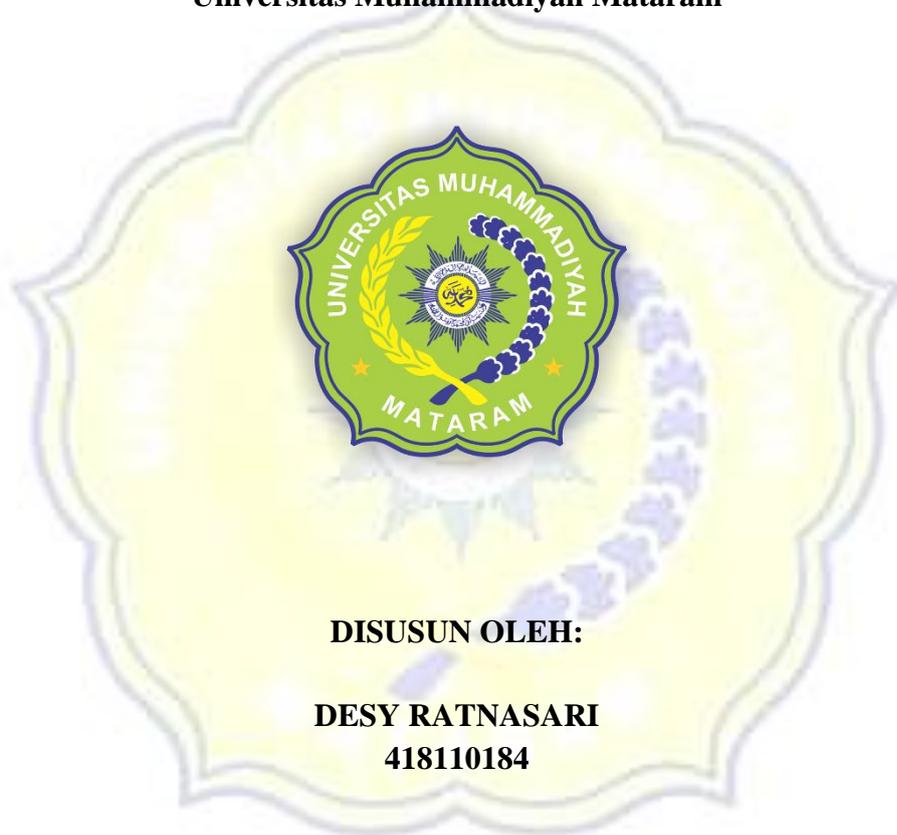


**SKRIPSI**

**PENGARUH ENERGI PEMADATAN TERHADAP NILAI KEPADATAN  
DAN KUAT GESER TANAH**

**(Studi Kasus: Dusun Kerandangan, Desa Senggigi Kecamatan Batu Layar  
Kabupaten Lombok Barat)**

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi  
Pada Program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Mataram**



**DISUSUN OLEH:**

**DESY RATNASARI  
418110184**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
2022**

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING  
SKRIPSI**

**PENGARUH ENERGI PEMADATAN TERHADAP NILAI KEPADATAN  
DAN KUAT GESER TANAH  
(Studi Kasus : Dusun Kerandangan, Desa Senggigi Kecamatan Batu Layar  
Kabupaten Lombok Barat)**

Disusun Oleh :

**DESY RATNASARI**

418110184

Mataram, 26 Juli 2022

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dr. Heni Pujiastuti, ST.,MT.**  
NIDN : 0828087201

**Maya Saridewi Pascanawaty, ST., MT.**  
NIDN. 0820098001

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**



**Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST.,MT.**  
NIDN : 0824017501

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI**

**SKRIPSI**

**PENGARUH ENERGI PEMADATAN TERHADAP NILAI KEPADATAN  
DAN KUAT GESER TANAH**

**(Studi Kasus : Dusun Kerandangan, Desa Senggigi Kecamatan Batu Layar  
Kabupaten Lombok Barat)**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

NAMA : DESY RATNASARI

NIM : 418110184

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada Hari, Kamis, 04 Agustus 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Susunan Tim Penguji**

Penguji I : Dr. Heni Pujiastuti, ST.,MT.

Penguji II : Maya Saridewi Pascanawaty, ST., MT.

Penguji III : Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST.,MT.

**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

**FAKULTAS TEKNIK**

**Dekan**  
Wakil Dekan I  
FENZ Hirsan, ST,MI  
NIDN 0804118001  
**Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST.,MT.**  
NIDN : 0824017501

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir/Skripsi dengan judul:

**“PENGARUH ENERGI PEMADATAN TERHADAP NILAI KEPADATAN DAN KUAT GESER TANAH”**

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide dan hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam tugas Akhir/Skripsi ini disebut dalam daftar pustaka. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hokum yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi.

Mataram, 12 September 2022

Yang Membuat Pernyataan



**DESY RATNASARI**

**NIM: 418110184**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN  
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram  
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [perpustakaan@ummat.ac.id](mailto:perpustakaan@ummat.ac.id)

SURAT PERNYATAAN BEBAS  
PLAGIARISME

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **DESY RATNASARI**  
NIM : **418110184**  
Tempat/Tgl Lahir : **Dompu, 20 Desember 2000**  
Program Studi : **TEKNIK SIPIL**  
Fakultas : **TEKNIK**  
No. Hp : **085 338 618 128**  
Email : **desy.ratnasari.1220@gmail.com**

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis\* saya yang berjudul :

**PENGARUH ENERGI PEMADATAN TERHADAP NILAI  
KEPADATAN DAN KUAT GESER TANAH**

*Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 50%*

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis\* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milik orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya **bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum** sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, ..... **20 Agustus** ..... 2022  
Penulis



**Desy Ratnasari**  
NIM. **418110184**

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



**iskandar, S.Sos.,M.A.**  
NIDN. 0802048904

silahkan salah satu yang sesuai



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN  
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram  
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [perpustakaan@ummat.ac.id](mailto:perpustakaan@ummat.ac.id)

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **DESY RATNASARI**  
NIM : **418110184**  
Tempat/Tgl Lahir : **Dompur, 20 Desember 2000**  
Program Studi : **TEKNIK SIPIL**  
Fakultas : **TEKNIK**  
No. Hp/Email : **085 338 618 128 / desyratnasari1220@gmail.com**  
Jenis Penelitian :  Skripsi  KTI  Tesis

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

**PENGARUH ENERGI PEMADATAN TERHADAP NILAI KEPADATAN  
DAN KUAT GESER TANAH**

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.  
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, **20 Agustus** .....2022

Penulis



**Desy Ratnasari**  
NIM. **418110184**

Mengabui



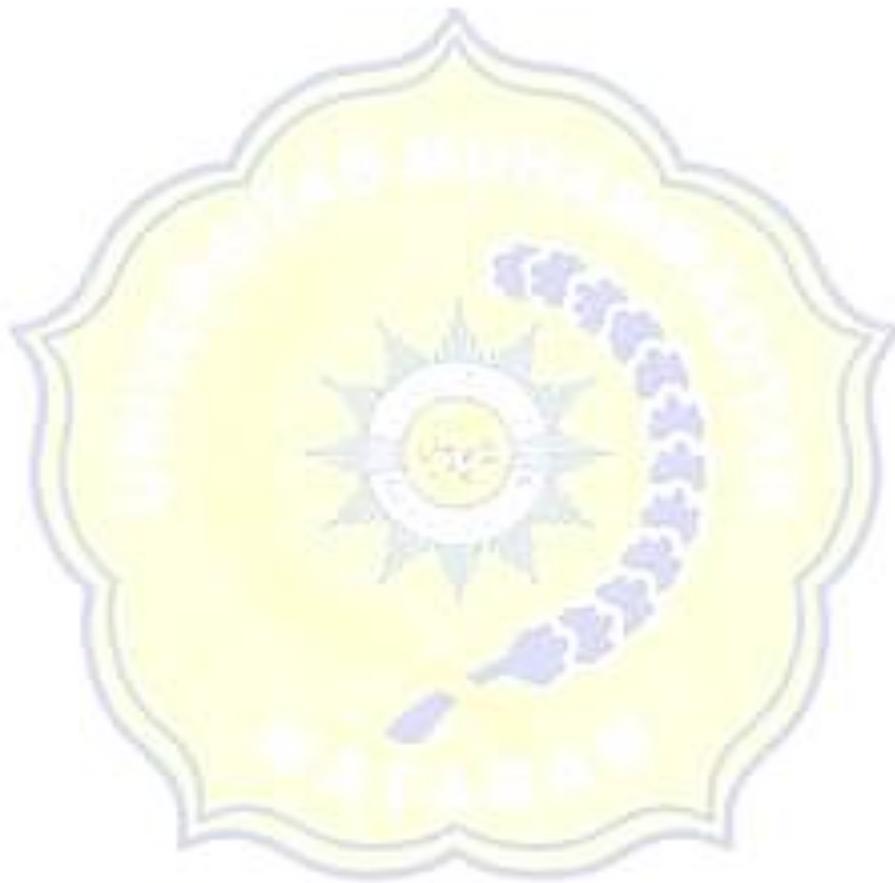
**Iskandar, S.Sos.,M.A.**  
NIDN. 0802048904

## MOTTO

'Jadikan kesuksesan suatu kepastian bukan hanya sekedar bualan, karena kesuksesan hanya untuk orang-orang yang mau berdoa dan berusaha.'

*"Maka ingatlah nikmat-nikmat Allah supaya kamu mendapat keberuntungan."*

*(QS. AL- A'RAF 7:69)*



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak yang ikut serta dalam proses penyusunan skripsi. Peneliti secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Allah SWT karena dengan segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kesehatan bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua saya tercinta Ibu Ma'ani dan Bapak Muhtar Abdul dan keluarga saya yang selama ini telah banyak berjuang demi masa depan saya, memberi dukungan, perhatian, kasih sayang, dan doa yang tidak hentihentinya selama masa perkuliahan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I.
4. Maya Saridewi Pascanawaty, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
6. Agustini Ernawati, ST.,M.Tech, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Univeritas Muhammadiyah Mataram.
7. Segenap dosen dan staff akademik yang selalu membantu memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada peneliti hingga dapat menunjang dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa keluarga besar teknik sipil khususnya angkatan 2018 dan untuk semua kawan-kawan yang telah memberikan motivasi, semangat, bantuan dan dukungannya selama masa perkuliahan.

## PRAKATA

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penyusunan Tugas Akhir dengan judul “ **PENGARUH ENERGI PEMADATAN TERHADAP NILAI KEPADATAN DAN KUAT GESER TANAH** ” dapat terselesaikan. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademis yang wajib dibuat untuk menyelesaikan program S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan dan dorongan baik moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Dr. H.Arsyad Abd. Ghani, M.Pd. selaku Rektor UMMAT.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik UMMAT.
3. Agutini Ernawati, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMMAT.
4. Titik Wahyuningsih, ST., MT., selaku dosen Pembimbing I
5. Ir. Isfanari, ST., MT., selaku dosen pembimbing II
6. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya dan masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu pendapat dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk penelitian selanjutnya. Akhir kata semoga karya ini bisa bermanfaat bagi pembacanya.

Mataram, 26 Juli 2022

DESY RATNASARI

418110184

## ABSTRAK

Tanah merupakan material yang sangat penting sehingga harus mampu mendukung beban yang berada di atasnya, maka tanah harus mempunyai daya dukung tanah yang cukup baik. Parameter kekuatan dan deformasi tanah terkait dengan kepadatannya. Tanah dengan kualitas yang baik memerlukan pemadatan agar memperoleh tanah yang stabil dan memenuhi persyaratan teknis untuk membangun suatu struktur.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram, dimana tujuan pengujian ini untuk menentukan sifat fisik dan sifat mekanik tanah, sifat mekanik membahas tentang metode *Standar Proctor*, *modified Proctor* dan uji kuat geser tanah. Pengujian ini membandingkan antara energi *Standar Proctor*, dan *modified Proctor* dengan 3 lapis tanah dan 5 lapis tanah. Energi pemadatan adalah faktor penting dalam menentukan kekuatan tanah yang harus dipertimbangkan selama fase perencanaan.

Dari hasil uji pemampatan *Standar Proctor* 3 lapis diperoleh kadar air optimum sebesar 18,08% dan berat volume kering maksimum sebesar 1,410 gr/cm<sup>3</sup>. *Standar Proctor* 5 lapis kadar air optimumnya sebesar 17,85%, volume keringnya sebesar 1,467 gram/cm<sup>3</sup>. Dari hasil uji pemampatan *modified Proctor* 3 lapis diperoleh kadar air optimum sebesar 15,78% dan berat volume kering sebesar 1,576 gr/cm<sup>3</sup>. Pengujian *modified Proctor* 5 lapis kadar air optimumnya sebesar 11,20% berat volume keringnya sebesar 1,629 gram/cm<sup>3</sup>. Pengaruh energi pemadatan terhadap kuat geser tanah dari hasil pengujian kuat geser yang dilakukan dengan campuran kadar air optimum dari perhitungan pemadatan *Standard Proctor* 3 lapis diperoleh nilai kohesi tanah sebesar 0,1073 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai sudut geser dalam tanah sebesar 19,96<sup>0</sup>. Pengujian *Standard Proctor* 5 lapis diperoleh nilai kohesi tanah sebesar 0,1288 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai sudut geser dalam tanah sebesar 23,54<sup>0</sup>. Pengujian *modified Proctor* 3 lapis diperoleh nilai kohesi tanah sebesar 0,1526 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai sudut geser dalam tanah sebesar 24,26<sup>0</sup>. *Modified Proctor* 5 lapis diperoleh nilai kohesi tanah sebesar 0,1559 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai sudut geser dalam tanah sebesar 31,09<sup>0</sup>.

Kata kunci: energi pemadatan, uji *Standar Proctor*, uji *modifikasi Proctor*

## ABSTRACT

Since soil is a very important substance and needs to be able to endure the weight imposed on it, the soil must have an adequate soil bearing capacity. The strength and deformation characteristics of the soil are influenced by its density. To generate a stable soil and meet the technical requirements for building a structure on good quality soil, compaction is required. The Soil Mechanics Laboratory, Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of Mataram is where this research was done. The Standard Proctor method, Modified Proctor, and the soil shear strength test were described for the mechanical qualities, with the aim of the test being to detect the mechanical and physical features of the soil. This test compares the energy of Standard Proctor, Modified Proctor, and both with three and five layers of dirt. Compaction energy is a critical factor that must be considered during the design phase of soil strength calculations.

The appropriate moisture content was determined by the three-layer Proctor standard compression test to be 18.08%, and the maximum dry volume weight was 1.410 g/cm<sup>3</sup>. The Proctor 5 layers should have a moisture content of 17.85%, and their dry volume should be 1.467 gram/cm<sup>3</sup>. The findings of the modified Proctor 3-layer compression test showed that the ideal moisture content was 15.78%, the ideal dry volume weight was 1.576 g/cm<sup>3</sup>, and the modified Proctor 5-layer compression test showed that the ideal moisture level was 11.20%.

The soil cohesion value of 0.1073 kg/cm<sup>2</sup> and the soil shear angle value of 19.96 0 from the compaction of Standard Proctor 3 layers were used to calculate the effect of compaction energy on the shear strength of the soil. A mixture with the optimum moisture content was used for the shear strength tests. Results from testing Standard Proctor 5 layers for cohesiveness of the soil were 0.1288 kg/cm<sup>2</sup> and a shear angle of 23,540. Soil cohesiveness was evaluated at 0.1526 kg/cm<sup>2</sup> and soil shear angle at 24.260 in tests utilizing modified Proctor 3 layers. For modified Proctor 5 layers, the soil cohesiveness value was 0.1559 kg/cm<sup>2</sup>, and the soil shear angle value was 31.090.

**Keywords:** *Compaction Energy, Proctor Standard Test, Proctor Modification Test*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME</b> .....	<b>v</b>
<b>SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASIN KARYA ILMIAH</b> .....	<b>vi</b>
<b>MOTTO HIDUP</b> .....	<b>vii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.1.1 Tanah dasar ( <i>subgrade</i> ) .....	4
2.1.2 Kepadatan tanah.....	4
2.1.3 Energi pemadatan .....	4
2.1.4 Kuat geser tanah.....	5
2.1.5 Penelitian terdahulu .....	5
2.1.6 Definisi tanah.....	8
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Klasifikasi tanah .....	9
2.2.2 Sifat fisik tanah .....	14
2.2.3 Sifat mekanik tanah .....	20

## **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Lokasi penelitian .....	25
3.2 Alat dan bahan penelitian.....	26
3.3 Bagan alir penelitian.....	34
3.4 Metode Analisa data.....	35
3.4.1 Studi Pustaka.....	36
3.4.2 Pengumpulan data.....	36
3.4.3 Survei lokasi .....	36
3.4.4 Pengambilan sampel tanah.....	36
3.4.5 Rancangan penelitian.....	37
3.4.6 Jenis pengujian.....	37

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil uji sifat-sifat fisik tanah	
4.1.1 Kadar air awal tanah .....	51
4.1.2 Berat volume tanah .....	51
4.1.3 Berat jenis tanah.....	52
4.1.4 Analisa saringan dan hidrometer .....	53

4.1.5 Batas Atterberg .....	55
4.1.6 Klasifikasi tanah berdasarkan hasil pengujian tanah .....	55
4.1.7 Uji pemadatan tanah .....	56
4.1.8 Uji kuat geser .....	60

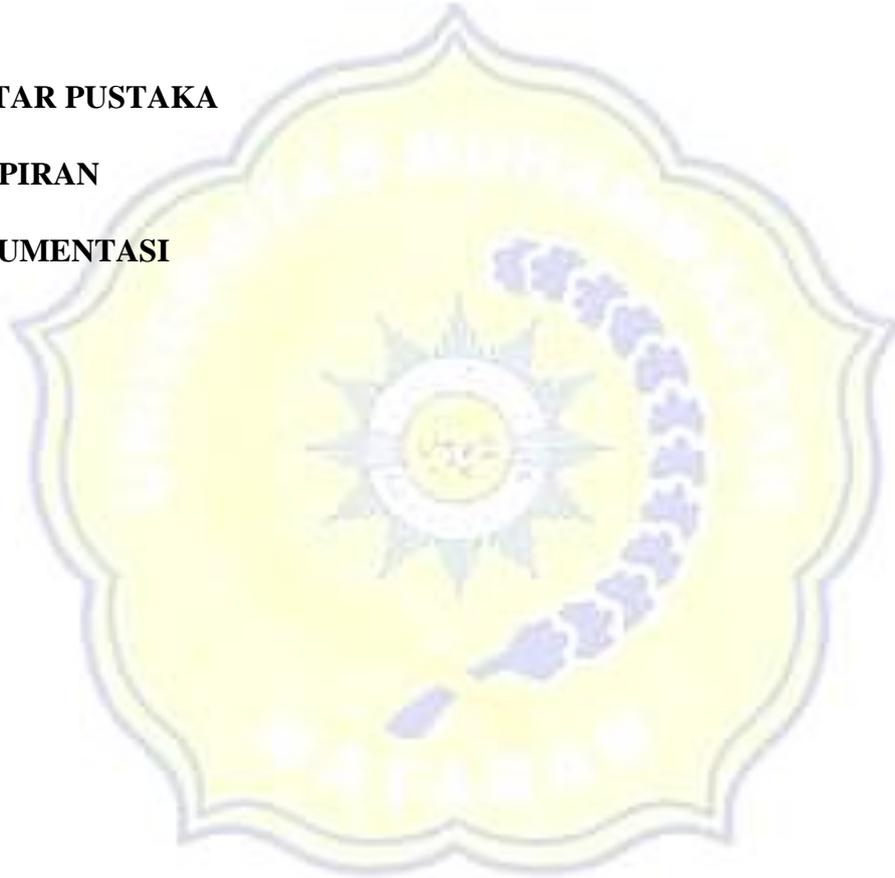
## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	66
5.2 Saran.....	67

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **DOKUMENTASI**



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sistem klasifikasi tanah Unified .....	11
Tabel 2.2 Sistem klasifikasi AASHTO .....	13
Tabel 2.3 Perbandingan standar proctor dan modified proctor .....	21
Tabel 2.4 Cara uji proctor standar .....	22
Tabel 2.5 Cara uji modified proctor .....	23
Tabel 4.1 Kadar air awal .....	51
Tabel 4.2 Hasil pengujian berat isi tanah .....	51
Tabel 4.3 Hasil pengujian berat jenis tanah .....	52
Tabel 4.4 Hasil pengujian Analisa saringan .....	53
Tabel 4.5 Hasil pengujian nomor saringan .....	54
Tabel 4.6 Hasil pengujian batas Atterberg .....	55
Tabel 4.7 Klasifikasi menurut USCS .....	55
Tabel 4.8 Klasifikasi menurut AASHTO .....	56
Tabel 4.9 Hasil pengujian pemadatan standar proctor dan modified .....	59
Tabel 4.10 Hasil pengujian kuat geser 3 lapis standar proctor .....	60
Tabel 4.11 Hasil pengujian kuat geser 5 lapis standar proctor .....	61
Tabel 4.12 Hasil pengujian kuat geser 3 lapis modified proctor .....	62
Tabel 4.13 Hasil pengujian kuat geser 5 lapis modified proctor .....	63
Tabel 4.14 Hasil Rekapitulasi Kuat Geser .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Batas-batas Atterberg .....	14
Gambar 2.2 Diagram penyusun tanah .....	16
Gambar 3.1 Lokasi penelitian .....	25
Gambar 3.2 Saringan.....	26
Gambar 3.3 Timbangan ketelitian 0,01 gram .....	27
Gambar 3.4 Timbangan ketelitian 0,1 gram .....	27
Gambar 3.5 Hidrometer .....	28
Gambar 3.6 Tabung ukur .....	28
Gambar 3.7 Shave shaker.....	29
Gambar 3.8 alat batas susut.....	29
Gambar 3.9 Cawan.....	30
Gambar 3.10 Pisau Perata .....	30
Gambar 3.11 Oven Pengering .....	31
Gambar 3.12 Cawan Porselin.....	31
Gambar 3.13 Alat cassagrande.....	32
Gambar 3.14 Piknometer .....	32
Gambar 3.15 Mold/cetakan.....	33
Gambar 3.16 Alat pemadatan.....	33
Gambar 3.17 Direct shear test.....	34
Gambar 3.18 Bagan alir penelitian.....	35
Gambar 4.1 Grafik distribusi ukuran butiran .....	54
Gambar 4.2 Grafik standar proctor 3 lapis.....	57
Gambar 4.3 Grafik standar proctor 5 lapis.....	58
Gambar 4.4 Grafik midified proctor 3 lapis.....	58
Gambar 4.5 Grafik modified proctor 5 lapis.....	59
Gambar 4.6 Grafik kuat geser standar proctor 3 lapis .....	61
Gambar 4.7 Grafik kuat geser standar proctor 5 lapis .....	62
Gambar 4.8 Grafik kuat geser modified proctor 3 lapis.....	63
Gambar 4.9 Grafik kuat geser modified proctor 5 lapis.....	64

## DAFTAR NOTASI

<i>C</i>	: Lempung
<i>F</i>	: Persen butiran lolos saringan No. 200 (0.075)
<i>G</i>	: Kerikil
<i>GI</i>	: Indeks kelompok
<i>H</i>	: Plastisitas tinggi
<i>L</i>	: Plastisitas rendah
<i>LL</i>	: Batas Cair
<i>M</i>	: Lanau
<i>O</i>	: Lanau dan Lempung Organik
<i>P</i>	: Gradasi buruk
<i>PI</i>	: Indeks Plastisitas
<i>PL</i>	: Batas Plastisitas
<i>PS</i>	: Beban Standar
<i>SL</i>	: Batas susut
<i>E</i>	: Energi
<i>V</i>	: Volume
<i>V<sub>1</sub></i>	: Volume tanah basah
<i>V<sub>2</sub></i>	: Volume tanah kering
<i>V<sub>a</sub></i>	: Volume udara
<i>VS</i>	: Volume butiran padat
<i>V<sub>w</sub></i>	: Volume air
<i>w</i>	: Kadar air
<i>W</i>	: Gradasi baik
<i>W<sub>s</sub></i>	: Berat butiran padat
<i>W<sub>w</sub></i>	: Berat air
<i>Y<sub>w</sub></i>	: Berat jenis air

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kabupaten Lombok Barat, khususnya Dusun Kerandangan di Desa Senggigi, Kecamatan Batu Layar, Lombok Barat, memiliki potensi yang tinggi untuk pengembangan pariwisata di masa depan. Terdapat 49 obyek wisata dengan kepribadian dan karakteristik yang berbeda-beda. Sebagian besar merupakan destinasi wisata baru yang belum sepenuhnya berkembang. Senggigi Lombok Barat merupakan pulau wisata, dengan ciri topografi yang berbeda dari pulau ke pulau, umumnya terdiri dari dataran tinggi, dataran rendah, perbukitan dan pegunungan. Dilihat dari keadaan ini, Indonesia kaya akan mineral alam. Hal yang sama berlaku untuk Lombok. Lombok adalah salah satu pulau berbukit di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) secara topografis dan karena itu dikenal tidak hanya untuk pariwisata tetapi juga sumber daya alamnya yang melimpah, misalnya, material yang biasanya digunakan sebagai material (*subgrade*) jalan.

Pemadatan tanah merupakan salah satu upaya mekanis untuk mendekatkan butir-butir tanah, mengurangi volume tanah dengan mengecilnya volume pori. Namun, ukuran butir tidak berubah. Pemadatan dapat dilakukan dengan menggilas atau menumbuk (Santosa, dkk, 2015). Energi pemadatan yang dilepaskan selama proses pemadatan ini tidak meningkat secara linier, tetapi meningkat hingga nilai optimal energi pemadatan yang dibutuhkan. Besarnya energi pemadatan tergantung pada berat kompresor, tekanan dan kompresor yang digunakan.

Kavling tanah memainkan peran yang sangat penting dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi sipil. Dalam hal ini, tanah bertindak sebagai lapisan tanah yang menahan beban yang harus mampu menahan beban penuh bangunan dan beban lain yang harus dipertimbangkan, memindahkannya ke tanah pada strata atau kedalaman tertentu. Oleh karena itu, kekuatan bangunan/struktur juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada. Salah satu jenis tanah yang sering dijumpai dalam konstruksi adalah tanah lempung.

Kekuatan geser tanah juga dapat didefinisikan sebagai ketahanan maksimum tanah terhadap tegangan geser dalam kondisi tertentu (Smith, 1992). Kuat geser tanah adalah tahanan dalam tanah terhadap ikatan luas terhadap keruntuhan atau pemadatan sepanjang bidang geser tanah (Das, 1994). Kekuatan geser tanah dapat didefinisikan sebagai kemampuan maksimum tanah untuk menahan operasi deformasi di bawah kondisi tekanan dan kelembaban tertentu (Head, 1982).

Berlatar belakang hal di atas tersebut, sehingga penulis tertarik untuk meneliti tentang “Pengaruh Energi Pemadatan Terhadap Nilai Kepadatan Dan Kuat Geser Tanah”. Sebelum longsor menjadi bencana yang tidak terduga, kami memberikan informasi seperti faktor keamanan lokal dan lokasi potensi longsor sehingga berbagai tindakan pencegahan dapat dilakukan sebelum terjadi longsor.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dengan latar belakang masalah yang dibahas, masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sifat fisik tanah ?
2. Bagaimana pengaruh energi pemadatan tanah terhadap kepadatan tanah?
3. Bagaimana pengaruh energi pemadatan terhadap kuat geser tanah?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini antara lain sebagai berikut:

1. Menentukan sifat-fisik tanah.
2. Menentukan pengaruh energi pemadatan tanah terhadap kepadatan tanah.
3. Menentukan pengaruh energi pemadatan terhadap kuat geser tanah.

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang dibatasi pada penelitian ini yaitu:

1. Sampel tanah yang diteliti berlokasi di Dusun Kerandangan, Desa Senggigi, Kecamatan Batu Layar Lombok Barat.

2. Data perhitungan yang digunakan merupakan hasil uji Laboratorium berupa hasil uji fisik. Sampel tanah sekitar Dusun Kerandangan, Desa Senggigi, Kecamatan Batu Layar. Lombok Barat.
3. Asumsi yang digunakan dalam analisis sesuai dengan asumsi yang di pakai pada Metode uji pemadatan dalam Proctor compation test adalah uji standar Proctor (*standard Proctor test*) dan uji Proctor modifikasi (*modified Proctor test*).

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dilakukanya penelitian ini yaitu:

1. Untuk meningkatkan wawasan dan kemampuan berpikir penulis serta sarana pengaplikasian teori yang telah didapat dari mata kuliah.
2. Untuk menambah pengetahuan tentang pemadatan terhadap nilai kepadatan tanah dan kuat geser tanah.
3. Pengetahuan tentang pemadatan diharapkan dapat memberikan pemadatan terhadap nilai kepadatan tanah dan nilai kuat geser tanah dari penelitian ini, serta rangkuman faktor keamanan nilai kepadatan tanah dan nilai kuat geser tanah dapat dibuka untuk umum sebagai daya tarik wisata bagi masyarakat lokal.
4. Kepada pihak yang terkait maupun pihak perencana agar penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan masukan dalam perencanaan kontruksi pada lereng.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Tinjauan Pustaka adalah informasi tentang temuan penelitian atau masalah dalam studi kasus dari studi pihak ketiga yang dapat digunakan sebagai referensi dan pedoman untuk persiapan penelitian.

##### **2.1.1 Tanah dasar (*subgrade*)**

Tanah dasar adalah tempat peletakan atau pondasi setebal 30 cm dari struktur perkerasan (Herdiana dkk, 2012). Perkerasan jalan ini tidak hanya menambah ketebalan perkerasan itu sendiri, tetapi juga merupakan salah satu faktor yang menentukan kekuatan dan keawetan perkerasan tersebut.

##### **2.1.2 Kepadatan tanah**

Kepadatan ini dilakukan untuk menentukan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum dari bahan uji dengan kompresi yang tepat dan kuat tekan yang ditentukan. Pemadatan juga mengurangi rongga di tanah dan membantu mencegah penyusutan dan penurunan tanah (Dwirettani, 2018). Pemadatan itu sendiri sangat berguna untuk diterapkan di lapangan untuk hasil yang tepat dalam pekerjaan pemeliharaan jalan.

##### **2.1.3 Energi pemadatan**

Energi pemadatan merupakan faktor penting dalam menentukan kekuatan tanah dan harus dipertimbangkan selama tahap perencanaan energi masukan. Proses pemadatan tidak terpengaruh secara linier, hanya nilai optimum dari energi kompresi yang dibutuhkan. Besarnya energi pemadatan tergantung pada berat pemadat, tekanan, dan kompresor yang digunakan.

#### **2.1.4 Kuat geser tanah**

Kuat geser tanah adalah tahanan dalam tanah terhadap ikatan luas terhadap keruntuhan atau pemadatan sepanjang bidang geser tanah (Das, 1994). Kekuatan geser tanah dapat didefinisikan sebagai kemampuan maksimum tanah untuk menahan operasi deformasi di bawah kondisi tekanan dan kelembaban tertentu. (Head, 1982). Kekuatan geser dapat diukur baik di lapangan maupun di laboratorium. Pengukuran di lapangan antara lain menggunakan *vane-shear*, *plate load*, dan test penetrasi. Pengukuran di laboratorium meliputi penggunaan *miniature vane shear*, *direct shear*, *triaxial compression*, dan *unconfined compression* dan *fall-cone soil shear strength*. Kuat geser tanah adalah ketahanan yang diberikan oleh partikel tanah terhadap tekan/tarik. (Sallberg, 1965).

#### **2.1.5 Penelitian terdahulu**

Penelitian yang dilakukan oleh primanita, dkk (2021) adalah penelitian tentang pengaruh energi pemadatan terhadap kuat geser tanah, melakukan pemadatan tanah menggunakan uji Proctor standar (ASTM D-698) untuk mendapatkan kadar air optimal dan nilai berat kering maksimum. Sampel tanah digunakan dalam penelitian ini. Nomor filter 4.lolos. Oven dikeringkan. Enam sampel tanah masing-masing 2,5 kg digunakan untuk mendapatkan kurva kadar air optimal (OMC) dan berat kering maksimum/kepadatan kering maksimum (MDD). Setelah diperoleh nilai OMC dan MDD, disiapkan sampel tanah yang mengandung kadar air OMC dan tanah tersebut disimpan selama 24 jam sebelum dipadatkan untuk menghomogenkan campuran tanah. Sampel tanah dipadatkan dengan metode standar Proctor, dengan variasi ram dan stratum 1. Selanjutnya dilakukan pengujian geser langsung dengan menggunakan alat uji geser langsung menurut ASTM D-3080. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) secara akurat. Dari hasil setiap variasi tumbukan dan geser lapisan yang diuji, dimungkinkan untuk menentukan seberapa besar dampak yang akan ditimbulkan pada tanah yang diselidiki. Kepadatan tanah biasanya dinyatakan sebagai kepadatan kering (d). Jika tanah dipadatkan dengan tekanan konstan pada ketinggian air yang berbeda, ia mencapai kepadatan maksimumnya ( $\gamma_d$  Max) pada

nilai ketinggian air tertentu. Kadar air di mana densitas maksimum disebut kadar air optimum ( $\gamma_w$  opt). Hasil uji tekan ini memberikan MDD sebesar  $1,63 \text{ g/cm}^3$  dan OMC sebesar 16%, hasil kompresi tipikal. Menentukan nilai kuat geser tanah yang dipadatkan. sebagai tanah (primanita, dkk 2021).

Saat melakukan konstruksi, dampak penggunaan tanah harus dipertimbangkan dengan cermat. penelitian yang dilakukan oleh Agustina, dkk, (2019) adalah studi tentang pemadatan tanah di mana tanah menunjukkan upaya mekanis sedemikian rupa sehingga partikel-partikel tanah bergerak lebih dekat bersama-sama dan volume tanah berkurang dengan berkurangnya volume pori. Namun, ukuran butir tidak berubah. Kompresi dapat dilakukan dengan menggiling atau tamping. Densifikasi umumnya digunakan dan dipertimbangkan oleh banyak insinyur saat merancang. Kepadatan kering tanah dan kadar air dapat dikontrol sampai batas tertentu selama konstruksi untuk mengkarakterisasi tanah (Agustina, dkk, 2019).

Penelitian yang dilakukan Yamali, dkk (2016) melakukan penelitian yang berjudul “Analisa Energi Alat Pemadat Tanah Lemung di Lapangan”, dari hasil penelitian tersebut didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a) Berdasarkan perhitungan energi kompresor di Laboratorium Modifikasi pemadatan (Modified Proctor), energi yang dihasilkan sebesar  $2642749 \text{ Joules/m}^3$  dan Energi pemadatan Standar (Standard Proctor) sebesar  $593876 \text{ Joule/m}^3$ .
- b) Untuk alat pemadat di lapangan energi yang dihasilkan pemadat tanah lempung dengan 1 lintasan adalah sebesar  $64,43 \text{ joule}$  (tiap cm lebar roda) dan  $515,47 \text{ joule}$  (tiap cm lebar rofa) untuk 8 lintasan ini menunjukkan energi semakin bertambah seiring dengan penambahan jumlah lintasan.

Penelitian yang dilakukan Hidayat, dkk (2018) tentang Pemadatan adalah peristiwa bertambahnya berat volume kering oleh beban dinamis. Tiga faktor mempengaruhi pemadatan tanah. Artinya, komposisi tanah tergantung pada jenis mineral dalam tanah dan komposisinya, kadar air dan energi pemadatan. Pemadatan diperlukan untuk menemukan hubungan antara kadar air dan berat volumetrik dan

untuk menilai tanah untuk memenuhi persyaratan kepadatan. Proctor (dalam Hardiyatmo, 2010) mengamati hubungan yang jelas antara kadar air dan berat jenis kering. Juga, ada nilai kadar air optimum spesifik untuk mencapai nilai berat jenis kering maksimum (hidayat, dkk 2018).

Penelitian yang dilakukan karim, dkk (2015) melakukan penelitian yang berjudul “Uji Pemadatan Tanah Samaya Sebagai Bahan Timbunan Pada Bendungan Urugan”, dari hasil penelitian tersebut didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a) Penyelidikan karakteristik tiga sampel tanah Samaya menggunakan sistem klasifikasi tanah USCS, menunjukkan bahwa jenis tanah yang diteliti termasuk mineral lempung (MH) lanau, dan sifat-sifat tanah Samaya dapat digunakan sebagai bahan pengisi tanggul bendungan meningkat.
- b) Kepadatan kering optimum dicapai pada 25 lintasan per lapis dengan persentase kerapatan 97,29% dari kerapatan kering maksimum. Hal ini menunjukkan bahwa nilai berat jenis kering tanah jenis MH belum mencapai nilai maksimum pada standar pengujian. Namun, jika lahan ini dijadikan bendungan inti bendungan, dirasa sudah cukup. ( $MDD \geq 95\%$ ).
- c) Energi pemadatan yang dibutuhkan untuk memadatkan jenis tanah MH hingga berat jenis kering maksimum 8.220 kg/cm<sup>2</sup> adalah 5.708 kg/cm<sup>2</sup>, yang merupakan energi pemadatan yang cukup jika jenis tanah ini digunakan untuk menampung inti timbunan. (karim, dkk 2015).

Penelitian yang dilakukan hardiyanto, (2012) Energi pemadatan di tempat dapat diperoleh dari mesin gilas, alat-alat pemadat getaran, dan dari benda yang dijatuhkan. Pemadatan adalah proses penghilangan udara secara mekanis dari pori-pori tanah. Cara mekanis yang digunakan di lapangan biasanya adalah penggerindaan, sedangkan di laboratorium digunakan sadap atau sadap. Kinerja pemadatan ini tergantung pada kadar air, dan nilai densitas yang berbeda dapat diperoleh dengan menggunakan energi yang sama. Jika kadar air cukup rendah, tanah akan sulit untuk dipadatkan, tetapi jika kadar air cukup tinggi, nilai kerapatan

akan turun sampai kadar air menjadi terlalu tinggi untuk dipadatkan untuk menghilangkan air. (hardiyanto, 2012).

### **2.1.6 Definisi tanah**

Tanah adalah bahan pengisi ruang yang terdiri dari agregat mineral padat (partikel) yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) dan bahan organik yang lapuk (yang berpartikel padat). Disertai oleh zat cair dan gas - partikel ruang kosong di antara padatan (Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem di mana beberapa jenis tanah yang berbeda tetapi serupa diklasifikasikan ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan penggunaannya. Sistem klasifikasi menyediakan bahasa yang sederhana untuk menggambarkan secara singkat, tanpa menjelaskan secara rinci, sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi. (Das, 1995).

Tanah liat adalah agregat partikel mikroskopis dan submikroskopis yang muncul dari dekomposisi kimia penyusun batuan dan bersifat plastis pada kisaran kadar air sedang hingga luas. Saat kering, sangat keras dan tidak dapat dengan mudah dihilangkan dengan jari. Permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987).

Pasir adalah komponen tanah yang terutama terdiri dari mineral kuarsa dan feldspar. Tanah berpasir memiliki sifat-sifat sebagai berikut (Das, 1995). Ukuran partikel dari 2 mm hingga 0,075 mm. Itu tidak bersatu. Ini memiliki kenaikan air kapiler yang rendah 0,12 hingga 1,2 m dan koefisien permeabilitas 1,0 hingga 0,001 cm / detik. Proses turunnya sedang hingga cepat. Di tanah lempung berpasir, partikel lempung dan pasir mendominasi, meskipun kerikil dan lanau kadang-kadang ada.

## **2.2 Landasan Teori**

Landasan teori adalah landasan teori umum yang dijelaskan sehingga dapat digunakan lebih jelas sebagai pedoman pemecahan masalah yang dihadapi dalam studi kasus atau penelitian yang dilakukan.

### **2.2.1 Klasifikasi tanah**

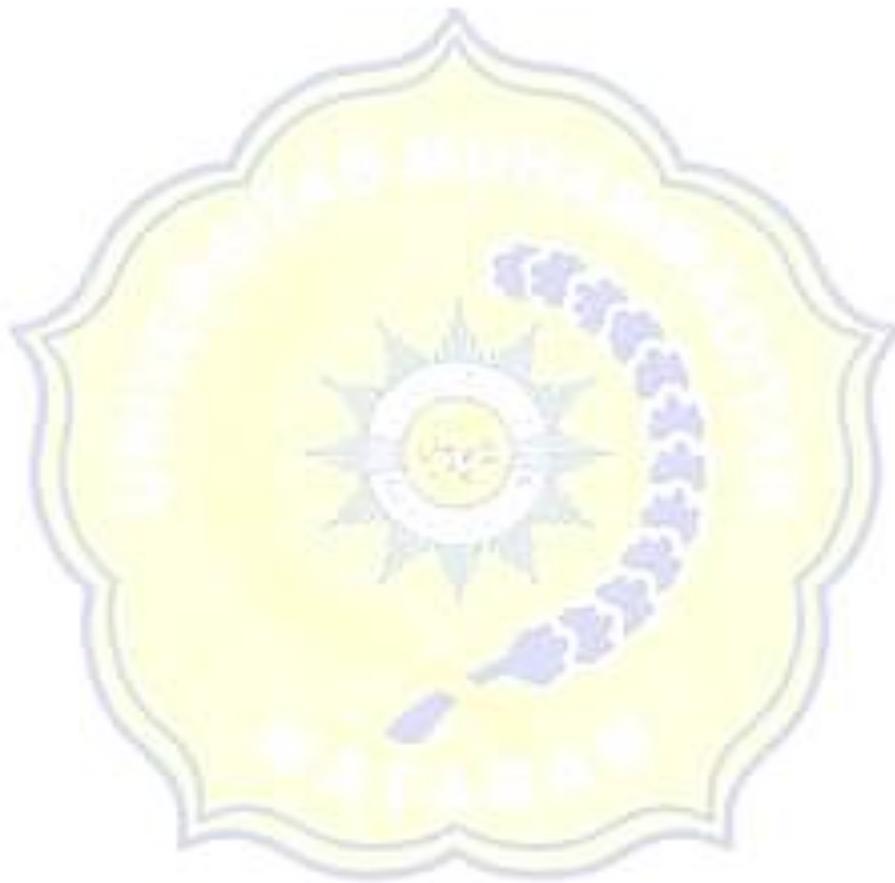
Klasifikasi tanah adalah suatu cara pengelompokan jenis tanah berdasarkan sifat dan karakteristik tanah yang serupa atau hampir mirip dan diberi nama sehingga dapat dengan mudah dikenali, diingat, dipahami, dan dibedakan dari jenis tanah yang berbeda pada tingkat yang berbeda. Setiap jenis tanah memiliki karakteristik yang spesifik, karakteristik yang membuatnya berbeda dengan jenis tanah lainnya. Karena setiap jenis tanah memiliki sifat, sifat, kesesuaian tanaman, dan keterbatasan pertanian yang unik, produksi yang optimal memerlukan teknik pengelolaan tanah yang spesifik. (Fathurrozi, 2016). Klasifikasi tanah umumnya menggunakan indeks uji yang sangat sederhana untuk mendapatkan sifat-sifat tanah. Sifat-sifat ini mengarah pada klasifikasi kelompok berdasarkan ukuran partikel dan plastisitasnya yang diperoleh dari analisis saringan. (Hardiyatmo., 2012). Ada dua sistem klasifikasi tanah yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan jenisnya USCS (*Unified Soil Classification System*) dan AASHTO (*American Association of Highways and Transportation Officials*). Sistem ini menggunakan sifat indeks tanah sederhana seperti distribusi ukuran partikel, batas cair dan indeks plastisitas.

#### 2.2.1.1 Sistem klasifikasi Unified

Dalam satu kesatuan sistem, tanah dibagi menjadi tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) bila kurang dari 50% lolos saringan 200 dan tanah berbutir halus (lanau/lempung) bila lebih dari 50% lolos saringan 200. Tabel 2.1 Beberapa grup dan subgrup ditampilkan dalam . Simbol yang digunakan adalah:

Berikut ini menjelaskan cara menggunakan Tabel 2.1. Misalnya hasil pengujian yang diperoleh di laboratorium: Batas plastis (PL) = 19,86% Batas cair (LL) = 26,99% Sedangkan dari data analisis saringan yang diperoleh, nomor saringan 200 (0,075 mm) Tabel 2.1 menggunakan kolom bawah karena 200 = 47,96% lebih kecil dari 50%. Ini adalah kerikil halus dengan nilai LL 26,99% (kurang dari 50%), maka berisi SC. Selain itu, nilai indeks plastisitas ditentukan.  $PI = LL - PL$  atau  $PI = 26 \text{ persen} - 19 \text{ persen} = 7 \text{ persen}$ . Nilai PI dan LL diplot pada diagram plastisitas untuk mencari titik-titik pada garis A yang menempati zona

SC. Oleh karena itu, tanah dapat diklasifikasikan sebagai SC (lempung-pasir, campuran pasir dan lempung).



Tabel 2.1 Sistem klasifikasi tanah Unified

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Kriteria laboratorium		
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih terdahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar terdahan saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir - kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ , $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk GW	
		Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir - kerikil, atau tidak mengandung butiran halus	GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir - kerikil, atau tidak mengandung butiran halus		
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arsi dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$	
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ , $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk SW	
		Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir - lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arsi dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir - lempung	Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$	
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	<p>Diagram plastisitas: Untuk mengidentifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol</p>		
		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 diatomae, lanau elastis			
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ("fat clays")			
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi			
Tanah dengan kadar organik tinggi	P <sub>1</sub>	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manuial untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488			

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

### 2.2.1.2 Sistem klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi tanah *American Assosation State Hightway Transport Officials Classification* (AASHTO) digunakan untuk menentukan kualitas tanah saat memilih tanggul untuk digunakan di tanggul, dasar jalan, dan subbase jalan raya.

Sistem klasifikasi AASHTO mengklasifikasikan tanah ke dalam delapan kelompok, A-1 sampai A-8, termasuk subkelompok, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2. Pengujian yang dilakukan juga mencakup analisis filter dan batas Atterberg. Pengelompokan dilakukan dengan menentukan indeks grup yang dihitung menggunakan persamaan. (2.1).

$$GI = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(PI - 10) \quad (2.1)$$

Dengan:

*GI* : Indeks kelompok (*group indeks*)

*F* : Persen butiran lolos saringan No. 200 (0.075mm)

*LL* : Batas cair

*PI* : Indeks plastisitas

Ada beberapa aturan untuk menentukan nilai GI:

1. Jika  $GI < 0$ , itu dapat dianggap sebagai nilai  $GI=0$ .
2. Nilai GI yang dihitung dibulatkan ke angka terdekat.
3. Nilai GI untuk kelompok tanah A-1 a, 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 pada bagian dari persamaan indeks kelompok yang dapat digunakan:  
 $GI=0.001 (F-15) (P1-10)$
5. Tidak ada batas atas nilai GI untuk tanah lempung A-7, maksimum 20.

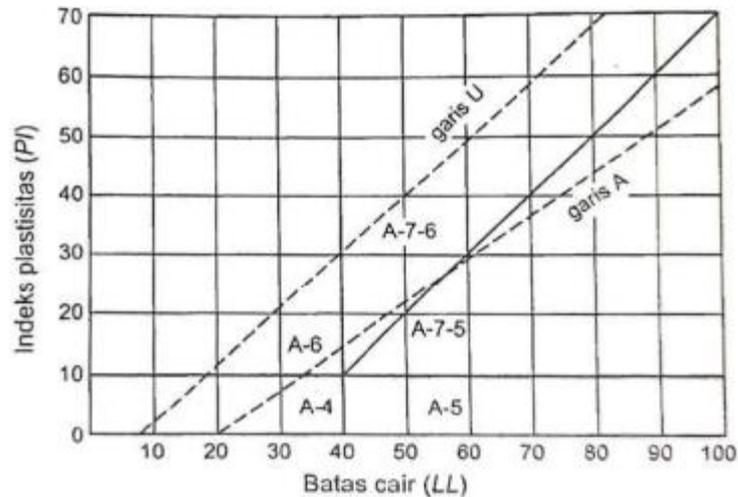
Pada Gambar 2.1 dapat digunakan untuk menentukan batas antara batas cair (*LL*) dan indeks plastisitas (*PI*) untuk kelompok dan subkelompok A4 di A2

Tabel 2.2 Sistem klasifikasi AASHTO

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

Catatan :  
Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (*PL*)  
Untuk  $PL > 30$ , klasifikasinya A-7-5 ;  
Untuk  $PL < 30$ , klasifikasinya A-7-6  
Np = Nonplastis

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)



Gambar 2.1 Batas-batas atterberg

(Sumber: Hardiyatmo, 2022)

## 2.2.2 Sifat fisik tanah

Sifat fisik tanah adalah ciri-ciri tanah berdasarkan bentuk, ukuran, warna tanah, bau tanah, dan lain-lain. (Fathurrozi dan Rezqi, 2016). Tanah terdiri dari tiga komponen: udara, air dan padatan (butiran). Udara tidak memiliki pengaruh teknis, tetapi air memiliki pengaruh besar pada sifat teknis tanah. Ruang antar partikel dapat diisi sebagian atau seluruhnya dengan air atau udara. Ketika rongga air terisi penuh dengan air, tanah dikatakan jenuh. Tanah menjadi jenuh sebagian ketika rongga diisi dengan udara dan air. Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air atau kadar airnya nol. (Mutallib A., 2011).

### 2.2.2.1 Jenis tanah

Sebagian besar jenis tanah terdiri dari campuran beberapa ukuran partikel. Tanah lempung tidak serta merta hanya terdiri dari partikel-partikel lempung. Namun, terkadang bercampur dengan partikel lanau dan pasir, dan terkadang dengan bahan organik. Partikel tanah bervariasi dalam ukuran dari yang lebih besar dari 100 mm hingga lebih kecil dari 0,001 mm. (Hardiyatmo, 1992).

1. Kerikil (*gravel*), Artinya, potongan batuan yang bisa berupa partikel mineral quartz dan feldspar.

2. Pasir (*Sand*), yaitu sebagian besar mineral quartz feldspar.
3. Lanau (*Silt*), Artinya, sebagian besar bagian mikroskopis (sangat kecil) tanah terdiri dari butiran quartz yang sangat halus dan fragmen mika.
4. Lempung (*clay*), Artinya, sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis (sangat kecil) dan supermikroskopik (hanya terlihat dengan mikroskop). Kurang dari 0,002mm (2 micron).

#### 2.2.2.2 Kadar air

Pada dasarnya, tanah terdiri dari beberapa bagian, padat dan berongga. Bagian padat terdiri dari partikel tanah padat dan bagian kosong diisi dengan air dan udara. Untuk menentukan kadar air tanah, sampel tanah dapat diambil dengan membandingkan berat yang terkandung dalam tanah dengan berat partikel tanah dan dinyatakan dalam persentase. Kadar air tanah adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah. Kadar air tanah dapat digunakan untuk menghitung parameter properti tanah. Di sisi lain, pengeringan spesimen organik bebas dilakukan di atas kompor atau dengan menuangkan alkohol di atasnya dan membakarnya secara langsung. Ulangi penimbangan dan pengeringan sampai beratnya konstan (Kusuma dkk., 2016). Kadar air dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2.

$$\text{Kadar air } (w) = \frac{Ww}{Ws} = \frac{W2-W3}{W3-W1} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dengan :

$w$  : Kadar air (%)

$W1$  : Berat cawan kosong (gram)

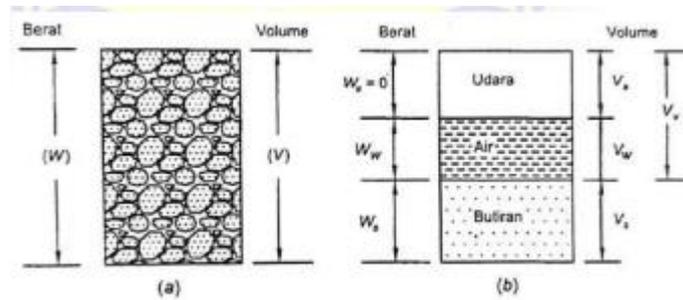
$W2$  : Berat cawan + tanah basah (gram)

$W3$  : Berat cawan + tanah kering (gram)

#### 2.2.2.3 Berat volume

Pengujian berat volumetrik bertujuan untuk mendapatkan berat jenis tanah atau volume tanah dalam satuan gr/cm<sup>3</sup>, yaitu perbandingan berat tanah basah dengan volumenya. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat berbentuk silinder atau tabung yang dimasukkan ke dalam tanah. Tanah pada umumnya terdiri

dari tiga bagian, yaitu partikel padat, air, dan rongga udara, seperti terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram penyusun tanah

(Sumber: Hardiyatmo, 2022)

Dari Gambar 2.2 diatas dapat dibentuk persamaan (2.4) sampai dengan persamaan (2.5), antara lain :

$$W = W_s + W_w \quad (2.3)$$

$$V = V_s + V_w + V_a \quad (2.4)$$

$$V_v = V_w + V_a \quad (2.5)$$

Dengan:

$W_s$  : Berat butiran padat

$W_w$  : Berat air

$V_s$  : Volume butiran padat

$V_w$  : Volume air

$V_a$  : Volume udara

Berat udara ( $W_a$ ) dianggap sama dengan nol.

Kemudian untuk perhitungan berat volume tanah atau berat isi tanah dapat dihitung menggunakan persamaan (2.6) dan persamaan (2.7) sebagai berikut:

$$\text{Berat isi tanah basah} : \gamma_{wet} = \frac{W_2 - W_1}{V} \quad (2.6)$$

$$\text{Berat isi tanah kering} \quad : \gamma_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{1+W} \quad (2.7)$$

Dengan :

$W$  : Kadar air (%)

$W1$  : Berat cincin (gram)

$W2$  : Berat cincin + tanah (gram)

$V$  : Volume tanah = volume dalam cincin (cm<sup>3</sup>)

#### 2.2.2.4 Berat jenis

Berat jenis adalah perbandingan relatif antara massa jenis suatu zat (tanah sebagai bahan uji) dan massa jenis air terhadap volumenya. Cari tahu berat jenis tanah ini dengan pengujian dengan alat piknometer yang terletak di Institut Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram. Dimungkinkan juga untuk menentukan jenis tanah dari hasil pengukuran berat jenis tanah. (Kusuma dkk., 2020). Berat jenis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.8).

$$G = \frac{\text{Berat butir}}{\text{Berat air dan volume yang sama}} = \frac{W}{W_w}$$

$$G = \frac{W2-W1}{(W4-W1)-(W3-W2)} \quad (2.8)$$

Dengan :

$G$  : Berat jenis tanah

$W1$  : Berat piknometer kosong (gram)

$W2$  : Berat piknometer + tanah kering (gram)

$W3$  : Berat piknometer + tanah + air (gram)

$W4$  : Berat piknometer + air (gram)

#### 2.2.2.5 Batas *atterberg*

Batas Atterberg (batas konsistensi tanah) merupakan metrik yang menjadi ukuran (parameter) dominan dalam mengkarakterisasi sifat-sifat tanah di Lampung. Batas Atterberg juga merupakan nilai kadar air yang dinyatakan sebagai batas plastis, eksponen plastis, dan batas cair. Di sini perilaku tanah berbeda dari hasil studi untuk dapat menghubungkannya dengan tegangan masing-masing. (W. Sir dkk., 2019).

#### 2.2.2.6 Batas susut (*Shrinkage Limit*)

Ini didefinisikan sebagai kadar air pada titik antara daerah semi padat dan padat, yaitu kadar air di mana penurunan kadar air berikutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Dilakukan di laboratorium. Cawan dengan diameter 44,4 mm dan tinggi 12,7 mm. Bagian dalam mug dilumasi dan diisi dengan tanah subur yang sempurna. Kemudian keringkan dalam oven. Volume ditentukan dengan mencelupkan ke dalam air raksa (Hardiyatmo., 2002). Batas susut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9).

$$SL = \left( \frac{m1-m2}{m2} - \frac{(v1-v2)\gamma_w}{m2} \right) \times 100\% \quad (2.9)$$

Dengan :

- $SL$  : Batas susut (%)
- $m1$  : Berat tanah basah dalam cawan (gram)
- $m2$  : Berat tanah kering, oven (gram)
- $v1$  : Volume tanah basah dalam cawan ( $cm^3$ )
- $v2$  : Volume tanah kering, oven ( $cm^3$ )
- $\gamma_w$  : Berat volume air ( $gram/cm^3$ )

#### 2.2.2.7 Batas cair (*Liquid Limit*)

Batas cair tanah adalah kadar air minimum di mana sifat-sifat tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis. Titik hasil digunakan untuk menentukan jenis dan klasifikasi tanah. Konsistensi lempung dan

tanah kohesif lainnya sangat dipengaruhi oleh kadar air tanah. Campurkan tanah yang telah melewati filter No 40 dengan air suling dan kemudian tambahkan ke mangkuk Casagrande. Kemudian putar Liquid Limit Tool dan hitung jumlah pukulan yang diperlukan untuk menutup celah kotoran. Kemudian ambil sebidang tanah dan masukkan ke dalam oven. 24 jam untuk menghitung konten (Kusuma dkk., 2016).

#### 2.2.2.8 Batas plastis

Batas plastis (PL) adalah jumlah air di mana tanah berubah dari keadaan plastis ke keadaan semi padat. Batas plastis dihitung berdasarkan perbandingan berat air terhadap berat tanah kering benda uji. Pada metode pengujian ini bahan tanah yang telah lolos ayakan 0,425 mm atau ayakan no 40 digunakan sebagai benda uji dan dicampur dengan air suling atau air mineral hingga menjadi plastis yang cukup untuk dikocok/dibentuk persegi panjang. Mencapai diameter 3 mm. Metode pengocokan dapat dilakukan dengan pengocok batas telapak tangan atau plastik (metode alternatif). Kadar air diukur dengan menggunakan benda uji yang menunjukkan retakan setelah mencapai diameter 3 mm. Kadar air yang diperoleh dari pengujian adalah batas plastis tanah (Kusuma dkk., 2016).

#### 2.2.2.9 Analisa saringan

Analisis saringan tanah adalah penentuan persentase berat partikel pada satu unit ayakan dengan ukuran diameter lubang tertentu. (Hardiyatmo, 1992). Dalam analisis saringan, beberapa saringan dengan bukaan yang berbeda disusun sedemikian rupa sehingga ayakan terbesar berada di atas saringan terkecil. Filtrasi adalah metode yang digunakan secara langsung untuk menentukan ukuran partikel, biasanya berdasarkan batas ukuran bawah saringan yang digunakan. (Kusuma dkk., 2016).

### 2.2.3 Sifat mekanik tanah

Sifat mekanik tanah adalah sifat perilaku komposisi massa tanah, yang kemudian ditekan atau dikenai gaya yang dijelaskan secara teknis atau mekanis.

#### 2.2.3.1 Kepadatan tanah

Pembuatan timbunan tanah untuk jalan, bendungan tanah, dan banyak struktur teknik sipil lainnya membutuhkan pemadatan tanah gembur untuk meningkatkan kepadatannya. Pemadatan membantu meningkatkan kekuatan tanah dan meningkatkan daya dukung beban fondasi di bawahnya. Pemadatan juga dapat mengurangi tingkat penurunan yang tidak diinginkan dan meningkatkan stabilitas lereng.

Pemadatan tanah dilakukan untuk mencari kadar air optimal dan berat kering maksimum. Dalam penelitian ini, sampel tanah, filter #4 digunakan dan dikeringkan dalam oven. Dapatkan kurva kadar air optimum (OMC) dan berat kering maksimum/kepadatan kering maksimum (MDD). Kompresi dilakukan dengan dua cara.:

1. *Proctor Standar*

Pengujian *Proctor Standar* merupakan pemadatan yang memadai untuk sebagian besar aplikasi seperti tanggul dinding penahan tanah, tanggul jalan raya, dan tanggul tanah.

2. *Proctor modifikasi*

Pengujian *Proctor modifikasi* Digunakan untuk aplikasi yang lebih menuntut seperti bandara dan kursus dasar jalan. Perhatikan bahwa tanah memiliki hubungan antara kadar air dan bahan kering unit tanah padat. (Hardiyatmo., 2012).

Pengujian pemadatan dengan *modified Proctor* sama dengan pengujian *Standard Proctor*. Satu-satunya perbedaan adalah energi yang digunakan dan jumlah lapisan. Energi kompresi adalah selisihnya pada Tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.3 Perbandingan *Standar Proctor* dan *modified Proctor*

	<i>Standard proctor test</i>		<i>Modified proctor test</i>	
Jumlah tumbukan	25		25	
Jumlah lapisan	3		5	
Berat alat penumbuk	2,5 kg	5 lb	6,6 kg	14 lb
Tinggi jatuh	30,48 cm	1 ft	60,96 cm	2 ft
Volum cetakan	943	1/30 ft <sup>3</sup>	943	1/30 ft <sup>3</sup>
Energi pemadatan	11250 ft-lb/ft <sup>3</sup>		105000 ft-lb/ft <sup>3</sup>	

(Sumber : SNI 1743-2008)

Energi pemadatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan (2.10), sampai dengan persamaan (2.12) berikut ini:

$$E = \frac{N b N_i W H}{V} \quad (2.10)$$

Dengan:

$E$  = energi Pemadatan (kg-cm/cm<sup>3</sup>)

$Nb$  = jumlah pukulan perlapis

$N_i$  = jumlah lapisan

$W$  = berat pemukul (kg)

$H$  = tinggi jatuh (cm<sup>3</sup>)

$V$  = volume mould (cm<sup>3</sup>)

- Contoh perhitungan *Proctor standar*

$$E = \frac{(tumbukan) \times (lapisan) \times (berat penumbuk) \times (tinggi jatuh)}{volume cetakan} \quad (2.11)$$

Atau

$$E = \frac{(25) X (3) X (5) X (1)}{\left(\frac{1}{30} ft^3\right)}$$

$$E = 11,250 ft - lb/ft^3 = 538,6 kj/m^3$$

- Contoh perhitungan *modified Proctor*

$$E = \frac{(tumbukan)x(lapisan)x(berat penumbuk)x(tinggi jatuh)}{volume cetakan} \quad (2.12)$$

Atau

$$E = \frac{(25)X(5)X(14)X(2)}{\left(\frac{1}{30} ft^3\right)}$$

$$E = 105,000 ft - lb/ft^3 = 5027,4 kj/m^3$$

Berdasarkan SNI 1742 – 2008 dan SNI 1743-2008 pemadatan ditetapkan dengan cara empat pilihan antara lain seperti Tabel 2.4 dan Tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.4 Cara uji *Proctor Standar*

Uraian	Cara A	Cara B	Cara C	Cara D
Diameter cetakan (mm)	101,60	152,40	101,60	152,40
Tinggi cetakan (mm)	116,43	116,43	116,43	116,43
Volume cetakan (cm <sup>3</sup> )	943	2124	943	2124
Massa penumbuk (kg)	2,5	2,5	2,5	2,5
Tinggi jatuh penumbuk (mm)	305	305	305	305
Jumlah tumbukan per lapis	25	56	25	56
Bahan lolos saringan	No. 4 (4,75 mm)	No. 4 (4,75 mm)	19,00 mm (3/4'')	19,00 mm (3/4'')

(Sumber : SNI 1742-2008)

Tabel 2.5 Cara uji *modified Proctor*

Uraian	Cara A	Cara B	Cara C	Cara D
Diameter cetakan (mm)	101,60	152,40	101,60	152,40
Tinggi cetakan (mm)	116,43	116,43	116,43	116,43
Volume cetakan (cm <sup>3</sup> )	943	2124	943	2124
Massa penumbuk (kg)	2,5	2,5	2,5	2,5
Tinggi jatuh penumbuk (mm)	305	305	305	305
Jumlah lapis	5	5	5	5
Jumlah tumbukan per lapis	25	56	25	56
Bahan lolos saringan	No. 4 (4,75 mm)	No. 4 (4,75 mm)	19,00 mm (3/4'' )	19,00 mm (3/4'' )

(Sumber : SNI 1743-2008)

Sebelum dipadatkan, tanah harus dikeringkan terlebih dahulu sampai menjadi gembur. Proses pengeringan tanah dapat dilakukan pada suhu di bawah 60°C menggunakan sinar matahari luar ruangan atau oven pengering laboratorium. Kemudian giling atau gembur tanah sampai lolos saringan No. 4 (4,75 mm) Metode A, Metode B dan Metode C dan Metode D menggunakan filter 19,00 mm (3/4 inci). Kemudian tambahkan air ke setiap tanah uji dan aduk sampai air ditambahkan secara bertahap.

#### 2.2.3.2 Kuat geser langsung (*Direct shear test*)

*Direct shear test* atau alat geser langsung adalah salah satu jenis pengujian tertua dan sangat sederhana untuk menentukan parameter kuat geser tanah  $c$  dan  $\phi$ . Pengujian ini memungkinkan penentuan nilai kuat geser tanah secara langsung dan cepat pada kondisi tidak terdrainase atau dalam konsep tegangan total. Meskipun pengujian ini ditujukan untuk tanah non-kohefif, pengembangannya memungkinkan untuk diterapkan pada jenis tanah kohefif juga.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat geser pada tanah berpasir meliputi ukuran partikel, air antar partikel, kekasaran permukaan partikel, porositas atau

berat jenis, distribusi ukuran partikel, bentuk partikel, tegangan partikel, dan riwayat tegangan.

Kuat geser tanah dapat dihitung menurut Persamaan 2.13 sebagai:

$$s = c' + (\sigma - u)\tan\phi' \quad (2.13)$$

Atau

$$s = c' + \sigma'\tan\phi'$$

Dengan :

$S$  : Kekuatan geser atau perlawanan geser

$\sigma$  : Tegangan normal total pada bidang geser

$u$  : Tekanan air pori pada bidang geser

$\sigma'$  : Tegangan normal efektif pada bidang geser

$c'$  : Kohesi menurut keadaan tegangan efektif

$\phi'$  : Sudut ketahanan geser (sudut gesekan) menurut keadaan tegangan efektif

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Lab prodi Teknik Sipil Fatek Ummat dan pengambilan sampel sebanyak sampel dilakukan di Dusun Kerandangan, Desa Senggigi, Kecamatan Batu Layar, Lombok Barat Untuk lokasi pengambilan sampel itu sendiri lebih tepatnya dapat di lihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian

(Sumber: *google earth*, 2022)

Sedangkan lokasi penelitian terletak di Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram di Jalan KH. Ahmad Dahlan No.1, Kelurahan Pagesangan, Kecamatan Mataram, Kota Mataram, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

#### 2.3 Alat dan Bahan Penelitian

Di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram, beberapa perangkat yang digunakan dan tersedia untuk penelitian ini, antara lain:

### **3.2.1 Saringan**

Saringan adalah alat yang digunakan untuk menyaring dan memisahkan partikel tanah dan grading batuan. Saringan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa ukuran mulai dari ukuran 37,5 mm sampai dengan 0,075 mm. Peralatan ditunjukkan pada Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Saringan.

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022)

### **2.2.2 Timbangan**

Timbangan yang digunakan adalah timbangan presisi 0,01 gram dan timbangan digital presisi 0,1 gram. Untuk menimbang sampel dengan berat maksimum 200 gram, gunakan timbangan presisi 0,01 gram, dan untuk timbangan presisi 0,1 gram, gunakan timbangan presisi 0,1 gram. Digunakan untuk menimbang sampel di atas 200 gram. Skala yang digunakan selama penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.3 dan 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.3 Timbangan ketelitian 0,01 gram  
(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022)



Gambar 3.4 Timbangan ketelitian 0,1 gram  
(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022)

### 2.2.3. Hidrometer dan tabung ukur

Hidrometer digunakan untuk perhitungan hidrometer dalam ukuran partikel halus dan pengujian saringan. Hidrometer dan tabung pengukur yang digunakan ditunjukkan di bawah ini pada Gambar 3.5 dan 3.6.



Gambar 3.5 Hidrometer

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022)



Gambar 3.6 Tabung ukur

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022)

#### 2.2.4. *Shave shaker*

*Shave shaker* adalah alat yang dirancang untuk memisahkan partikel padat terestrial menggunakan perangkat filter terstruktur dimana setiap lapisan memiliki nilai ukuran filter yang berbeda dari yang terbesar hingga yang terkecil. Adapun *shave shaker* Hal ini ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 *Shave Shaker*

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022)

#### 2.2.5. Alat dan bahan batas susut

Alat dan Bahan Batas Susut Terdiri dari air raksa, gelas susut, gelas ukur, dan pelat kaca untuk menentukan volume batas susut setelah pengeringan oven atau pengeringan 16 jam, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Alat batas susut

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022).

#### 2.2.6. Cawan

Caawan yang digunakan adalah gelas tahan lama dan tahan karat yang digunakan terus menerus dalam berbagai kondisi seperti panas, dingin, dan berat.

cangkir yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.9 di bawah ini.



Gambar 3.9 Cawan

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022)

#### **2.2.7. Pisau Perata**

Pisau perata adalah alat yang digunakan dalam penelitian untuk mencampur sampel bahan dan spesimen. Pisau leveling biasanya terbuat dari logam datar dengan pegangan plastik. Cangkir yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.10 di bawah ini.



Gambar 3.10 Pisau perata

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022).

### 2.2.8. Oven pengering

Oven pengering digunakan untuk pengeringan sampel untuk menghilangkan kelembaban sampel pada suhu tertentu sesuai dengan pedoman penelitian. Oven pengering yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.11 di bawah ini.



Gambar 3.11 Oven pengering.

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022).

### 2.2.9. Cawan porselen (*mortar*)

Cawan porselen adalah alat yang berfungsi sebagai wadah untuk mencampur sampel atau benda uji dengan bahan kimia atau bahan lain untuk keperluan penelitian atau pengujian. Cawan porselen yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.12 di bawah ini.



Gambar 3.12 Cawan porselin

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022)

### 2.2.10. Alat *cassagrande*

Alat *cassagrande* merupakan alat yang berfungsi untuk pengujian batas cair seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.13 berikut ini.



Gambar 3.13 Alat *cassagrande*.

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022).

### 2.2.11. Pikhometer

Pikhometer yang digunakan adalah botol timbang kaca dengan kapasitas 100 ml dan mampu menahan suhu panas konstan. Pikhometer yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.14 di bawah ini.



Gambar 3.14 Pikhometer

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022).

### 2.2.12. Mold/Cetakan

Alat yang digunakan dalam pengujian kompresi ini terdiri dari tiga bagian: bagian bawah cetakan, leher cetakan dan cetakan itu sendiri, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.15 di bawah ini.



Gambar 3.15 Mold/cetakan

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022).

### 2.2.13. Alat penumbuk

Sebuah pukulan seberat 2,5 kg digunakan dalam uji pemadatan dan berat 5,5 kg ditunjukkan pada Gambar 3.16 di bawah ini.



Gambar 3.16 Alat pemadatan

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022).

#### 2.2.14. *Direct shear test*

*Direct shear test* menentukan parameter kuat geser tanah  $c$  dan  $\phi$ . Pengujian ini memungkinkan penentuan nilai kuat geser tanah secara langsung dan cepat dalam konsep tanpa aliran atau tegangan. Alat-alat yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.17 di bawah ini.

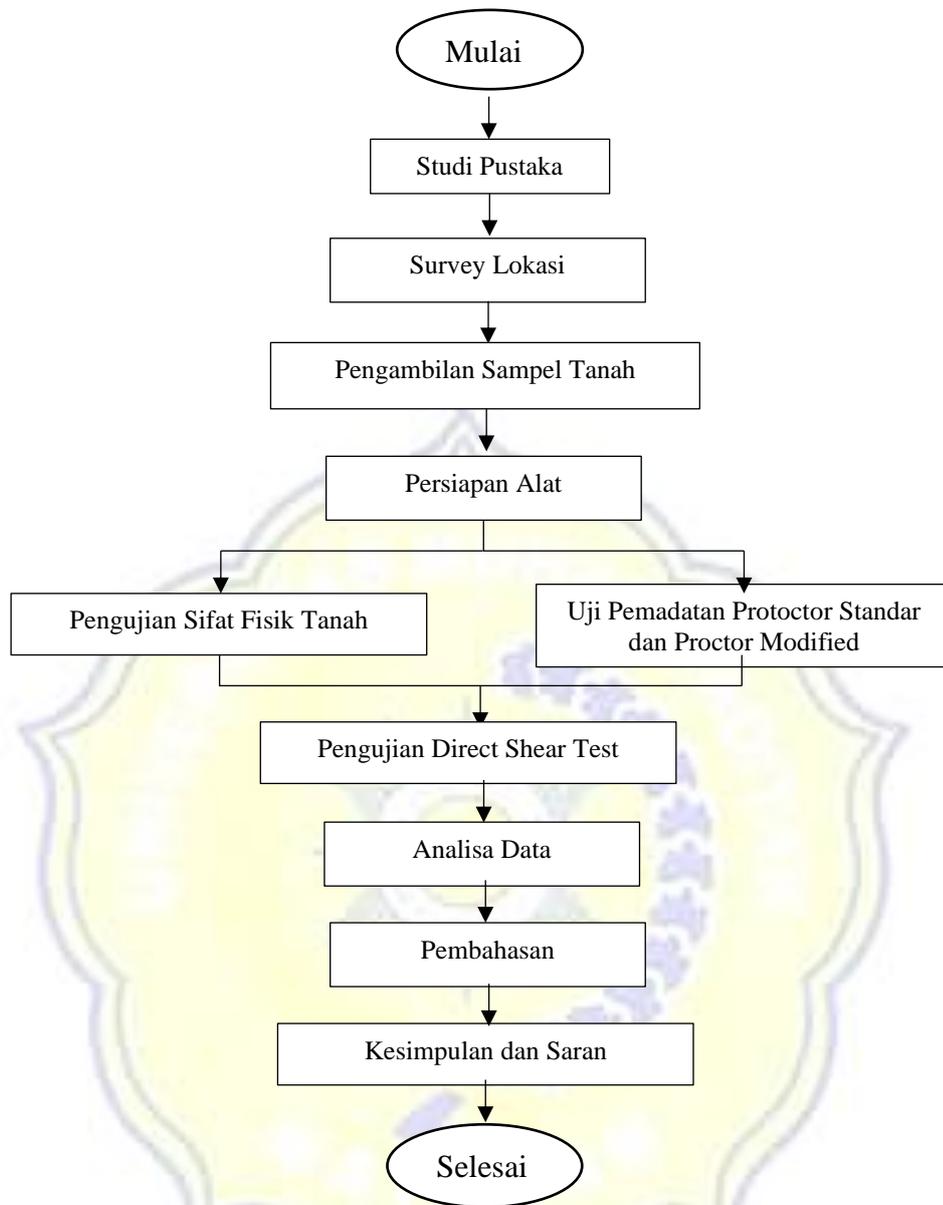


Gambar 3.17 (*Direct shear test*)

(Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2022)

#### 2.4 **Bagan Alir Penelitian**

Untuk melengkapi penelitian ini, diperlukan kerangka/langkah kerja penelitian untuk memudahkan penulis memahami setiap langkah penelitian yang dilakukan. Berikut adalah flowchart yang digunakan dalam penelitian, ditunjukkan pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Bagan Alir Penelitian

### 3.4 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian adalah analisis kelayakan fisik dan mekanik tanah di Desa Senggigi, Kecamatan Batu Layar, Lombok Barat. Hal ini tergantung pada metode penelitian yang digunakan untuk mendapatkan data yang sesuai.

### **3.4.1 Studi pustaka**

Tinjauan pustaka adalah salah satu metode pengumpulan data primer yang digunakan peneliti untuk mencari referensi untuk studi mereka. Penelitian sastra sendiri merupakan titik dimana data dapat ditemukan dan dikumpulkan dalam bentuk dokumen, gambar, dan lain-lain yang mendukung penelitian tersebut. Ini memfasilitasi proses analisis data selanjutnya.

### **3.4.2 Pengumpulan data**

Pengumpulan data adalah suatu kegiatan yang dilakukan selama penelitian dengan cara mencatat semua hasil dari beberapa uji sampel yang telah ditentukan sebelumnya. Metode pengumpulan data juga dapat dilakukan dengan observasi untuk mendapatkan data sampling tanah di sekitar lokasi survei dan lapangan. Berbagai data dari kegiatan pengumpulan data seperti kadar air, berat volumetrik, berat jenis, batas cair, batas plastis, analisis ayakan, batas susut, kompaksi dan kuat geser tanah yang akan diolah dan dianalisis menentukan dampak tanah.

### **3.4.3 Survei lokasi**

Tentunya analisis data dilakukan sesuai pedoman dan aturan SNI. Ini berfungsi sebagai tolok ukur dan mengontrol jalannya penelitian. Pengujian dilakukan di Institut Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram dan dilakukan pada beberapa tingkat pengujian yang terdiri dari pengujian kadar air, berat jenis, berat volumetrik, batas cair, batas plastis, analisis ayakan, batas susut dan berat jenis tanah. itu dilakukan. Memperoleh data dari hasil pengujian untuk menentukan kepadatan tanah dan kekuatan geser.

### **3.4.4 Pengambilan sampel tanah**

Pengambilan sampel dilakukan di Desa Senggigi, Kecamatan Batu Layar, Pulau Lombok Barat, dengan menggali tanah sedalam 1 m dan mengumpulkan tanah sebagai sampel tanah. Itu dibawa ke Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Muhammadiyah, Mataram dan diuji.

### **3.4.5 Rancangan penelitian**

Penelitian yang dilakukan terdiri dari uji coba terhadap beberapa contoh bahan uji untuk mendapatkan sifat dan karakteristik tanah dengan menggunakan metode analisis data penelitian. Penelitian yang dilakukan berfokus pada pengujian sifat fisik tanah: kadar air, berat volumetrik, berat jenis, batas cair, batas plastis, analisis filter dan hidrometer, batas susut, dan kerapatan tanah menurut klasifikasi tanah AASHTO (*American Association Of State Highway and Transporting Official*).

### **3.4.6 Jenis pengujian**

Dalam penelitian ini, ada beberapa pengujian untuk mendapatkan data untuk menganalisis kelayakan fisik dan mekanik material sebagai material pengisi jalan, sebagai berikut.

#### **3.4.6.1 Uji kadar air**

Kadar air adalah perbandingan antara massa air yang terkandung dalam tanah dengan massa partikel padat. Metode SNI 1965:2008 digunakan untuk menentukan kadar air tanah organik. Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar air pada tanah asli atau sampel yang akan diuji.

Pelaksanaan :

1. Bersihkan dan keringkan cawan kosong dan timbang dengan ketelitian 0,01.
2. Siapkan contoh tanah uji dan timbang contoh tanah basah ke dalam cawan kosong.
3. Sampel uji tanah kemudian ditempatkan dalam oven pengering pada suhu 110°C selama 16 sampai 24 jam. Kemudian gunakan tutup cangkir untuk menyisipkan spidol untuk setiap benda uji.
4. Selanjutnya, keluarkan cangkir dan benda uji dari oven. Kemudian didinginkan di udara terbuka dan ditimbang kembali untuk mengetahui berat tanah kering.

#### **3.4.6.2 Uji berat volume**

Pengujian berat volume bertujuan untuk mengetahui berat isi tanah yang merupakan perbandingan berat tanah basah dengan volumenya ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ). Karena pengujian ini dilakukan dengan silinder tipis yang menembus ke dalam tanah, maka pengujian ini tidak dapat dilakukan pada tanah berpasir atau berkerikil yang gembur. Di bawah ini adalah tahapan melakukan uji berat volume tanah.

1. Ambil cincin, bersihkan dan timbang ( $W_1$ ).
2. Tempatkan ujung tajam pada permukaan tanah dan dorong perlahan hingga tanah benar-benar berada di dalam ring.
3. Potong dan ratakan kedua sisinya dengan pisau.
4. Jika ada lubang kecil dengan dasar yang sama.
5. Buang sisa tanah di luar ring dan timbang ring dengan tanah.
6. Hitung volume tanah dengan mengukur ukuran cincin dengan ketelitian 0,01 cm.
7. Peralatan akan dibersihkan dan dikembalikan ke lokasi semula.

#### 3.4.6.2 Uji berat jenis

Pengujian berat jenis bertujuan untuk mengetahui berat jenis suatu sampel tanah yang digunakan sebagai benda uji. Berat jenis tanah adalah perbandingan berat biji-bijian dengan berat air suling dalam volume udara yang sama pada suhu tertentu. Biasanya diambil pada suhu  $27,5^\circ\text{C}$ . Di bawah ini adalah langkah-langkah untuk menguji berat jenis tanah.

1. Bersihkan piknometer dan keringkan bagian dalam dan luarnya. Selanjutnya timbang piknometer kosong ( $W_1$ ).
2. Sampel tanah dihaluskan dengan alu dalam mangkuk porselen dan dikeringkan dalam oven. Masukkan tanah kering ke dalam oven dan segera masukkan tanah tersebut ke dalam tutup piknometer. Setelah itu ditimbang sebagai berat piknometer + tanah kering ( $W_2$ ).
3. Tuang 10ml air ke dalam piknometer hingga menutupi tanah seluruhnya dan biarkan selama 2-10 jam.

4. Tambahkan sekitar setengah atau dua pertiga air suling. Udara yang terperangkap di antara partikel harus dihilangkan atau dihilangkan dengan salah satu metode berikut:
  - Tempatkan piknometer dengan air dan tanah dalam wadah tertutup dan evakuasi dengan pompa vakum (kurang dari 100 mmHg) untuk mengeluarkan gelembung udara ke dalam air bersih.
  - Rebus piknometer secara perlahan selama 10 menit, miringkan piknometer sesekali agar udara keluar dan dingin.
5. Isi dan tutup piknometer dan air suling. Lap bagian luar piknometer dengan kain kering, masukkan tanah dan air ke dalam piknometer, dan timbang piknometer + tanah + air (W3). Suhu air dalam piknometer diukur dengan termometer (T<sup>o</sup>c).
6. Kosongkan dan bersihkan piknometer, isi tutupnya dengan air suling untuk menghilangkan udara, dan bersihkan bagian luarnya dengan kain kering. Kemudian ukur berat piknometer berisi air sebagai berat jenis + berat air (W4). Proses ini berjalan secepat mungkin setelah proses point e berjalan.

#### 3.4.6.4 Uji batas cair

Pengujian batas cair tanah Untuk menentukan batas cair tanah, alat memeriksa kadar air tanah selama migrasi yaitu *Casagrande*. Berikut ini langkah-langkah pengujian batas cair tanah :

1. Tempatkan contoh tanah (maksimum  $\pm$  200 gram) dalam mangkuk porselen dan aduk rata dengan 15-20 ml air suling. Jika perlu, tambahkan air sedikit demi sedikit dalam kisaran 1cc hingga 3cc, aduk dengan spatula, dan tekan untuk membuat lubang. Aduk, tekan, aduk, dll. sehingga tercipta campuran yang benar-benar homogen.
2. Setelah campuran tanah sudah merata dan kebasahannya telah membawa sekitar 30-40 pukulan ke percobaan, tambahkan sebagian tanah ke mangkuk Casagrande. Gunakan spatula untuk menyebarkannya dan tekan dengan

kuat sehingga tidak ada kantong udara atau gelembung udara di tanah. Ratakan permukaan tanah dan ratakan dengan ujung mangkuk. Tuang sisa tanah ke dalam mangkuk porselen.

3. Dengan menggunakan alat pembarut, buat alur lurus di garis tengah mangkuk *Casagrande* di sepanjang sumbu alat, pisahkan menjadi dua bagian simetris. Bentuk seruling harus bagus dan tajam dengan ukuran yang sesuai dengan alat pemotong. Bolak-balik beberapa kali, sedikit lebih dalam setiap kali, untuk menghindari alur yang buruk dan mencabut tanah mangkuk *Casagrande*.
4. Segera gerakkan pemutar sehingga mangkuk *Casagrande* bergerak ke atas dan ke bawah pada alas dengan kecepatan 2 putaran per detik sehingga kedua bagian alas memiliki panjang sekitar 1/2 inci (12,7 mm) bersama-sama. Catat jumlah pukulan yang diperlukan.
5. Pada percobaan pertama, jumlah pukulan yang dibutuhkan adalah 30-40 pukulan. Jika lebih dari 40 kali, tanahnya tidak cukup lembab, dan seperti proses sebelumnya, Anda harus memasukkan kembali tanah dari mangkuk *Casagrande* ke dalam mangkuk porselen dan menambahkan air secara bertahap dan aduk hingga rata.
6. Cuci mangkuk *Casagrande* dengan air dan keringkan dengan kain. Kemudian ulangi pekerjaan dari titik b ke titik d.
7. Segera keluarkan tanah dari seluruh alur dengan spatula dari mangkuk *Casagrande*. Periksa tabel air.
8. Buang sisa tanah dalam mangkuk porselen dan tambahkan air sedikit demi sedikit dan aduk rata. Cuci dan keringkan mangkuk *Casagrande*.
9. Ulangi untuk titik b, c, d, g, dan h untuk mendapatkan 3 atau 4 titik data untuk kadar air versus 15-35 ketukan. Perbedaan di antara mereka hampir sama. Eksperimen ini harus dilakukan dari tanah yang kurang berair daripada yang lebih berair.

#### 3.4.6.5 Uji batas plastis dan indeks plastisitas tanah

Uji batas plastis ini bertujuan untuk mengetahui batas plastisitas tanah dimana kadar air minimum tanah masih dalam keadaan plastis. Ketika tanah digulung menjadi batang dengan diameter 3 mm, tanah menjadi plastis, pada titik itu mulai retak. Indeks plastisitas adalah selisih antara titik luluh dan titik plastis suatu tanah. Di bawah ini adalah langkah-langkah untuk menguji batas plastisitas dan indeks plastis tanah.

1. Tempatkan contoh tanah dalam gelas beaker porselen, campur dengan sedikit air, dan aduk sampai benar-benar homogen. Kelembaban tanah yang ditentukan adalah sampai tanah cukup plastis sehingga dapat dengan mudah dibentuk menjadi bola dengan tekanan jari dan tidak lengket.
2. Remas atau bentuklah bola atau lonjong dari sampel tanah seberat 8 gram (diameter  $\pm 13$  mm). Benda uji ditumbuk dengan tekanan yang cukup pada pelat kaca yang ditempatkan di bawah jari pada permukaan horizontal untuk membentuk batang dengan diameter yang seragam. Gerakan penggerindaan lantai menggunakan kecepatan gerak bolak-balik sekitar 1 detik.
3. Bila pada penggilingan berdiameter batang telah menjadi sekitar 3mm (dibandingkan dengan kabel referensi), ketika stik menjadi halus, ambil dengan tangan Anda, potong menjadi 6-8 bagian, dan uleni hingga halus. Kemudian, ketika gerinda berubah menjadi batangan berdiameter 3 mm dan poros masih licin, giling kembali, uleni kembali bentuk menjadi bola, dan giling kembali hingga batang gerinda retak dan hilang. Bahkan jika tidak dihancurkan hingga diameter 3mm, dapat dihancurkan menjadi tongkat kecil.
4. Kumpulkan tanah yang retak atau pecah-pecah dan segera periksa tingkat kelembapannya.

#### 3.4.6.6 Uji batas susut

Pengujian batas susut ini bertujuan untuk mengetahui batas susut tanah yang kadar airnya antara semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana

penurunan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Di bawah ini adalah langkah-langkah untuk menguji batas susut tanah.

1. Tempatkan contoh tanah dalam gelas beaker porselen dan aduk perlahan dengan air, aduk sampai benar-benar homogen. Kadar air tanah yang ditentukan adalah sampai tanah tampak halus dan sedikit cair.
2. Siapkan cawan porselen yang sudah dibersihkan, timbang cawan kosong (W1), beri pelumas pada cawan porselen agar kotoran di dalam oven tidak lengket saat mengering, dan mudah dikeluarkan.
3. Tambahkan tanah secara bertahap ke dalam cangkir porselen dengan spatula, ketuk cangkir di setiap tingkat untuk meratakan tanah di dalam cangkir porselen dan menghindari penyumbatan kantong udara dengan tanah. Ulangi ini sampai tanah terisi penuh.
4. Ratakan permukaan alas cetakan porselen dengan spatula dan bersihkan bagian luar cetakan porselen dengan kain. Kemudian timbang sebagai cawan + berat tanah basah (W2).
5. Lantai kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu antara 105°C dan 110°C selama 16-24 jam.
6. Keluarkan tanah kering dari oven. Selanjutnya ditimbang berat cawan + berat tanah kering (W3).
7. Siapkan air raksa dan wadah kecil serta cangkir untuk air raksa nanti. Setelah air raksa dituangkan ke dalam cangkir, diratakan dengan piring kaca kecil. Benda uji kemudian ditempatkan dalam gelas kimia yang berisi merkuri dan pelat kaca ditekan sampai merkuri dan benda uji sejajar dengan gelas kimia. Kumpulkan dan timbang air raksa yang meluap untuk menentukan berat volume kering tanah.

#### 3.4.6.7 Uji analisa saringan dan hidrometer

Pengujian analisis saringan bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel agregat tanah sesuai dengan ukuran ayakan yang digunakan dalam penelitian ini. Analisis saringan dan hidrometer juga dikatakan membantu mengklasifikasikan jenis tanah. Untuk menguji filter dan analisis hidrometer:

1. Langkah pertama dalam mengkonfirmasi analisis saringan adalah menyiapkan sampel tanah kering sesuai dengan peraturan dan menggilingnya dalam penggiling. Pemukulan harus dilakukan dengan lembut dan dengan kekuatan yang cukup agar butiran halus tidak menempel pada butiran kasar.
2. Setelah pemadatan, tanah dikeringkan kembali dalam oven pengering untuk menghilangkan uap air yang telah meresap selama pemadatan.
3. Siapkan benda uji sesuai batas minimum benda uji berdasarkan ukuran butir maksimum (W1).
4. Siapkan beberapa filter dimulai dengan nomor saringan No. 4 sampai dengan no. saringan 200 secara berurutan.
5. Tempatkan sampel uji dalam saringan yang diletakkan berdampingan di atas shaker selama 10-15 menit. Hentikan mesin setelah 10-15 menit.
6. Timbang tanah yang tersisa di saringan dan saring melalui saringan No. 200.
7. Selanjutnya dilakukan pengujian analisa hidrometer dengan mempersiapkan sample tanah lolos saringan no.200 hasil pengujian analisa saringan.
8. Campuran natrium heksametafosfat dan air suling atau 1 sampai 1,5 CC gelas air dibuat dengan komposisi 5 g: 125 ml dan digunakan sebagai dispersan (bahan pendispersi).
9. Tuang larutan deflocculant ke dalam gelas kimia, masukkan contoh tanah yang telah lolos saringan #200, aduk dengan spatula hingga rata, dan rendam selama 24 jam.
10. Ambil 125 ml larutan flokulan pendispersi yang memiliki komposisi di atas (langkah h), masukkan ke dalam gelas ukur 1000 ml, tambahkan air suling hingga menjadi 1000 ml, dan aduk sampai campuran benar-benar homogen.
11. Setelah perendaman (bahan uji dari langkah i), masukkan seluruh campuran ke dalam mangkuk pencampur, tambahkan air suling dari beaker bilas, dan aduk selama 2 menit.

12. Pindahkan seluruh campuran ke gelas ukur 1000ml dan tambahkan air suling dari mangkuk cuci blender. Jangan melebihi 1000 ml volume larutan akhir. Jika kurang, Anda bisa menambahkan hingga 1000ml air suling.
13. Tutup mulut tabung rapat-rapat dengan telapak tangan dan kocok berulang kali selama  $\pm 1$  menit. Berhati-hatilah agar tidak menumpahkan campuran saat dikocok atau menempel di bagian bawah gelas.
14. Segera setelah mengocok tempatkan tabung ke dalam penangas air dan masukkan hidrometer dengan hati-hati. Permukaan hidrometer dan tekan stopwatch.
15. Baca hidrometer ( $R_a$ ) dan termometer pada 2, 5, 30, 60, 250 dan 1440 menit. Jangan lupa tulis tanggalnya. Setelah setiap pembacaan, bersihkan hidrometer, ganti dengan air suling dalam tabung gelas ukur, dan lakukan pembacaan hidrometer (pembacaan yang benar hingga nol hidrometer =  $Z_c$ ). Ini karena larutan peptizer (larutan kimia yang digunakan untuk memisahkan partikel tanah) mengubah pembacaan menjadi nol. Nilai  $Z_c$  bisa positif atau negatif.
16. Amati perbedaan antara ketinggian air dalam pipa dan bagian atas cekungan. Nilai ini umumnya merupakan harga koreksi  $\text{min-cus} = \text{mc}$ , dan batas atas  $\text{min-cus}$  adalah pedoman untuk membaca dalam tes.
17. Bersihkan alat, area pengujian dan ganti semua alat.

#### 3.4.6.8 Uji pemadatan tanah

Pengujian pemadatan tanah yang dilakukan di laboratorium berdasarkan standar SNI 1742-2008, menggunakan standar Proctor dan uji Proctor yang dimodifikasi sebagai berikut:

- Proctor Standar dengan ketentuan sebagai berikut :
  1. Diameter *mould* = 10,2 mm
  2. Tinggi *mould* = 11,7 cm
  3. Berat *hammer* = 2,5 kg
  4. Tinggi jatuh = 30,5 mm

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 5. Jumlah lapis          | = 3 lapis                |
| 6. Jumlah tumbukan/lapis | = 25 tumbukan/lapis      |
| 7. Volume tanah          | = 947,39 cm <sup>3</sup> |

Nilai yang akan dipadatkan dari pengujian ini adalah kadar air optimum ( $W_{opt}$ ) dan berat isi kering ( $\gamma_d maks$ ). Lima variasi kadar air digunakan dalam pengujian ini, dengan 1% hingga 3% air ditambahkan ke setiap variasi kadar air.

Tahapan proses kompresi adalah:

1. Jika contoh tanah yang digunakan untuk uji pemadatan masih basah, biarkan tanah mengering dengan sendirinya atau gunakan pengering pada suhu tidak melebihi 60°C. Pengeringan dilakukan pada jarak yang cukup agar gumpalan tanah mudah pecah menjadi partikel tanah.
2. Saring butiran yang dihasilkan melalui saringan No. Butiran-butiran besar yang tertinggal di atas saringan dibuang, kecuali butiran-butiran yang tersisa berupa gumpalan yang dapat pecah lebih lanjut.
3. Bagian yang lolos saringan digunakan sebagai benda uji, dan jumlah sampelnya adalah 2 kg atau lebih untuk setiap benda uji.
4. Campurkan air dan tanah secukupnya secara merata sehingga ketinggian air pada benda uji pertama sekitar 6% di bawah ketinggian air optimum.
5. Jika sampel tanah adalah lempung, pemerataan air sulit dilakukan dan memakan waktu lama. Oleh karena itu, untuk tanah lempung harus dilaksanakan sebagai berikut:
  - a. Setelah tanah dan air tercampur rata, simpan di tempat kedap udara minimal 12 jam sebelum dipadatkan (gunakan kantong plastik). Hal ini dikarenakan pemadatan dilakukan sebanyak 5 kali dengan mengubah kadar air. Oleh karena itu, lebih banyak sampel harus disiapkan untuk tanah liat.
  - b. Siapkan lima benda uji, masing-masing dengan berat minimal 2 kg, dan campur bagian-bagiannya secara merata untuk mendapatkan jumlah kelembapan yang berbeda. Masing-masing menyumbang sekitar 1-3% dan disimpan dalam wadah kedap udara atau kantong plastik.

6. Bersihkan silinder kompresi yang akan digunakan, timbang (W1) dan catat hingga  $\pm 5$  gram.
  7. Pasang dan klem pelat dasar dan silinder penghubung. Jika terjadi benturan, silinder harus diletakkan di atas fondasi yang kokoh (jangan diletakkan di atas tanah atau lantai yang bergetar, karena akan mengurangi daya yang diterima). Misalnya, jika perlu, Anda harus menyiapkan balok beton dengan berat minimal 91 kg.
  8. Padatkan sejumlah tanah basah yang telah disiapkan ke dalam lapisan dengan ketebalan yang sama (lapisan ke-3 dan ke-5) di dalam silinder sehingga tanah yang dipadatkan kira-kira 0,50 cm lebih tinggi dari drum utama. Setiap lapisan dilubangi secara merata di seluruh permukaan dengan jumlah pukulan tertentu. Sebuah kepalan tangan harus digunakan sesuai dengan metode A yang terdaftar dengan kepalan standar dengan berat 2,5 kg.
  9. Lepaskan silinder penghubung (silinder atas) dan potong dengan pisau (tepi lurus) sehingga bagian bawah rata dengan permukaan silinder. Jika perlu, isi lubang kecil di lantai dan ratakan permukaannya. Lepaskan pelat bawah, timbang silinder dengan tanah dan catat beratnya (W2).
  10. Buang tanah keras dan ambil sampel yang cukup dari atas, tengah dan bawah untuk memeriksa kadar air. Kemudian timbang dan catat beratnya (W3).
  11. Operasi ini dilakukan 5 kali dan diperoleh 5 data yaitu 3 data kadar air bagian atas, tengah dan bawah permukaan padat sebesar Panaskan dalam oven selama 24/16 jam untuk menentukan kadar air optimal untuk kepadatan tanah maksimum.
- Proctor Modified dengan ketentuan sebagai berikut :
    1. Diameter *mould* = 10,2 mm
    2. Tinggi *mould* = 11,7 cm
    3. Berat *hammer* = 6,6 kg
    4. Tinggi jatuh = 60 cm

5. Jumlah lapis = 5 lapis
6. Jumlah tumbukan/lapis = 25 tumbukan/lapis
7. Volume tanah = 947,39 cm<sup>3</sup>

Nilai yang akan dipadatkan dari pengujian ini adalah kadar air optimum ( $W_{opt}$ ) dan berat isi kering ( $\gamma_{dmaks}$ ). Lima variasi kadar air digunakan dalam pengujian ini, dengan 1% hingga 3% air ditambahkan ke setiap variasi kadar air. Tahapan proses kompresi adalah:

1. Jika contoh tanah yang digunakan untuk uji pemadatan masih basah, biarkan tanah tersebut mengering dengan sendirinya atau gunakan pengering yang suhunya tidak melebihi 60°C. Pengeringan dilakukan cukup lama agar gumpalan tanah mudah terurai menjadi partikel tanah.
2. Detail yang diperoleh disaring dengan filter #4. Butiran-butiran besar yang tertinggal di atas saringan dibuang, kecuali butiran-butiran yang masih berupa gumpalan yang dapat dihancurkan lebih lanjut.
3. Bagian yang lolos saringan digunakan sebagai benda uji, dan jumlah sampelnya adalah 2 kg atau lebih untuk setiap benda uji.
4. Campurkan tanah secara merata dengan air secukupnya sehingga kadar air yang diperoleh pada sampel pertama kira-kira 6% lebih rendah dari kadar air optimum.
5. Jika sampel tanah adalah lempung, akan sulit dan memakan waktu lama agar air dapat tersebar merata pada massa. Oleh karena itu, untuk tanah lempung harus dilaksanakan sebagai berikut:
  - a. Setelah tanah dan air tercampur rata, simpan di tempat kedap udara minimal 12 jam sebelum dipadatkan (gunakan kantong plastik). Hal ini dikarenakan pemadatan dilakukan sebanyak 5 kali dengan mengubah kadar air. Oleh karena itu, lebih banyak sampel harus disiapkan untuk tanah liat.
  - b. Siapkan lima benda uji, masing-masing dengan berat minimal 2 kg, dan campur bagian-bagiannya secara merata untuk mendapatkan

jumlah kelembapan yang berbeda. Masing-masing menyumbang sekitar 1-3% dan disimpan dalam wadah kedap udara dan kantong plastik.

6. Bersihkan silinder kompresi yang akan digunakan, timbang (W1) dan catat hingga  $\pm 5$  gram.
7. Pasang dan klem pelat dasar dan silinder penghubung. Jika terjadi benturan, silinder harus diletakkan di atas fondasi yang kokoh (jangan diletakkan di atas tanah atau lantai yang bergetar, karena akan mengurangi daya yang diterima). Misalnya, jika perlu, Anda harus menyiapkan balok beton dengan berat minimal 91 kg.
8. Padatkan sejumlah tanah basah yang telah disiapkan ke dalam lapisan dengan ketebalan yang sama (lapisan ke-3 dan ke-5) di dalam silinder sehingga tanah yang dipadatkan kira-kira 0,50 cm lebih tinggi dari drum utama. Setiap lapisan dilubangi secara merata di seluruh permukaan dengan jumlah pukulan tertentu. Tinju standar yang terdaftar dengan berat 14 lbs (6,6 kg) menggunakan Metode A digunakan sebagai tinju.
9. Lepaskan silinder penghubung (silinder atas) dan potong dengan pisau (tepi lurus) sehingga bagian bawah rata dengan permukaan silinder. Jika perlu, isi lubang kecil di lantai dan ratakan permukaannya. Lepaskan pelat bawah, timbang silinder dengan tanah dan catat beratnya (W2).
10. Buang tanah keras dan ambil sampel yang cukup dari atas, tengah dan bawah untuk memeriksa kadar air. Kemudian timbang dan catat beratnya (W3).
11. Operasi ini dilakukan 5 kali dan diperoleh 5 data yaitu 3 data kadar air bagian atas, tengah dan bawah permukaan padat. Panaskan dalam oven selama 24/16 jam untuk menentukan kadar air optimal untuk kepadatan tanah maksimum.

#### 3.4.6.9 Uji kuat geser tanah (*direct shear test*)

1. Persiapan Percobaan

Spesimen tanah terganggu dan tidak terganggu dibuat. Jika tanah tidak terganggu, permukaan contoh tanah asli dari tabung harus diratakan dengan pisau perata. Untuk sampel yang dipadatkan dan terganggu disiapkan sesuai dengan kadar air yang ditentukan. Jumlah minimum benda uji adalah tiga untuk setiap sampel yang diuji. Ketebalan minimum benda uji adalah 1,3 cm, yaitu paling sedikit 6 kali diameter maksimum partikel tanah, dan benda uji diberi label jika rasio diameter terhadap ketebalan paling sedikit 3:1.

## 2. Uji geser langsung

Pengujian kuat geser langsung dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

- a. Ukur diameter dan volume cincin dan timbang
- b. Cetak benda uji dengan ring atau ring, ratakan kedua permukaannya dengan pisau, kemudian timbang
- c. Menguji benda uji kadar air sesuai SNI 1965:2008.
- d. Artinya, dilakukan uji kebocoran pada benda uji sesuai SNI 03-3637-1994.
- e. Tempatkan benda uji dalam kotak slide uji tertutup, pasang batu pori berlapis kertas saring di bagian bawah, dan perbaiki benda uji.
- f. Pasang kotak geser secara horizontal dan pasang pendorong vertikal untuk memberikan beban normal pada benda uji. Piston harus dipasang tegak lurus terhadap permukaan benda uji sedemikian rupa sehingga beban yang diserap oleh benda uji sama dengan beban yang diberikan pada piston.
- g. Terapkan beban normal pertama, kemudian isi kotak pembawa uji dengan air sampai permukaan benda uji terisi
- h. Buka kunci rumah penggeser dan sesuaikan strip pengukur gaya dan pengukur regangan sehingga jarum berada pada posisi nol.
- i. Tes akan dibatalkan jika pembacaan meter beban terus menunjukkan nilai yang sama atau jika pembacaan meter turun.
- j. Turunkan beban terpasang dan lepaskan benda uji
- k. Ulangi langkah a sampai i pada benda uji kedua dengan beban dua kali beban normal dari pengujian pertama.

- l. Ulangi langkah a sampai i pada benda uji ketiga dengan beban normal tiga kali beban normal pertama.
- m. Hitung gaya geser ( $P$ ) yaitu mengalikan pembacaan pengukur beban geser dengan angka kalibrasi
- n. Hitung tegangan geser maksimum ( $\tau_{max}$ )
- o. Buat grafik hubungan antara tegangan normal sebagai sumbu  $x$  dengan tegangan geser maksimum sebagai sumbu  $y$
- p. Hubungkan ketiga titik yang diperoleh sehingga membentuk garis lurus hingga memotong sumbu  $y$  lalu tentukan  $c$  dan  $\phi$

