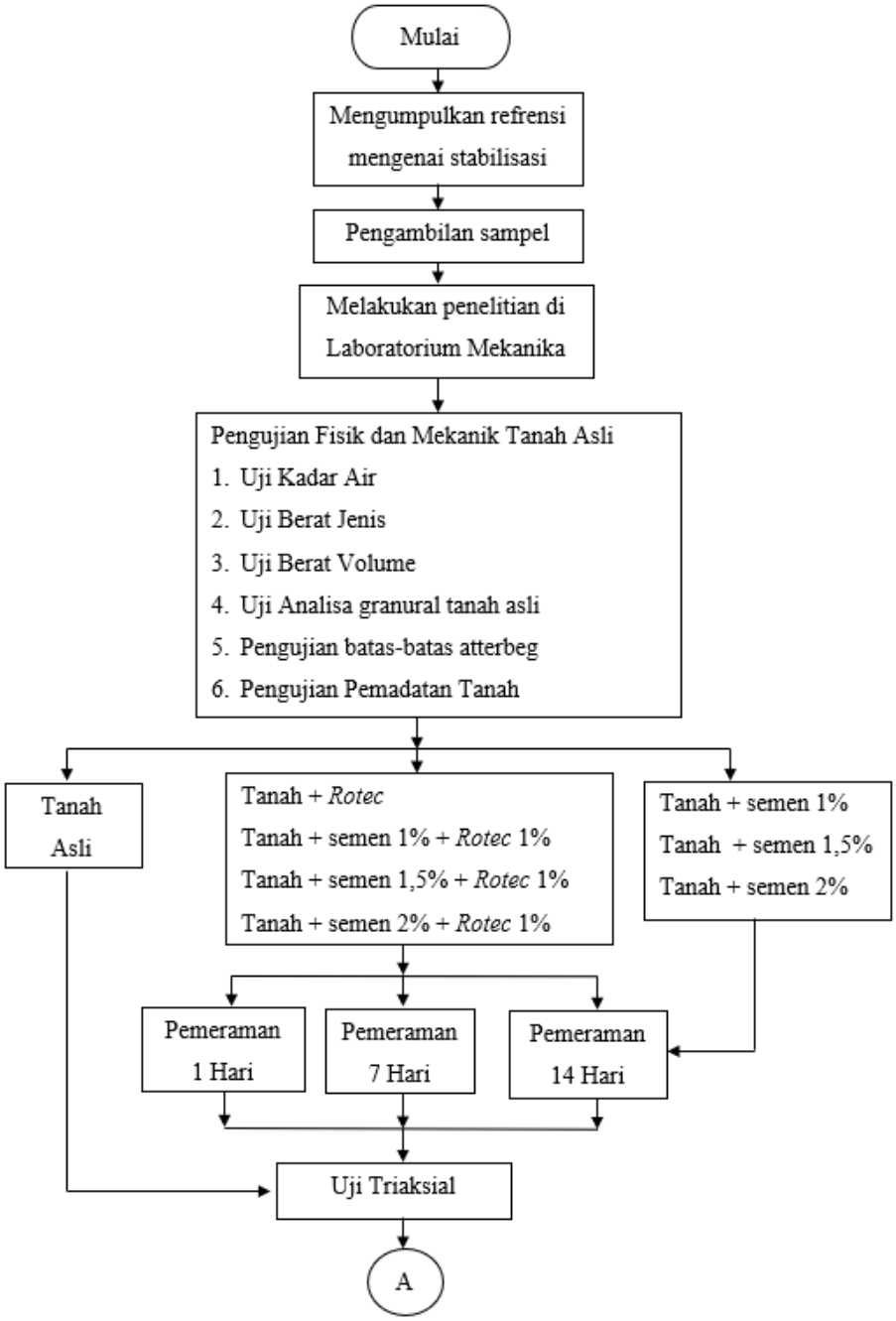
No.	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel	Satuan
1.	Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli		Buah
	Berat Jenis	2	Buah
	Berat Volume Tanah	2	Buah
	Kadar Air Tanah (W)	2	Buah
	Analisis Saringan	2	Buah
	Analisa Hidrometer	2	Buah
	Batas Cair	2	Buah
	Batas Plastis	2	Buah
	Batas susut	2	Buah

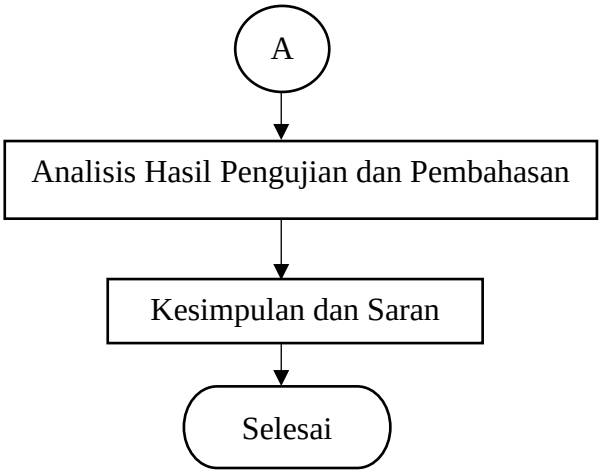
Lanjutan Tabel 4.1 Jenis Pengujian dan Jumlah Sampel

No.	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel	Satuan
2.	Uji Proktor Standar	2	Buah
3.	Uji Triaksial		
	a. Tanah Asli	2	
	b. Pemeraman 1 Hari		
	Tanah + *Rotec* 1%	2	Buah
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	2	Buah
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	2	Buah
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	2	Buah
	c. Pemeraman 7 Hari		
	Tanah + *Rotec* 1%	2	Buah
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	2	Buah
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	2	Buah
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	2	Buah
	d. Parameter 14 Hari		
	Tanah + Semen 1%	2	Buah
	Tanah + Semen 1,5%	2	Buah
	Tanah + Semen 2%	2	Buah
	Tanah + *Rotec* 1%	2	Buah
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	2	Buah
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	2	Buah
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	2	Buah

4.4 Bagan Alir Penelitian

Dari tahapan – tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.1 bagan alir rencana penelitian berikut.





Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil penelitian

Hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap sifat fisik tanah, sifat mekanik, dan uji pengaruh penambahan semen dan *Rotec* terhadap parameter kuat geser tanah. Sampel tanah yang digunakan berasal dari Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara.

5.2 Pengujian Sifat Fisik Tanah

Kondisi tanah yang berbeda-beda di setiap lokasi menyebabkan perlunya dilakukan pengujian sifat fisik tanah. Adapun tanah asli diambil dari lokasi dengan kondisi terganggu (*disturbed*), di mana tanah didapatkan dengan cara menggali tanah di bawah permukaan kemudian lapisan permukaannya dibuang. Setelah itu tanah dimasukkan ke dalam karung dan dibawa ke laboratorium. Kemudian menyiapkan tanah yang akan diuji selanjutnya dilakukan uji sifat fisik dan sifat teknis tanah. Pengujian sifat fisik tanah yaitu bertujuan untuk mengetahui mulai dari kadar air di lapangan, kadar air optimum, berat volume kering maksimum, serta klasifikasi jenis tanah. Pengujian sifat fisik tanah asli meliputi beberapa pengujian yaitu kadar air, berat volume, berat jenis, batas-batas Atterberg, dan analisis saringan.

5.2.1 Pengujian Kadar Air

Kadar air merupakan perbandingan berat air dengan berat butiran yang dinyatakan dalam satuan persen (%), tujuan pengujian kadar air tanah adalah untuk mengetahui jumlah kadar air yang terkandung di dalam tanah. Pada penelitian ini diperoleh hasil pengujian kadar air tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli

Uraian	Satuan	Hasil	
		Sampel I	Sampel II
Berat Container (W1)	gr	5,63	6,87
Berat Container + Tanah Basah (W2)	gr	27,07	27,05
Berat Container + Tanah Kering (W3)	gr	25,7	25,92
Berat Air (Ww)	gr	1,37	1,13
Berat Tanah Kering (ws)	gr	20,07	19,05
Kadar Air	%	6,83	5,93
Kadar Air Rata-Rata (w)	%	6,38	

Berdasarkan hasil pengujian kadar air tanah asli pada Tabel 5.1 diperoleh nilai kadar air rata-rata tanah Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara sebesar 6,38%.

5.2.2 Pengujian Berat Volume

Berat volume basah merupakan perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara dengan volume total tanah. Pada penelitian ini diperoleh hasil pengujian berat volume tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli

Uraian	Satuan	Hasil	
		Sampel 1	Sampel 2
Diameter Ring (D)	Cm	5,1	6,1
Tinggi Ring (T)	Cm	2,00	2,00
Volume Ring (V)	cm^3	40,86	58,45
Berat Ring (W1)	gr	42,90	49,15
Berat Ring + Tanah Basah (W2)	gr	117,03	118,78
Berat Tanah Basah (W3)	gr	74,13	69,63
Berat Volume Tanah (γb)	gr/cm^3	1,81	1,19
Berat Volume Tanah Rata-Rata	gr/cm^3	1,50	

Berdasarkan hasil pengujian berat volume tanah asli pada Tabel 5.2 diperoleh nilai berat volume rata-rata tanah Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara sebesar 1,50 gr/cm^3.

5.2.3 Pengujian Berat Jenis

Berat jenis merupakan perbandingan nilai berat volume butiran padat tanah (γ_s) dengan nilai berat volume air (γ_w) pada volume yang sama dan suhu tertentu. Pada penelitian ini diperoleh hasil pengujian berat jenis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

Uraian	Satuan	Hasil	
		Sampel 1	Sampel 2
Berat Piknometer (W1)	gr	39,64	43,07
Berat Piknometer + Tanah Kering (W2)	gr	67,47	67,44
Berat Piknometer + Tanah + Air Penuh (W3)	gr	157,93	159,37
Berat Piknometer + Air Penuh (W4)	gr	140,33	144,33
Suhu Air (T)	^oC	27,5	27,5
Berat Volume Tanah Pada Suhu T	gr/cm^3	0,99	0,99
Berat Volume Tanah Pada Suhu 27,5 C	gr/cm^3	0,99	0,99
Berat Tanah Kering (Ws = W3 – W1)	gr	27,83	24,37
A = (Ws + W4)	gr	168,16	168,7
I = (A – W3)	gr	10,23	9,33
Berat Jenis Tanah Pada Suhu T		2,72	2,61
Berat Jenis Tanah Pada Suhu 27,5 C		2,72	2,61
Berat Jenis Rata-Rata Pada Suhu 27,5 C		2,67	

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis tanah asli pada Tabel 5.3 diperoleh nilai berat jenis (Gs) rata-rata tanah Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara sebesar 2,67, sesuai dengan Tabel 3.1 sehingga tanah tersebut dapat dikategorikan sebagai jenis tanah lanau tak organik.

5.3 Pengujian Batas-Batas Atterberg

Pengujian dilakukan untuk memperoleh nilai batas – batas Atterberg yang meliputi batas cair, batas susut, dan batas plastis tanah. Hardiyatmo (2010) menyebutkan bahwa sifat plastisitas menjadi salah satu hal yang penting pada tanah berbutir halus. Plastisitas menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk. Plastisitas timbul akibat adanya partikel mineral lempung dalam tanah.

Menurut Hardiyatmo (2010), kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Konsistensi dipengaruhi oleh gaya tarik antara partikel mineral lempung. Berdasarkan kadar air yang terkandung di dalam tanah, tanah terbagi menjadi bentuk padat, semi padat, plastis dan cair.

5.3.1 Pengujian Batas Cair

Pengujian batas cair memiliki tujuan untuk mencari nilai batas cair, yaitu kadar air sebuah tanah pada batas keadaan cair dan keadaan plastis. Pengujian ini dilakukan dengan bantuan alat *Cassagrande*. Nilai batas cair diperoleh pada kadar air di mana tanah menyatu sepanjang 12,7 cm dengan jumlah pukulan sebanyak 25 kali. Adapun hasil pengujian batas cair dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 berikut.

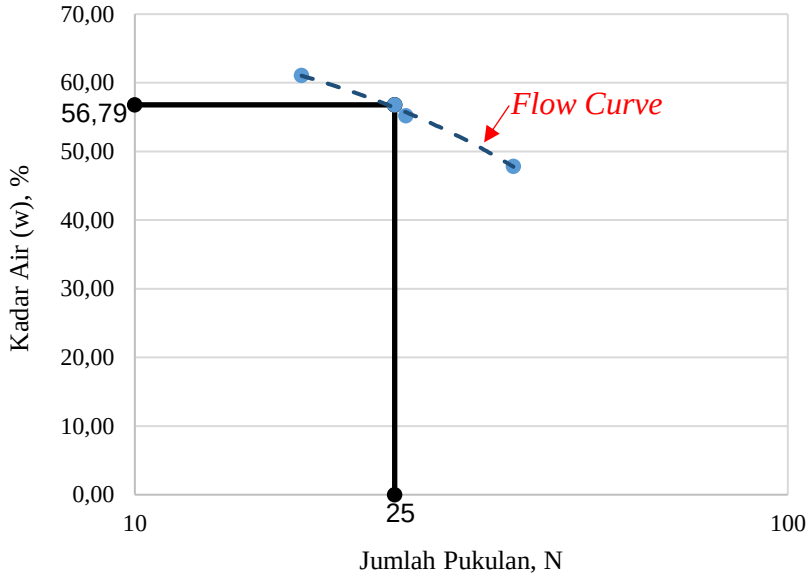
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Batas Cair Sampel I

Uraian	I		II		III		IV	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Berat Cawan, W1 (gr)	12,5	9,01	8,99	8,96	6,45	6,9	9,25	8,86
Berat Cawan + Tanah Basah, W2 (gr)	33,4	28,4	29,3	29,5	28,9	26,9	30,4	15,9
Berat Cawan + Tanah Kering, W3 (gr)	25,5	21,2	21,8	22,8	21,4	19,7	23,3	13,8
Berat Air, Ww = W2 – W3 (gr)	7,86	7,39	7,4	7,37	7,86	7,23	7,33	2,09
Berat Tanah Kering, Ws = W3 - W1 (gr)	12,96	12,01	12,89	13,1	14,6	12,8	13,8	4,92
Kadar Air, w (%)	60,65	61,53	57,41	56,17	53,87	56,53	53,1	42,48
Kadar Air rata-rata, w (%)	61,09		56,79		55,20		47,84	
Jumlah Pukulan, N	18		25		26		38	

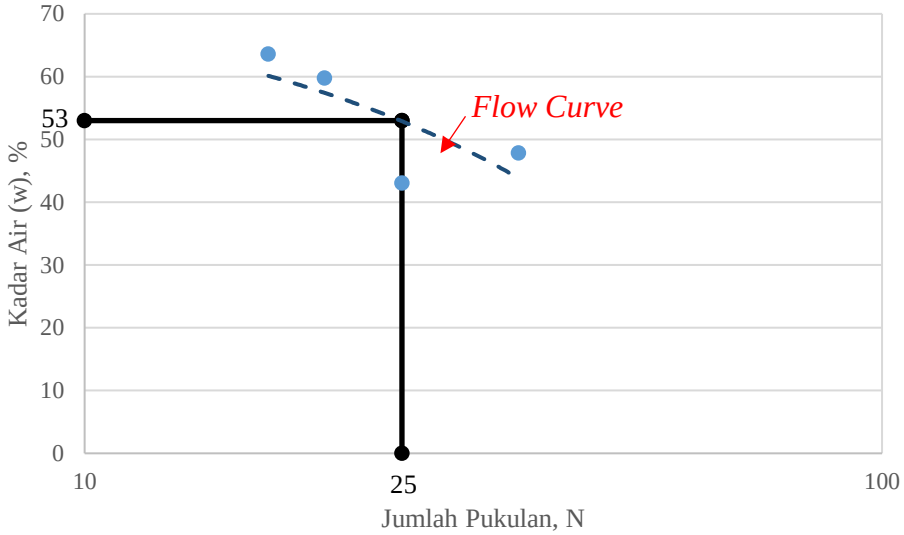
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Batas Cair Sampel II

Uraian	I		II		III		IV	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Berat Cawan, W1 (gr)	5,39	5,53	5,79	5,56	5,63	6,9	9,25	8,86
Berat Cawan + Tanah Basah, W2 (gr)	24,11	25,67	26,87	26,17	28,9	24,18	30,36	15,87
Berat Cawan + Tanah Kering, W3 (gr)	16,86	17,81	19,03	18,41	21,04	19,69	23,03	13,78
Berat Air, Ww = W2 – W3 (gr)	7,25	7,86	7,84	7,76	7,86	4,49	7,33	2,09
Berat Tanah Kering, Ws = W3 - W1 (gr)	11,47	12,28	13,24	12,85	15,41	12,79	13,78	4,92
Kadar Air, w (%)	63,21	64,01	59,21	60,39	51,01	35,11	53,19	42,48
Kadar Air rata-rata, w (%)	63,61		59,80		43,06		47,84	
Jumlah Pukulan, N	17		20		25		35	

Berdasarkan hasil pengujian batas cair pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 dapat digambarkan grafik hubungan antara nilai kadar air dengan jumlah pukulan yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 berikut.



Gambar 5.1 Grafik Batas Cair Sampel I



Gambar 5.2 Grafik Batas Cair Sampel II

Berdasarkan Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 diperoleh nilai batas cair tanah asli yang dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Pengujian Batas Cair Tanah Asli

Uraian	Satuan	Nilai
Batas Cair Sampel I	%	56,79
Batas Cair Sampel II	%	53
Batas Cair rata-rata	%	54,895

Berdasarkan hasil pengujian batas cair tanah asli pada Tabel 5.5 diperoleh nilai batas cair rata-rata tanah Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara sebesar 54,895%.

5.3.2 Pengujian Batas Plastis

Batas plastis merupakan kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat. Adapun hasil pengujian batas plastis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli

Uraian	Sampel I		Sampel II	
	1	2	1	2
Berat Cawan, W1 (gr)	5,4	5,6	12,58	8,74
Berat Cawan + Tanah Basah, W2 (gr)	44,7	36,21	24,88	23,59
Berat Cawan + Tanah Kering, W3 (gr)	32,37	26,7	21,17	19,1
Berat Air, Ww = W2 – W3 (gr)	12,33	9,51	3,71	4,49
Berat Tanah Kering, Ws = W3 - W1 (gr)	26,97	21,1	8,59	10,36
Kadar Air, w (%)	45,72	45,07	43,19	43,34
Kadar Air rata-rata Sampel, w (%)	45,39		43,26	
Kadar Air rata-rata, w (%)	44,325			

Berdasarkan hasil pengujian batas plastis tanah asli pada Tabel 5.6 diperoleh nilai batas plastis rata-rata tanah Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara sebesar 44,325%.

5.3.3 Pengujian Batas Susut

Batas susut merupakan kadar air pada kondisi antara semi padat dan padat yaitu persentase kadar air di mana pengurangan kadar air tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Adapun hasil pengujian batas susut tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli

Uraian		Sampel I		Sampel II		Ket.
		1	2	1	2	
Berat cawan susut	W1	36,619	44,01	34,112	42,89	gr
Berat cawan susut + tanah basah	W2	63,26	65,52	53,26	59,92	gr
Berat cawan susut + tanah kering	W3	52,34	59,89	50,14	55,89	gr
Berat tanah kering	W0	15,72	15,88	16,03	13,00	gr
Kadar air	W	69,46	35,45	19,47	31,00	%
volume tanah basah = volume cawan susut						
Diameter ring	D	4,18	4,18	4,18	4,18	cm
Tinggi ring	T	1,1	1,1	1,1	1,1	Cm
Volume ring	V	15,09	15,09	15,09	15,09	cm^3
Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur	W4	268,76	293,62	268,76	293,62	gr
Berat gelas ukur	W5	60	60,6	60	60,6	gr
Berat air raksa	W6	208,76	233,02	208,76	233,02	gr

Lanjutan Tabel 5.8 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah Asli

Uraian		Sampel I		Sampel II		Ket.
		1	2	1	2	
Berat tanah kering	Wo	15,72	15,88	16,03	13,00	gr
Volume tanah kering	Vo	15,35	17,13	15,35	17,13	
Batas susut tanah	SL	71,13	48,34	21,10	46,74	%
Angka susut	SR	1,02	0,93	1,04	0,76	
Berat Jenis	Gs	3,77	1,68	1,34	1,18	
Batas susut tanah rata-rata sampel	SL	59,74		33,92		%
Batas susut tanah rata-rata	SL	46,83				%

Berdasarkan hasil pengujian batas susut tanah asli pada Tabel 5.7 diperoleh nilai batas susut rata-rata tanah Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara sebesar 46,83%.

5.3.4 Indeks Plastisitas

Indeks plastisitas merupakan interval kadar air di mana tanah masih bersifat plastis. Indeks plastisitas menggambarkan kemampuan tanah bersifat plastis pada batas kadar air tertentu. Hasil perhitungan indeks plastisitas dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Indeks Plastisitas Tanah Asli

Uraian	Satuan	Nilai	
		Sampel I	Sampel II
Batas Cair	%	56,79	53
Batas Plastis	%	45,39	43,26
Indeks Plastisitas	%	11,4	9,74
Indeks Plastisitas Rata-Rata	%	10,57	

Berdasarkan hasil indeks plastisitas tanah asli pada Tabel 5.8 diperoleh nilai indeks plastisitas rata-rata tanah Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara sebesar 10,57%.

5.4 Pengujian Analisis Ukuran Butiran

Pengujian analisis ukuran butiran merupakan jenis pengujian yang dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butiran tanah yang memiliki fungsi untuk mengklasifikasi jenis tanah yang diuji. Pengujian analisis ukuran butiran dilakukan dengan dua cara di antaranya adalah pengujian analisis saringan dan pengujian hidrometer. Hasil dari pengujian analisis saringan dan pengujian hidrometer dapat dilihat pada Tabel 5.10, Tabel 5.11, Tabel 5.12 dan Tabel 5.13 sebagai berikut.

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli Sampel I

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tertahan	Berat Lolos	Persentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	mm	gr	gr	%	%
4	4,76	0	300	0	100
10	2	12,36	287,64	4,12	95,88
20	0,84	17,44	270,2	5,81	90,07
40	0,42	14,24	255,96	4,75	85,32
60	0,25	12,24	243,72	4,08	81,24
140	0,105	24,84	218,88	8,28	72,96
200	0,075	4,89	213,99	1,63	71,33
Pan		213,99	0	71,33	0
TOTAL		300		100	
Berat tanah mula-mula				300	gr
Persentase lolos saringan 200				71,330	%

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli Sampel II

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tertahan	Berat Lolos	Persentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	mm	gr	gr	%	%
4	4,76	0	300	0	10
10	2	10,54	289,46	3,51	96,49
20	0,84	18,9	270,56	6,30	90,19
40	0,42	17,05	253,51	5,68	84,50
60	0,25	10,17	243,34	3,39	81,11
140	0,105	19,41	223,93	6,47	74,64
200	0,075	3,07	220,86	1,02	73,62
Pan		220,86	0	73,62	0
TOTAL		300		100	
Berat tanah mula-mula				300	gr
Persentase lolos saringan 200				73,620	%

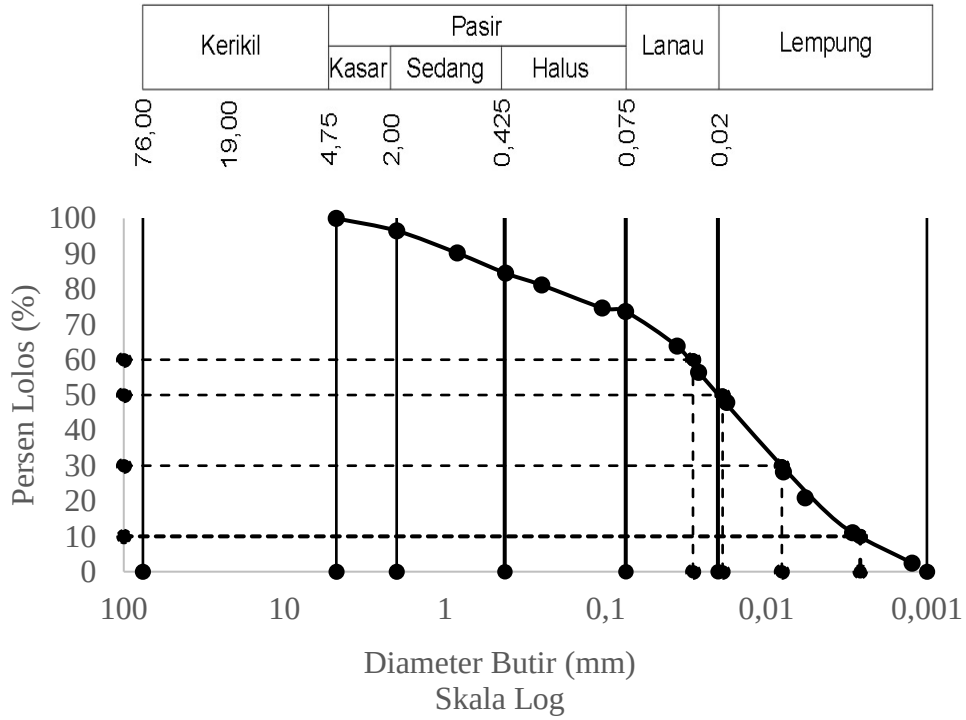
Tabel 5.12 Hasil Uji Hidrometer Sampel I

Waktu	Suhu	Ra	Rc	Persen Lolos	R	L	L/t	K	D
0	27,5	60	62	73,708	63	7,3	0	0,01286	0
1	27,5	52	54	64,197	55	7,8	7,800	0,01286	0,0359
2	27,5	47	49	58,253	50	8,4	4,200	0,01286	0,0264
5	27,5	41	43	51,120	44	9,4	1,880	0,01286	0,0176
30	27,5	24	26	30,910	27	11,1	0,370	0,01286	0,0078
60	27,5	17	19	22,588	20	11,9	0,198	0,01286	0,0057
250	27,5	8	10	11,888	11	12,7	0,051	0,01286	0,0029
1440	27,5	0	2	2,378	3	13,3	0,009	0,01286	0,0012

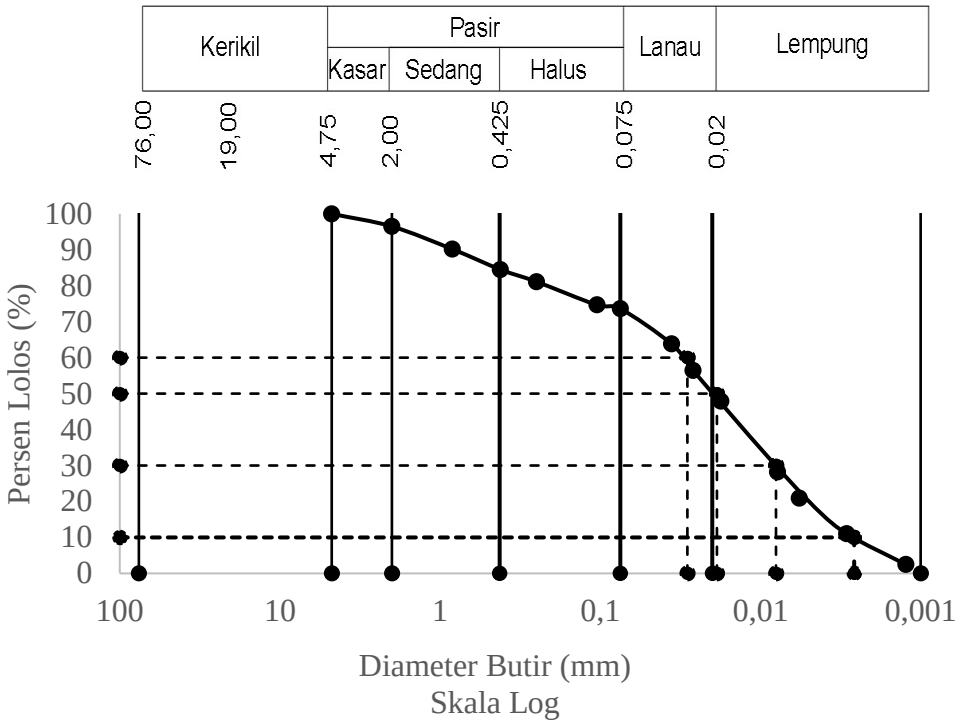
Tabel 5.13 Hasil Uji Hidrometer Sampel II

Waktu	Suhu	Ra	Rc	Persen Lolos	R	L	L/t	K	D
0	27,5	58	60	73,620	61	7,3	0	0,01286	0
1	27,5	50	52	63,804	53	7,8	7,800	0,01286	0,0359
2	27,5	44	46	56,442	47	8,4	4,200	0,01286	0,0264
5	27,5	37	39	47,853	40	9,4	1,880	0,01286	0,0176
30	27,5	21	23	28,221	24	11,1	0,370	0,01286	0,0078
60	27,5	15	17	20,859	18	11,9	0,198	0,01286	0,0057
250	27,5	7	9	11,043	10	12,7	0,051	0,01286	0,0029
1440	27,5	0	2	2,454	3	13,3	0,009	0,01286	0,0012

Berdasarkan hasil pengujian analisis saringan dan pengujian hidrometer pada beberapa tabel di atas, dapat digambarkan grafik distribusi ukuran butiran tanah yang dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 sebagai berikut.



Gambar 5.3 Grafik Analisa Distribusi Butiran Tanah Sampel I



Gambar 5.4 Grafik Analisa Distribusi Butiran Tanah Sampel II

Berdasarkan Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 di atas diperoleh persentase butiran tanah yang dapat dilihat pada Tabel 5.14 sebagai berikut.

Tabel 5.14 Persentase Butiran Tanah Asli

Uraian	Satuan	Sampel I	Sampel II	Rata-Rata
%Lolos #200	%	71,33	73,62	72,475
Kerikil	%	0	0	0
Pasir	%	28,67	26,38	27,525
Lanau	%	20,21	25,77	22,99
Lempung	%	51,12	47,85	49,485
D60	mm	0,0025	0,0026	0,00255
D30	mm	0,008	0,008	0,008
D10	mm	0,0280	0,0286	0,0283
Cu		11,2	11	11,1
Cc		0,804	0,861	0,833

Berdasarkan hasil persentase butiran tanah asli pada Tabel 5.13 diperoleh distribusi butiran rata-rata tanah asli yang telah diuji yaitu kerikil sebesar 0%, pasir sebesar 27,525%, lanau sebesar 22,99%, dan lempung sebesar 49,485%.

5.5 Pengujian Proktor Standar

Pengujian proktor standar memiliki tujuan untuk memperoleh nilai berat volume kering maksimum tanah (*Maximum Dry Density*) dan kadar air optimum (*Optimum Mouisture Content*) suatu tanah dengan cara pemadatan. Pengujian yang dilakukan untuk mencari kepadatan tanah adalah dengan melakukan pengujian proktor standar. Pada pengujian *proctor* tanah dipadatkan pada wadah yang memiliki volume 944 cm^3dan diameter 101,6 mm. Pada waktu pengujian wadah diletakkan pada pelat dasar yang memanjangkan sampai dengan permukaan wadah. Kemudian tanah dicampur dengan kadar air yang berbeda selama kompaksi untuk mendapatkan nilai kepadatan maksimum dengan menggunakan palu yang menumbuk tanah sebanyak 25 tumbukan pada setiap lapis tanah. Palu memiliki massa sebesar 2,5 kg dan dijatuhkan pada ketinggian 30,5 mm. Untuk mengetahui nilai kepadatan tanah dapat ditentukan pada masa pengujian dengan persentase kadar air yang telah diketahui. Hasil pengujian proktor standar dapat dilihat pada Tabel 5.15 dan Tabel 5.16 sebagai berikut.

(a)

(b)

Gambar 5.5 (a) Sampel Tanah Asli dengan Penambahan Air Sebesar 200 mL pada Pengujian *Proctor Standard* dan (b) Sampel Tanah Asli dengan Penambahan Air Sebesar 400 mL pada Pengujian *Proctor Standard*

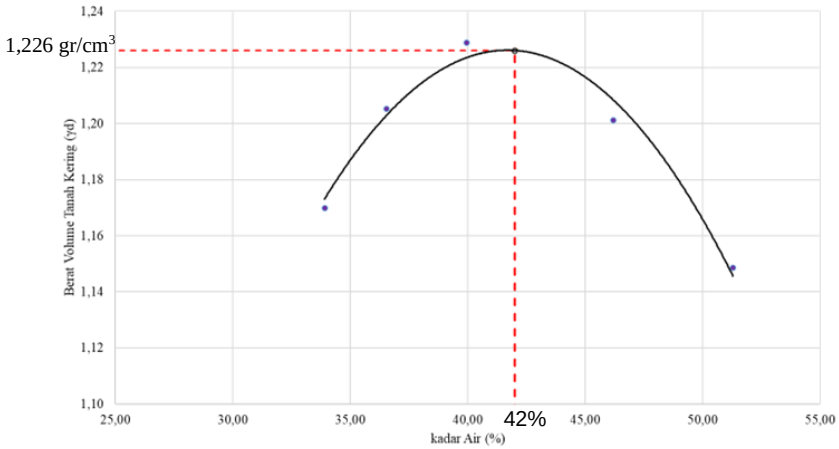
Tabel 5.15 Hasil Pengujian Proktor Standar Sampel I

Uraian	Satuan	1		2		3		4		5	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Berat Cawan	gr	13,08	6,64	6,26	8,73	5,94	6,78	12,75	8,81	12,83	12,93
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	48,00	41,28	43,96	44,83	44,44	44,04	41,98	44,34	45,67	46,25
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	39,21	32,46	33,85	35,19	33,51	33,35	32,79	33,06	34,64	34,85
Kadar Air	%	33,64	34,16	36,64	36,43	39,64	40,23	45,86	46,52	50,57	52,01
Kadar Air Rata-Rata	%	33,90		36,54		39,94		46,19		51,29	
Berat Volume Tanah Kering	gr/cm^3	1,170		1,205		1,229		1,201		1,149	

Tabel 5.16 Hasil Pengujian Proktor Standar Sampel II

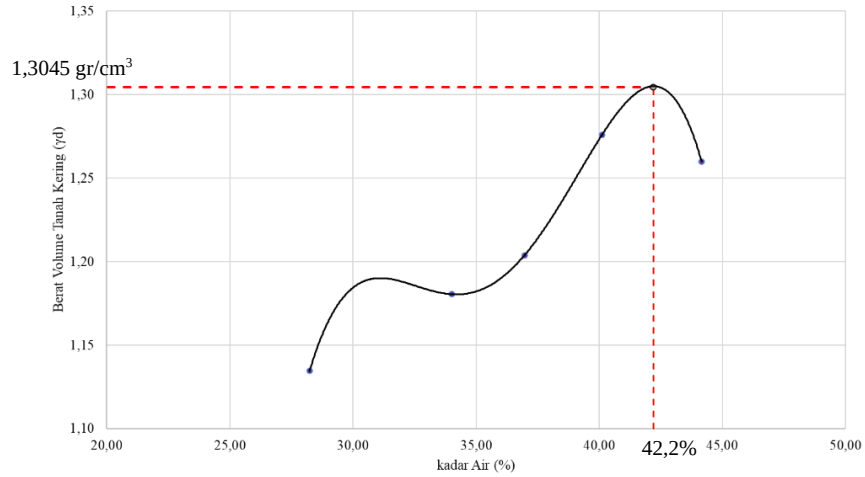
Uraian	Satuan	1		2		3		4		5	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Berat Cawan	gr	6,63	5,49	6,85	6,87	7,25	7,56	5,82	6,79	5,45	5,77
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	30,98	30,00	28,80	28,66	30,44	30,13	29,25	28,27	26,24	25,75
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	25,23	25,01	23,04	23,32	24,19	24,03	22,52	22,14	19,84	19,66
Kadar Air	%	30,91	25,56	35,58	32,46	36,89	37,04	40,30	39,93	44,48	43,84
Kadar Air Rata-Rata	%	28,24		34,02		36,97		40,12		44,16	
Berat Volume Tanah Kering	gr/cm^3	1,135		1,180		1,204		1,276		1,260	

Berdasarkan Tabel 5.14 dan Tabel 5.15 dapat digambarkan grafik hubungan antara kepadatan tanah kering dengan kadar air yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7 berikut.



Gambar 5.6 Grafik Uji Proktor Standar Sampel I

Berdasarkan Gambar 5.6 di atas diperoleh nilai kadar air optimum (w_{opt}) tanah asli sampel I sebesar 42%, dan nilai berat volume kering maksimum ($\gamma_{d\ maks}$) sebesar 1,226 gr/cm^3.



Gambar 5.7 Grafik Uji Proktor Standar Sampel II

Berdasarkan Gambar 5.7 di atas diperoleh nilai kadar air optimum (w_{opt}) tanah asli sampel I sebesar 42,2%, dan nilai berat volume kering maksimum ($\gamma_{d\ maks}$) sebesar 1,3045 gr/cm^3.

Berdasarkan Gambar 5.6 dan Gambar 5.7 diperoleh nilai kadar air optimum (w_{opt}) dan nilai berat volume kering maksimum ($\gamma_{d\ maks}$) yang dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Kadar Air Optimum dan Berat Volume Kering Maksimum

Uraian	Satuan	Sampel I	Sampel II	Rata-Rata
Kadar Air Optimum (w_{opt})	%	42	42,2	42,1
Berat Volume Kering Maksimum ($\gamma_{d\ maks}$)	gr/cm^3	1,226	1,3045	1,265

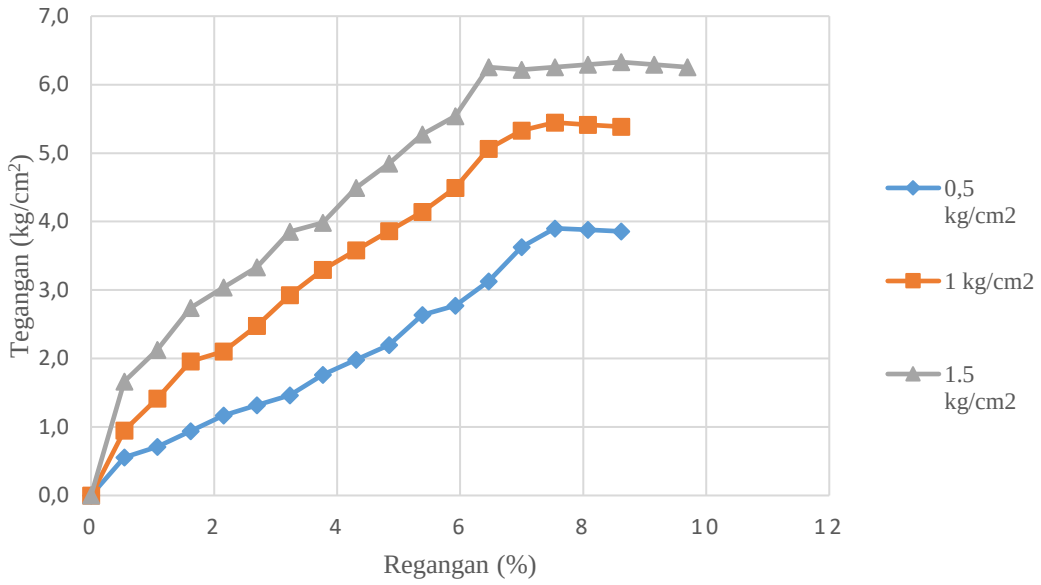
Berdasarkan hasil pengujian proktor standar pada Tabel 5.16 diperoleh nilai kadar air optimum (w_{opt}) sebesar 42,1% dan nilai berat volume kering maksimum ($\gamma_{d\ maks}$) sebesar 1,265 gr/cm^3 tanah Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Kadar air optimum dan berat volume kering maksimum yang telah diperoleh akan digunakan sebagai parameter dalam pembuatan benda uji Triaksial UU.

5.6 Pengujian Triaksial *Uncosolidated Undrained*

Pengujian triaksial *Uncosolidated Undrained* (UU) dilakukan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah berupa kohesi (c) dan sudut geser dalam (φ) tanah. Pada penelitian ini dilakukan pengujian triaksial UU pada tanah asli dan pengujian triaksial UU pada tanah asli yang distabilisasi dengan bahan tambah berupa semen dan *Rotec*.

5.6.1 Pengujian Triaksial *Uncosolidated Undrained* pada Tanah Asli

Berdasarkan hasil pengujian triaksial UU tanah asli dapat digambarkan grafik antara tegangan dengan regangan yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 sebagai berikut.



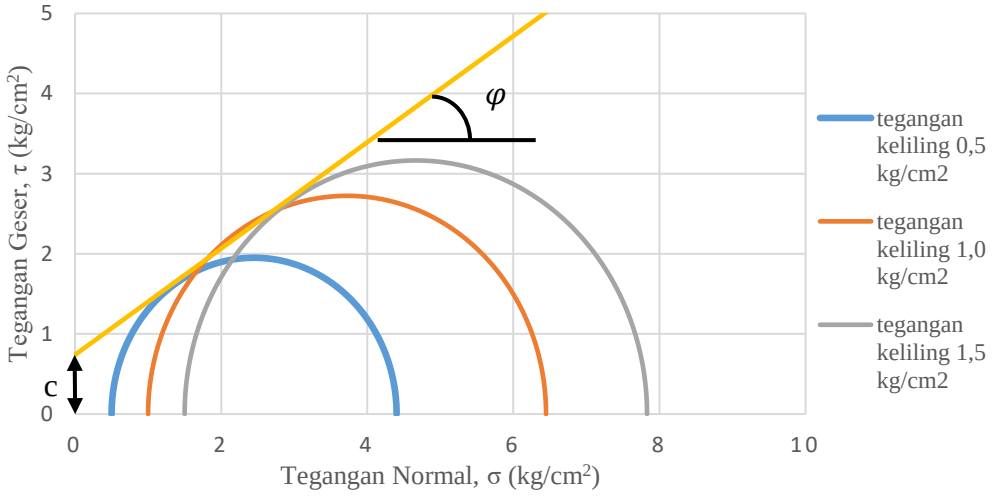
Gambar 5.8 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Pengujian Triaksial *Uncosolidated Undrained* pada Tanah Asli Sampel I

Berdasarkan grafik di atas, maka didapatkan nilai tegangan utama dan tegangan deviator pada setiap tekanan sel. Berikut nilai tegangan utama dan tegangan deviator pada tanah asli sampel I yang dapat dilihat pada Tabel 5.18 sebagai berikut.

Tabel 5.18 Tegangan Deviator dan Tegangan Utama Pengujian Triaksial UU pada Tanah Asli Sampel I

Pembebanan	Simbol	Satuan	Benda Uji		
			I	II	III
Tegangan Keliling	σ_3	kg/cm^2	0,5	1	1,5
Tegangan Deviator	$\Delta\sigma$	kg/cm^2	3,901	5,447	6,330
Tegangan Utama	σ_1	kg/cm^2	4,401	6,447	7,830

Berdasarkan Tabel 5.17 di atas, maka dapat diperoleh grafik hubungan antara tegangan geser dengan tegangan normal pada tanah asli sampel I yang digambarkan dengan grafik lingkaran *mohr* untuk menentukan nilai sudut geser dalam (φ) dan kohesi (c). Grafik lingkaran mohr pada tanah asli sampel I dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut.



Gambar 5.9 Grafik Lingkaran *Mohr* pada Tanah Asli Sampel I

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.8 di atas, maka diperoleh nilai sudut geser dalam tanah (φ) sebesar 27,682^o dan nilai kohesi (c) sebesar 0,644 kg/cm^2. Pada tanah asli sampel II dilakukan pengujian dan perhitungan yang sama seperti tanah asli sampel I. Pengujian triaksial UU dalam penelitian Tugas Akhir memakai 2 sampel dengan 3 benda uji pada setiap sampel dengan pemberian 3 tekanan sel yang berbeda. Tekanan sel yang dipakai adalah beban 0,5 kg/cm^2, 1 kg/cm^2, dan 2 kg/cm^2. Hasil rekapitulasi pengujian triaksial UU pada tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut.

Gambar 5.10 Sampel Tanah Asli untuk Pengujian Triaksial UU

Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU pada Tanah Asli

Sampel	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi, c (kg/cm^2)	Sudut Geser Dalam, φ (^{o})
Tanah Asli Sampel I	0,644	27,682
Tanah Asli Sampel II	0,665	28,477
Rata-Rata	0,655	28,080

Berdasarkan hasil pengujian triaksial UU pada Tabel 5.18 diperoleh nilai kohesi (c) rata-rata sebesar 0,655 kg/cm^2 dan nilai sudut geser dalam (φ) rata-rata sebesar 28,080^o tanah Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara.

5.6.2 Pengujian Triaksial *Uncosolidated Undrained* dengan Bahan Tambah Stabilisasi

Nilai parameter kuat geser tanah yang ditambah dengan bahan stabilisasi yaitu *Rotec* dan variasi semen pada masa pemeraman 1 hari, 7 hari, dan 14 hari dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5.20 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Tambah

Pemeraman	Uraian	Sampel I		Sampel II	
		Parameter Kuat Geser Tanah		Parameter Kuat Geser Tanah	
		Kohesi, kg/cm^2	Sudut Geser Dalam, ^{o}	Kohesi, kg/cm^2	Sudut Geser Dalam, ^{o}
1 Hari	Tanah + *Rotec* 1%	0,657	28,335	0,670	28,546
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	0,670	28,546	0,723	30,413
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	0,713	30,397	0,780	30,525
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	0,723	30,728	0,677	28,789
7 Hari	Tanah + *Rotec* 1%	0,663	28,579	0,683	29,033
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	0,679	29,145	0,735	30,825
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	0,727	30,891	0,796	31,018
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	0,737	31,224	0,690	29,274
14 Hari	Tanah + Semen 1%	0,761	32,046	0,709	29,921
	Tanah + Semen 1,5%	0,775	32,547	0,723	30,411
	Tanah + Semen 2%	0,790	33,050	0,737	30,904
	Tanah + *Rotec* 1%	0,672	28,903	0,693	29,358
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	0,692	29,633	0,749	31,319
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	0,819	34,011	0,804	31,267
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	0,829	34,350	0,699	29,6

5.7 Pembahasan

Pada sub bab ini akan membahas sifat dan karakteristik sampel tanah asli serta tanah yang telah dilakukan stabilisasi menggunakan semen dan *Rotec*. Pembahasan pada penelitian ini dibuat atas dasar hasil beberapa pengujian yang telah dibahas pada sub bab sebelumnya.

5.7.1 Tanah Asli

1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Unified Soils Classification System* (USCS)

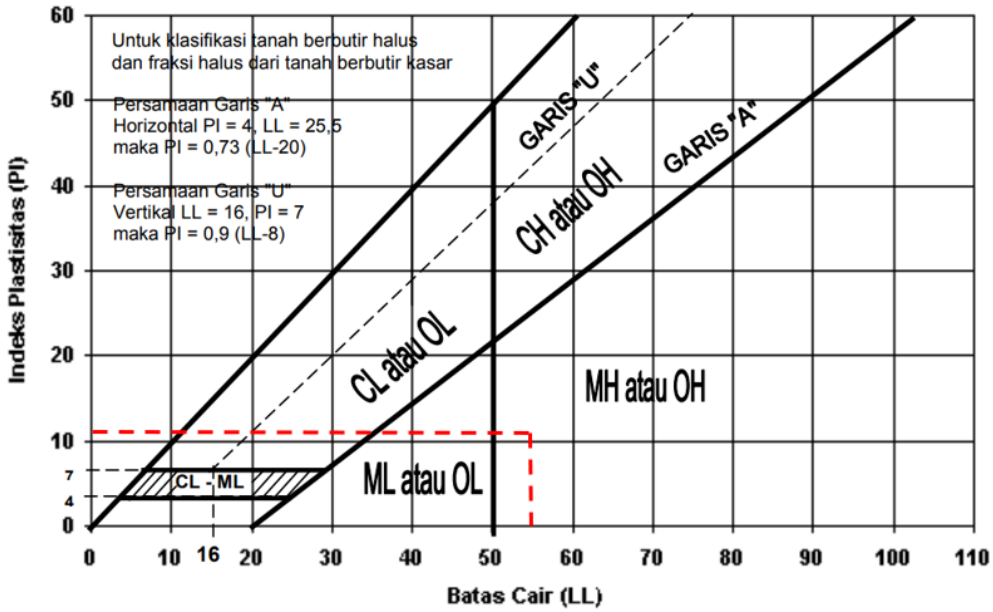
   Klasifikasi tanah berdasarkan USCS dapat menggunakan Tabel 3.3 dengan menggunakan beberapa parameter seperti persentase tanah lolos saringan no.200, batas cair, dan indeks plastisitas yang telah didapatkan sebelumnya. Adapun klasifikasi tanah berdasarkan USCS dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

   a. Pada pengujian analisis butiran tanah didapatkan persentase tanah lolos saringan no.200 sebesar 72,475% dan pengujian batas *atterberg* didapatkan nilai batas cair sebesar 54,895%. Berdasarkan kedua parameter tersebut maka tanah asli termasuk ke dalam divisi utama tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan 200 (0,075mm) dan lanau dan lempung batas cair > 50%. Hasil penentuan klasifikasi divisi utama sampel tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut.

Tabel 5.21 Divisi Utama 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

b. Pada pengujian batas *atterberg* didapatkan nilai batas cair sebesar 54,895%, batas plastis sebesar 44,325% dan indeks plastisitas sebesar 10,57%. Berdasarkan beberapa parameter tersebut maka dapat diplotkan nilai batas cair dan indeks plastisitas pada grafik USCS untuk menentukan klasifikasi tanah. Setelah dilakukan *ploting* maka tanah asli dikategorikan masuk ke dalam kelompok MH. Berikut grafik klasifikasi tanah berdasarkan USCS yang dapat dilihat pada Gambar 5.11 dan Tabel 5.22.



Gambar 5.11 Grafik Klasifikasi Tanah Asli Berdasarkan USCS

Simbol-simbol yang digunakan dalam Sistem *Unified* adalah sebagai berikut.

G = Kerikil (*gravel*)

S = pasir (*sand*)

C = lempung (*clay*)

M = lanau (*silt*)

O = lanau atau lempung organik (*organic sily or clay*)

Pt = tanah gambut dan tanah organik tinggi (*peat and highly organic soil*)

W = gradasi baik (*well-graded*)

P = gradasi buruk (*poorly-graded*)

H = plastisitas tinggi (*high-plasticity*)

L = plastisitas rendah (*low-plasticity*)

Tabel 5.22 Klasifikasi Kelompok Tanah Asli Berdasarkan USCS

Kriteria untuk Menetapkan Simbol-Simbol Kelompok dan Nama-Nama Kelompok Menggunakan Pengujian-Pengujian Laboratorium[A]				Klasifikasi Tanah	
				Simbol Kelompok	Nama Kelompok[B]
TANAH BERBUTIR KASAR >50% tertahan ayakan No. 200	Kerikil (Lebih besar dari 50% Fraksi kasar yang tertahan ayakan No. 4)	Kerikil bersih (Butir halus[C] < 5%)	Cu ≥ 4 dan 1 ≤ Cc ≤ 3[D]	GW	Kerikil[E] bergradasi baik
			Cu < 4 dan/atau Cc < 1 atau Cc > 3[D]	GP	Kerikil[E] bergradasi jelek
		Kerikil dengan butir halus (Butir halus[C] > 12%)	Butir halus diklasifikasikan sebagai ML atau MH	GM	Kerikil[E, F, G] lanauan
			Butir halus diklasifikasikan sebagai CL atau CH	GC	Kerikil[E, F, G] lempungan
	Pasir (Lebih besar ≥ 50% Fraksi kasar yang lolos ayakan No. 4)	Pasir bersih (Butir halus[H] < 5%)	Cu ≥ 6 dan 1 ≤ Cc ≤ 3[D]	SW	Pasir[I] bergradasi baik
			Cu < 6 dan/atau Cc < 1 atau Cc > 3[D]	SP	Pasir[I] bergradasi jelek
		Pasir dengan butir halus (Butir halus[H] > 12%)	Butir halus diklasifikasikan sebagai ML atau MH	SM	Pasir[F,G,I] lanauan
			Butir halus diklasifikasikan sebagai CL atau CH	SC	Pasir[F,G,I] lempungan
TANAH BERBUTIR HALUS ≥ 50% lolos Ayakan No. 200	Lanau dan lempung Batas cair < 50	Non Organik	PI > 7 dan terletak pada atau di atas garis "A"	CL	Lempung[K,L,M] rendah
			PI < 4 atau terletak di bawah garis "A"	ML	Lanau[K,L,M]
		Organik	Batas cair - kering oven / Batas cair – tidak kering < 0,75	OL	Lempung[K,L,M,N] organik / Lanau[K,L,M,O] organik
	Lanau dan lempung Batas cair ≥ 50	Non Organik	PI terletak pada atau di atas garis "A"	CH	Lempung[K,L,M] tinggi
			PI terletak di bawah garis "A"	MH	Lanau[K,L,M] elastis
		Organik	Batas cair - kering oven / Batas cair – tidak kering < 0,75	OH	Lempung[K,L,M,N] organik / Lempung[K,L,M,O] organik
TANAH BERORGANIK	Secara primer terdiri atas zat-zat organik, berwarna gelap dan berbau organik			PT	Gambut

Saat ini sistem USCS banyak dipakai oleh para ahli Rekayasa Teknik Sipil. Sistem *Unified* membagi tanah dalam 2 kelompok, yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus.

1) Tanah berbutir kasar (*coarse grained – soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir yang kurang dari 50% berat total, contoh tanah lolos saringan no. 200. Simbol kelompok ini adalah G (untuk tanah berkerikil), dan S (untuk tanah berpasir). Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan simbol W (untuk tanah bergradasi baik) dan P (untuk tanah bergradasi buruk).
2) Tanah berbutir halus (*fine – grained – soil*), yaitu tanah yang lebih dari 50% berat contoh tanahnya lolos dari saringan no. 200. Simbol kelompok ini adalah C (untuk tanah berlempung anorganik), M (untuk tanah berlanau anorganik), dan O (untuk lanau atau lempung organik). Selain itu plastisitas dinyatakan dengan simbol H (plastisitas tinggi) dan L (plastisitas rendah)

Hasil klasifikasi tanah asli metode USCS maka dapat disimpulkan bahwa tanah asli Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara didapatkan persentase tanah lolos saringan no.200 sebesar 72,475%. Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan tersebut maka tanah asli masuk ke dalam klasifikasi tanah berbutir halus (<50% lolos saringan no.200) organik dengan <15% *plus* No.200 masuk ke dalam kelompok MH yaitu tanah lanau elastis (*silt with sand*).

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

   Klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO dapat menggunakan Tabel 3.4 dengan menggunakan beberapa parameter seperti persentase tanah lolos saringan no.200, batas cair, dan indeks plastisitas yang telah didapatkan sebelumnya. Adapun klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO dilakukan dengan Langkah-langkah berikut.

   a. Pada pengujian analisis butiran tanah didapatkan persentase tanah lolos saringan no.200 sebesar 72,475%. Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan tersebut maka tanah asli masuk ke dalam klasifikasi umum tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no.200) dan klasifikasi kelompok A-7 berdasarkan klasifikasi AASHTO. Adapun syarat klasifikasi kelompok A-7 yaitu tanah lolos saringan no.200 minimal sebesar 36%. Maka dari hasil pengujian analisis saringan butiran memenuhi syarat ke dalam klasifikasi umum tanah-tanah lanau lempung dan klasifikasi kelompok A-7.
   b. Pada pengujian batas *atterberg* didapatkan nilai batas cair sebesar 54,895%, batas plastis sebesar 44,325% dan indeks plastisitas sebesar 10,57%. Berdasarkan hasil tersebut sampel tanah memenuhi syarat dalam klasifikasi kelompok A-7 yaitu minimal 41% untuk batas cair dan minimal 10% untuk indeks plastisitas.
   c. Bila nilai *Index Group* (GI) semakin tinggi, maka tanah semakin berkurang ketepatan penggunaan. Nilai GI biasanya dituliskan pada

bagian belakang dengan tanda kurung. Terdapat beberapa aturan untuk menggunakan nilai GI, yaitu:

1) bila GI < 0, maka dianggap GI = 0,
2) nilai GI yang dihitung dari Persamaan (3.4), dibulatkan pada angka terdekat,
3) nilai GI untuk kelompok tanah A-1a, A-1b, A-2-4, A-2-5, dan A-3 selalu nol,
4) untuk kelompok tanah A-2-6 dan A-2-7, hanya bagian dari persamaan indeks kelompok yang digunakan, GI = 0.01 (F – 15) (PI – 10), dan
5) tidak ada batas atas nilai GI, GI maksimum 20.

Nilai *indeks group* dapat ditentukan dengan beberapa parameter di antaranya adalah persentase lolos saringan nomor 200 (72,475%), batas cair (54,895%), indeks plastisitas (10,57%). Nilai *index group* sampel tanah asli adalah sebagai berikut.

GI = (F – 35)[0,2 + 0,005(LL – 40)] + 0,01 (F – 15)(PI – 10)

GI = (72,475 – 35)[0,2 + 0,005(54,895 – 40)] + 0,01 (72,475 – 15)(10,57 – 10)

GI = 20,220

d. Pada pengujian batas-batas Atterberg didapatkan nilai batas plastis sebesar 44,325%. Berdasarkan nilai batas plastis tersebut maka tanah masuk ke dalam klasifikasi kelompok A-7-5 yang memiliki syarat batas plastis lebih besar dari 30%.
e. Berdasarkan hasil tersebut maka sampel tanah asli mempunyai tipe material pokok tanah berlempung dengan penilaian umum sebagai tanah dasar adalah sedang sampai buruk. Hasil klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO dapat dilihat pada Tabel 5.23 berikut.

Tabel 5.23 Hasil Klasifikasi Tanah Asli Berdasarkan AASHTO

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

Berdasarkan hasil klasifikasi metode AASHTO maka dapat dinyatakan bahwa sampel tanah Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara masuk dalam kelompok A-7 dan masuk dalam sub kelompok A-7-5.

3. Sifat Mekanik Tanah Asli

Sifat mekanik tanah yang ditinjau pada Tugas Akhir ini adalah parameter kuat geser tanah. Parameter kuat geser tanah asli didapatkan dengan pengujian Triaksial UU untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah asli. Berdasarkan hasil pengujian Triaksial UU didapatkan nilai kohesi tanah sebesar 0,655 kg/cm² dan sudut geser dalam sebesar 28,080°.

5.7.2 Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi

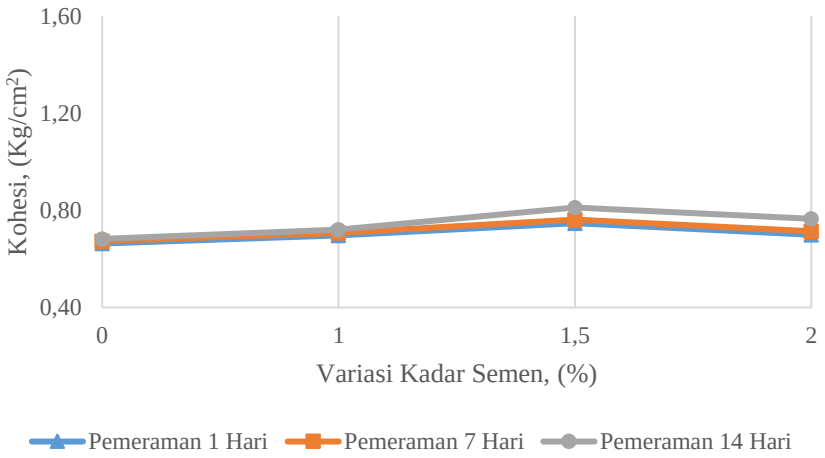
Pada pembahasan sub bab ini akan dibahas pengaruh penambahan bahan stabilisasi berupa semen dan *Rotec* terhadap parameter kuat geser tanah.

1. Kohesi (c)

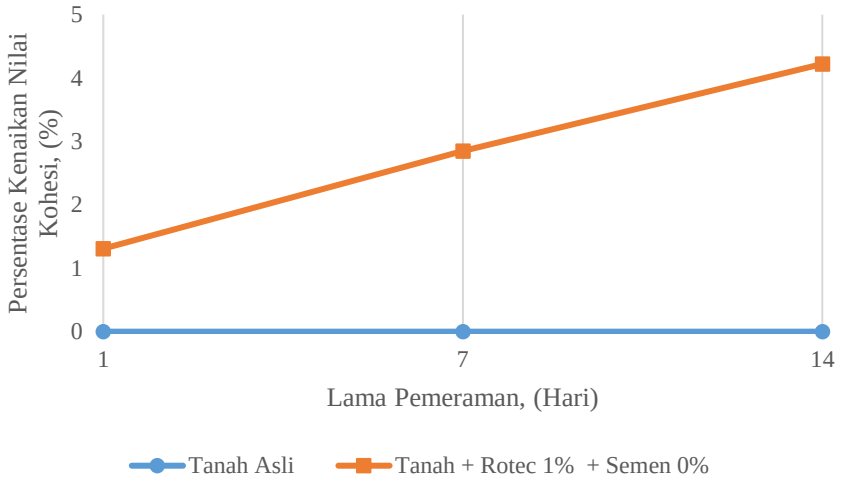
Pengaruh penambahan bahan stabilisasi berupa semen dan *Rotec* terhadap parameter nilai kohesi dapat dilihat pada Tabel 5.24, Gambar 5.12 dan Gambar 5.13 berikut.

Tabel 5.24 Pengaruh Penambahan Semen dan *Rotec* Terhadap Nilai Kohesi Tanah Asli

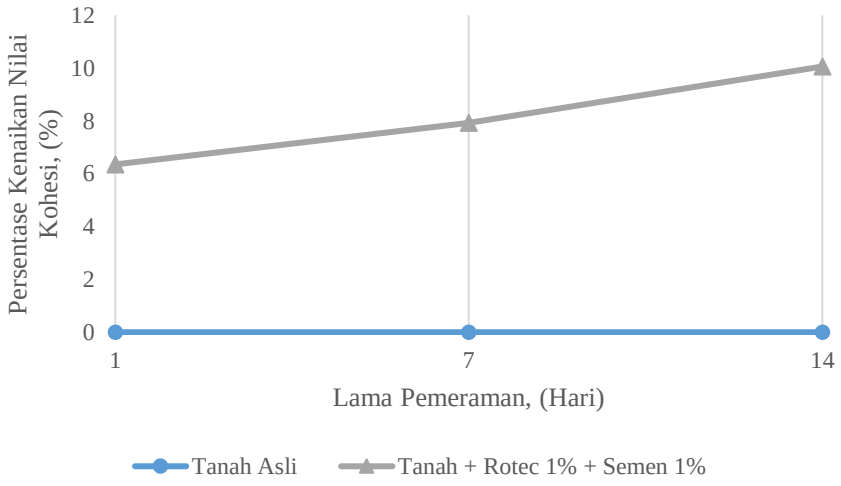
Pemeraman	Uraian	Sampel I	Sampel II	Rata-Rata
		Kohesi, (kg/cm^2)	Kohesi, (kg/cm^2)	Kohesi, (kg/cm^2)
-	Tanah Asli	0,644	0,665	0,655
1 Hari	Tanah + *Rotec* 1%	0,657	0,670	0,663
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	0,670	0,723	0,696
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	0,713	0,780	0,747
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	0,723	0,677	0,700
7 Hari	Tanah + *Rotec* 1%	0,663	0,683	0,673
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	0,679	0,735	0,707
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	0,727	0,796	0,762
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	0,737	0,690	0,714
14 Hari	Tanah + Semen 1%	0,761	0,709	0,735
	Tanah + Semen 1,5%	0,775	0,723	0,749
	Tanah + Semen 2%	0,790	0,737	0,764
	Tanah + *Rotec* 1%	0,672	0,693	0,682
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	0,692	0,749	0,721
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	0,819	0,804	0,811
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	0,829	0,699	0,764



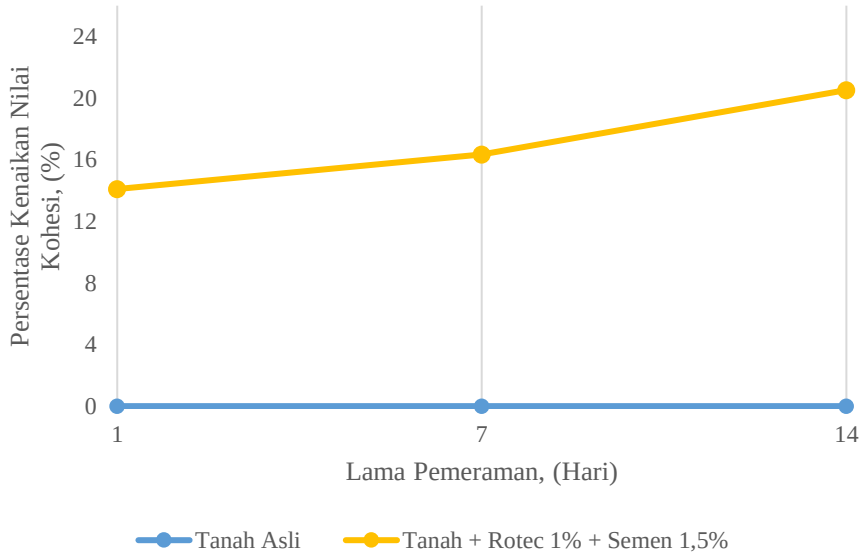
Gambar 5.12 Grafik Pengaruh Penambahan Variasi Kadar Semen dan *Rotec* Pada Tanah Asli Terhadap Nilai Kohesi



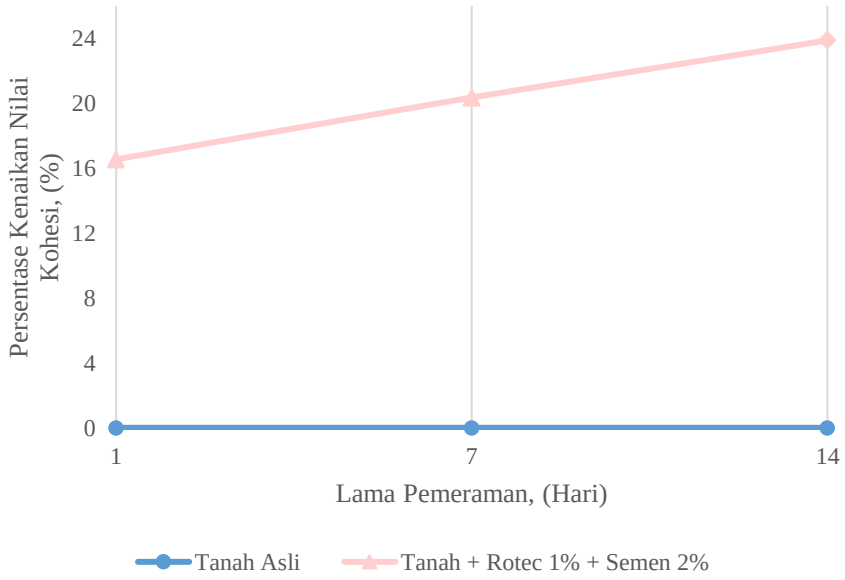
Gambar 5.13 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Kohesi Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 0%



Gambar 5.14 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Kohesi Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%



Gambar 5.15 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Kohesi Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%



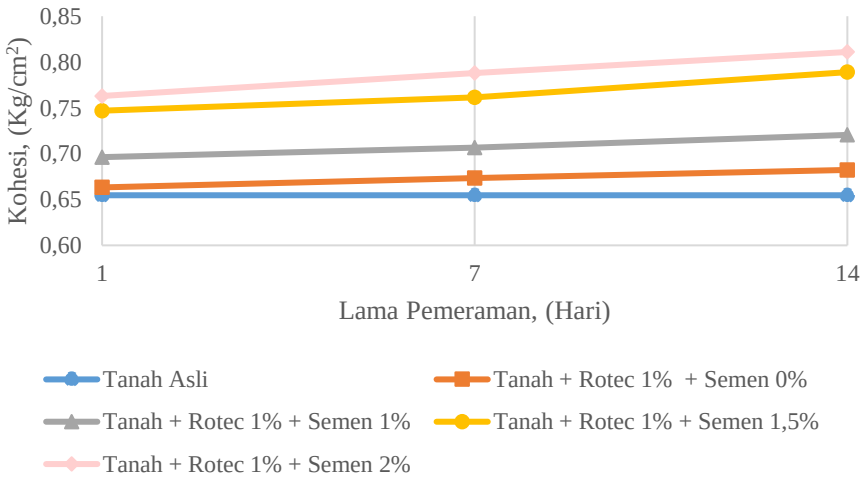
Gambar 5.16 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Kohesi Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%

Tabel 5.25 Persentase Kenaikan Nilai Kohesi Dalam Terhadap Lama Pemeraman

Pemeraman	Variasi	Kohesi (kg/cm^2)	Persen Kenaikan (%)
-	Tanah Asli	0,655	0
1 Hari	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 0%	0,663	1,309
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	0,696	6,353
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	0,747	14,094
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	0,763	16,548
7 Hari	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 0%	0,673	2,849
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	0,707	7,928
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	0,762	16,336
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	0,788	20,367
14 Hari	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 0%	0,682	4,222
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	0,721	10,059
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	0,789	20,519
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	0,811	23,880

Berdasarkan di atas dapat diketahui bahwa penambahan 1% *Rotec* dan variasi semen dengan persentase tertentu secara bersamaan dapat meningkatkan nilai kohesi tanah asli. Peningkatan terbesar terdapat pada variasi penambahan 1% *Rotec* dan variasi semen 1,5% dengan lama pemeraman 14 hari yaitu meningkat sebesar 16,770% dari nilai kohesi tanah asli yang mulanya sebesar 0,655 kg/cm^2 menjadi 0,811 kg/cm^2. Penambahan persentase semen cenderung meningkatkan nilai kohesi tanah asli yang terdapat *Rotec* sebesar 1%. Peningkatan nilai kohesi dimulai dari penambahan persentase semen sebesar 1% dan 1,5% dan 2%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan semen sebesar 1,5% merupakan nilai yang cukup baik untuk menambahkan pada tanah yang terdapat *Rotec* dengan persentase 1% dibandingkan dengan penambahan semen sebesar 2% karena terjadi penurunan nilai yang tidak terlalu signifikan dikarenakan konfigurasi campuran pada saat pelaksanaan praktikum. Adapun persentase peningkatan kohesi pada penambahan 1,5% semen pada tanah yang mengandung 1% *Rotec* dengan lama pemeraman 14 hari yaitu sebesar 16,770%. Hal tersebut terjadi pada penelitian Freddy dkk. (2016) menunjukkan

hasil pengujian Triaksial UU di laboratorium didapatkan bahwa nilai c (kohesi) sebesar 0,42952 kg/cm^2, sedangkan untuk sudut geser (φ) 2,488^o, dan q_u didapat 3,014055 kg/cm^2. Setelah tanah dicampurkan dengan *gypsum* dengan tanah gambut memilik peningkatan pada varian tanah gambut ditambahkan dengan 10% *gypsum* di mana c meningkat sebesar 0,605 kg/cm^2, sedangkan sudut geser meningkat sebesar 6,921^o, dan q_u meningkat sebesar 5.270 kg/cm^2. Pada varian yang lain memiliki perbedaan nilai kohesi (c), sudut geser (φ) dan kapasitas dukung ultimit (q_u), terjadi penurunan nilai kohesi pada varian 15% dan 20%, sedangkan terjadi peningkatan nilai sudut geser (φ) dan kapasitas dukung ultimit (q_u) pada varian 15% dan 20%.



Gambar 5.17 Pengaruh Lama Pemeraman Terhadap Kohesi

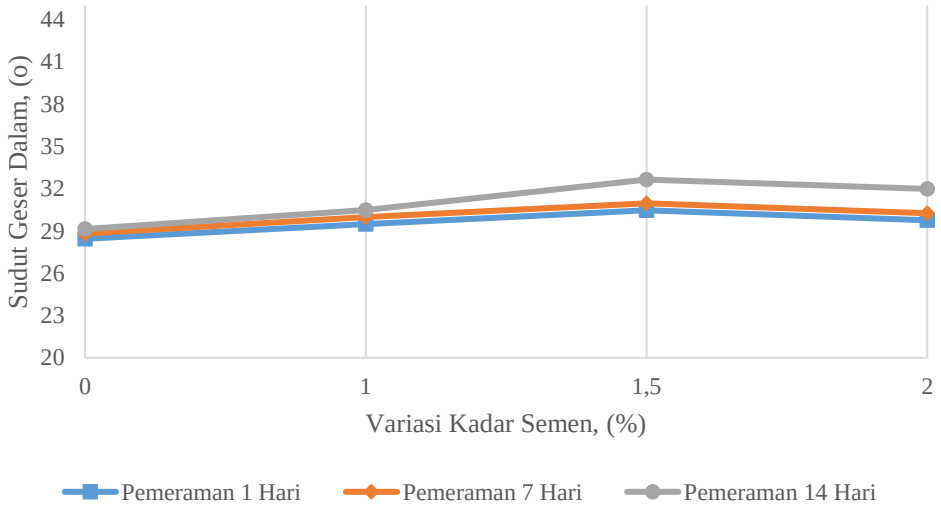
Gambar 5.17 di atas menunjukkan bahwa lama pemeraman mempengaruhi nilai kohesi tanah. Semakin lama pemeraman maka nilai kohesi akan semakin tinggi. Peningkatan kohesi terbesar terjadi pada lama pemeraman 14 hari untuk semua variasi sampel yang mengandung *Rotec* 1% dan semen 1,5%.

2. Sudut Geser Dalam (φ)

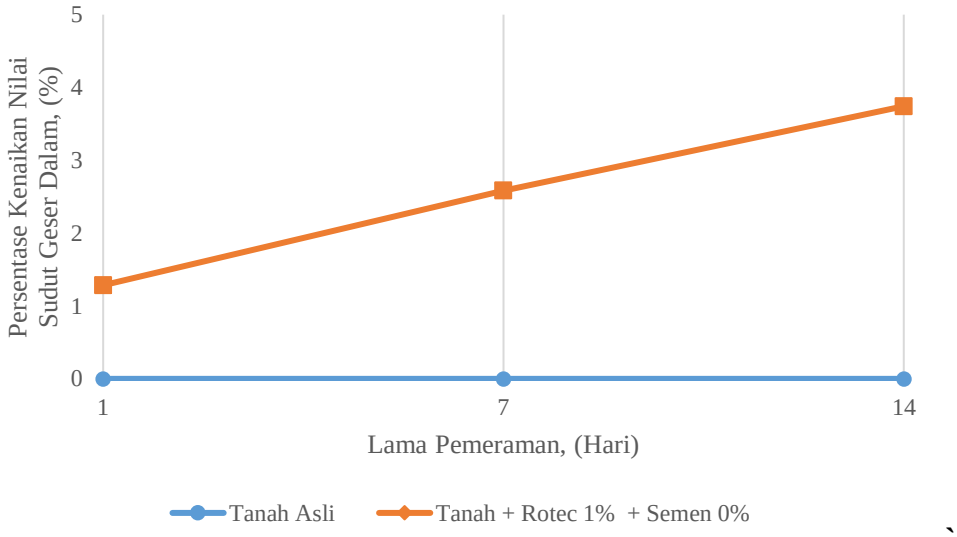
   Pengaruh penambahan bahan stabilisasi berupa semen dan *Rotec* terhadap parameter nilai sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 5.26, Gambar 5.18 sampai dengan Gambar 5.23 berikut.

Tabel 5.26 Pengaruh Penambahan Semen dan *Rotec* Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Tanah Asli

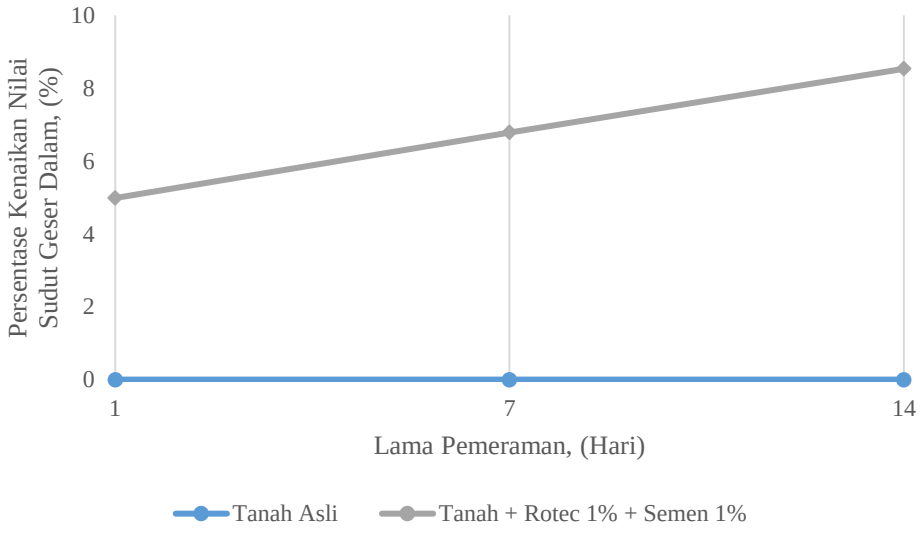
Pemeraman	Uraian	Sampel I	Sampel II	Rata-Rata
		Sudut Geser Dalam, (º)	Sudut Geser Dalam, (º)	Sudut Geser Dalam, (º)
-	Tanah Asli	27,682	28,477	28,080
1 Hari	Tanah + *Rotec* 1%	28,335	28,546	28,441
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	28,546	30,413	29,480
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	30,397	30,525	30,461
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	30,728	28,789	29,759
7 Hari	Tanah + *Rotec* 1%	28,579	29,033	28,806
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	29,145	30,825	29,985
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	30,891	31,018	30,955
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	31,224	29,274	30,249
14 Hari	Tanah + Semen 1%	32,046	29,921	30,984
	Tanah + Semen 1,5%	32,547	30,411	31,479
	Tanah + Semen 2%	33,050	30,904	31,977
	Tanah + *Rotec* 1%	28,903	29,358	29,131
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	29,633	31,319	30,476
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	34,011	31,267	32,639
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	34,350	29,6	31,975



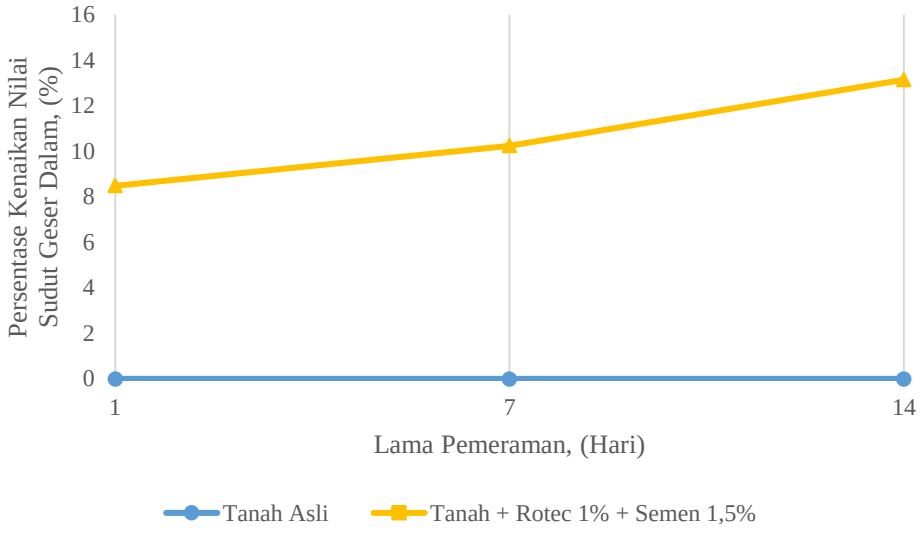
Gambar 5.18 Grafik Pengaruh Penambahan Variasi Kadar Semen dan *Rotec* Pada Tanah Asli Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam



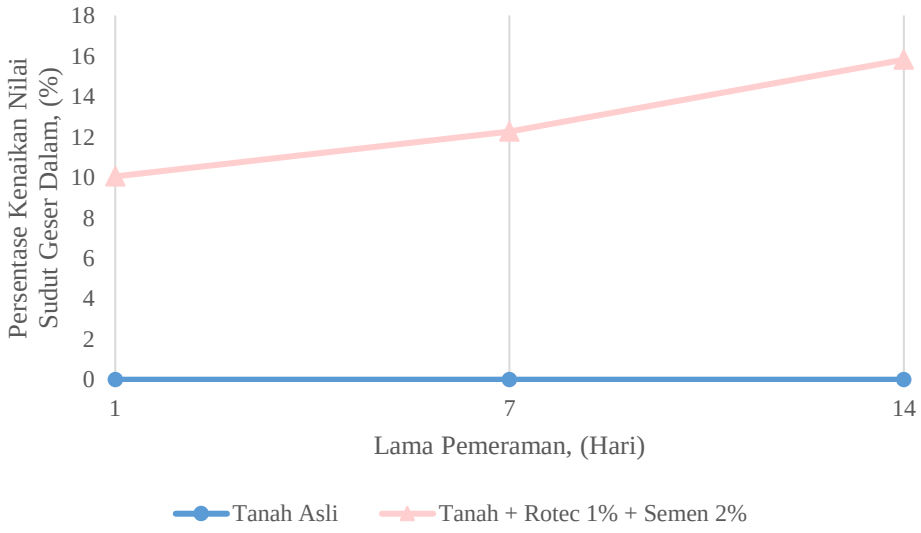
Gambar 5.19 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Sudut Geser Dalam Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 0%



Gambar 5.20 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Sudut Geser Dalam Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%



Gambar 5.21 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Sudut Geser Dalam Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%

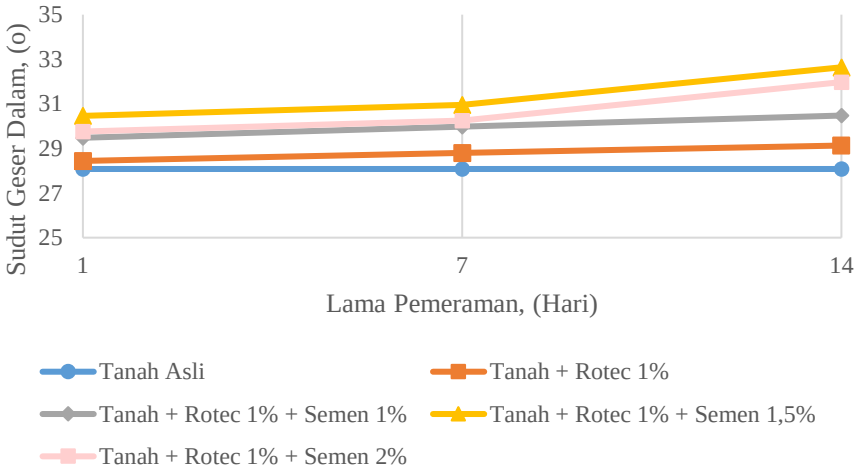


Gambar 5.22 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Sudut Geser Dalam Terhadap Lama Pemeraman pada Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%

Tabel 5.26 Persentase Kenaikan Nilai Sudut Geser Dalam Terhadap Lama Pemeraman

Pemeraman	Variasi	Sudut Geser Dalam (º)	Persen Kenaikan (%)
-	Tanah Asli	28,080	0
1 Hari	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 0%	28,441	1,285
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	29,480	4,985
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	30,461	8,479
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	30,901	10,047
7 Hari	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 0%	28,806	2,585
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	29,985	6,783
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	30,955	10,237
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	31,523	12,262
14 Hari	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 0%	29,131	10,341
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1%	30,476	12,106
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 1,5%	31,770	13,878
	Tanah + *Rotec* 1% + Semen 2%	32,521	3,743

Berdasarkan Gambar di atas penambahan persentase semen cenderung meningkatkan nilai sudut geser dalam tanah asli yang terdapat *Rotec* sebesar 1%. Peningkatan nilai kohesi dimulai dari penambahan persentase semen sebesar 1% dan 1,5% dan 2%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan semen sebesar 1,5% merupakan nilai yang cukup baik untuk menambahkan pada tanah yang terdapat *Rotec* dengan persentase 1% dibandingkan dengan penambahan semen sebesar 2% karena terjadi penurunan nilai yang tidak terlalu signifikan dikarenakan konfigurasi campuran pada saat pelaksanaan praktikum. Peningkatan terbesar terdapat pada variasi penambahan 1% *Rotec* + 1,5% semen dengan lama pemeraman 14 hari yaitu sebesar 13,872% dari nilai sudut geser dalam tanah asli sebesar 28,080° menjadi 32,639°.

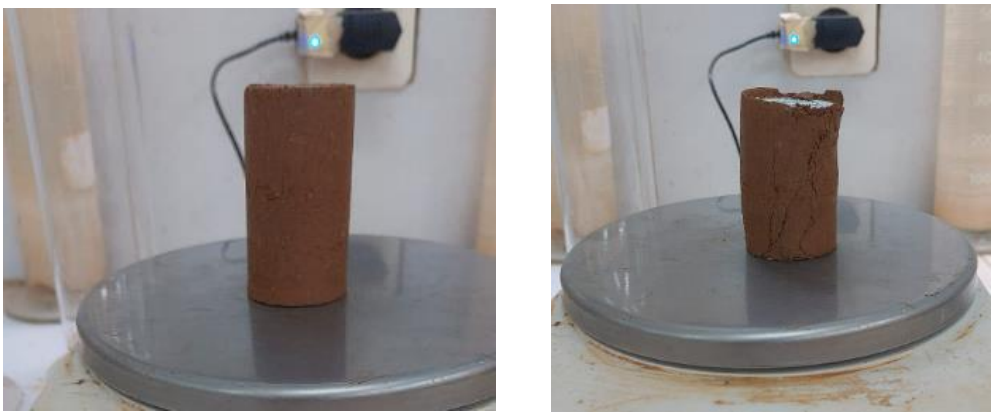


Gambar 5.23 Pengaruh Lama Pemeraman Terhadap Sudut Geser Dalam Tanah

Berdasarkan Gambar di atas menunjukkan bahwa lama pemeraman mempengaruhi nilai sudut geser dalam tanah. Semakin lama pemeraman maka nilai sudut geser dalam tanah akan semakin tinggi. Peningkatan sudut geser dalam tanah terbesar terjadi pada lama pemeraman 14 hari untuk semua variasi sampel yang mengandung *Rotec* 1% dan semen 1,5%. Persentase bahan yang ditambahkan untuk stabilisasi yang digunakan adalah *Rotec* 1% serta 1%, 1,5%, dan 2% untuk semen *portland* dengan masa pemeraman 1 hari, 7 hari, dan 14 hari. Beberapa sampel tanah dengan variasi semen dan *Rotec* dapat dilihat pada Gambar 5.24 sampai dengan Gambar 5.26.

Gambar 5.24 Sampel Tanah Asli + Semen 1% + *Rotec* 1% untuk Pengujian Triaksial UU

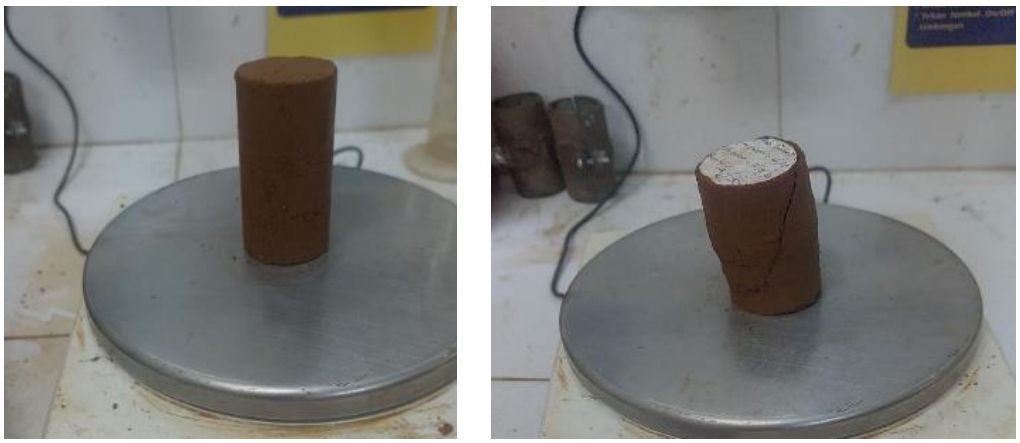
Pada Gambar 5.24 di atas menunjukkan sampel tanah asli dengan campuran bahan tambah berupa semen sebesar 1% dan *Rotec* sebesar 1% saat sebelum dan setelah pengujian Triaksial UU. Terdapat perubahan bentuk sampel ketika telah dilakukan pengujian dimaksud dengan ditandainya keruntuhan pada salah satu bidang pada sampel tanah tersebut akibat pengaruh pembebanan secara aksial dan lateral secara bersamaan. sehingga secara umum nilai kohesi dan sudut geser pada sampel tanah asli dengan campuran bahan tambah berupa semen sebesar 1% dan *Rotec* sebesar 1,5% akan lebih besar berbeda dengan sampel tanah asli.



Gambar 5.25 Sampel Tanah Asli + Semen 1% + *Rotec* 1,5% untuk Pengujian Triaksial UU

Pada Gambar 5.25 di atas menunjukkan sampel tanah asli dengan campuran bahan tambah berupa semen sebesar 1% dan *Rotec* sebesar 1,5% sebelum dan setelah pengujian Triaksial UU. Terdapat perubahan bentuk sampel ketika telah dilakukan pengujian dimaksud dengan ditandainya keruntuhan pada salah satu bidang pada sampel tanah tersebut akibat pengaruh pembebanan secara aksial dan lateral secara bersamaan. Dampak keruntuhan pada tanah asli dengan campuran bahan tambah berupa semen sebesar 1% dan *Rotec* sebesar 1,5% cukup signifikan dibanding dengan sampel tanah asli dengan campuran bahan tambah berupa semen sebesar 1% dan *Rotec* sebesar 1%, sehingga secara umum nilai kohesi dan sudut geser pada sampel tanah asli dengan campuran bahan tambah berupa semen sebesar 1% dan *Rotec* sebesar 1,5% akan berbeda

dibandingkan dengan sampel tanah asli serta tanah asli dengan campuran bahan tambah berupa semen sebesar 1% dan *Rotec* sebesar 1%.



Gambar 5.26 Sampel Tanah Asli + Semen 1% + *Rotec* 2% untuk Pengujian Triaksial UU

Pada Gambar 5.26 di atas menunjukkan sampel tanah asli dengan campuran bahan tambah berupa semen sebesar 1% dan *Rotec* sebesar 2% saat sebelum dan setelah pengujian Triaksial UU. Terdapat perubahan bentuk sampel ketika telah dilakukan pengujian dimaksud dengan ditandainya keruntuhan pada salah satu bidang pada sampel tanah tersebut akibat pengaruh pembebanan secara aksial dan lateral secara bersamaan. Dampak keruntuhan pada tanah asli dengan campuran bahan tambah berupa semen sebesar 1% dan *Rotec* sebesar 2% cukup signifikan dibanding dengan sampel tanah asli dengan campuran bahan tambah berupa semen sebesar 1% dan *Rotec* sebesar 1,5%, sehingga secara umum nilai kohesi dan sudut geser pada sampel tanah asli dengan campuran bahan tambah berupa semen sebesar 1% dan *Rotec* sebesar 2% akan berbeda dibandingkan dengan sampel tanah asli serta tanah asli dengan campuran bahan tambah berupa semen sebesar 1% dan *Rotec* sebesar 1,5%.

BAB VI
KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil beberapa pengujian di laboratorium dan analisis terkait pengaruh campuran dengan bahan tambah semen dan *Rotec* maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah asli Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupate
2. n Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara didapatkan kadar air tanah sebesar 6,38%, berat volume tanah 1,50 gr/cm², berat jenis tanah sebesar 2,67, batas cair tanah sebesar 54,895%, batas plastis tanah sebesar 44,325%, batas susut tanah sebesar 46,83%, indeks plastisitas tanah sebesar 10,57%, persentase butiran kerikil sebesar 0%, persentase butiran pasir sebesar, 27,525%, persentase butiran lanau sebesar 22,99%, persentase butiran lempung 49,485%, kadar air optimum tanah sebesar 42,1%, dan kepadatan kering maksimal tanah sebesar 1,265 gr/cm³. Berdasarkan hasil pengujian sifat mekanik pada pengujian triaksial UU didapatkan nilai kohesi tanah sebesar 0,655 kg/cm² dan sudut geser dalam tanah sebesar 28,080°. Berdasarkan klasifikasi tanah metode USCS sampel tanah asli Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara termasuk ke dalam kelompok MH yaitu tanah lanau elastis (*silt with sand*). Berdasarkan klasifikasi tanah metode AASHTO masuk dalam kelompok A-7 dan sub kelompok A-7-5 yaitu tanah lempung dengan penilaian sebagai tanah *subgrade* sedang sampai buruk.
3. Penambahan variasi 1%, 1,5%, 2% semen dapat meningkatkan kohesi dan sudut geser dalam tanah asli seiring berjalannya lama waktu pemeraman. Kohesi terbesar terdapat pada variasi penambahan semen 1,5% yaitu untuk lama pemeraman 14 hari yaitu sebesar 0,811 kg/cm² dengan sudut geser dalam sebesar 32,639º.

4. Penambahan 1% *Rotec* dapat meningkatkan kohesi dan sudut geser dalam tanah asli seiring berjalannya lama waktu pemeraman. Kohesi terbesar terdapat pada penambahan 1% *Rotec* dengan lama pemeraman 14 hari yaitu sebesar 0,811 kg/cm² dengan sudut geser dalam sebesar 32,639º.
5. Penambahan 1% *Rotec* dan variasi 1%, 1,5%, 2% semen dapat meningkatkan kohesi dan sudut geser dalam tanah asli seiring berjalannya lama waktu pemeraman. Kohesi terbesar terdapat pada variasi penambahan 1% *Rotec* dan semen 2% untuk lama pemeraman 14 hari yaitu sebesar 0,811 kg/cm² dengan sudut geser dalam sebesar 32,639º.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dari penelitian selanjutnya dapat menjadikan Tugas Akhir ini menjadi acuan dengan menggunakan jenis tanah yang berbeda dan jenis bahan tambah yang sama dengan variasi persentase *Rotec* dan semen yang berbeda.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan masa pemeraman lebih lama atau berbeda agar hasil parameter kuat geser tanah lebih detail.
3. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode pengujian yang berbeda dengan jenis bahan tambah yang sama untuk mengetahui nilai parameter kuat geser.

DAFTAR PUSTAKA

Adisti, S. N. 2022. Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur Karbit Dan Semen Putih Terhadap Nilai Parameter Kuat Geser Tanah Dengan Uji Triaksial Unconsolidated Undrained. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Aditya 2021. Pengaruh Penggunaan Matos Dan Fly Ash Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Berbutir Halus Ditinjau Dari Nilai Kuat Geser Dan Permeabilitas. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Aji, F. 2022. Pengaruh Penambahan Serbuk Limbah Keramik dan Semen Pada Tanah Lempung Terhadap Parameter Kuat Geser dan Daya Dukung Tanah Pada Uji Kuat Tekan Bebas. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Alif, N. 2022. Pengaruh Penambahan Semen Portland dan Damdex Pada Tanah Berbutir Halus Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Bowles, John FW. 1989. The Mobility of the Platinum-Group Elements in the Soils of the Freetown Peninsula, Sierra Leone. *The Canadian Mineralogist.* Vol. 32 No.4:957–967. Washington D.C.

Bowles, Joseph E. 1986. Elastic Foundation Settlements on Sand Deposits. *Journal of Geotechnical Engineering*. Vol.113 No.8:846–860. Chicago.

Bowles. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Terjemahan oleh Johan. Erlangga. Jakarta.

Craig, Maurice D. 1994. Minimum-Volume Transforms for Remotely Sensed Data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. Vol. l32 No.3:542-552. Berlin.

Craig. 1991. *Mekanika Tanah*. Terjemahan oleh Soepandji, B.S. Jilid ke-4. Erlangga. Jakarta.

Darwis, H Sc. M. 2018. *Dasar-Dasar Mekanika Tanah*. Pena Indis. Yogyakarta.

Das, A C, A Chakravarty, P Sukul, and D Mukherjee. 1995. Insecticides: Their Effect on Microorganisms and Persistence in Rice Soil. *Microbiological research.* Vol.150 No.2:187–194. New York.

Das, A C, and D Mukherjee. 1998. Insecticidal Effects on Soil Microorganisms and Their Biochemical Processes Related to Soil Fertility. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. Vol.14:903–909. New York.

Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah* (*Prinsip -prinsip Rekayasa Geoteknis*). Erlangga. Jakarta.

Dunn, G H, and R E Phillips. 1980. Macroporosity of a Well-Drained Soil Under No-Till and Conventional Tillage. *Soil Science Society of America Journal*. Vol.55 No3:817–23. Los Angeles.

Dyah, Purwati Rully et al. 2022. Performance of Clones of The 2018-Crossbreed In Inceptisol Soil. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*.Vol.127 No.7:124–131. Moskow.

Febriandita, Putra. 2014. Penambahan Serbuk Bata Merah Terhadap Tanah Lempung Dengan Bahan Tambahan Rotec Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Freddy, Z. I., Surjandari, N. S. dan Dajrwanti, N. 2016. Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Campuran Gypsum Sintetis (CaSO4. 2H2O) dan Garam Dapur (NaCl) Ditinjau dari Pengujian Triaksial UU. e-Jurnal Matriks Teknik Sipil. Surakarta.

Hakim, M.F. 2018. Pengaruh Penambahan Rotec dan Semen Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Gambut Ambarawa. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Hardiyatmo, H.C. 2012. *Tanah Longsor dan Erosi: Kejadian dan Penanganan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Hardiyatmo, H.C. 2017. *Mekanikan Tanah 1, Edisi ke 7*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Hardiyatmo, Hary Christady. 1996. *Teknik Fondasi 1*. Gredia Pustaka Utama. Jakarta.

Keisworini, D. 2022. Pengaruh Stabilisasi Tanah Menggunakan Variasi Semen Portland Dan Rotec Terhadap Kekuatan Geser Puncak & Sisa. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Mufarrihah, Z. 2022. Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Limbah Marmer Dan Matos Soil Stabilizer Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Berbutir Halus. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Proctor, R. 1933. Fundamental Principles of Soil Compaction. *Engineering news-record*. Vol.111 No.13. Washington D.C.

Program Studi Teknik Sipil. 2010. *Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah 1*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Program Studi Teknik Sipil. 2010. *Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah 2*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

PT. Cahaya Inti Solusindo. 2015. Cara Kerja *Rotec*. Penerbit Cahaya Inti Solusindo. Jakarta.

Putra, 2013. Penambahan abu ampas tebu terhadap tanah lempung dengan bahan tambah Rotec terhadap parameter kuat geser tanah. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Sari, S. D. P. 2017. Pengaruh Stabilisasi Kimia Tanah Menggunakan Rotec dan Semen Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah dan Koefisien Uji Konsolidasi. Disertasi. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Silvia, M, and Isis Maviel. 2017. *Macrofauna and Mesofauna from Soil Contaminated by Oil Extraction*. *Geoderma*. Los Angeles.

Terzagi, dan Peck, 1987. *Soil Mechanics in Engineering Practice, 2nd edition*, Erlangga, Jakarta.

Terzagi, Karl, and Ralph B Peck. 1987. *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John wiley & sons. New York.

Wesley, Laurence D. 1977. *Influence of Structure and Composition on Residual Soils. Journal of geotechnical engineering*. Vol.116 No.4:589–603. New York.

LAMPIRAN

Lampiran 01. Data Pengujian Kadar Air

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

PENGUJIAN KADAR AIR
ASTM D 2216 – 71

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli

Data Pengujian Kadar Air Tanah Berbutir Halus :

No	Uraian	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat *container* (W_1)	gram	5,63	6,87
2	Berat *container* + tanah basah (W_2)	gram	27,07	27,05
3	Berat *container* + tanah kering (W_3)	gram	25,7	25,92
4	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gram	1,37	1,13
5	Berat tanah kering ($W_s = W_3 - W_1$)	gram	20,07	19,05
6	Kadar air ($W_w : W_s$ x 100%)	%	6,83	5,93
7	Kadar air rata-rata (w)	%	6,38	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Penulis

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 02. Data Pengujian Kadar Air

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

PENGUJIAN KADAR AIR
ASTM D 2216 – 71

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli

No	Uraian	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat *container* (W_1)	gram	5,63	6,87
2	Berat *container* + tanah basah (W_2)	gram	27,07	27,05
3	Berat *container* + tanah kering (W_3)	gram	25,7	25,92
4	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gram	1,37	1,13
5	Berat tanah kering ($W_s = W_3 - W_1$)	gram	20,07	19,05
6	Kadar air ($W_w : W_s$ x 100%)	%	6,83	5,93
7	Kadar air rata-rata (w)	%	6,38	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Penulis

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 03. Data Pengujian Berat Volume Tanah Asli

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

PENGUJIAN BERAT VOLUME
ASTM D 2216

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Diameter *ring*	D	Cm	5,1	6,1
2	Tinggi *ring*	T	Cm	2,00	2,00
3	Volume *ring*	V	cm^3	40,86	58,45
4	Berat *ring*	W_1	Gram	42,90	49,15
5	Berat *ring* + tanah basah	W_2	Gram	117,03	118,78
6	Berat tanah basah	$W_3 = W_2 - W_1$	Gram	74,13	69,63
7	Berat volme tanah	$\gamma = W_3 : V$	$gram/cm^3$	1,81	1,19
8	Berat volume tanah rata-rata	γ rata-rata	$gram/cm^3$	1,50	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Penulis

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 04. Data Pengujian Berat Volume Tanah Asli

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

PENGUJIAN BERAT VOLUME
ASTM D 2216

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 8 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli Berbutir Halus

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Diameter *ring*	d	cm	5,1	6,1
2	Tinggi *ring*	t	cm	2,00	2,00
3	Volume *ring*	V	cm^3	40,86	58,45
4	Berat *ring*	W_1	gram	42,90	49,15
5	Berat *ring* + tanah basah	W_2	gram	117,03	118,78
6	Berat tanah basah	$W_3 = W_2 - W_1$	gram	74,13	69,63
7	Berat volme tanah	$\gamma = W_3 : V$	$gram/cm^3$	1,81	1,19
8	Berat volume tanah rata-rata	γ rata-rata	$gram/cm^3$	1,50	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Penulis

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 05. Data Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

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

PENGUJIAN BERAT JENIS
ASTM D 854 – 72

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 8 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Berat piknometer	W_1	gram	39,64	43,07
2	Berat piknometer + tanah kering	W_2	gram	67,47	67,44
3	Berat piknometer + tanah kering + air penuh	W_3	gram	157,93	159,37
4	Berat piknometer + air penuh	W_4	gram	140,33	144,33
5	Suhu air (t^0C)		^0C	27,5	27,5
6	$\gamma w = (t^0C)$		$gram/cm^3$	0,9968	0,9968
7	$\gamma w = (27{,}5^0C)$		$gram/cm^3$	0,9964	0,9964
8	Berat tanah kering	$W_s = W_2 - W_1$	gram	27,83	24,37
9	A	$W_s + W_4$	gram	168,16	168,7
10	I	$A - W_3$	gram	10,23	9,33
11	Berat jenis tanah (t^0C)	$Gs = W_s : I$	$gram/cm^3$	2,72	2,61
12	Berat jenis tanah ($27{,}5^0C$)	Gs	$gram/cm^3$	2,72	2,61
13	Berat jenis tanah rata-rata ($27{,}5^0C$)	Gs rata-rata	$gram/cm^3$	2,67	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Penulis

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 06. Data Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

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

PENGUJIAN BERAT JENIS
ASTM D 854 – 72

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 8 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli

No	Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
				Sampel 1	Sampel 2
1	Berat piknometer	W_1	gram	39,64	43,07
2	Berat piknometer + tanah kering	W_2	gram	67,47	67,44
3	Berat piknometer + tanah kering + air penuh	W_3	gram	157,93	159,37
4	Berat piknometer + air penuh	W_4	gram	140,33	144,33
5	Suhu air (t^0C)		^0C	27,5	27,5
6	$\gamma w = (t^0C)$		gram/cm^3	0,9968	0,9968
7	$\gamma w = (27{,}5^0C)$		gram/cm^3	0,9964	0,9964
8	Berat tanah kering	$W_s = W_2 - W_1$	gram	27,83	24,37
9	A	$W_s + W_4$	gram	168,16	168,7
10	I	$A - W_3$	gram	10,23	9,33
11	Berat jenis tanah (t^0C)	$Gs = W_s : I$	gram/cm^3	2,72	2,61
12	Berat jenis tanah ($27{,}5^0C$)	Gs	gram/cm^3	2,72	2,61
13	Berat jenis tanah rata-rata ($27{,}5^0C$)	Gs rata-rata	gram/cm^3	2,67	

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Penulis

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 07. Data Hasil Pengujian Analisa saringan Tanah Asli

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

PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
ASTM D 422-72

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli

		Tanah Sampel 1				Tanah Sampel 2				Rata-rata		
Nomor Saringan	**Diameter Saringan**	**Berat Tanah Tertahan**	**Berat Tanah Lolos**	**Presentase Tanah Tertahan**	**Persentase Tanah Lolos**	**Berat Tanah Tertahan**	**Berat Tanah Lolos**	**Presentase Tanah Tertahan**	**Persentase Tanah Lolos**	**Presentase Tanah Lolos Sampel 1**	**Presentase Tanah Lolos Sampel 2**	**Presentase Tanah Lolos Rata-rata**
	mm	gram	gram	%	%	gram	gram	%	%	gram	gram	%
4	4,76	0	300	0	100	0	300	0	100	100	100	100
10	2	12,36	287,64	4,12	95,88	10,54	289,46	3,51	96,49	95,88	96,49	96,19
20	0,84	17,44	270,2	5,81	90,07	18,9	270,56	6,30	90,19	90,07	90,19	90,13
40	0,42	14,24	255,96	4,75	85,32	17,05	253,51	5,68	84,50	85,32	84,50	84,91
60	0,25	12,24	243,72	4,08	81,24	10,17	243,34	3,39	81,11	81,24	81,11	81,18
140	0,105	24,84	218,88	8,28	72,96	19,41	223,93	6,47	74,64	72,96	74,64	73,80
200	0,075	4,89	213,99	1,63	71,33	3,07	220,86	1,02	73,62	71,33	73,62	72,48
Pan		213,99	0	71,33	0	220,86	0	73,62	0	0	0	0
Jumlah		300		100		1000		100				

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 03 Mei 2024

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

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 08. Data Hasil Pengujian Analisa saringan Tanah Asli

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

PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER
ASTM D 421-72

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli

Sampel	Waktu (Menit)	Temperatur (^{0}C)	Ra	Rc	P (% Lolos)	R	L (cm)	L/t	K	D (mm)
1	0	27,5	60	62	73,708	63	7,3	0	0,01286	0
	1	27,5	52	54	64,197	55	7,8	7,800	0,01286	0,0359
	2	27,5	47	49	58,253	50	8,4	4,200	0,01286	0,0264
	5	27,5	41	43	51,120	44	9,4	1,880	0,01286	0,0176
	30	27,5	24	26	30,910	27	11,1	0,370	0,01286	0,0078
	60	27,5	17	19	22,588	20	11,9	0,198	0,01286	0,0057
	250	27,5	8	10	11,888	11	12,7	0,051	0,01286	0,0029
	1440	27,5	0	2	2,378	3	13,3	0,009	0,01286	0,0012
2	0	27,5	58	60	73,620	61	7,3	0	0,01286	0
	1	27,5	50	52	63,804	53	7,8	7,800	0,01286	0,0359
	2	27,5	44	46	56,442	47	8,4	4,200	0,01286	0,0264
	5	27,5	37	39	47,853	40	9,4	1,880	0,01286	0,0176
	30	27,5	21	23	28,221	24	11,1	0,370	0,01286	0,0078
	60	27,5	15	17	20,859	18	11,9	0,198	0,01286	0,0057
	250	27,5	7	9	11,043	10	12,7	0,051	0,01286	0,0029
	1440	27,5	0	2	2,454	3	13,3	0,009	0,01286	0,0012
Rata-rata	0	27,5	59	61	73,66	62	7,3	0	0,01286	0
	1	27,5	51	53	64,00	54	7,8	7,8	0,01286	0,0359
	2	27,5	45,5	47,5	57,35	48,5	8,4	4,2	0,01286	0,0264
	5	27,5	39	41	49,49	42	9,4	1,88	0,01286	0,0176
	30	27,5	22,5	24,5	29,57	25,5	11,1	0,37	0,01286	0,0078
	60	27,5	16	18	21,72	19	11,9	0,198	0,01286	0,0057
	250	27,5	7,5	9,5	11,47	10,5	12,7	0,0508	0,01286	0,0029
	1440	27,5	0	2	2,42	3	13,3	0,0092	0,01286	0,0012

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 03 Mei 2024

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

(Masyhta Syah Rani)

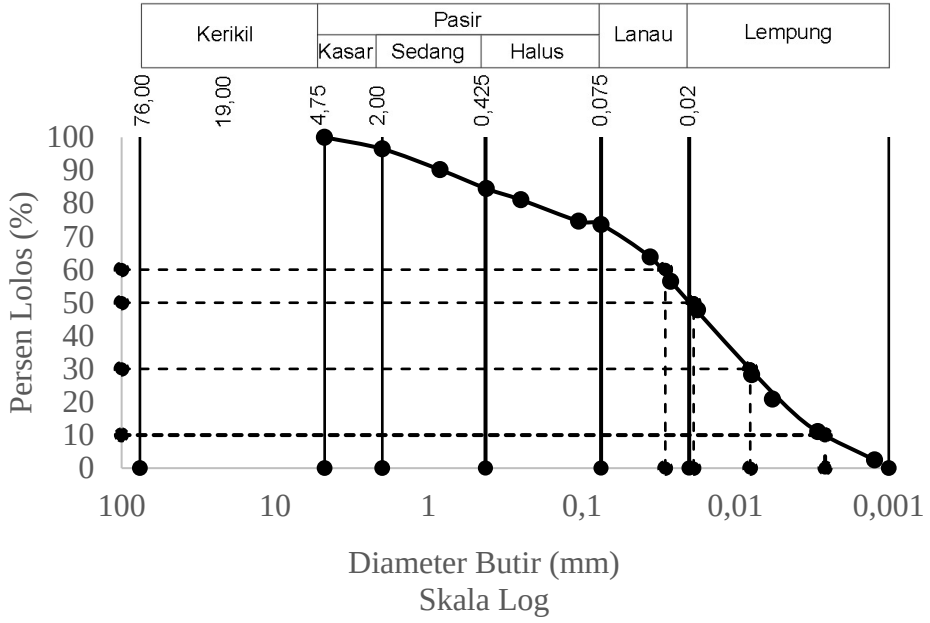
Lampiran 09. Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli Sampel I

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

GRAFIK DISTRIBUSI BUTIRAN
ASTM D 422-72

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli Berbutir Halus

Keterangan	Satuan	Hasil
		Sampel I
Tanah lolos ayakan No.200	%	71,33
Kerikil (*Gravel*)	%	0
Pasir (*Sand*)	%	28,67
Lanau (*Silt*)	%	20,21
Lempung (*Clay*)	%	51,12
D10	mm	0,0025
D30	mm	0,008
D60	mm	0,0280
Koefisien Keseragaman (Cu) = D60/D10		11,2
Koefisien Kelengkungan (Cc) = $D30^2$/(D10xD60)		0,804



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 03 Mei 2024

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

(Masyhta Syah Rani)

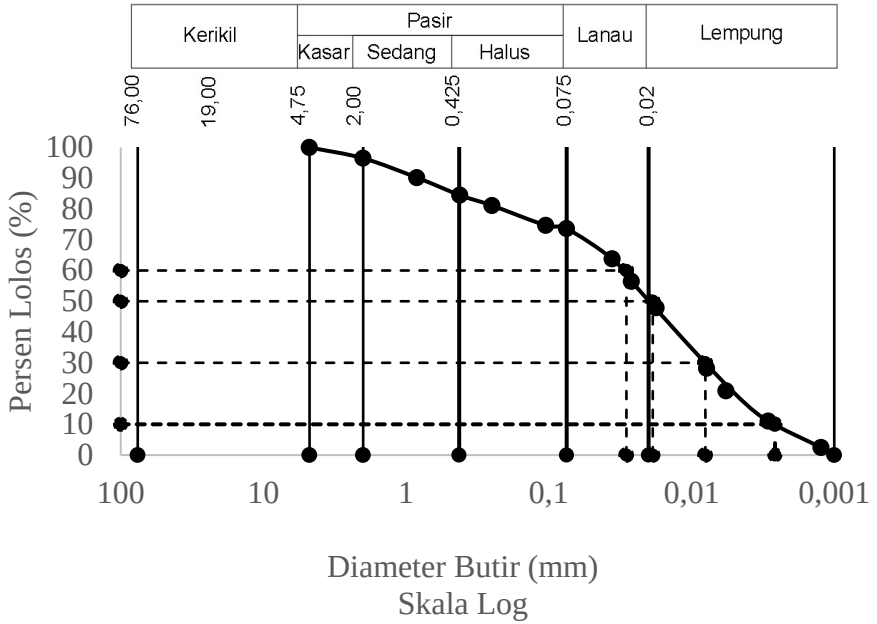
Lampiran 10. Grafik Distribusi Butiran Tanah Asli Sampel II

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

GRAFIK DISTRIBUSI BUTIRAN
ASTM D 422-72

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli

Keterangan	Satuan	Hasil
		Sampel II
Tanah lolos ayakan No.200	%	73,62
Kerikil (*Gravel*)	%	0
Pasir (*Sand*)	%	26,38
Lanau (*Silt*)	%	25,77
Lempung (*Clay*)	%	47,85
D10	Mm	0,0026
D30	Mm	0,008
D60	Mm	0,0286
Koefisien Keseragaman (Cu) = D60/D10		11
Koefisien Kelengkungan (Cc) = $D30^2$/(D10xD60)		0,861



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 03 Mei 2024

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

(Masyhta Syah Rani)

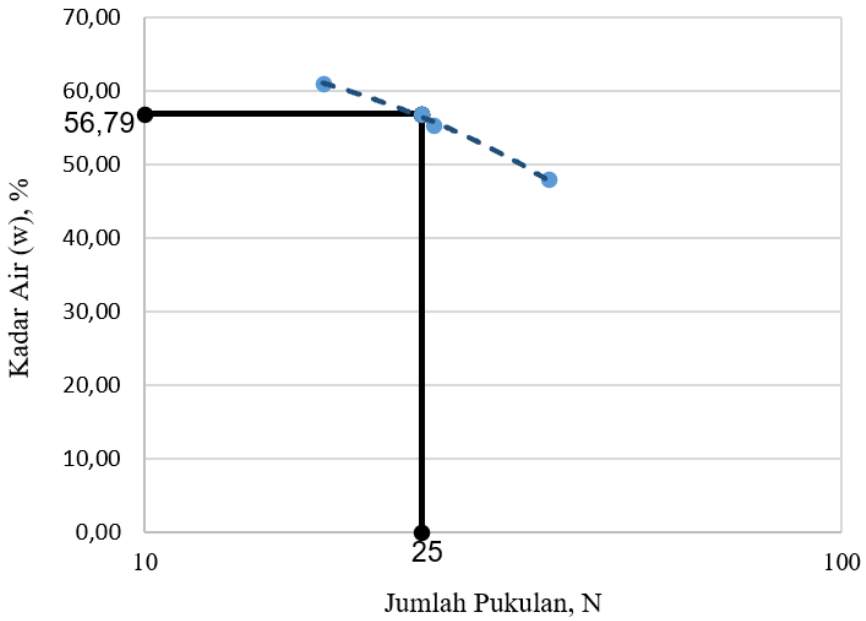
Lampiran 11. Data Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sampel I

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

PENGUJIAN BATAS CAIR
ASTM D 423-66

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli

No	Keterangan	Sat	I		II		III		IV	
1	Penomoran Cawan		1	2	3	4	5	6	7	8
2	Berat Cawan, (W_1)	gram	12,58	9,01	8,99	8,96	6,45	6,9	9,25	8,86
3	Berat Cawan + Tanah Basah, (W_2)	gram	33,4	28,41	29,28	29,45	28,9	26,92	30,36	15,87
4	Berat Cawan + Tanah Kering, (W_3)	gram	25,54	21,02	21,88	22,08	21,04	19,69	23,03	13,78
5	Berat air, (W_w)	gram	7,86	7,39	7,4	7,37	7,86	7,23	7,33	2,09
6	Berat Tanah Kering, (W_s)	gram	12,96	12,01	12,89	13,12	14,59	12,79	13,78	4,92
7	Kadar Air, (w)	%	60,65	61,53	57,41	56,17	53,87	56,53	53,19	42,48
8	Kadar Air Rata-rata, (w *average*)	%	61,09		56,79		55,20		47,84	
9	Jumlah Pukulan, N		18		25		26		38	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Penulis

(Masyhta Syah Rani)

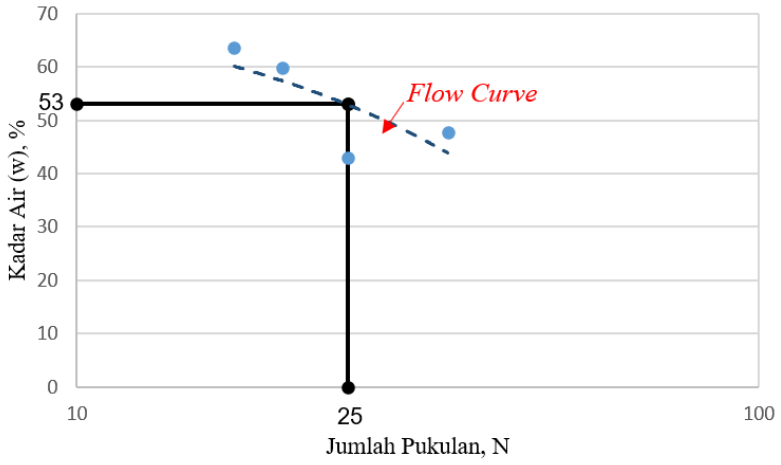
Lampiran 12. Data Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asl Sampel II

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

PENGUJIAN BATAS CAIR
ASTM D 423-66

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli

No	Keterangan	Sat	I		II		III		IV	
1	Penomoran Cawan		1	2	3	4	5	6	7	8
2	Berat Cawan, (W_1)	gram	5,39	5,53	5,79	5,56	5,63	6,9	9,25	8,86
3	Berat Cawan + Tanah Basah, (W_2)	gram	24,11	25,67	26,87	26,17	28,9	24,18	30,36	15,87
4	Berat Cawan + Tanah Kering, (W_3)	gram	16,86	17,81	19,03	18,41	21,04	19,69	23,03	13,78
5	Berat air, (W_w)	gram	7,25	7,86	7,84	7,76	7,86	4,49	7,33	2,09
6	Berat Tanah Kering, (W_s)	gram	11,47	12,28	13,24	12,85	15,41	12,79	13,78	4,92
7	Kadar Air, (w)	%	63,21	64,01	59,21	60,39	51,01	35,11	53,19	42,48
8	Kadar Air Rata-rata, (w *average*)	%	63,61		59,80		43,06		47,84	
9	Jumlah Pukulan, N		17		20		25		35	



Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Penulis

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 13. Data Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli

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

PENGUJIAN BATAS PLASTIS
ASTM D 424-74

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli

No	Keterangan	Satuan	Sampel I		Sampel II	
			1	1	1	2
1	Berat Cawan, (W_1)	gram	5,4	5,6	12,58	8,74
2	Berat Cawan + Tanah Basah, (W_2)	gram	44,7	36,21	24,88	23,59
3	Berat Cawan + Tanah Kering, (W_3)	gram	32,37	26,7	21,17	19,1
4	Berat air, (W_w)	gram	12,33	9,51	3,71	4,49
5	Berat Tanah Kering, (W_s)	gram	26,97	21,1	8,59	10,36
6	Kadar Air, (w)	%	45,72	45,07	43,19	43,34
7	Kadar Air Rata-rata Sampel, (w *average*)	%	45,39		43,26	
8	Kadar Air Rata-rata, (w *average*)	%	44,325			

Hasil pengujian menunjukan bahwa batas plastis sampel I sebesar 45,39%, batas plastis sampel II sebesar 43,26%, dan batas plastis rata-rata ialah 44,325%.

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Penulis

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 14. Data Hasil Pengujian Batas Susut Tanah

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

PENGUJIAN BATAS SUSUT
ASTM D 427-74

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Marret 2024
Sampel	: Tanah Asli

No	Keterangan	Satuan	Sampel I		Sampel II	
			1	2	1	2
1	Berat Cawan Susut, (W_1)	gram	36,619	44,01	34,112	42,89
2	Berat Cawan Susut + Tanah Basah, (W_2)	gram	63,26	65,52	53,26	59,92
3	Berat Cawan Susut + Tanah Kering, (W_3)	gram	52,34	59,89	50,14	55,89
4	Berat Air, (W_w)	gram	15,72	15,88	16,03	13,00
5	Berat Tanah Kering, (W_s)	gram	69,46	35,45	19,47	31,00
6	Kadar Air, (w)	%	36,619	44,01	34,112	42,89
7	Diameter *Ring*, (d)	cm	4,18	4,18	4,18	4,18
8	Tinggi *Ring*, (t)	cm	1,1	1,1	1,1	1,1
9	Volume *Ring*, (V)	cm^3	15,09	15,09	15,09	15,09
10	Berat Air Raksa yang Terdesak Tanah Kering + Gelas, (W4)	gram	268,76	293,62	268,76	293,62
11	Berat Gelas Ukur, (W5)	gram	60	60,6	60	60,6
12	Berat Air Raksa, (W6)	gram	208,76	233,02	208,76	233,02
13	Volume Tanah Kering, (V_0)	cm^3	15,72	15,88	16,03	13,00
14	Batas Susut Tanah	%	15,35	17,13	15,35	17,13
15	Batas Susut Tanah Rata-Rata Sampel	%	59,74		33,92	
16	Batas Susut Tanah Rata-Rata	%	46,83			

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Penulis

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 15. Data Hasil Pengujian Proktor Standar Tanah Asli

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

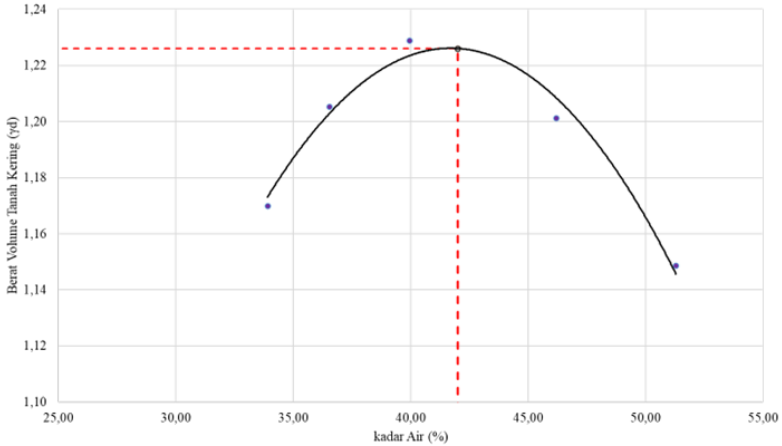
PENGUJIAN PROKTOR STANDAR
ASTM D 698-70

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli

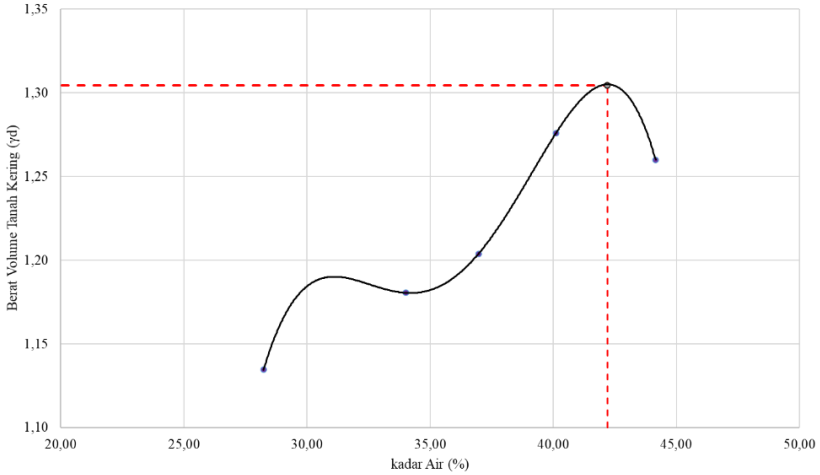
No	Keterangan		Sim-bol	Satu-an	Sampel I					Sampel II				
					Pengujian Ke-1	Pengujian Ke-2	Pengujian Ke-3	Pengujian Ke-4	Pengujian Ke-5	Pengujian Ke-1	Pengujian Ke-2	Pengujian Ke-3	Pengujian Ke-4	Pengujian Ke-5
1	*Type Test*	*Standart Proctor Type*			*Type* A	*Type* A	*Type* A	*Type* A	*Type* A	*Type* A	*Type* A	*Type* A	*Type* A	*Type* A
		Layers			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Total Blows Each Layer			25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
		Hammer Weight	W	gram	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
		Drop Height		cm	45,72	45,72	45,72	45,72	45,72	45,72	45,72	45,72	45,72	45,72
2	*Mold Data*	Diameter	D	cm	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
		Tinggi	H	cm	11,65	11,65	11,65	11,65	11,65	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4
		Volume	V	cm^3	933,38	933,38	933,38	933,38	933,38	913,35	913,35	913,35	913,35	913,35
3	*Soil Sample Test Data*	Berat Sampel Tanah	W	gram	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
		Penambahan air		ml	500	600	700	800	900	500	600	700	800	900
				%	25	30	35	40	45	25	30	35	40	45
		Berat Cetakan	W1	gram	1749	1749	1749	1749	1749	1741,33	1741,33	1741,33	1741,33	1741,33
		Berat Cetakan + Tanah Basah	W2	gram	3211	3285	3354	3388	3371	3078	3194	3255	3382	3408
		Berat Tanah Basah	W3	gram	1462	1536	1605	1639	1622	1329	1445	1506	1633	1659
		Berat Volume Tanah Basah	γ	gram/ cm^3	1,566	1,646	1,720	1,756	1,738	1,455	1,582	1,649	1,788	1,816

Lampiran 16. Lanjutan Data Hasil Pengujian Proktor Standar Tanah Asli

4	*Water Content Test of Sample*	Kode Cawan			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		Berat Cawan	W1	gram	13,08	6,64	6,26	8,73	5,94	6,78	12,75	8,81	12,83	12,93	6,63	5,49	6,85	6,87	7,25	7,56	5,82	6,79	5,45	5,77
		Berat Cawan + Tanah Basah	W2	gram	48,00	41,28	43,96	44,83	44,44	44,04	41,98	44,34	45,67	46,25	30,98	30,00	28,80	28,66	30,44	30,13	29,25	28,27	26,24	25,75
		Berat Cawan + Tanah Kering	W3	gram	39,21	32,46	33,85	35,19	33,51	33,35	32,79	33,06	34,64	34,85	25,23	25,01	23,04	23,32	24,19	24,03	22,52	22,14	19,84	19,66
		Kadar Air	w	%	33,64	34,16	36,64	36,43	39,64	40,23	45,86	46,52	50,57	52,01	30,91	25,56	35,58	32,46	36,89	37,04	40,30	39,93	44,48	43,84
5	***Water Content***		**w**	**%**	33,90		36,54		39,94		46,19		51,29		28,24		34,02		36,97		40,12		44,16	
6	***Dry Density***		γ_d	**gram/ cm^3**	1,170		1,205		1,229		1,201		1,149		1,135		1,180		1,204		1,276		1,260	



Optimum Moisture Content (OMC)	= 42 %
Maximum Dry Density (MDD)	= 1,226 gram/cm^3



Optimum Moisture Content (OMC)	= 42,2 %
Maximum Dry Density (MDD)	= 1,305 gram/cm^3

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

Yogyakarta, 03 Mei 2024

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

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 17. Data Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli (Sampel I)

Silinder	I (0,5 Kg)	II (1 Kg)	III (1,5 Kg)
Tinggi Silinder (cm)	7,430	7,430	7,430
Diameter silinder (cm)	3,700	3,700	3,700
Berat silinder (gr)	210,000	210,000	210,000
Luas Penampang silinder (cm^2)	10,752	10,752	10,752
Volume Silinder (cm^3)	79,888	79,888	79,888
Berat silinder + Tanah Basah (gr)	358,820	358,830	358,860
Berat Tanah Basah (gr)	148,820	148,830	148,860
Berat Isi Basah (gr/cm^3), ϒ	1,863	1,863	1,863
Berat isi Kering, ϒd (gr/cm^3)	1,744	1,746	1,746

Uraian	**top**	**mid**	**bot**	**top**	**mid**	**bot**	**top**	**mid**	**bot**
Berat container, W1 (gr)	6,55	7,24	6,45	7,05	6,54	6,59	6,63	6,34	6,29
Berat tanah basah + container, W2 (gr)	43,55	44,24	43,35	44,05	43,49	43,44	43,63	43,34	43,14
Berat tanah kering + container, W3 (gr)	41,17	41,92	40,97	41,68	41,13	41,20	41,28	41,03	40,81
Berat tanah basah, W = W2 - W1 (gr)	37	37	36,90	37	36,95	36,85	37	37	36,85
Berat air, Ws = W3 - W1 (gr)	2,38	2,32	2,38	2,37	2,36	2,24	2,35	2,31	2,33
Berat tanah kering, Ww = W2 - W3 (gr)	34,62	34,68	34,52	34,63	34,59	34,61	34,65	34,69	34,52
Kadar Air,	6,87	6,69	6,89	6,84	6,82	6,47	6,78	6,66	6,75
Kadar air rata-rata, w (%)	6,82			6,713			6,73		

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 17. Data Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli (Sampel I)

0,5 kg/cm²								
Waktu	**Pembacaan Dial Regangan**	**Pembacaan Dial Beban**	**Pertambahan Panjang**	**Regangan**	**Koreksi Luas**	**Luas Terkoreksi**	**Beban**	**Deviator Stress**
	(x 0.001)		**ΔL**	**Ɛ = ΔL / L_0**	**CF**	**A'**	**P**	
menit	div	div	cm			cm^2	kg	kg/cm^2
0,000	0	0	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
0,433	40	4	0,040	0,538	0,995	10,810	3,424	0,317
0,867	80	6	0,080	1,077	0,989	10,869	5,478	0,504
1,300	120	8	0,120	1,615	0,984	10,929	6,848	0,627
1,733	160	10	0,160	2,153	0,978	10,989	8,218	0,748
2,167	200	11	0,200	2,692	0,973	11,050	9,587	0,868
2,600	240	14	0,240	3,230	0,968	11,111	11,642	1,048
3,033	280	16	0,280	3,769	0,962	11,173	13,696	1,226
3,466	320	19	0,320	4,307	0,957	11,236	16,435	1,463
3,900	360	22	0,360	4,845	0,952	11,300	18,490	1,636
4,333	400	24	0,400	5,384	0,946	11,364	20,544	1,808
4,766	440	29	0,440	5,922	0,941	11,429	24,653	2,157
5,200	480	31	0,480	6,460	0,935	11,495	26,707	2,323
5,633	520	34	0,520	6,999	0,930	11,561	29,446	2,547
6,066	560	38	0,560	7,537	0,925	11,629	32,870	2,827
6,500	600	40	0,600	8,075	0,919	11,697	34,240	2,927
6,933	640	40	0,640	8,614	0,914	11,766	34,240	2,910

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 17. Data Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli (Sampel I)

1 kg/cm²								
Waktu	**Pembacaan Dial Regangan**	**Pembacaan Dial Beban**	**Pertambahan Panjang**	**Regangan**	**Koreksi Luas**	**Luas Terkoreksi**	**Beban**	**Deviator Stress**
	(x 0.001)		**ΔL**	**Ɛ = ΔL / L_0**	**CF**	**A'**	**P**	
menit	div	Div	cm			cm^2	kg	kg/cm^2
0,000	0	0	0	0	1,000	10,752	0	0
0,433	40	7	0,04	0,538	0,995	10,810	6,1632	0,570
0,867	80	11	0,08	1,077	0,989	10,869	9,5872	0,882
1,300	120	15	0,12	1,615	0,984	10,929	13,0112	1,191
1,733	160	19	0,16	2,153	0,978	10,989	16,4352	1,496
2,167	200	23	0,2	2,692	0,973	11,050	19,8592	1,797
2,600	240	26	0,24	3,230	0,968	11,111	22,5984	2,034
3,033	280	30	0,28	3,769	0,962	11,173	25,3376	2,268
3,466	320	34	0,32	4,307	0,957	11,236	28,7616	2,560
3,900	360	38	0,36	4,845	0,952	11,300	32,1856	2,848
4,333	400	40	0,4	5,384	0,946	11,364	34,24	3,013
4,766	440	43	0,44	5,922	0,941	11,429	36,9792	3,236
5,200	480	46	0,48	6,460	0,935	11,495	39,0336	3,396
5,633	520	48	0,52	6,999	0,930	11,561	41,088	3,554
6,066	560	53	0,56	7,537	0,925	11,629	45,1968	3,887
6,500	600	55	0,6	8,075	0,919	11,697	47,2512	4,040
6,933	640	54	0,64	8,614	0,914	11,766	46,5664	3,958

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 17. Data Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli (Sampel I)

1,5 kg/cm²								
Waktu	**Pembacaan Dial Regangan**	**Pembacaan Dial Beban**	**Pertambahan Panjang**	**Regangan**	**Koreksi Luas**	**Luas Terkoreksi**	**Beban**	**Deviator Stress**
	(x 0.001)		**ΔL**	**Ɛ = ΔL / L_0**	**CF**	**A'**	**P**	
menit	div	div	cm			cm^2	kg	kg/cm^2
0,000	0	0	0	0	1,000	10,752	0	0
0,433	40	14	0,04	0,538	0,995	10,810	12,3264	1,140
0,867	80	19	0,08	1,077	0,989	10,869	16,4352	1,512
1,300	120	22	0,12	1,615	0,984	10,929	19,1744	1,755
1,733	160	24	0,16	2,153	0,978	10,989	20,544	1,870
2,167	200	28	0,2	2,692	0,973	11,050	23,968	2,169
2,600	240	30	0,24	3,230	0,968	11,111	26,0224	2,342
3,033	280	33	0,28	3,769	0,962	11,173	28,0768	2,513
3,466	320	37	0,32	4,307	0,957	11,236	31,5008	2,804
3,900	360	40	0,36	4,845	0,952	11,300	34,24	3,030
4,333	400	42	0,4	5,384	0,946	11,364	36,2944	3,194
4,766	440	46	0,44	5,922	0,941	11,429	39,0336	3,415
5,200	480	48	0,48	6,460	0,935	11,495	41,088	3,575
5,633	520	53	0,52	6,999	0,930	11,561	45,1968	3,909
6,066	560	55	0,56	7,537	0,925	11,629	47,2512	4,063
6,500	600	59	0,6	8,075	0,919	11,697	50,6752	4,332
6,933	640	62	0,64	8,614	0,914	11,766	53,4144	4,540
7,366	680	64	0,68	9,152	0,908	11,835	54,784	4,629
7,799	720	64	0,72	9,690	0,903	11,906	54,784	4,601

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

(Masyhta Syah Rani)

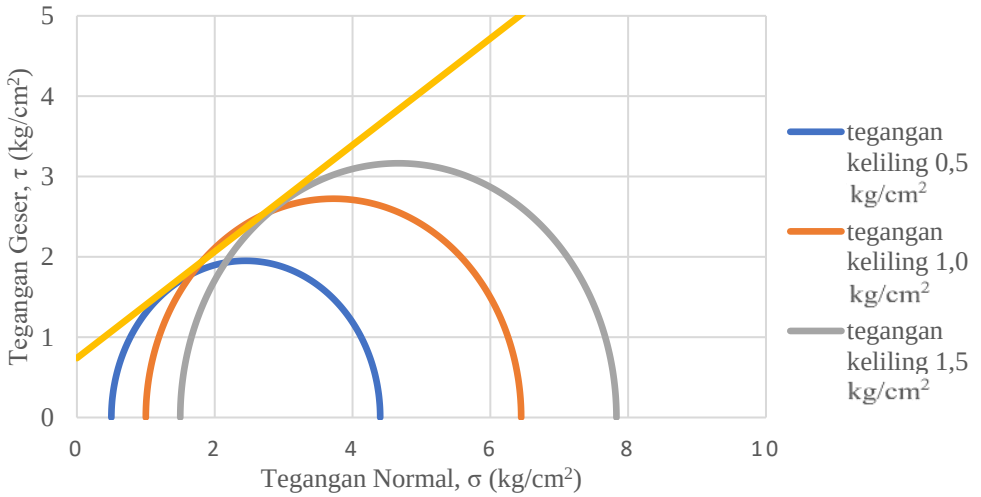
Lampiran 17. Data Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli (Sampel I)

Pembebanan	Simbol	Satuan	Sampel		
			I	II	III
Tegangan Keliling	σ_3	kg/cm^2	0,5	1	1,5
Tegangan Deviator	$\Delta\sigma = P/A$	kg/cm^2	2,927	4,040	4,629
Tegangan Utama	$\sigma_1 = \Delta_\sigma + \sigma_3$	kg/cm^2	3,427	5,040	6,129



Tanah Asli Sampel I			
Uraian	**Simbol**	**Satuan**	**Hasil**
Sudut Geser Dalam	ϕ	°	27,682
Kohesi	c	kg/cm^2	0,644

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 18. Data Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli (Sampel II)

Silinder	I (0,5 Kg)	II (1 Kg)	III (1,5 Kg)
Tinggi Silinder (cm)	7,430	7,430	7,430
Diameter silinder (cm)	3,700	3,700	3,700
Berat silinder (gr)	210	210	210
Luas Penampang silinder (cm^2)	10,752	10,752	10,752
Volume Silinder (cm^3)	79,888	79,888	79,888
Berat silinder + Tanah Basah (gr)	358,820	358,840	358,830
Berat Tanah Basah (gr)	148,820	148,840	148,830
Berat Isi Basah (gr/cm^3), ϒ	1,863	1,863	1,863
Berat isi Kering, ϒd (gr/cm^3)	1,742	1,743	1,743

Uraian	**top**	**mid**	**bot**	**top**	**mid**	**bot**	**top**	**Mid**	**bot**
Berat container, W1 (gr)	6,86	6,51	6,45	5,65	6,92	5,45	5,77	5,82	6,54
Berat tanah basah + container, W2 (gr)	43,86	43,51	43,45	42,65	43,92	42,45	42,77	42,82	43,54
Berat tanah kering + container, W3 (gr)	42,11	40,80	40,73	40,24	41,59	40,03	40,39	40,46	41,11
Berat tanah basah, W = W2 - W1 (gr)	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00
Berat air, Ws = W3 - W1 (gr)	1,75	2,71	2,72	2,41	2,33	2,42	2,38	2,36	2,43
Berat tanah kering, Ww = W2 - W3 (gr)	35,25	34,29	34,28	34,59	34,67	34,58	34,62	34,64	34,57
Kadar Air,	4,96	7,90	7,93	6,97	6,72	7,00	6,87	6,81	7,03
Kadar air rata-rata, w (%)	6,934			6,895			6,906		

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 18. Data Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli (Sampel II)

0,5 kg/cm²								
Waktu	**Pembacaan Dial Regangan**	**Pembacaan Dial Beban**	**Pertambahan Panjang**	**Regangan**	**Koreksi Luas**	**Luas Terkoreksi**	**Beban**	**Deviator Stress**
	(x 0.001)		**ΔL**	**Ɛ = ΔL / L_0**	**CF**	**A'**	**P**	
menit	div	Div	cm			cm^2	kg	kg/cm^2
0,000	0	0	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
0,433	40	4	0,040	0,538	0,995	10,810	3,595	0,333
0,867	80	7	0,080	1,077	0,989	10,869	5,752	0,529
1,300	120	8	0,120	1,615	0,984	10,929	7,190	0,658
1,733	160	10	0,160	2,153	0,978	10,989	8,628	0,785
2,167	200	12	0,200	2,692	0,973	11,050	10,067	0,911
2,600	240	14	0,240	3,230	0,968	11,111	12,224	1,100
3,033	280	17	0,280	3,769	0,962	11,173	14,381	1,287
3,466	320	20	0,320	4,307	0,957	11,236	17,257	1,536
3,900	360	23	0,360	4,845	0,952	11,300	19,414	1,718
4,333	400	25	0,400	5,384	0,946	11,364	21,571	1,898
4,766	440	30	0,440	5,922	0,941	11,429	25,885	2,265
5,200	480	33	0,480	6,460	0,935	11,495	28,043	2,440
5,633	520	36	0,520	6,999	0,930	11,561	30,919	2,674
6,066	560	40	0,560	7,537	0,925	11,629	34,514	2,968
6,500	600	42	0,600	8,075	0,919	11,697	35,952	3,074
6,933	640	42	0,640	8,614	0,914	11,766	35,952	3,056

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 18. Data Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli (Sampel II)

1 kg/cm^2								
Waktu	**Pembacaan Dial Regangan**	**Pembacaan Dial Beban**	**Pertambahan Panjang**	**Regangan**	**Koreksi Luas**	**Luas Terkoreksi**	**Beban**	**Deviator Stress**
	(x 0.001)		**ΔL**	**Ɛ = ΔL / L_0**	**CF**	**A'**	**P**	
menit	div	Div	cm			cm^2	kg	kg/cm^2
0,000	0	0	0	0	1,000	10,752	0	0
0,433	40	8	0,04	0,538	0,995	10,810	6,47136	0,599
0,867	80	12	0,08	1,077	0,989	10,869	10,06656	0,926
1,300	120	16	0,12	1,615	0,984	10,929	13,66176	1,250
1,733	160	20	0,16	2,153	0,978	10,989	17,25696	1,570
2,167	200	24	0,2	2,692	0,973	11,050	20,85216	1,887
2,600	240	28	0,24	3,230	0,968	11,111	23,72832	2,136
3,033	280	31	0,28	3,769	0,962	11,173	26,60448	2,381
3,466	320	35	0,32	4,307	0,957	11,236	30,19968	2,688
3,900	360	39	0,36	4,845	0,952	11,300	33,79488	2,991
4,333	400	42	0,4	5,384	0,946	11,364	35,952	3,164
4,766	440	45	0,44	5,922	0,941	11,429	38,82816	3,397
5,200	480	48	0,48	6,460	0,935	11,495	40,98528	3,566
5,633	520	50	0,52	6,999	0,930	11,561	43,1424	3,732
6,066	560	55	0,56	7,537	0,925	11,629	47,45664	4,081
6,500	600	58	0,6	8,075	0,919	11,697	49,61376	4,242
6,933	640	57	0,64	8,614	0,914	11,766	48,89472	4,156

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

(Masyhta Syah Rani)

Lampiran 18. Data Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli (Sampel II)

1,5 kg/cm²								
Waktu	**Pembacaan Dial Regangan**	**Pembacaan Dial Beban**	**Pertambahan Panjang**	**Regangan**	**Koreksi Luas**	**Luas Terkoreksi**	**Beban**	**Deviator Stress**
	(x 0.001)		**ΔL**	**Ɛ = ΔL / L_0**	**CF**	**A'**	**P**	
menit	div	Div	cm			cm^2	kg	kg/cm^2
0,000	0	0	0	0	1,000	10,752	0	0
0,433	40	15	0,04	0,538	0,995	10,810	12,94272	1,197
0,867	80	20	0,08	1,077	0,989	10,869	17,25696	1,588
1,300	120	24	0,12	1,615	0,984	10,929	20,13312	1,842
1,733	160	25	0,16	2,153	0,978	10,989	21,5712	1,963
2,167	200	29	0,2	2,692	0,973	11,050	25,1664	2,278
2,600	240	32	0,24	3,230	0,968	11,111	27,32352	2,459
3,033	280	34	0,28	3,769	0,962	11,173	29,48064	2,639
3,466	320	39	0,32	4,307	0,957	11,236	33,07584	2,944
3,900	360	42	0,36	4,845	0,952	11,300	35,952	3,182
4,333	400	45	0,4	5,384	0,946	11,364	38,10912	3,354
4,766	440	48	0,44	5,922	0,941	11,429	40,98528	3,586
5,200	480	50	0,48	6,460	0,935	11,495	43,1424	3,753
5,633	520	55	0,52	6,999	0,930	11,561	47,45664	4,105
6,066	560	58	0,56	7,537	0,925	11,629	49,61376	4,267
6,500	600	62	0,6	8,075	0,919	11,697	53,20896	4,549
6,933	640	66	0,64	8,614	0,914	11,766	56,08512	4,767
7,366	680	67	0,68	9,152	0,908	11,835	57,5232	4,860

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

(Masyhta Syah Rani)

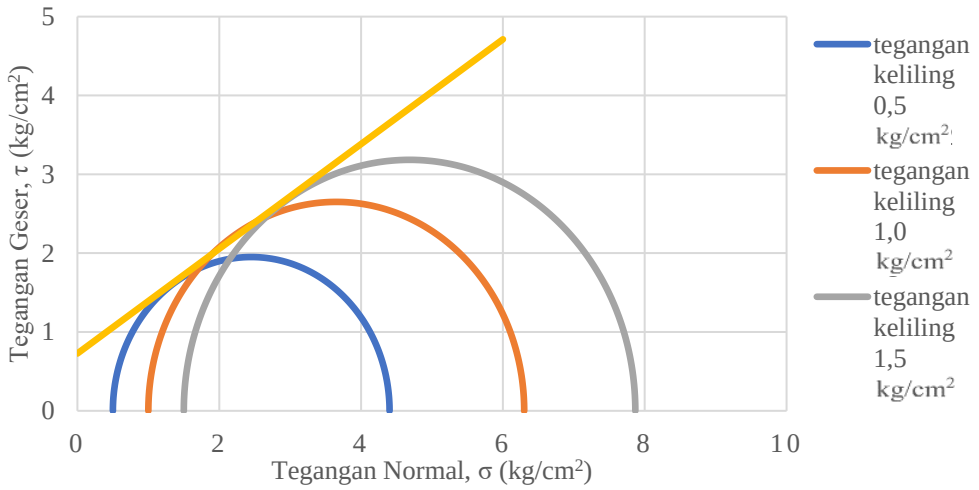
Lampiran 18. Data Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli (Sampel II)

Pembebanan	Simbol	Satuan	Sampel		
			I	II	III
Tegangan Keliling	σ_3	kg/cm^2	0,5	1	1,5
Tegangan Deviator	$\Delta\sigma = P/A$	kg/cm^2	3,074	4,242	4,860
Tegangan Utama	$\sigma_1 = \Delta_\sigma + \sigma_3$	kg/cm^2	3,574	5,242	6,360



Tanah Asli Sampel II			
Uraian	**Simbol**	**Satuan**	**Hasil**
Sudut Geser Dalam	Φ	°	28,477
Kohesi	C	kg/cm^2	0,665

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

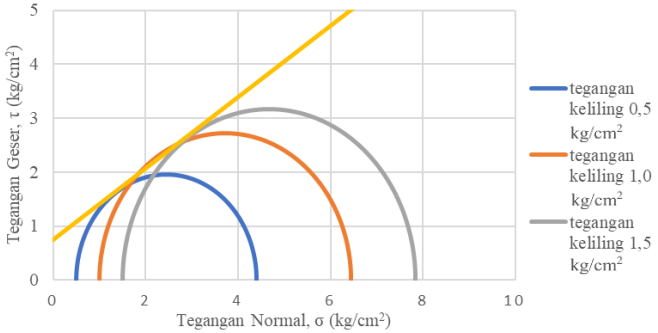
(Masyhta Syah Rani)

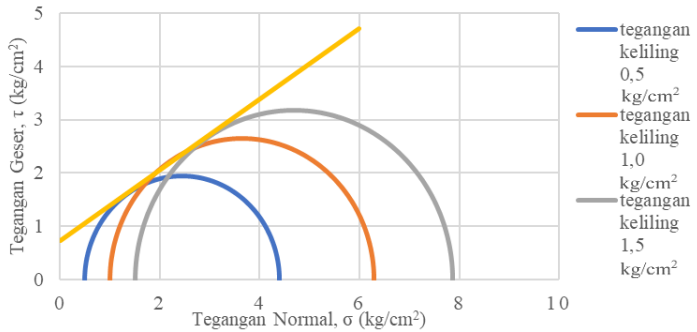
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah Asli Rerata





Uraian	Tanah Asli Sampel I	Tanah Asli Sampel II	Rerata
Kohesi, c (Kg/cm²)	0,644	0,665	0,655
Sudut Geser Dalam, ϕ (°)	27,682	28,477	28,080

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

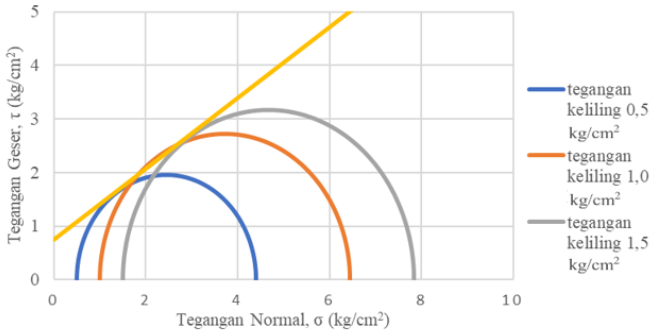
(Masyhta Syah Rani)

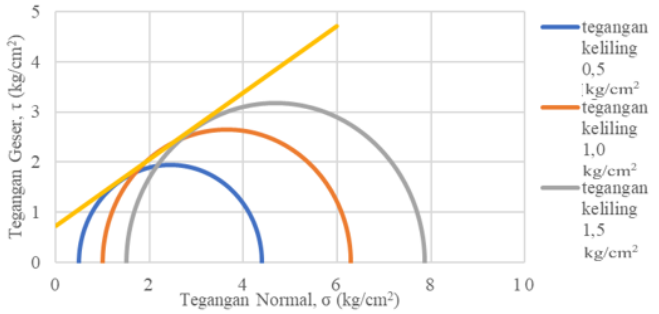
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Rotec 1% (Pemeraman 1 Hari)





Uraian	Tanah + Rotec 1% (Pemeraman 1 Hari) Sampel I	Tanah + Rotec 1% (Pemeraman 1 Hari) Sampel II	Tanah + Rotec 1% (Pemeraman 1 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm²)	0,657	0,670	0,663
Sudut Geser Dalam, ϕ (º)	28,335	28,546	28,441

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

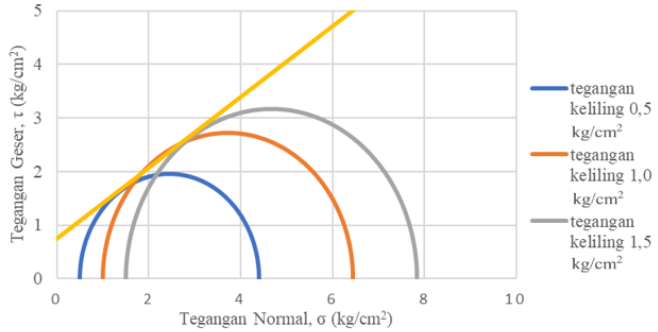
(Masyhta Syah Rani)

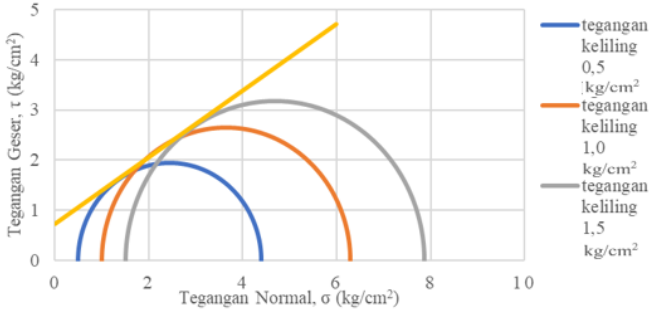
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Rotec 1% + Semen 1% (Pemeraman 1 Hari)





Uraian	Tanah + Rotec 1% + Semen 1% (Pemeraman 1 Hari) Sampel I	Tanah + Rotec 1% + Semen 1% (Pemeraman 1 Hari) Sampel II	Tanah + Rotec 1% + Semen 1% (Pemeraman 1 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm²)	0,670	0,723	0,696
Sudut Geser Dalam, ϕ (°)	28,546	30,413	29,480

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

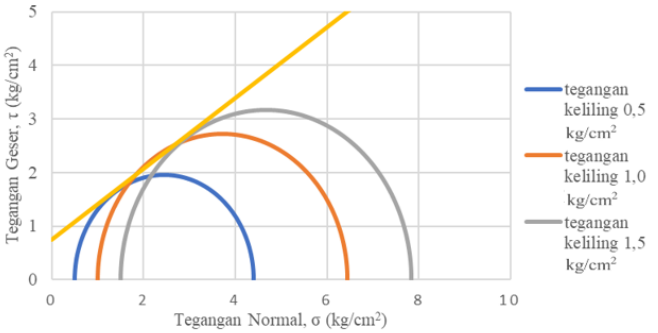
(Masyhta Syah Rani)

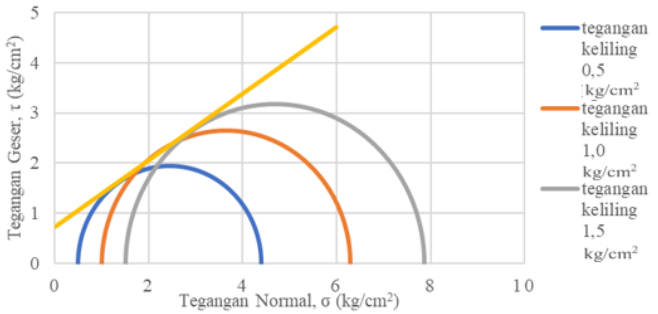
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Rotec 1% + Semen 1,5% (Pemeraman 1 Hari)





Uraian	Tanah + Rotec 1% + Semen 1,5% (Pemeraman 1 Hari) Sampel I	Tanah + Rotec 1% + Semen 1,5% (Pemeraman 1 Hari) Sampel II	Tanah + Rotec 1% + Semen 1,5% (Pemeraman 1 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm^2)	0,713	0,780	0,747
Sudut Geser Dalam, ϕ (°)	30,397	30,525	30,461

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

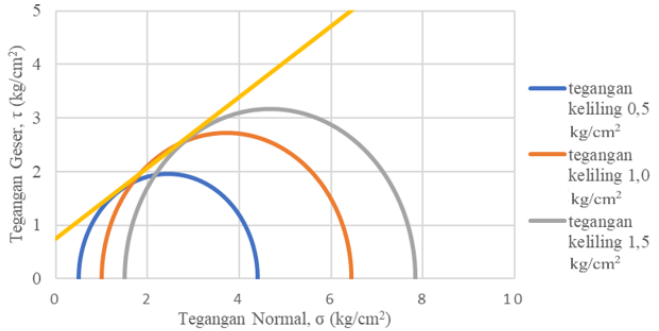
(Masyhta Syah Rani)

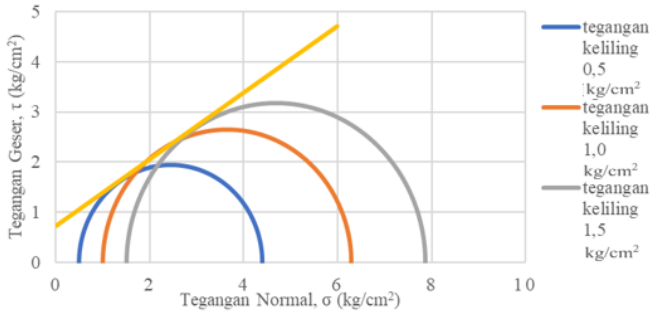
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Rotec 1% + Semen 2% (Pemeraman 1 Hari)





Uraian	Tanah + Rotec 1% + Semen 2% (Pemeraman 1 Hari) Sampel I	Tanah + Rotec 1% + Semen 2% (Pemeraman 1 Hari) Sampel II	Tanah + Rotec 1% + Semen 2% (Pemeraman 1 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm^2)	0,723	0,677	0,700
Sudut Geser Dalam, ϕ (°)	30,728	28,789	29,759

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

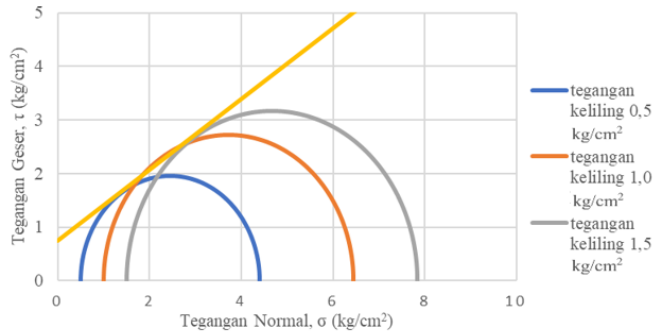
(Masyhta Syah Rani)

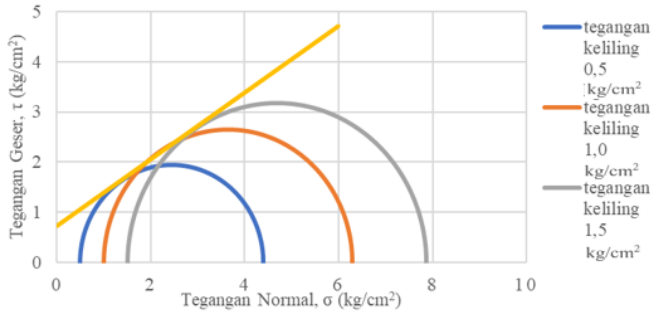
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Rotec 1% (Pemeraman 7 Hari)





Uraian	Tanah + Rotec 1% (Pemeraman 7 Hari) Sampel I	Tanah + Rotec 1% (Pemeraman 7 Hari) Sampel II	Tanah + Rotec 1% (Pemeraman 7 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm^2)	0,663	0,683	0,673
Sudut Geser Dalam, ϕ (^{o})	28,579	29,033	28,806

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

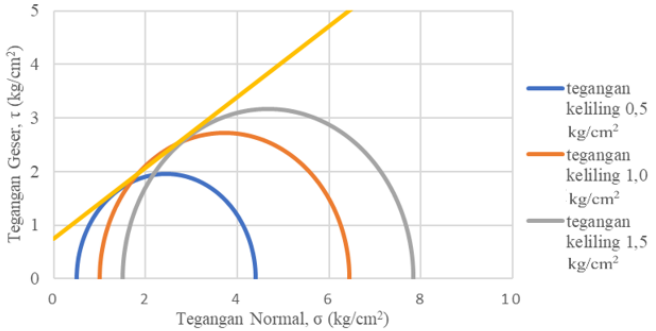
(Masyhta Syah Rani)

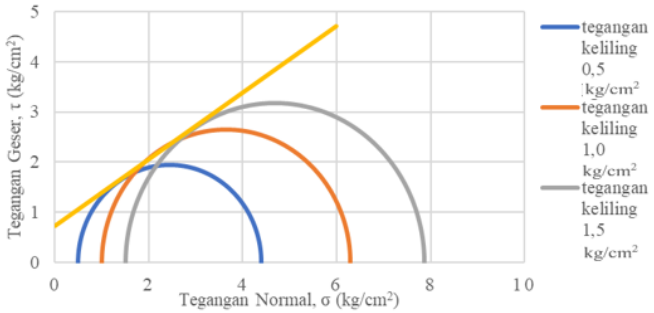
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Rotec 1% + Semen 1 % (Pemeraman 7 Hari)





Uraian	Tanah + Rotec 1% + Semen 1% (Pemeraman 7 Hari) Sampel I	Tanah + Rotec 1% + Semen 1% (Pemeraman 7 Hari) Sampel II	Tanah + Rotec 1% + Semen 1% (Pemeraman 7 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm^2)	0,679	0,735	0,707
Sudut Geser Dalam, ϕ (°)	29,145	30,825	29,985

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

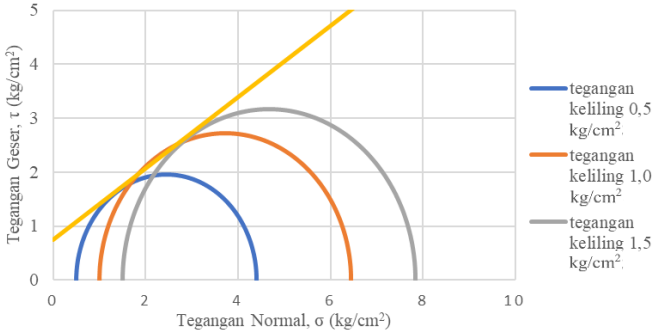
(Masyhta Syah Rani)

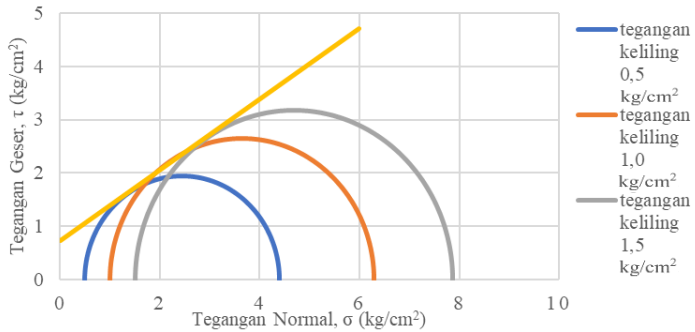
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Rotec 1% + Semen 1,5% (Pemeraman 7 Hari)





Uraian	Tanah + Rotec 1% + Semen 1,5% (Pemeraman 7 Hari) Sampel I	Tanah + Rotec 1% + Semen 1,5% (Pemeraman 7 Hari) Sampel II	Tanah + Rotec 1% + Semen 1,5% (Pemeraman 7 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm²)	0,727	0,796	0,762
Sudut Geser Dalam, ϕ (°)	30,891	31,018	30,955

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

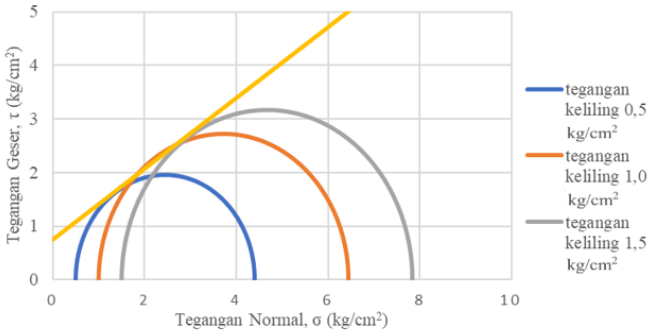
(Masyhta Syah Rani)

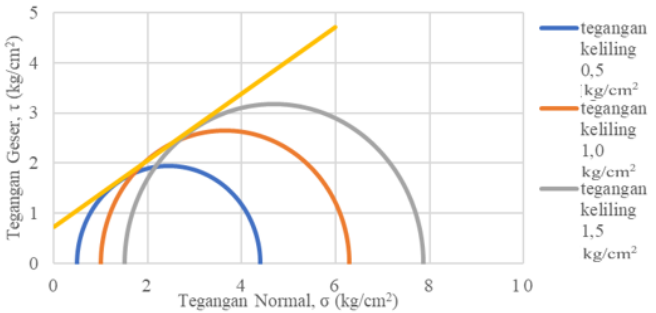
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Rotec 1% + Semen 2% (Pemeraman 7 Hari)





Uraian	Tanah + Rotec 1% + Semen 2% (Pemeraman 7 Hari) Sampel I	Tanah + Rotec 1% + Semen 2% (Pemeraman 7 Hari) Sampel II	Tanah + Rotec 1% + Semen 2% (Pemeraman 7 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm^2)	0,737	0,690	0,714
Sudut Geser Dalam, ϕ (°)	31,224	29,274	30,249

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

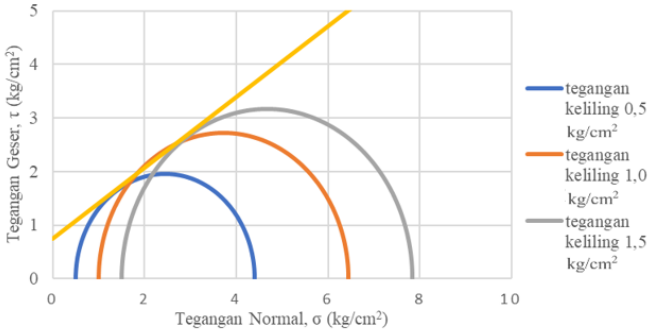
(Masyhta Syah Rani)

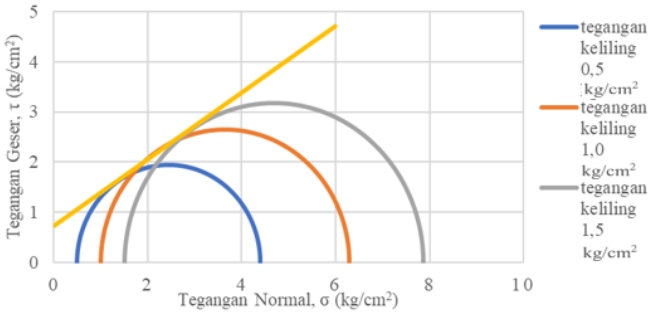
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Rotec 1% (Pemeraman 14 Hari)





Uraian	Tanah + Rotec 1% (Pemeraman 14 Hari) Sampel I	Tanah + Rotec 1% (Pemeraman 14 Hari) Sampel II	Tanah + Rotec 1% (Pemeraman 14 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm^2)	0,672	0,693	0,682
Sudut Geser Dalam, ϕ (^{o})	28,903	29,358	29,131

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

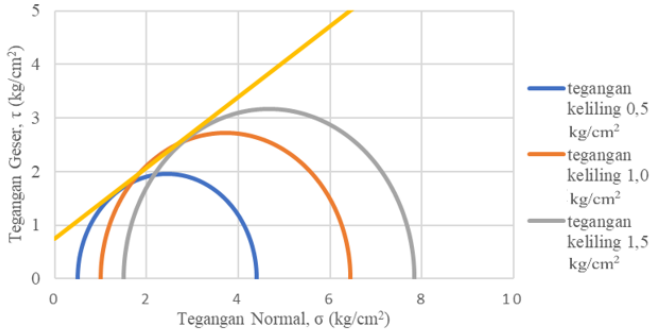
(Masyhta Syah Rani)

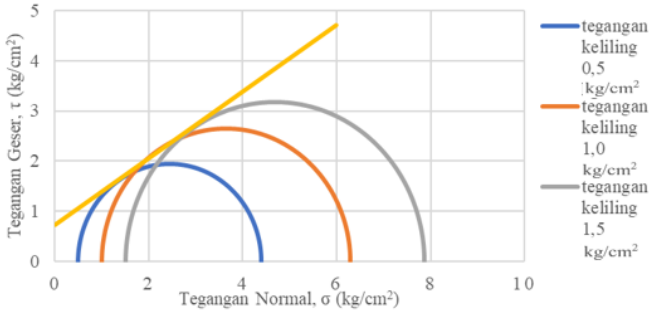
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Rotec 1% + Semen 1 % (Pemeraman 14 Hari)





Uraian	Tanah + Rotec 1% + Semen 1% (Pemeraman 14 Hari) Sampel I	Tanah + Rotec 1% + Semen 1% (Pemeraman 14 Hari) Sampel II	Tanah + Rotec 1% + Semen 1% (Pemeraman 14 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm^2)	0,692	0,749	0,721
Sudut Geser Dalam, ϕ (°)	29,633	31,319	30,476

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

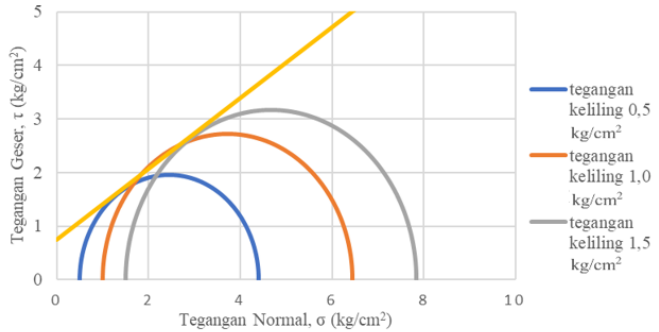
(Masyhta Syah Rani)

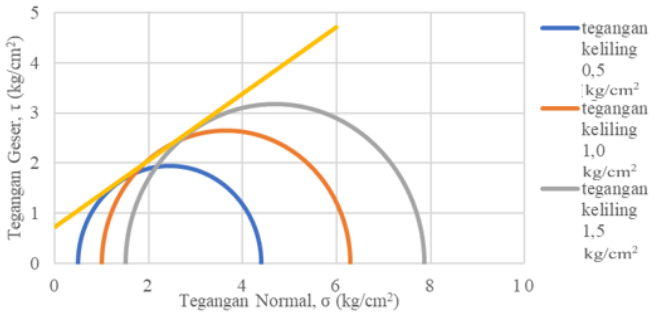
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Rotec 1% + Semen 1,5% (Pemeraman 14 Hari)





Uraian	Tanah + Rotec 1% + Semen 1,5% (Pemeraman 14 Hari) Sampel I	Tanah + Rotec 1% + Semen 1,5% (Pemeraman 14 Hari) Sampel II	Tanah + Rotec 1% + Semen 1,5% (Pemeraman 14 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm^2)	0,819	0,804	0,811
Sudut Geser Dalam, ϕ (^{o})	34,011	31,267	32,639

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

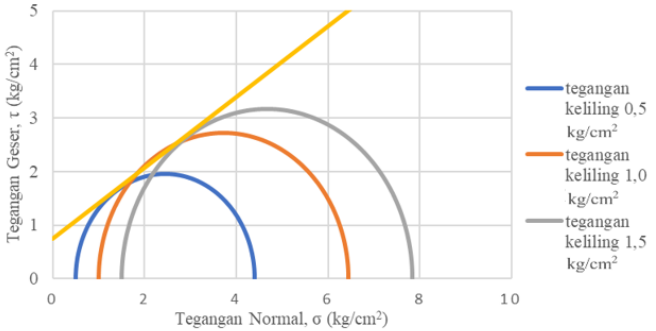
(Masyhta Syah Rani)

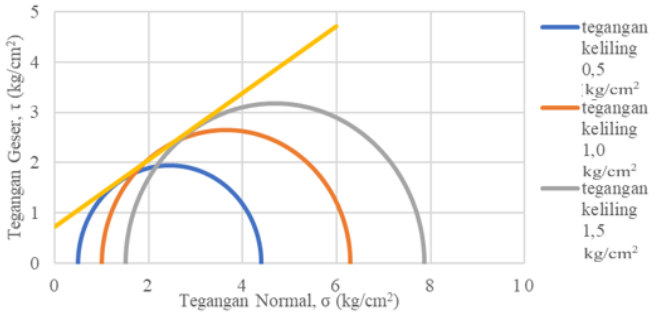
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Rotec 1% + Semen 2% (Pemeraman 14 Hari)





Uraian	Tanah + Rotec 1% + Semen 2% (Pemeraman 14 Hari) Sampel I	Tanah + Rotec 1% + Semen 2% (Pemeraman 14 Hari) Sampel II	Tanah + Rotec 1% + Semen 2% (Pemeraman 14 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm²)	0,829	0,699	0,764
Sudut Geser Dalam, ϕ (°)	34,350	29,600	31,975

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

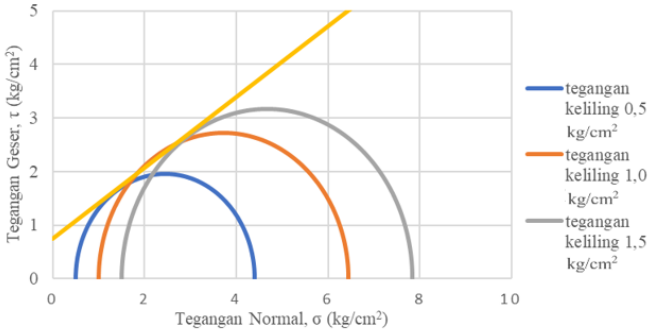
(Masyhta Syah Rani)

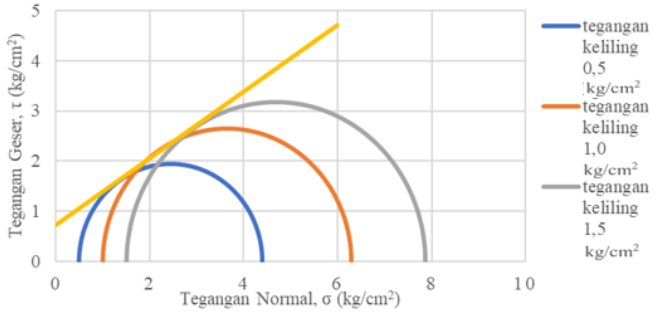
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Semen 1% (Pemeraman 14 Hari)





Uraian	Tanah + Semen 1% (Pemeraman 14 Hari) Sampel I	Tanah + Semen 1% (Pemeraman 14 Hari) Sampel II	Tanah + Semen 1% (Pemeraman 14 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm^2)	0,761	0,709	0,735
Sudut Geser Dalam, ϕ (^{o})	32,046	29,921	30,984

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

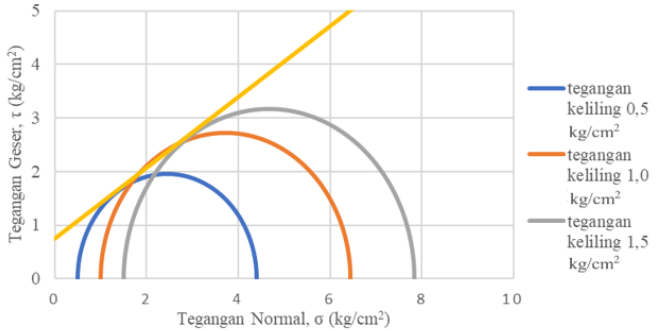
(Masyhta Syah Rani)

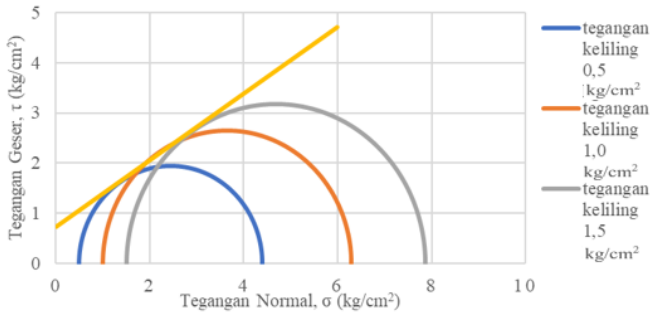
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Semen 1,5% (Pemeraman 14 Hari)





Uraian	Tanah + Semen 1,5% (Pemeraman 14 Hari) Sampel I	Tanah + Semen 1,5% (Pemeraman 14 Hari) Sampel II	Tanah + Semen 1,5% (Pemeraman 14 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm^2)	0,775	0,723	0,749
Sudut Geser Dalam, ϕ (^{o})	32,547	30,411	31,479

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

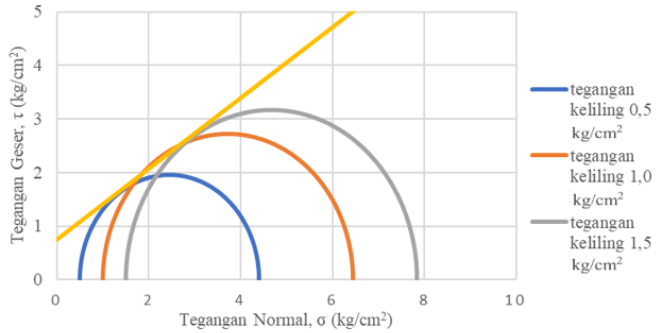
(Masyhta Syah Rani)

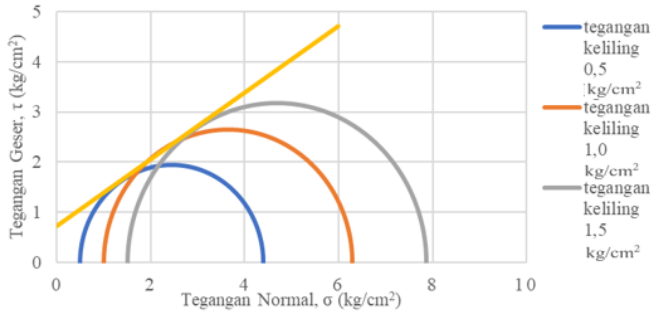
Lampiran 19. Data Hasil Pengujian Triaksial UU

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

PENGUJIAN TRIAKSIAL UU

Proyek	: Tugas Akhir
Lokasi	: Desa Mandiodo, Kecamatan Molowe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara
Dikerjakan	: Masyhta Syah Rani
Tanggal	: 08 Maret 2024
Sampel	: Tanah + Semen 2% (Pemeraman 14 Hari)





Uraian	Tanah + Semen 2% (Pemeraman 14 Hari) Sampel I	Tanah + Semen 2% (Pemeraman 14 Hari) Sampel II	Tanah + Semen 2% (Pemeraman 14 Hari) Rerata
Kohesi, c (Kg/cm^2)	0,790	0,737	0,764
Sudut Geser Dalam, ϕ (^{o})	33,050	30,904	31,977

Mengetahui,
Kepala Lab. Mekanika Tanah

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

Yogyakarta, 03 Mei 2024
Peneliti

(Masyhta Syah Rani)

TUGAS AKHIR

PENGARUH STABILISASI TANAH BERBUTIR HALUS MENGGUNAKAN SEMEN DAN *ROTEC* TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH (STUDI KASUS: DAERAH KONAWE UTARA, SULAWESI TENGGARA)

(*THE EFFECT OF FINE-GRAINED SOIL STABILIZATION USING CEMENT AND ROTEC ON SOIL SHEAR STRENGTH PARAMETERS (CASE STUDY: NORTH KONAWE REGION, SOUTHEAST SULAWESI)*)

Disusun Oleh

MASYHTA SYAH RANI

19511204

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

Diuji pada tanggal 28 Mei 2024

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Anisa Nur A., S.T., M.Eng.	**Dr. Hanindya K.Artati.,S.T., M.T.**	**Miftahul Fauziah S.T., M.T., Ph.D.**
NIK: 215111305	**NIK: 045110407**	**NIK: 955110103**

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

21/6-24

a.n. Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T, Ph.D.(Eng).,IPM.

NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 15 Mei 2024
Yang membuat pernyataan,

Masyhta Syah Rani
(19511204)