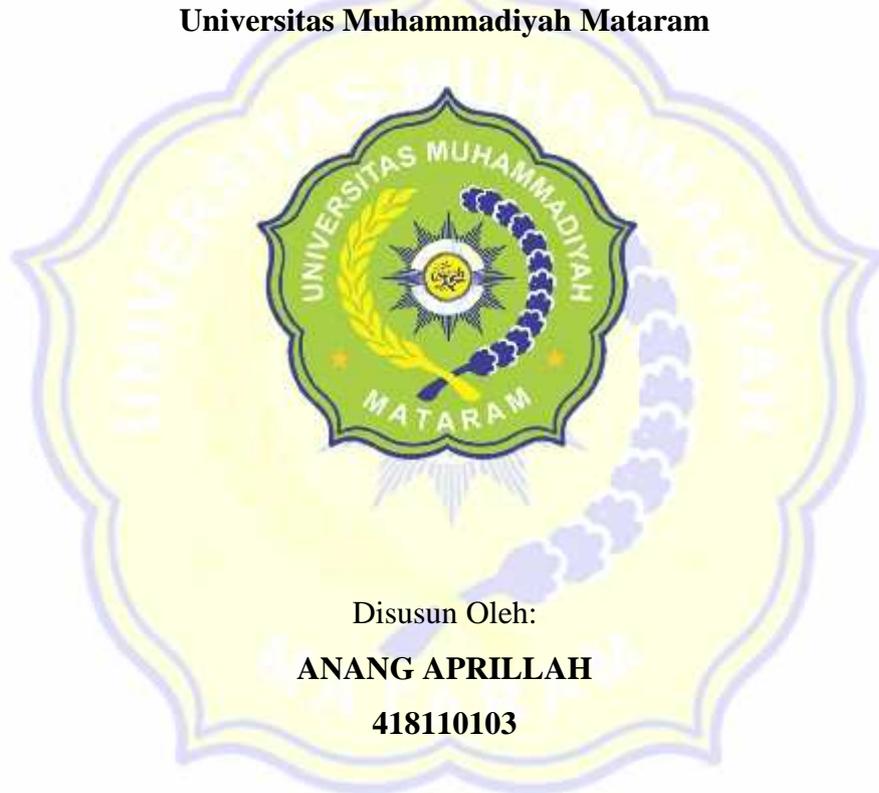


**SKRIPSI**  
**PERBANDINGAN ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN**  
**MENGGUNAKAN METODE FELLENIUS DAN *SOFTWARE***  
**GEOSTUDIO**

**(Studi Kasus: Pemenang STA 1+750 - STA 1+800)**

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



Disusun Oleh:

**ANANG APRILLAH**

**418110103**

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

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING  
SKRIPSI**

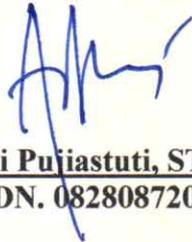
**PERBANDINGAN ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN  
MENGUNAKAN METODE FELLENIOUS DAN *SOFTWARE*  
GEOSTUDIO  
(Studi Kasus: STA 1+750 – STA 1+800)**

Disusun Oleh:

**ANANG APRILLAH**  
418110103

**Mataram, 1 Agustus 2022**

**Pembimbing I**



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

**Pembimbing II**



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

**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**

**Dekan,**

**Mewakili Wakil Dekan I**



**Fariz Primadi Hirsan, ST., MT**  
NIDN. 0804118001

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

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI**  
**SKRIPSI**  
**PERBANDINGAN ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN**  
**MENGGUNAKAN METODE FELLENIUS DAN *SOFTWARE***  
**GEOSTUDIO**

**(Studi Kasus: STA 1+750 – STA 1+800)**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

NAMA : ANANG APRILLAH

NIM : 418110103

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari, Jumat, 5 Agustus 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Susunan Tim Penguji**

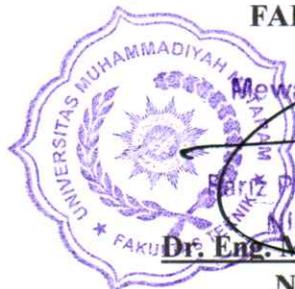
1. Penguji I : Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT
2. Penguji II : Maya Saridewi Pancanawaty, ST., MT
3. Penguji III : Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST.,MT



**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

**FAKULTAS TEKNIK**



Dekan,  
Mewakili Wakil Dekan

Bariz Primadi Hirsan, ST.,MT  
NIDN. 0804118001  
**Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST.,MT**

NIDN. 0824017501



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Dengan ini menyatakan:

1. Skripsi yang berjudul :

“Analisa Sifat Fisik dan Mekanis Material Pada *Quarry* di Kabupaten Lombok Barat Sebagai Bahan Timbunan *Subgrade* Jalan (Studi Kasus: *Quarry* Dusun Gunung Goso, *Quarry* Dusun Sanyong Apit Aik, dan *Quarry* Dusun Padak)”. Ini merupakan hasil karya tulis asli yang saya ajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

2. Semua sumber yang saya gunakan dalam penulisan skripsi tersebut telah saya cantumkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

3. Jika dikemudian hari terbukti bahwa karya saya tersebut bukan hasil karya tulis saya atau jiplakan dari orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

Mataram, 13 September 2022

Yang membuat pernyataan



**(Luklu Ilmaknun)**

NIM. 418110118



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 : ANANG APRILLAH  
NIM : 418110103  
Tempat/Tgl Lahir : Bima, 21 April 1999  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
No. Hp : 082141602273  
Email : anang21ap@gmail.com

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

Perbandingan Analisis Stabilitas Lereng Dengan Menggunakan Metode  
Fellenius dan Software Geostudio. (Studi kasus: Penerang STA 1+750 -  
STA 1+800)

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 49%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis\* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milih 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, 24 Agustus 2022  
Penulis



ANANG APRILLAH  
NIM. 418110103

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



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

\*pilih 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 : AMANG APRILLAH  
NIM : 418110103  
Tempat/Tgl Lahir : Bima, 21 April 1999  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
No. Hp/Email : 082144602273  
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:

perbandingan Analisis stabilitas Lereng dengan Menggunakan Metode Fellenius dan software Geostudio. (studi kasus: penerang STA 1+750 - STA 1+800).

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, 24 Agustus 2022  
Penulis

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



AMANG APRILLAH  
NIM. 418110103



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

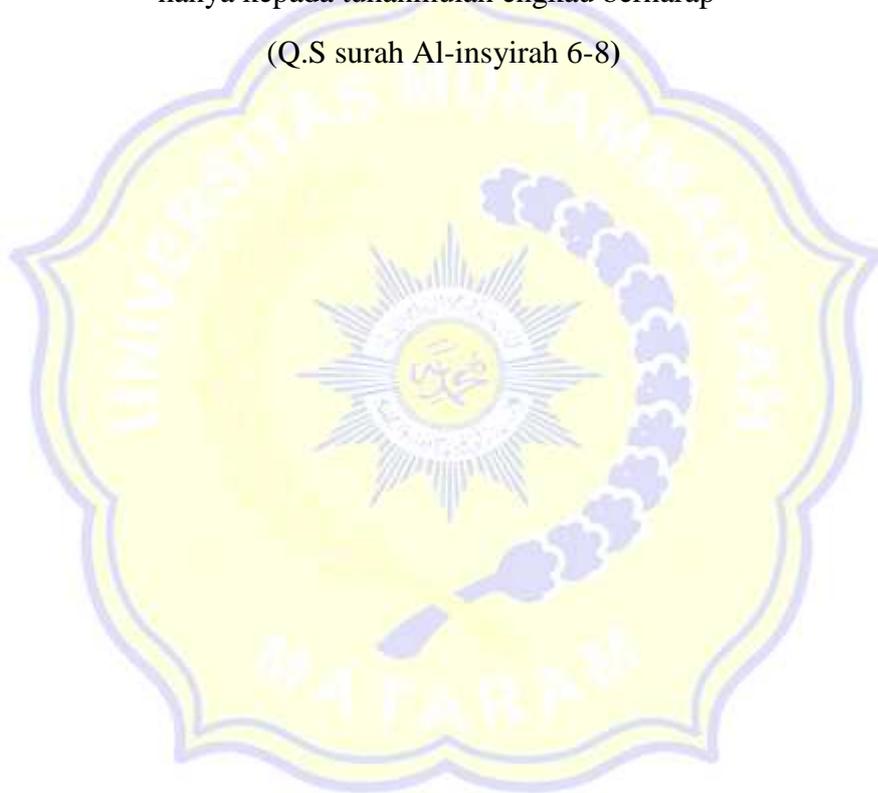
## MOTTO HIDUP

“Dengan adanya kesulitan menjadikan diri yang kuat dan tangguh, bukanlah menjadikan pribadi yang lemah. Jika tak menemukan orang-orang baik untuk membantu, maka jadilah salah satunya untuk membantu orang sekitar.”

(Anang Aprillah, 2022)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan, tetaplah berkerja keras (untuk urusan yang lain. Dan hanya kepada tuhanmulah engkau berharap”

(Q.S surah Al-insyirah 6-8)



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dalam proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan-dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menghaturkan ucapan terimakasih yang sebanyak-banyak secara khusus kepada pihak-pihak tersebut. Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Kepada kedua orang tua terkasih yaitu Daulah dan Lili Suryani. Penulis menghaturkan rasa syukur dan terimakasih yang tak terhingga atas doa, pengorbanan, dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis.
3. Sahabat saya Kris dan Aldi, adik kandung saya Bonang dan Jasmin, serta sepupu saya Egi dan Fhatya yang telah memberikan dukungan moral kepada penulis.
4. Ibunda Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT selaku dosen pembimbing 1
5. Ibunda Maya Saridewi Pascanawaty, ST., MT selaku dosen pembimbing 2
6. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
7. Seluruh dosen serta staff akademik Fakultas Teknik
8. Teman-teman tercinta, Kaka ima, Gifari Rachman, Ovan konco gue, Billa bollo, kaka Irma beatbox, kaka cipa, yang telah memberikan banyak dukungan pada penulis baik pada saat penyusunan skripsi dan masa perkuliahan. akhir kata terima kasih banyak teman-teman, maaf jika sering repotin, maaf jika gak bisa selalu membantu, dan maaf jika ada salah kata atau perbuatan yang gak enak. Sampai jumpa di jalan yang sudah ditakdirkan Allah SWT, senang bisa berteman dengan kalian.

## ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian untuk mengetahui nilai faktor keamanan stabilitas lereng di Kecamatan Pemenang yaitu kawasan Pusuk pada STA 1+750 – STA 1+800. Dari nilai faktor keamanan lereng yang diperoleh diketahui kondisi lereng labil, kritis, dan stabil dengan mengacu pada tabel Faktor keamanan intensitas kelongsoran.

Metode yang digunakan dalam pengujian di Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram yaitu menentukan sifat fisik dan mekanik tanah. Adapun pengujian sifat fisik yang akan dilakukan diantaranya adalah pengujian air, berat volume, berat jenis, batas cair, batas plastis, batas susut, indeks plastisitas, analisa saringan dan hidrometer. Sedangkan untuk pengujian sifat mekanik adalah pengujian pemadatan, pengujian kuat geser

Hasil dari perhitungan menggunakan metode Fellenius diperoleh nilai faktor keamanan sebesar 1.861 (stabil) dan 1.714 (stabil) untuk tanah kepadatan maksimum. Sedangkan untuk tanah asli didapat nilai faktor keamanan sebesar 1.122 (kritis) dan 1.248 (kritis). Hasil perhitungan menggunakan *software* Geostudio didapat nilai faktor keamanan sebesar 1.654 (stabil) dan 1.375 (stabil) untuk tanah kepadatan maksimum. Sedangkan untuk tanah asli didapat nilai faktor keamanan sebesar 1.054 (kritis) dan 1.077 (kritis). Dari semua hasil perhitungan menggunakan metode Fellenius maupun menggunakan *software* Geostudio, maka dapat peneliti simpulkan bahwa untuk analisa perhitungan faktor keamanan menggunakan metode Fellenius diperoleh nilai faktor keamanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perhitungan faktor keamanan yang diperoleh dari hasil analisa *software* Geostudio.

**Kata Kunci:** Faktor keamanan, Metode Fellenius, *Software* Geostudio.

## ABSTRACT

This study aims to estimate the slope stability safety factor's value in the Pusuk area between STA 1+750 and STA 1+800 in the Pemenang District. Referring to the table for the safety factor of landslide intensity, it can be determined from the value of the slope safety factor derived that the slope circumstances are unstable, critical, and stable.

The process employed in testing at Muhammadiyah University of Mataram's Laboratory for the Civil Engineering Study Program is to ascertain the mechanical and physical characteristics of the soil. Water testing, volume weight, specific gravity, liquid limit, plastic limit, shrinkage limit, plasticity index, filter analysis, and hydrometer are some of the physical characteristics tests that will be conducted. Compaction testing and shear strength testing are now used to evaluate mechanical qualities.

The Fellenius method calculations produced safety factor values for maximum density soil of 1.861 (stable) and 1.714 (stable). The safety factor readings for the original soil were 1,122 (critical) and 1,248 (critical). Geostudio computations yielded safety factor values of 1.654 (stable) and 1.375 (stable) for soil with the highest density. The safety factor readings for the original soil were 1,054 (critical) and 1,077 (critical). The researcher can draw the conclusion that the analysis of the calculation of the safety factor using the Fellenius method yields a higher safety factor value than the analysis of the calculation of the safety factor obtained from the analysis of the Geostudio software. This conclusion is based on all the results of calculations using the Fellenius method or using the Geostudio software.

**Keywords:** *Safety Factor, Fellenius Method, Geostudio Software*

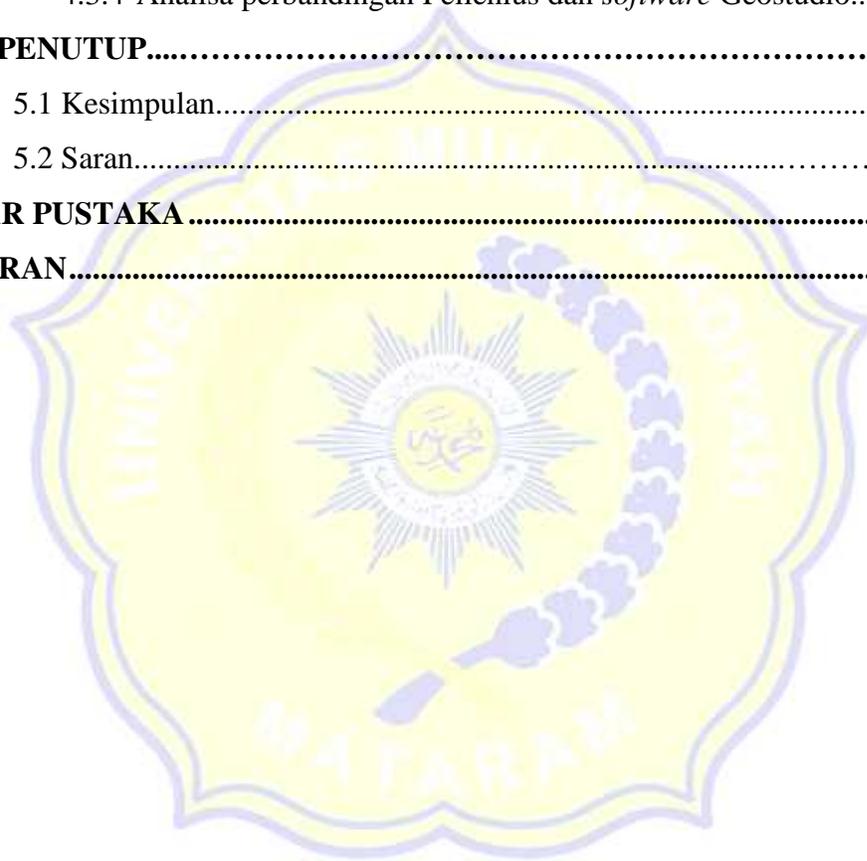


## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN Sampul</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS</b> .....	iv
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME</b> .....	v
<b>SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	vi
<b>MOTTO HIDUP</b> .....	vii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>ABSTRAK</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1 Penelitian terdahulu .....	5
2.1.2 Daerah pemenang .....	6
2.1.3 Keruntuhan tanah .....	6
2.1.4 Kestabilan lereng .....	7
2.1.5 Teori analisis stabilitas lereng .....	8

2.1.6 Faktor-faktor dalam menganalisis lereng .....	9
2.1.7 Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas lereng .....	10
2.2 Landasan Teori .....	12
2.2.1 Klasifikasi tanah .....	12
2.2.2 Sifat fisik tanah .....	17
2.2.3 Pemadatan .....	21
2.2.4 Kuat geser tanah .....	21
2.2.5 Metode Fellenius .....	22
2.2.6 <i>Software Geostudio</i> .....	23
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	25
3.2 Bahan dan Alat Penelitian .....	25
3.3 Bagan Alir .....	35
3.4 Metodologi .....	36
3.4.1 Metode penulisan .....	36
3.4.2 Metode pengumpulan data .....	36
3.4.3 Metode pengambilan sampel .....	36
3.4.4 Jenis pengujian .....	37
3.4.5 Geometri lereng .....	45
3.4.6 Tahapan analisa .....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>49</b>
4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah .....	49
4.1.1 Kadar air .....	49
4.1.2 Berat volume tanah .....	49
4.1.3 Berat jenis tanah .....	50
4.1.4 Batas <i>atterberg</i> .....	50
4.1.5 Analisa saringan dan hidrometer .....	51
4.1.6 Klasifikasi tanah .....	54
4.1.7 Uji pemadatan tanah .....	55

4.2 Hasil Uji Mekanis Tanah.....	57
4.2.1 <i>Direct shear test</i> .....	57
4.3 Analisa Stabilitas Lereng.....	61
4.3.1 Data tanah untuk analisa stabilitas lereng.....	61
4.3.2 Analisa perhitungan metode Fellenius.....	62
4.3.3 Analisa perhitungan <i>software</i> Geostudio.....	68
4.3.4 Analisa perbandingan Fellenius dan <i>software</i> Geostudio.....	72
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>74</b>
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran.....	75
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>76</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>78</b>



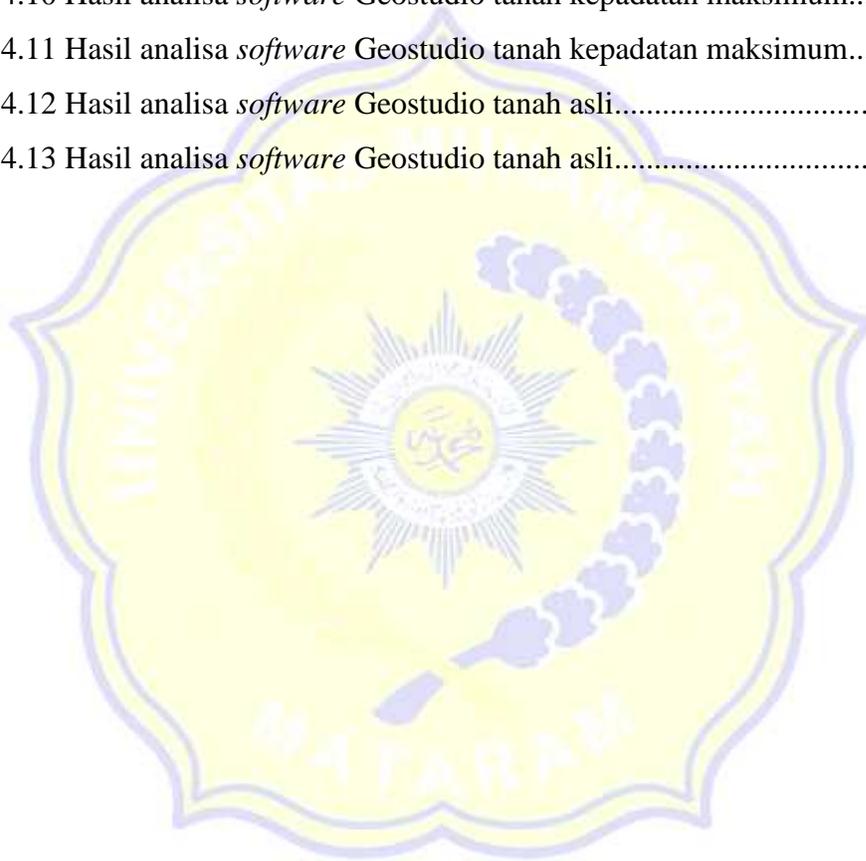
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor keamanan intensitas kelongsoran.....	9
Tabel 2.2 Sistem klasifikasi tanah <i>Unified</i> .....	14
Tabel 2.3 Sistem klasifikasi AASHTO.....	16
Tabel 2.4 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah.....	20
Tabel 4.1 Kadar air awal.....	49
Tabel 4.2 Berat volume.....	49
Tabel 4.3 Berat jenis tanah.....	50
Tabel 4.4 Batas <i>atterberg</i> .....	50
Tabel 4.5 Analisa saringan dan Hidrometer tanah lereng bawah.....	51
Tabel 4.6 Analisa saringan dan Hidrometer tanah lereng atas.....	52
Tabel 4.7 Klasifikasi menurut USCS.....	53
Tabel 4.8 Klasifikasi menurut AASTHO.....	54
Tabel 4.9 Hasil uji kuat geser langsung untuk lereng atas.....	57
Tabel 4.10 Hasil uji kuat geser langsung untuk lereng bawah.....	58
Tabel 4.11 Hasil uji kuat geser langsung untuk lereng atas.....	59
Tabel 4.12 Hasil uji kuat geser langsung untuk lereng bawah.....	60
Tabel 4.13 Hasil uji kuat geser tanah kepadatan maksimum.....	61
Tabel 4.14 Hasil uji kuat geser tanah asli.....	62
Tabel 4.15 Hasil analisa Geometri lereng.....	64
Tabel 4.16 Hasil perhitungan Fellenius tanah kepadatan maksimum.....	65
Tabel 4.17 Hasil perhitungan Fellenius tanah kepadatan maksimum.....	66
Tabel 4.18 Hasil perhitungan Fellenius tanah asli.....	67
Tabel 4.19 Hasil perhitungan Fellenius tanah asli.....	68
Tabel 4.20 Perbandingan nilai faktor keamanan dan intensitas longsor.....	73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampilan <i>software Geostudio Slope /W</i> 2012.....	24
Gambar 3.1 Peta lokasi lereng .....	25
Gambar 3.2 Tanah lereng bawah .....	26
Gambar 3.3 Tanah lereng atas.....	26
Gambar 3.4 Timbangan ketelitian 0.01 gram.....	27
Gambar 3.5 Cawan.....	27
Gambar 3.6 Ayakan .....	28
Gambar 3.7 Jangka sorong .....	29
Gambar 3.8 <i>Shave shaker</i> .....	29
Gambar 3.9 Piknometer .....	30
Gambar 3.10 Mangkok porselen .....	30
Gambar 3.11 Oven Laboratorium .....	31
Gambar 3.12 Pisau perata .....	31
Gambar 3.13 Hidrometer dan tabung ukur .....	32
Gambar 3.14 Alat pengaduk .....	33
Gambar 3.15 Alat penumbuk.....	33
Gambar 3.16 <i>Mold/Cetakan</i> .....	34
Gambar 3.17 <i>Direct Shear Electric</i> .....	34
Gambar 3.18 Bagan alir penelitian.....	35
Gambar 3.19 Uji pemadatan.....	44
Gambar 3.20 Geometri lereng.....	46
Gambar 4.1 Grafik distribusi ukuran butiran tanah bawah .....	52
Gambar 4.2 Grafik distribusi ukuran butiran tanah atas .....	53
Gambar 4.3 Grafik pemadatan tanah lereng bawah.....	56
Gambar 4.4 Grafik pemadatan tanah lereng atas.....	56
Gambar 4.5 Grafik tegangan normal dan tegangan geser lereng atas untuk tanah kepadatan maksimum.....	58

Gambar 4.6 Grafik tegangan normal dan tegangan geser lereng atas untuk tanah kepadatan maksimum.....	59
Gambar 4.7 Grafik tegangan normal dan tegangan geser lereng atas tanah asli.....	60
Gambar 4.8 Grafik tegangan normal dan tegangan geser lereng bawah tanah asli..	61
Gambar 4.9 Hasil analisa geometri lereng metode Fellenius.....	63
Gambar 4.10 Irisan 3 lereng atas.....	63
Gambar 4.10 Hasil analisa <i>software</i> Geostudio tanah kepadatan maksimum.....	69
Gambar 4.11 Hasil analisa <i>software</i> Geostudio tanah kepadatan maksimum.....	70
Gambar 4.12 Hasil analisa <i>software</i> Geostudio tanah asli.....	71
Gambar 4.13 Hasil analisa <i>software</i> Geostudio tanah asli.....	72



## DAFTAR NOTASI

$GI$	: Indeks kelompok ( <i>group indeks</i> )
$F$	: Persen butiran lolos saringan No. 200 (0.075mm)
$LL$	: Batas cair
$PL$	: Indeks plastisitas
$W$	: Kadar air
$V$	: Volume tanah
$G_s$	: Berat jenis tanah
$PI$	: Indeks Plastisitas ( <i>Plasticity Index</i> )
$LL$	: Batas cair ( <i>Liquid Limit</i> )
$PL$	: Batas Plastisitas ( <i>Plastic Limit</i> )
$SL$	: Batas susut
$w$	: Berat jenis air
$c$	: Kohesi
	: Sudut gesek dalam
$F$	: Faktor keamanan
$L$	: Panjang total irisan
$a$	: Sudut tiap irisan
$W_i$	: Berat massa tanah irisan ke- $i$

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang terletak di antara garis khatulistiwa dan merupakan negara tropis. Tentu saja hal ini menyebabkan curah hujan yang cukup tinggi di Indonesia, rata-rata curah hujan di Indonesia berkisar antara 2000 hingga 3000 mm per tahun. Dengan kondisi seperti itu, tidak jarang bencana alam seperti banjir dan tanah longsor terjadi di berbagai wilayah di Indonesia. Tanah longsor adalah gerakan massa bumi atau batuan, atau campuran keduanya, yang bergerak turun atau menjauhi suatu lereng karena terganggunya stabilitas tanah atau batuan penyusun lereng tersebut.

Lereng adalah permukaan yang menghubungkan tanah bagian atas dengan tanah bagian bawah. Ada tiga jenis lereng yang perlu mendapat perhatian ahli geoteknik:

1. Lereng alam, yaitu lereng yang terbentuk karena aktivitas alam, seperti erosi, gerakan tektonik, dll.
2. Kemiringan buatan yang disebabkan oleh penggalian untuk keperluan pembangunan jalan atau irigasi.
3. Lereng tanggul tanah, seperti tanggul jalan atau bendungan tanah.

Dalam semua kasus, tanah yang tidak rata akan menghasilkan komponen berat gravitasi yang cenderung memindahkan massa tanah dari ketinggian yang lebih tinggi ke ketinggian yang lebih rendah.

Kestabilan lereng adalah keadaan atau keadaan yang stabil/stabil sesuai dengan bentuk dan ukuran lereng. Kestabilan lereng dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: jarak terhadap muka air tanah, sudut kemiringan lereng, nilai kuat geser tanah dan jenis lapisan penyusun tanah yang kohesif. nilai gaya, dan gaya geser internal yang berbeda. sudut. Tujuan dari analisis stabilitas lereng adalah untuk mengetahui faktor keamanan bidang rawan longsor. Bentuk bidang longsor

yang paling umum dan umum adalah longsor yang mendekati bentuk busur. Tanah longsor disebut longsor putar. Tanah longsor juga terjadi pada bidang tanah longsor yang hampir lurus dan sejajar dengan permukaan tanah. Tanah longsor besar-besaran atau berbentuk baji adalah tanah longsor yang terjadi karena kedekatan satu sama lain dan biasanya terjadi pada lereng alami atau buatan manusia di atas medan yang buruk.

Pulau Lombok merupakan salah satu pulau di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), dengan medan pulau yang sebagian besar bergunung-gunung dan terjal. Hal ini tentu saja akan menyebabkan terjadinya longsor di beberapa daerah. Kawasan Pusuk, Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara merupakan daerah yang sering terjadi longsor. Selain curah hujan yang tinggi di kawasan tersebut, penyebab lainnya adalah di kawasan Pusuk, saat ini sedang dilakukan pekerjaan pelebaran jalan dengan pengerukan atap talus di kawasan tersebut.

Studi terkait untuk mencari faktor keamanan lereng telah dilakukan, dimana studi stabilitas lereng selalu dilakukan dengan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi dan karakteristik perilaku tanah pada lereng tersebut. Dalam penelitian ini, penyelidikan dikhususkan untuk mendeteksi stabilitas lereng tanah di Jalan Raya Pusuk, Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara untuk membandingkan stabilitas lereng dengan metode Fellenius dan software Geostudio SLOPE/W 2012.

Geostudio adalah sebuah perangkat lunak di bidang desain geoteknik yang berasal dari Kanada. Fasilitas Geostudio yang dapat digunakan untuk menganalisa kestabilan lereng dapat dilihat pada menu Slope/W. Skema khusus di bidang teknik sipil menggunakan tool Slope/W untuk mengumpulkan Hasil perhitungan secara mudah dan cepat. Menggunakan aplikasi geostudio Slope/W memiliki banyak keuntungan, antara lain: menghemat waktu dan tenaga, sehingga perhitungannya lebih cepat dan mudah dibandingkan perhitungan manual (Azkia, 2017).

Tertarik dengan latar belakang tersebut, penulis berinisiatif melakukan penelitian “Perbandingan Analisis Stabilitas Komparatif dengan Metode Fellenius

dan Software Geostudio” untuk mencari informasi tentang faktor keamanan lokasi-lokasi yang memiliki resiko tinggi, potensi longsor dan membandingkan hasil penelitian. menggunakan metode Fellenius dan software Geostudio Slope. /W.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah dapat dibuat sebagai berikut :

1. Berapakah hasil faktor keamanan pada lereng dengan metode Fellenius?
2. 2. Bagaimana hasil faktor keamanan pada lereng dengan software Geostudio??
3. 3. Bagaimana cara membandingkan faktor hasil keamanan dengan metode Fellenius dan software Geostudio??

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Penentuan faktor keamanan lereng dengan metode Fellenius..
2. Untuk menentukan faktor keamanan lereng dengan menggunakan *software Geostudio Slope /W*.
3. Untuk membandingkan hasil faktor keamanan menggunakan metode Fellenius dan *software Geostudio Slope /W*.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dibatasi pada penelitian ini yaitu:

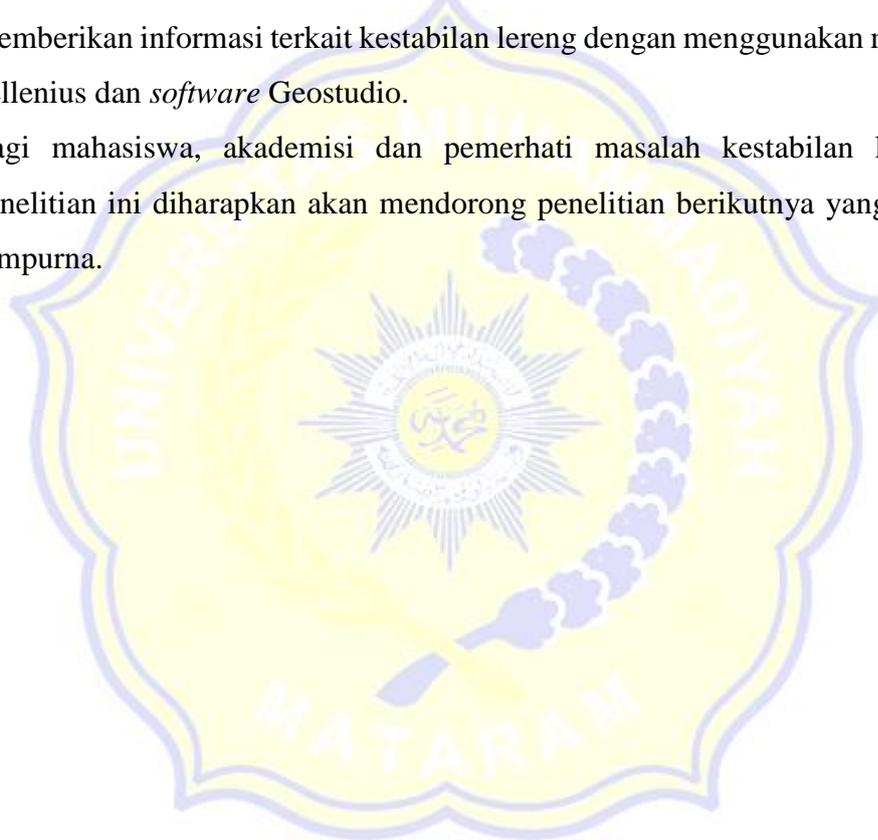
1. Tanah yang diteliti berlokasi di Jalan Raya Pusuk Kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara.
2. Data perhitungan yang digunakan merupakan hasil uji Laboratorium berupa hasil uji fisik dan mekanik. Sampel tanah sekitar Jalan Raya Pusuk Kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara.

3. Asumsi yang digunakan dalam analisis sesuai dengan asumsi yang dipakai pada metode Fellenius dan *software* Geostudio Slope /W.
4. Beban jalan dan kendaraan tidak dihitung.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan dan kemampuan dalam pengaplikasian pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil yang telah didapat di bangku kuliah.
2. Memberikan informasi terkait kestabilan lereng dengan menggunakan metode Fellenius dan *software* Geostudio.
3. Bagi mahasiswa, akademisi dan pemerhati masalah kestabilan lereng, penelitian ini diharapkan akan mendorong penelitian berikutnya yang lebih sempurna.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah informasi tentang isu-isu dalam temuan penelitian atau studi kasus penelitian lain, dan dapat digunakan sebagai referensi atau panduan untuk persiapan penelitian.

##### 2.1.1 Penelitian terdahulu

Elviani (2020) melakukan studi analisis stabilitas lereng menggunakan software Geostudio Slope/W 2012 (studi kasus: Kawasan Wisata Kabupaten Pesawaran Lampung) dan parameter kuat geser tanah 0,01 kg/cm<sup>2</sup> dari uji triaksial. Nilai kohesi efektif 12,41, nilai efektif nilai sudut geser adalah 12,41, dan menggunakan simulasi menggunakan perangkat lunak Geostudio Slope/W 2012, kemiringan daerah penelitian tidak stabil dan faktor keamanan lereng (FoS) adalah 0,602. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa kemiringan daerah penelitian tidak diketahui karena nilai FoS kurang dari 1.

Kajian analisis stabilitas lereng dengan metode Fellenius (studi kasus: kawasan Citraland) dilakukan oleh Pangemanan (2014). Kajian menyimpulkan bahwa hasil perhitungan komputer dengan menggunakan program Slide 6 menunjukkan nilai faktor keamanan lereng di kawasan Citraland sebesar 0,193. Artinya lereng tidak stabil dan dapat menyebabkan longsor. Dari grafik hubungan FK vs hubungan, kita dapat melihat bahwa semakin tinggi nilai sudut kemiringan, semakin rendah nilai faktor keamanannya. Untuk mengatasi tanggul dapat diperbaiki dengan pasak. Paku tanah adalah metode perbaikan lereng dengan mengurangi gaya dorong dan momen yang menyebabkan longsor. Hal ini menghasilkan nilai FK sebesar 1,926 yang menunjukkan kondisi lereng yang stabil.

afasia dkk. al (2021) Jalan Trans Timika-Deyai Nabire (Desa Bunaipien) – Analisis stabilitas gradien menggunakan aplikasi Geoslope/Geostudio di Papua. Hasil simulasi untuk faktor keamanan berbeda untuk empat kasus: Fk kasus 1 = 1,35, Fk kasus 2 = 1,36, Fk kasus 3 = 1,44, Fk kasus 4 = 1,45. Dari keempat kasus tersebut, tanggul aman ditempatkan pada tanggul atas dan bawah badan jalan.

Aini (2018) melakukan studi analisis stabilitas lereng dan studi kasus longsor di Kecamatan Sicincin-Malalak km 27,6, Kabupaten Malalak dan Kabupaten Agam. Berdasarkan hasil survei, tanggul di lokasi survei memiliki tinggi 35m dan kemiringan  $61^\circ$ , serta memiliki tiga jenis material berlapis: material gambut setebal 2m dan material pasir setebal 2m. Material lempung setebal 5 m dan 28 m menunjukkan bahwa jenis longsor yang dapat terjadi pada lereng penelitian adalah longsor busur yang diprakarsai oleh batuan atau tanah yang lemah. Untuk mengurangi kemiringan dan meningkatkan stabilitas lereng dengan mengubah kemiringan dari  $61^\circ$  menjadi  $42^\circ$ , kita dapat meningkatkan FK lereng. Kami mendapatkan nilai 1,403 dari hasil analisis perangkat lunak penambangan dan dari hasil manual lainnya. Analisis 1, 39. Joseph E. Bowles (1984) Landasan pacu sudah aman.

### **2.1.2 Daerah Pemenang**

Kecamatan Winner merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Lombok Utara. Kabupaten Pemenang berbatasan dengan Kabupaten Lombok Barat. Merupakan daerah pegunungan dengan banyak bukit dan tebing terjal, seperti Hutan Lindung Pusuk dan Pass Pusuk yang merupakan tujuan wisata sekitar 831 mdpl di atas permukaan laut. Inilah sebabnya mengapa tanah longsor sangat sering terjadi di daerah ini.

### **2.1.3 Keruntuhan tanah**

Kegagalan tanah atau lereng dapat terjadi secara perlahan atau tiba-tiba, dengan atau tanpa peringatan sebelumnya, di hampir semua kasus lereng alami atau buatan. Penyebab utama keruntuhan timbunan adalah peningkatan tegangan

geser, penurunan kekuatan geser permukaan tanah longsor, atau keduanya secara bersamaan. Ketika suatu massa tanah dibebani, tegangan dengan intensitas yang bervariasi selalu terjadi di zona bintil di bawah beban tersebut. Hal pertama yang harus diperiksa adalah kekuatan rantai. Hal ini karena beban yang bekerja pada gumpalan memerlukan dua pertimbangan: tingkat penurunan tanah secara keseluruhan dan potensi keruntuhan tanah. Ini bisa berupa gerakan menggelinding dari rantai di bawah bak truk, atau mungkin pukulan keruntuhan geser, yang belakangan ini biasanya dibatasi gerakannya. Namun, besarnya bisa cukup untuk menyebabkan kegagalan struktural yang signifikan di suprastruktur.

#### **2.1.4 Kestabilan lereng**

Menurut Virginia, stabilitas lereng merupakan faktor yang sangat penting dalam pekerjaan yang terlibat dalam penggalian dan penyimpanan tanah, batuan dan mineral, karena menyangkut keselamatan orang (pekerja), peralatan keselamatan dan mobilitas produksi. Situasi ini melibatkan berbagai jenis pekerjaan, seperti pembangunan jalan, bendungan, penggalian kanal, penggalian konstruksi, penambangan, dan lain-lain.

Kestabilan lereng dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jarak terhadap muka air tanah, sudut kemiringan lereng, nilai kuat geser tanah dan jenis lapisan penyusun tanah dengan nilai kohesif. gaya dan jenis komposisi tanah gaya geser internal yang berbeda. sudut. Tujuan dari analisis stabilitas lereng adalah untuk mengetahui faktor keamanan bidang rawan longsor. Bentuk bidang longsor yang paling umum dan umum adalah longsor yang mendekati bentuk busur. Tanah longsor disebut longsor putar. Tanah longsor juga terjadi pada bidang tanah longsor yang hampir lurus dan sejajar dengan permukaan tanah. Tanah longsor besar-besaran atau berbentuk baji adalah tanah longsor yang terjadi sebagai akibat dari jarak yang berdekatan dan biasanya terjadi pada lereng alami atau buatan pada tanah yang buruk.

Kestabilan lereng penambangan dipengaruhi oleh geometri lereng, struktur batuan, parameter fisik dan mekanik batuan serta gaya-gaya luar yang bekerja pada lereng. Cara umum untuk menyatakan stabilitas lereng pengembangan adalah

dengan faktor keamanan. Koefisien ini merupakan perbandingan antara gaya pembatas yang menjaga kestabilan lereng dengan gaya yang menyebabkan terjadinya longsor.

Pergerakan tanah terjadi karena adanya perubahan keseimbangan daya dukung tanah dan akan berhenti setelah keseimbangan baru ditemukan, sehingga permukaan lereng tidak dapat menahan berat lapisan tanah di atasnya akibat beban dan mengurangi kemampuan untuk menahan beban. mengikat antar partikel tanah sehingga menyebabkan longsor..

### **2.1.5 Teori analisis stabilitas lereng**

Stabilitas lereng sangat dipengaruhi oleh kuat geser tanah untuk menentukan kemampuan tanah dalam menahan tegangan sampai runtuh. Analisis stabilitas lereng didasarkan pada konsep kesetimbangan plastis pembatas. Tujuan dari analisis stabilitas lereng adalah untuk mengetahui faktor keamanan bidang rawan longsor. Dalam pembuatan laporan tugas akhir ini, penulis menggunakan landasan teori kestabilan lereng dengan metode Fellenius. Bentuk umum dari perhitungan stabilitas lereng adalah mencari nilai angka aman (F) dengan membandingkan momen-momen yang dihasilkan dari gaya yang diberikan. Faktor keamanan kuat geser disajikan pada Tabel 2.1.

Table 2.1 Faktor keamanan intensitas longsoran

Nilai Faktor Keamanan (F)	Kejadian / Intensitas Longsor
<1,07	Longsoran terjadi biasa/sering (labil)
1,07-1,25	Longsoran pernah terjadi (kritis)
>1,25	Longsoran jarang terjadi (stabil)

(Sumber: Bowles, 1991)

Nilai keamanan lereng dapat diperoleh dengan melakukan pengujian kesalahan pada beberapa daerah longsor biasanya berupa busur lingkaran, setelah itu diambil nilai F minimum sebagai indikasi daerah tersebut daerah longsor kritis. Tujuan utama dari analisa stabil lereng adalah untuk menentukan faktor keamanan (*Factor of Safety*).

### 2.1.6 Faktor-faktor dalam menganalisis lereng

Adapun faktor-faktor dalam menganalisis lereng adalah sebagai berikut:

#### 1. Geometri lereng

Geometri lereng harus diketahui sebagai tinggi, kemiringan (setiap level) dan lebar level (*berm*). Jika suatu lereng memiliki kemiringan yang konstan, perubahan ketinggian akan mengubah kestabilan lereng, karena berat material lereng meningkatkan ketahanan geser tanah atau batuan. , jadi semakin curam kemiringannya, semakin kecil sudut kemiringan yang dibutuhkan..

#### 2. Penyebaran batuan

Perlu diketahui dengan jelas bentuk sebaran dan hubungan antar batuan di daerah penelitian, karena sifat mekanik dan mekanik batuan yang berbeda maka daya dukung batuan juga berbeda.

### 3. Relief permukaan bumi

Faktor ini mempengaruhi laju erosi dan akresi, menentukan arah aliran air permukaan yang lebih besar, dan menyebabkan erosi yang lebih besar. Akibatnya, banyak ditemukan singkapan batuan yang mempercepat proses pelapukan. Batuan akan mudah lapuk dan mempengaruhi kekuatan batuan. Lama kelamaan kekuatan batuan menjadi semakin lemah sehingga kestabilan lereng berkurang.

### 4. Struktur geologi

Struktur geologi yang perlu diperhatikan adalah zona diskontinu atau zona lemah seperti sesar, kekar, lapisan, ketidaksesuaian, dan lain-lain. Struktur geologi ini merupakan bidang yang lemah dalam massa batuan dan dapat mengurangi kestabilan lereng. Struktur geologi ini juga mempengaruhi kekuatan batuan atau setidaknya tempat resapan air akan mempengaruhi laju pelapukan, tetapi penentuan arah dan kemiringan bidang sangat penting untuk melengkapi analisis data.

### 5. Iklim dan curah hujan

Iklim mempengaruhi stabilitas lereng karena iklim mempengaruhi variasi suhu. Perubahan suhu yang cepat mendorong pelapukan batuan, sehingga mengurangi kekuatan lereng; di daerah tropis, pelapukan terjadi lebih cepat dan tanah longsor di lereng curam terjadi lebih cepat. Mengingat kandungan air di pori-pori batuan yang lebih besar, hal ini dapat menyebabkan peningkatan dinamika longsor.

### 6. Sifat fisik dan mekanik batuan

Sifat fisik dan mekanik batuan yang diperlukan untuk analisis stabilitas lereng adalah densitas, porositas, kadar air, kuat geser batuan dan bidang lemah, kuat tekan uniaksial, kuat tarik, modulus deformasi.

## 2.1.7 Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas lereng

Stabilitas lereng dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Geometri lereng dan tinggi lereng sangat mempengaruhi kestabilan atau kestabilan lereng. Semakin besar kemiringan dan tinggi lereng, semakin rendah stabilitasnya.
2. Struktur tanah dan batuan yang sangat berpengaruh terhadap kestabilan lereng adalah sesar, sesar dan sesar. Struktur batuan ini merupakan tanah lemah yang juga merupakan rembesan air.
3. Parameter fisik dan mekanik tanah yang mempengaruhi kestabilan lereng adalah densitas, porositas dan kadar air. Kuat tekan, kuat tarik, kuat geser, gaya rekat, kondisi sf 1.5 aman sf 1.5 bahaya sf 1.2 aman sf 1.2 faktor bahaya aman tidak ada geofaktor seismik dengan koefisien seismik 9 dan sudut geser internal merupakan sifat mekanik batuan yang juga mempengaruhi stabilitas lereng.
4. Berat massa batuan akan mempengaruhi besarnya beban pada permukaan tanah longsor. Oleh karena itu, semakin besar berat komponen batuan, maka semakin besar pula gaya dorong yang menyebabkan terjadinya lereng longsor. Akibatnya, stabilitas lereng menurun.
5. Tanah dengan porositas tinggi akan banyak menyerap air. Oleh karena itu, semakin besar berat wadah, yang akan mengurangi stabilitas lereng. Semakin tinggi kadar air, semakin besar kadar air dalam batuan, semakin besar pori-pori air..
6. Kuat tekan, tarik dan geser Kekuatan batuan biasanya dinyatakan dalam bentuk kuat tekan, kuat tarik dan kuat geser. Batu dengan daya tahan tinggi akan lebih stabil.
7. Semakin tinggi gaya perekat dan sudut geser internal, semakin tinggi gaya perekat dan sudut geser internal, semakin tinggi kekuatan geser batu. Jadi akan lebih stabil.

## **2.2 Landasan Teori**

Landasan teori adalah landasan teori yang digambarkan lebih jelas untuk memandu pemecahan masalah yang dihadapi dalam suatu studi kasus atau penelitian yang akan dilakukan.

### 2.2.1 Klasifikasi tanah

Klasifikasi tanah adalah suatu cara pengelompokan jenis-jenis tanah berdasarkan sifat dan sifat yang serupa atau hampir sama dan menamakannya sehingga mudah untuk dikenali, diingat, dipahami, dan dibedakan antara jenis-jenis tanah pada tingkat yang berbeda secara bersama-sama. Setiap jenis tanah memiliki sifat, karakteristik tertentu dan berbeda dengan jenis tanah lainnya. Setiap jenis tanah memiliki karakteristik, sifat, kesesuaian untuk pertanian dan keterbatasan tertentu untuk pertanian, sehingga memerlukan teknologi pengelolaan tanah khusus untuk produksi yang optimal. (Fathurrozi, 2016). Pada umumnya klasifikasi tanah menggunakan indeks uji yang sangat sederhana untuk mendapatkan sifat-sifat tanah. Karakteristik ini digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasi, berdasarkan ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan dan daktilitasnya.

Ada dua sistem klasifikasi tanah yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan jenisnya, termasuk 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.

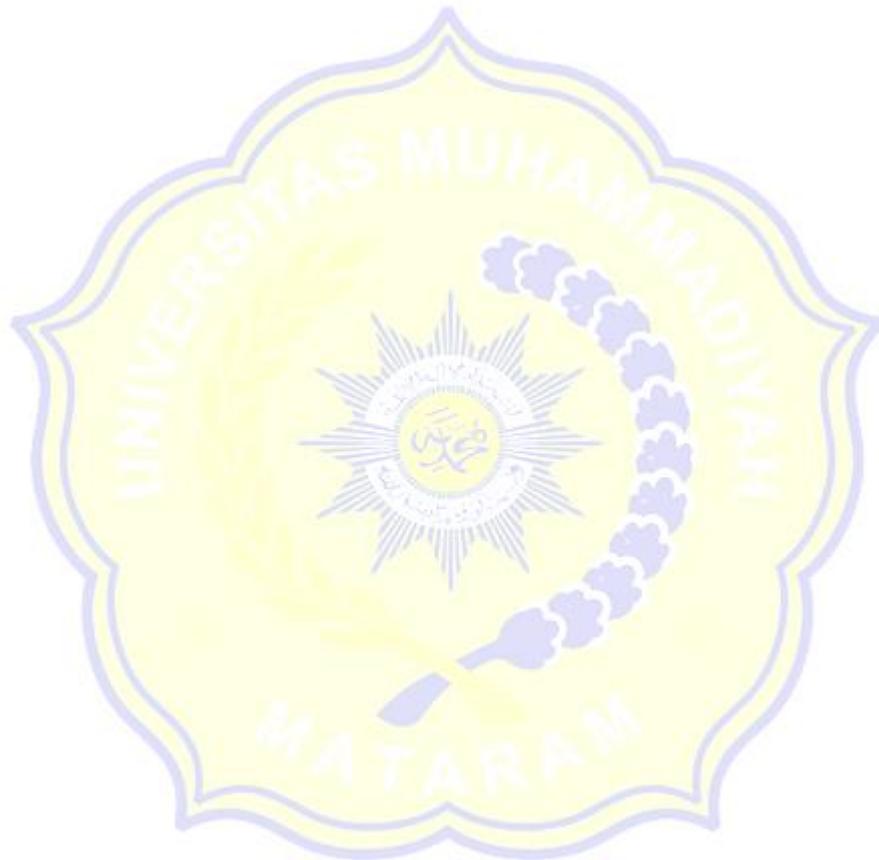
#### 2.2.1.1 Sistem klasifikasi *Unified*

Dalam sistem terpadu, tanah diklasifikasikan sebagai tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos ayakan 200, dan sebagai tanah berbutir halus (aluvial/lempung) jika lebih dari 50% lolos ayakan 200. dan subkelompok memperhatikan persentase yang dilewatkan atau dipertahankan pada filter numerik. 4, nilai batas cair tanah (LL) dan indeks plastisitas tanah (PI) dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Prosedur untuk menentukan klasifikasi tanah system Unified adalah sebagai berikut:

1. Tentukan apakah tanah itu halus atau kasar dengan mata telanjang atau dengan saringan 200.
2. Jika tanah dalam butiran kasar:

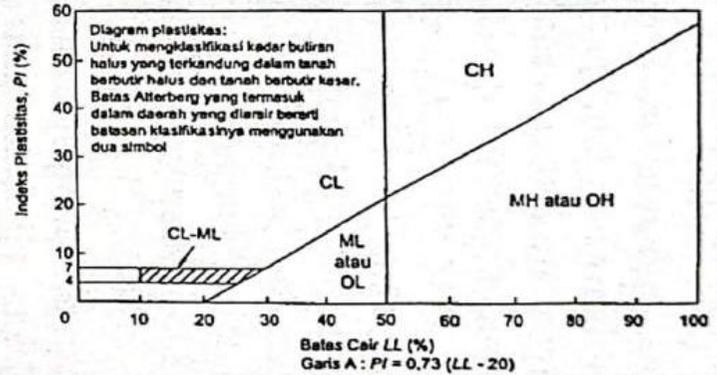
- a. satu. Saring tanah dan plot distribusi partikel.
- b. Tentukan persentase yang lolos saringan No. 4. Jika persentase kurang dari 50%, klasifikasikan tanah tersebut sebagai kompos. Jika persentase partikel yang lewat lebih besar dari 50%, itu diklasifikasikan sebagai pasir.
- c. Menentukan jumlah partikel yang lolos saringan 200. Jika persentase lolos kurang dari 5%, perhatikan bentuk plot distribusi gabah dengan menghitung CU dan C,



Tabel 2.2 Sistem klasifikasi tanah *Unified*

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

Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, kurang dari 5% lolos saringan no. 200 : GW, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no.200 : GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan no. 200 : Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel



(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

### 2.2.1.2 Sistem klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi resmi American Association of Highways and Transportation (AASHTO) membagi tanah menjadi delapan kelompok, A-1 sampai A-8, termasuk subposnya seperti dapat dilihat pada Tabel 2.3. Jenis tanah masing-masing kelompok dievaluasi menurut indeks kelompok yang dihitung dengan rumus empiris. Pengujian yang dilakukan adalah analisis ayakan dan batas Atterberg.

Indeks kelompok (*group index*) (*GI*) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok diperoleh dengan 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

*LL* : Batas cair

*PL* : Indeks plastisitas

Ada beberapa aturan yang digunakan untuk menentukan nilai *GI*, antara lain:

1. Jika  $GI < 0$ , maka nilai *GI* dapat dianggap 0.
2. Nilai *GI* yang dihitung dibulatkan ke angka terdekat.
3. Nilai *GI* untuk kelompok tanah, A-1a, A-1b, A-2-4, A-2-5, dan
4. Nilai A-3 selalu nol. 4. Untuk golongan tanah A-2-6 dan A-2-7, hanya sebagian dari persamaan indeks golongan yang dapat digunakan:  
 $GI = 0,01 (F-15) (PI-10)$
5. Tidak ada batas atas nilai *GI* untuk tanah liat, A-7, *GI* max 20.

Tabel 2.3 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
Klasifikasi kelompok	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 (LL) Indeks plastis (PI)	- 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 (G)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

Catatan :

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

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

Untuk  $PL < 30$ , klasifikasinya A-7-6

Np = Nonplastis

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

## 2.2.2 Sifat fisik tanah

Sifat fisik tanah adalah sifat-sifat yang berhubungan dengan unsur-unsur penyusun massa tanah yang ada. Pengujian sifat fisik tanah meliputi beberapa pengujian, antara lain pengujian kelembaban tanah, berat jenis, berat jenis, batas cair, batas plastis, batas susut, dan analisis ayakan.

### 2.2.2.1 Kadar air

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kadar air tanah, artinya kadar air tanah merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah kemudian dinyatakan dalam persen. . Dalam Peraturan SNI 1965-2008, jumlah air dapat dihitung menurut rumus berikut (2-2):

$$\text{Kadar air} = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \times 100\% \quad (2-2)$$

Dengan:

$W_1$  : Berat cawan kosong (gram)

$W_2$  : Berat cawan + tanah basah (gram).

$W_3$  : Berat cawan + tanah kering (gram)

$W_2 - W_3$  : Berat air (gram)

$W_3 - W_1$  : Berat tanah kering (gram).

### 2.2.2.2 Berat volume

Uji berat volume tanah bertujuan untuk mendapatkan kepadatan tanah atau volume tanah yang merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya, dalam satuan  $\text{gr}/\text{cm}^3$ . Tes ini dilakukan dengan menggunakan instrumen berbentuk silinder atau tabung yang didorong ke dalam tanah. Kemudian untuk menghitung massa volumetrik tanah atau massa tanah dapat dihitung menurut persamaan (2-3) dan persamaan (2-4) berikut ini:

$$\text{Berat volume tanah basah : } \gamma_{wet} = \frac{w_2 - w_1}{v} \quad (2-3)$$

$$\text{Berat volume tanah kering : } \gamma_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{1+w} \quad (2-4)$$

Dengan:

$W$  : Kadar air (%)

$W_1$  : Berat cincin (gram)

$W_2$  : Berat cincin + tanah (gram)

$V$  : Volume tanah = volume dalam cincin (cm)

#### 2.2.2.3 Berat jenis tanah

Dalam SNI 1964:2008, pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No. 10 (2,00 mm) dengan menggunakan piknometer. Berat jenis tanah adalah perbandingan berat tanah kering dengan berat air suling pada suhu dan volume tanah yang sama. Berat jenis tanah dapat dihitung menurut persamaan (2-5).

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (2-5)$$

Dengan:

$G_s$  : Berat jenis tanah

$W_1$  : Berat piknometer kosong (gram)

$W_2$  : Berat piknometer + tanah kering (gram)

$W_3$  : Berat piknometer + tanah + air (gram)

$W_4$  : Berat piknometer + air (gram)

#### 2.2.2.4 Analisa saringan dan hydrometer

Tes analisis saringan dan hidrometer dapat ditemukan dalam SNI 3423:2008, metode pengujian untuk menganalisis ukuran butir tanah. Analisis hidrologi adalah metode yang digunakan untuk menghitung distribusi ukuran partikel tanah berdasarkan pengendapan tanah dalam air. Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan distribusi ukuran butir yang luas dari tanah berbutir halus. Prinsip percobaan analisis hidrometer adalah sampel tanah yang akan diuji akan terlarut dalam air, pada saat jatuh bebas partikel tanah akan diendapkan dalam tabung yang berisi larutan tanah dan air. Dalam hal ini, dibutuhkan sekitar 100 gram tanah atau 50 gram untuk melewati saringan digital. 10 (2.00mm). Laju pengendapan partikel tanah bervariasi dengan ukuran partikel tanah. Partikel yang lebih besar dan lebih berat pertama-tama akan diendapkan (diendapkan) pada tingkat yang lebih tinggi daripada partikel yang lebih kecil dan lebih ringan. Untuk dekomposisi yang lebih cepat, bahan pendispersi (kaca berair) digunakan.

Analisis tanah ayakan untuk menentukan persen massa partikel dalam satu unit ayakan, dengan menggunakan ukuran ayakan yang ditentukan. (Hardiyatmo, 2012). Dalam analisis ayakan, beberapa ayakan dengan ukuran berbeda diurutkan berdasarkan ukuran dari yang terbesar hingga yang terkecil atau yang lebih kecil.

#### 2.2.2.5 Batas Atterberg

Atterberg (1911), secara deskriptif menggambarkan batas kerapatan pada tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan air dalam tanah. Limit yang dimaksud antara lain limit likuiditas, limit fleksibilitas dan limit penarikan.

##### 1. Batas cair (*Liquid Limit*)

Batas cair yang tercantum dalam SNI 1967:2008 merupakan hasil penghitungan dengan kadar air, kemudian dibentuk grafik. Jumlah sapuan sepanjang sumbu horizontal menggunakan skala logaritmik, sebesar kadar air air sepanjang sumbu vertikal dengan skala konvensional. Kemudian tarik garis melalui titik tersebut. Jika garis yang dihasilkan pada grafik tidak terletak pada garis lurus, tarik garis melalui bobot titik D<sub>10</sub>. Untuk

menentukan level air dasar dari batas likuiditas, diperlukan grafik untuk jumlah pergerakan 25.

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

Batas plastis Menurut SNI 1966:2008, batas plastis adalah batas dimana tanah menunjukkan perubahan sifat-sifatnya dari keadaan plastis ke keadaan semi padat. Tujuan dari uji batas plastis ini adalah untuk mendapatkan besaran batas plastis pada tanah, yang kemudian digunakan untuk menentukan jenis, sifat, dalam menentukan klasifikasi tanah.

## 3. Indeks plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas adalah selisih antara batas cair tanah dan batas plastis tanah. Indeks plastisitas tanah dapat dihitung menurut persamaan (2-6).

$$PI = LL - PL \quad (2-6)$$

Dengan:

*PI* : Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

*LL* : Batas cair (*Liquid Limit*)

*PL* : Batas Plastisitas (*Plastic Limit*)

Saat menulis spreadsheet indeks plastisitas tanah, ada pengecualian untuk kondisi berikut:

- a. Jika batas cair atau batas plastis tidak dapat ditentukan, indeks plastisitas dapat dinyatakan sebagai NP (non-plastik),
- b. Jika hasil perhitungan batas plastis sama atau lebih besar dari batas cair, maka indeks plastisitas tanah juga dinyatakan sebagai NP (non-plastik).

Tentang limit nilai PI yang diberikan oleh *Atterberg*, dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Indeks plastisitas dan macam tanah

<i>PI</i>	Sifat	Macam Tanah
0	Non plastis	Pasir
< 7	Plastisitas rendah	Lanau
7-17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau
>17	Plastisitas tinggi	Lempung

(Sumber: Jumikis, 1962)

#### 4. Batas susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut SNI 3422:2008 didefinisikan sebagai kadar air dalam keadaan antara semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air yang pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume permukaan tanah. . Adapun untuk mencari batas susut, ditunjukkan pada persamaan (2-7) di bawah ini:

$$SL = w - \frac{(V_1 - V_2)\gamma_w}{w_0} \quad (2-7)$$

Dengan:

*SL* : Batas susut (%)

*w* : Kadar air (%)

*V<sub>1</sub>* : Volume tanah basah (cm<sup>3</sup>)

*V<sub>2</sub>* : Voume tanah kering (cm<sup>3</sup>)

$\gamma_w$  : Berat jenis

#### 2.2.3 Pemadatan

Uji pemadatan tidak termasuk dalam uji sifat mekanik tanah tetapi harus dilakukan karena fungsi utama dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan kadar air optimum yang akan digunakan pada pengujian geser langsung. Selain itu, pemadatan pada tanah juga berpengaruh pada peningkatan kekuatan tanah, sehingga meningkatkan daya dukung. Pemadatan juga dapat mengurangi ukuran

endapan yang tidak diinginkan. Tanah yang digunakan sebagai bahan konstruksi dalam pembangunan tanggul, bendungan tanah, dan dasar jalan, perlu dipadatkan untuk memperbaiki sifat tanah, yang dapat berdampak buruk pada konstruksi (Bawataa S et al., 2015). Untuk mendapatkan nilai densitas tanah perlu dilakukan perhitungan nilai kadar air, massa volumetrik basah tanah, dan massa volumetrik kering dari massa tanah. Dimana kadar air dapat dihitung menurut Persamaan 2.2 sedangkan berat jenis tanah basah dihitung dengan Persamaan 2.3.

#### **2.2.4 Kuat geser tanah**

Menurut Hardiyatmo (2019) dalam bukunya Mekanika Tanah 1, kekuatan geser tanah adalah gaya tahanan yang diberikan oleh partikel tanah terhadap tekanan atau gaya tarik. Berdasarkan pengertian tersebut, pada saat dibebani tanah akan dibatasi oleh:

1. Gaya kohesif tanah tergantung pada jenis tanah dan kerapatannya, tetapi tidak pada kerapatan yang bekerja pada bidang geser.
2. Gesekan antar partikel tanah yang amplitudonya sebanding dengan tegangan normal pada bidang geser.

Sudut gesekan internal ( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ) adalah nilai parameter tahanan geser tanah. Semakin tinggi nilainya, semakin tinggi kekuatan gesernya. Pemahaman tentang proses geser diperlukan untuk menganalisis stabilitas tanah, seperti kekuatan dukung, stabilitas lereng, dan tekanan tanah lateral pada struktur pendukung. Kuat geser tanah adalah gaya tahanan dalam yang diberikan per satuan luas massa tanah terhadap keruntuhan atau keruntuhan sepanjang bidang keruntuhan dalam massa tanah.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan geser tanah berpasir meliputi: ukuran butir, air intergranular, kekasaran permukaan butir, rasio rongga atau kepadatan relatif, distribusi ukuran butir, bentuk butir, dll. tegangan utama dan riwayat tegangan.

Kuat geser tanah terdiri dari dua komponen yaitu gaya rekat ( $c$ ) dan gaya geser yang dipengaruhi oleh sudut gesek dalam ( $\phi$ ).

### 2.2.5 Metode Fellenius

Metode Fellenius (*Ordinary Method of Slice*) pertama kali diperkenalkan oleh Fellenius (1927, 1936) dimana gaya dengan sudut kemiringan sejajar dengan permukaan dasar irisan dihitung faktor keamanannya dengan kesetimbangan momen. Menurut metode Semeurs (1975), jenis tanah longsor dibagi menjadi 3 bagian menurut posisi bidang gesernya, yaitu fraktur jari kaki, fraktur wajah dan fraktur kaki. Longsor pondasi sering terjadi pada lereng yang relatif curam ( $>45^\circ$ ) dan persiapan lokasi memiliki nilai sudut geser internal yang relatif tinggi ( $>30^\circ$ ). Tanah longsor sering terjadi pada lereng dengan lapisan keras, dimana ketinggian lapisan keras ini melebihi ketinggian kaki bukit, sehingga lapisan lunak diatas lapisan keras sangat berbahaya untuk terjadinya longsor. Tanah longsor di dasar lereng biasanya terjadi pada lereng yang tersusun dari lempung, atau dapat juga terjadi pada lereng yang tersusun dari beberapa lapisan lunak.

Fellenius berasumsi bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan dan kiri dari sembarang sudut tegak lurus terhadap bidang geser nol. Untuk mendapatkan faktor keamanan ( $F$ ), terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai gaya rekat ( $c$ ) dan sudut gesek dalam ( $\phi$ ). Untuk mendapatkan nilai gaya rekat ( $c$ ) dan sudut gesek dalam ( $\phi$ ), maka dilakukan pengujian kuat geser langsung (*direct shear test*), selanjutnya untuk mendapatkan nilai faktor keamanan ( $F$ ) dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.8.

$$F = \frac{c \cdot \Sigma L + \tan \phi \cdot \Sigma W_i \cdot \cos a}{\Sigma W_i \cdot \sin a} \quad (2.8)$$

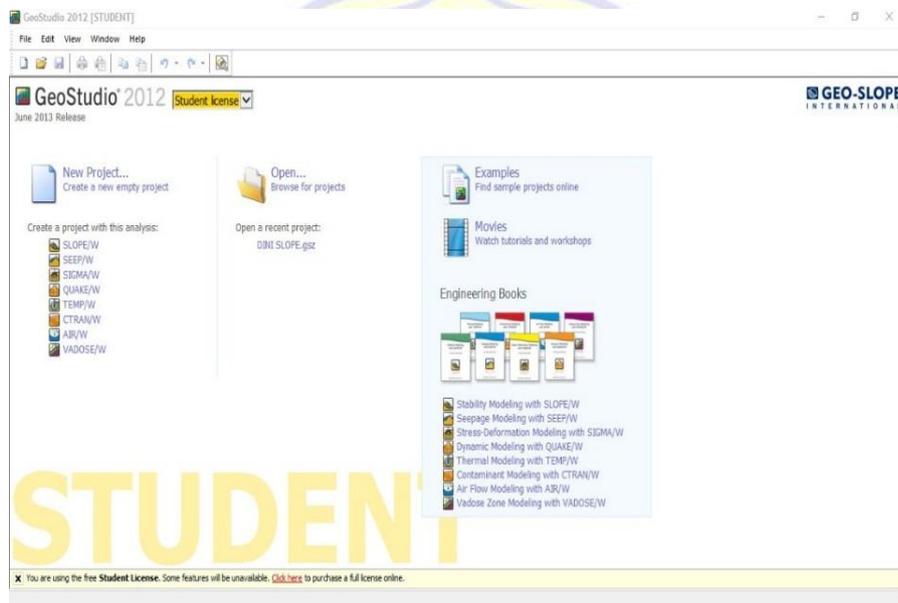
Dengan :

- $F$  : Faktor keamanan
- $\Sigma L$  : Panjang total irisan (m)
- $c$  : Kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)
- $\phi$  : Sudut gesek dalam ( $^\circ$ )
- $a$  : Sudut tiap irisan ( $^\circ$ )

$W_i$  : Berat massa tanah irisan ke- $i$  (kN)

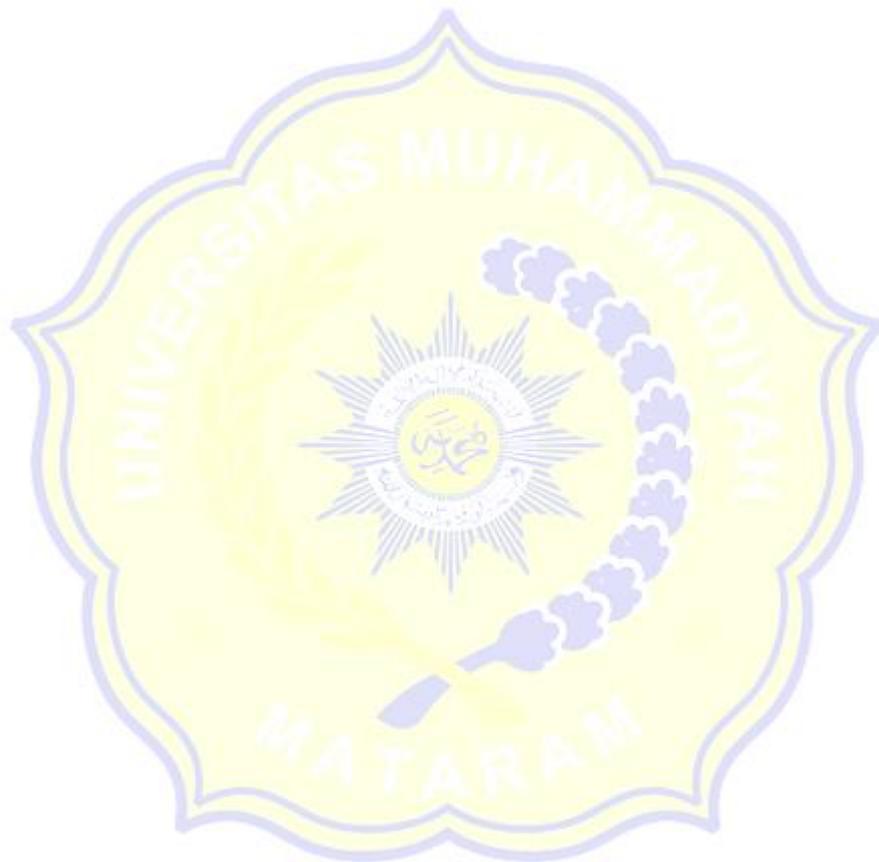
### 2.2.6 Geostudio

Geostudio *Office* adalah rangkaian aplikasi untuk pemodelan geoteknik dan geoenvironmental. Perangkat lunak ini mencakup *SLOPE/W*, *SEEP/W*, *SIGMA/W*, *QUAKE/W*, *TEMP/W* dan *CTRAN/W* terintegrasi, memungkinkan hasil untuk digunakan dari satu produk ke produk lainnya. Tampilan menu utama Geostudio ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Fitur ini cukup unik dan memberikan fleksibilitas untuk digunakan baik dikalangan akademisi maupun profesional dalam menyelesaikan berbagai macam permasalahan geoteknik dan geo-lingkungan seperti tanah longsor, pembangunan bendungan, penambangan dan lain-lainnya. *SLOPE/W* merupakan produk perangkat lunak untuk menghitung faktor keamanan tanah dan kemiringan batuan. *SLOPE/W* dapat dilakukan analisis masalah baik secara sederhana maupun kompleks dengan menggunakan salah satu dari delapan metode kesetimbangan batas untuk berbagai permukaan yang miring, kondisi tekan pori air, sifat tanah dan beban terkonsentrasi. Selain itu dapat juga digunakan elemen tekan pori air yang

terbatas, tegangan statis atau tegangan dinamik pada analisis kestabilan lereng serta dapat juga dikombinasikan dengan analisis probabilistik. Software Geostudio *SLOPE/W* 2012 sudah banyak diaplikasikan pada penelitian dan analisis kestabilan lereng, khususnya dengan menggunakan *SLOPE/W* dan *SEEP/W*. Dalam penelitian ini, analisis stabilitas lereng menggunakan *SLOPE/W* dengan memasukkan data indeks sifat tanah dan parameter kuat geser tanah yang diperoleh dari uji triaksial.

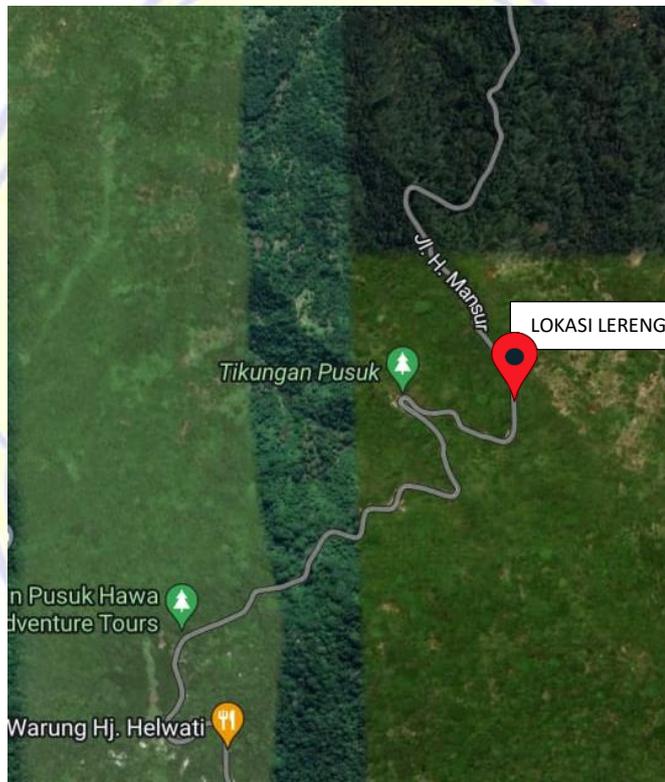


## BAB III

### METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dianalisis adalah Lereng yang terletak di Jl. H. Mansur, Kawasan Pusuk, Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara. Peta lokasi lereng berikut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



#### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan di Laboratorium Program Penelitian Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram antara lain:

1. Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan di kawasan Pusuk kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara tepatnya di STA 1+750 – STA 1+800 (titik awal parkir berada di perbatasan Kabupaten Lombok Timur dan Kabupaten Lombok Barat) . Contoh tanah yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3..



## 2. Timbangan

Timbangan yang digunakan adalah timbangan digital dengan ketelitian 0,01g seperti terlihat pada Gambar 3.4



### 3. Cawan

Cawan berfungsi sebagai tempat pengambilan sampel pada setiap pengujian sebelum dimasukkan ke dalam oven untuk mengetahui kadar air dari benda yang akan diuji. Cawan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.5.



### 4. Saringan

Saringan dibuat sesuai dengan standar nilai ukuran bahan atau butiran. Memungkinkan Anda untuk memfilter/membagi ukuran lantai dengan ukuran yang dipilih. Saringan yang digunakan dalam uji analisis saringan ditunjukkan pada Gambar 3.6.



#### 5. Jangka sorong

Jangka sorong adalah alat ukur dengan presisi dan akurasi yang sangat tinggi. Digunakan sebagai alat untuk mengukur panjang benda kecil, mengukur kedalaman benda, mengukur diameter luar dan dalam benda. Dimensi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.7.



#### 6. *Shave shaker*

*Shave shaker* adalah alat yang memisahkan partikel padat di permukaan tanah dengan alat penyaring dengan struktur yang setiap lapisannya memiliki nilai ukuran saringan yang berbeda dari yang terbesar sampai yang terkecil. Alat cukur yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.8.



#### 7. Pikonometer

Pikonometer adalah botol ukur kaca 100 ml yang memungkinkan berat jenis tanah diketahui dan tahan terhadap suhu tinggi. Pikonometer yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.9 di bawah ini.



8. Cawan/mangkok porselen

Cawan/mangkok porselen digunakan untuk mencampur contoh tanah atau benda uji dengan air suling. Cangkir yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.10.



9. Oven laboratorium

Oven laboratorium adalah alat yang digunakan untuk mengeringkan benda percobaan untuk menghitung dan mengetahui kadar air tanah. Tungku yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.11.



#### 10. Pisau perata

Spatula atau spatula yang digunakan memiliki panjang bilah 75 mm dan lebar 20 mm. Pisau leveling yang digunakan selama pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.12.



#### 11. Hidrometer dan tabung pengukur

Hidrometer digunakan untuk perhitungan hidrometer dalam penentuan ukuran partikel halus dan pemeriksaan saringan. Hidrometer dan tabung ukur yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.13.



## 12. Alat pengaduk

Pengaduk yang digunakan adalah alat yang digerakkan secara mekanis yang terdiri dari motor listrik yang mampu berputar minimal 10.000 rpm tanpa beban. Pengaduk yang digunakan selama pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.14.



## 13. Alat penumbuk

Pada pengujian pemadatan digunakan alat pelubang yang bermassa 2,5 kg dan bermassa 5,5 kg dapat dilihat pada gambar 3.15.



#### 14. *Mold/Cetakan*

Cetakan ini digunakan dalam uji pemadatan dan juga uji nilai CBR, alat ini terdiri dari tiga bagian yaitu dasar cetakan, leher die dan cetakan itu sendiri seperti dapat dilihat pada gambar 3.16.



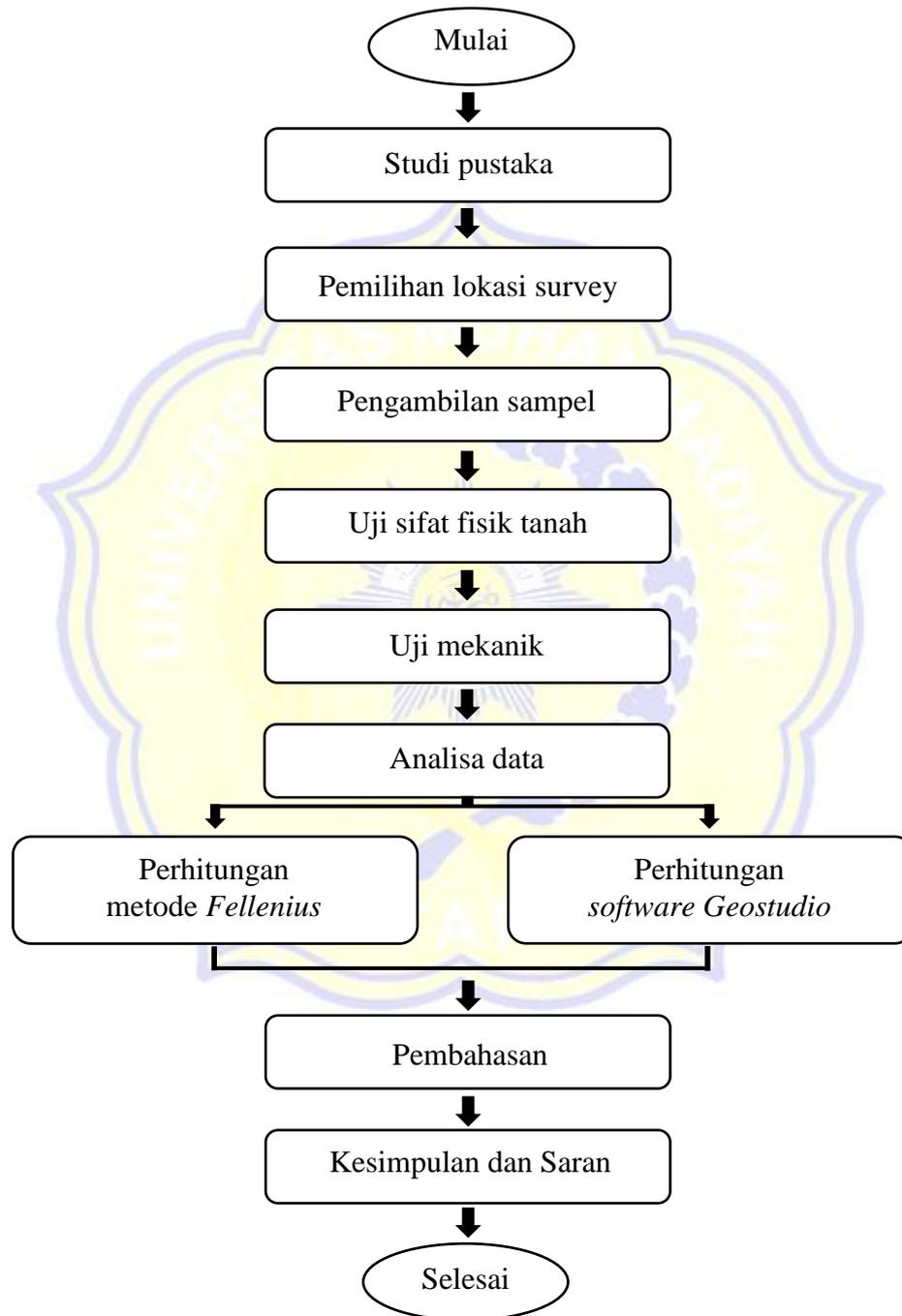
#### 15. *Direct Shear Electric*

*Direct Shear Electric* digunakan sebagai alat uji kuat geser langsung atau uji gaya geser langsung. Alat uji kuat geser langsung ditunjukkan pada Gambar 3.17.



### 3.3 Bagan Alir

Langkah-langkah perencanaan yang akan dilakukan dapat dilihat dalam bagan alir pada Gambar 3.18.



## **3.2 Metodologi**

### **3.4.1 Metode penulisan**

Metode penulisan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan dengan data perencanaan dan analisis data hasil uji material tanah dari daerah Pusuk, Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara. Selama pemeriksaan dan pengujian penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Mataram.

### **3.4.2 Metode pengumpulan data**

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survei dengan melihat setiap titik pengambilan sampel, kondisi material dan kondisi lereng, dengan tujuan untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk penelitian ini. Data yang dibutuhkan untuk penelitian ini meliputi:

1. Data primer

Data primer adalah data yang dapat direproduksi yang diperoleh melalui hasil pengujian yang dilakukan secara langsung dengan mengamati hasil pengujian laboratorium dalam kaitannya dengan spesifikasi yang digunakan.

2. Data sekunder

Data lapangan dari instansi terkait dan data diperoleh melalui teori-teori yang diperoleh dari buku-buku dan jurnal-jurnal yang terkait dengan penelitian ini.

### **3.4.3 Metode pengambilan sampel**

Sampel tanah diambil di sekitar STA 1+750 sampai STA 1+800 dengan cara membersihkan lokasi tanah lalu diambil sampel tanah yang dianggap mewakili tanah penyusun lereng. Penelitian ini meneliti stabilitas lereng atas dan lereng bawah sehingga sampel tanah yang diambil di lereng atas dan bawah yang kemudian dibawa ke Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram lalu dilakukan pengujian.

### 3.4.4 Jenis pengujian

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa jenis penelitian untuk mengumpulkan data contoh tanah yang akan digunakan untuk menghitung analisis kelayakan fisiko-mekanis tanah, antara lain:

#### 3.4.4.1 Kadar air

Uji kadar air yang terdapat dalam peraturan SNI 1965:2008, uji kadar air adalah untuk menentukan persentase kadar air yang ada di tanah alami atau sampel dari subjek uji.

Prosedur:

1. Timbang dan catat massa beker kering kosong berisi benda yang akan diuji (dengan tutupnya jika digunakan tutupnya).
2. Siapkan contoh tanah uji, kemudian masukkan contoh tanah basah ke dalam gelas kimia kosong untuk ditimbang.
3. Kemudian, benda uji tanah basah dimasukkan ke dalam oven pada suhu  $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 16 jam sampai 24 jam. Kemudian gunakan tutup cangkir untuk menyisipkan spidol untuk setiap subjek tes.
4. Kemudian keluarkan gelas kimia dan benda yang akan diuji dari oven. Kemudian dinginkan di udara terbuka dan timbang kembali untuk menentukan massa tanah kering.

#### 3.4.4.2 Berat volume

Uji Kepadatan Tanah atau dalam SNI 03-3637-1994 atau disebut juga dengan Soil Density, pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan kepadatan tanah yang merupakan perbandingan berat tanah basah dan kering terhadap volumenya dalam satuan  $\text{gr}/\text{cm}^3$ .

Prosedur:

1. Siapkan benda uji tanah asli yang sebelumnya dimasukkan ke dalam tabung.
2. Kemudian keluarkan contoh tanah dari tabung.

3. Kemudian siapkan cincin kemudian ukur volume cincin dengan mencari diameter dalam dan tinggi tabung, kemudian timbang cincin yang akan digunakan.
4. Masukkan benda uji/tanah ke dalam ring die dan ratakan kedua ujungnya.
5. Timbang cetakan dan ring, kemudian ambil sampel untuk pengujian kadar air tanah, kemudian hitung kadar air tanah pada benda uji.
6. Kemudian hitung berat tanah basah dan berat tanah kering.

#### 3.4.4.3 Berat jenis

Pengujian berat jenis termasuk dalam SNI 1964:2008. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari nilai perbandingan antara berat jenis tanah dan berat jenis air suling pada suhu dan volume yang sama.

Prosedur:

1. Keringkan benda yang akan diuji dalam oven pada suhu  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 16 sampai 24 jam, kemudian siapkan hidrometer, cuci dan keringkan, lalu neraca dengan ketelitian 0,01.
2. Selanjutnya, pasang shank/earth pada manometer, kemudian timbangan dan manometer.
3. Tambahkan air suling ke manometer sampai manometer 2/3 penuh.
4. Panaskan manometer yang berisi air dan tongkat sampai udara dalam labu benar-benar habis, untuk mempercepat keluarnya udara ke dalam manometer, pengukur dapat dimiringkan setiap saat.
5. Setelah udara dalam benda uji atau gelembung udara dalam air hilang, rendam hidrometer sampai suhu konstan, tambahkan air suling sampai penuh, keringkan bagian luarnya, kemudian timbang kembali.
6. Kosongkan dan bersihkan hidrometer kemudian tambahkan air suling ke manometer kemudian keringkan bagian luarnya dan timbang.

#### 3.4.4.4 Batas *atterberg*

Pada uji batas *atterberg* terdapat 3 pengujian yang dilakukan antara lain:

1. Batas Plastis

Tersedia dalam SNI 1966:2008 untuk tujuan mencari batas kadar air terendah, pada saat tanah masih dalam keadaan plastis.

Prosedur:

- a. Ambil tanah kering sebagai bahan uji sampai 20 gram tanah lolos saringan nomor 40 (0,425 mm), masukkan tanah kering ke dalam mangkuk atau cawan porselen kemudian campur dengan air suling. sampai menjadi cukup lunak untuk mudah dibentuk.
- b. Kemudian, dengan telapak tangan atau jari Anda, bentuk benda uji pada kaca dengan memberikan tekanan yang cukup untuk membentuk benda uji dengan diameter 3 mm, dan retakan mulai muncul.
- c. Kumpulkan tanah yang terbentuk ke dalam cangkir porselen dan timbang.
- d. Kemudian temukan jumlah air dalam cangkir dan masukkan ke dalam oven.

## 2. Batas cair

Tersedia dalam SNI 1967:2008, digunakan untuk mencari kadar air tanah, ketika sifat-sifat tanah berada pada batas dari cair ke plastis.

Prosedur:

- a. Siapkan tanah yang dibakar atau dikeringkan dengan bahan lolos saringan nomor 40 (0,425 mm) sampai kira-kira 100
- b. Tempatkan benda uji pada mangkuk pencampur, lalu tambahkan air suling atau air mineral dan aduk hingga rata.
- c. Kemudian letakkan benda uji di mangkuk (cassagrande).
- d. Kemudian ratakan tanah dengan spatula hingga terdapat ketebalan 10 mm pada titik kedalaman maksimum.
- e. Selanjutnya, bagi lantai menjadi dua menggunakan alur tengah melengkung
- f. Kemudian putar engkol F sekitar dua rpm, sampai kedua sisi benda uji yang terpisah bersentuhan dengan bagian bawah cakram sepanjang

13 mm. Kemudian catat jumlah gerakan yang diperlukan untuk mengumpulkan tanah.

- g. Masukkan potongan tanah ini ke dalam cangkir, lalu uji kelembapannya dan catat hasilnya.
- h. Selanjutnya pengujian harus diulang sampai dua kali lagi subjek uji telah cukup disiram, sampai tanah menjadi lebih lunak dengan mencari jumlah bentang mulai dari 25 pada 35, 20 -30, 15-25 putaran, sehingga kisaran di semua tiga tata letak adalah sekitar 10 putaran.

### 3. Batas Susut

Kadar air tanah maksimum SNI 3422:2008 pada saat pengurangan kadar air tidak akan mengubah volume massa tanah.

- a. Tempatkan sampel tanah dalam mangkuk pencampur atau gelas kimia dengan diameter 115 mm, kemudian campur dengan air suling sampai diperoleh pasta.
- b. Kemudian beri lapisan pada bagian bawah cup heat shrink, gunakan larutan tersebut untuk mengoleskannya secara merata agar kotoran tidak menempel pada permukaan cup. Kemudian masukkan contoh tanah ke dalam cawan hingga 1/3 volume cawan dan tepuk perlahan hingga permukaan tanah rata. Kemudian ulangi langkah sebelumnya dengan 1/3 acre dan ketuk lagi. Terakhir, isi cangkir sampai melebihi jumlah yang ada di dalam cangkir, lalu ketuk lagi sampai tanah benar-benar rata. Timbang dan catat berat sampel tanah basah dan gelas kimia.
- c. Kemudian tempatkan subjek uji dalam oven suhu konstan pada  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  selama minimal 16 jam. Timbang dan catat massa contoh tanah kering dengan gelas kimia, kemudian keluarkan tanah dari gelas kimia.
- d. Tempatkan cawan kaca berdiameter 50 mm, tinggi 25 mm ke dalam cawan kaca berdiameter 150 mm, kemudian tuangkan air raksa ke dalam cawan kaca sampai permukaannya penuh dan rata. Celupkan sampel tanah kering secara perlahan ke dalam gelas kimia, kemudian

tutup gelas kimia dengan piring bening dan tekan sampai kelebihan merkuri tumpah.

- e. Tuangkan air raksa yang tumpah ke dalam gelas kimia seukuran tanah kering. Volume tanah kering dapat ditentukan dengan menimbang air raksa yang tumpah, hingga mendekati 0,1 g, dan menghitung volume dalam ml menggunakan rumus  $V_0 = W/hg$ , di mana W adalah berat air raksa, luapan dan  $hg = 13,6 \text{ g/m}^3$  adalah massa jenis Merkurius.

#### 3.4.4.5 Analisa saringan dan hidrometer

Analisis ayakan adalah pengujian yang digunakan untuk mendapatkan distribusi ukuran partikel tanah dengan menggunakan hidrometer dan analisis ayakan. Ada dalam SNI 3423:2008 tentang "Cara Menguji Analisis Ukuran Butir Tanah".

Prosedur:

1. Siapkan tanah sebagai benda uji sebanyak 100g atau 50g yang telah dikeringkan, dimasukkan ke dalam gelas kimia 250ml, kemudian digunakan untuk menyimpan campuran benda uji dengan bahan dekomposisi terpilih.
2. Kemudian siapkan digester (gelas) dan aquades dengan komposisi 5 ml gelas dicampur dengan 150 ml aquades.
3. Campurkan bahan uji dengan digest yang telah disiapkan, kemudian kocok gelas sampai halus dan diamkan selama 12 jam.
4. Setelah tercampur, pindahkan campuran dari stopper ke gelas ukur, lalu tambahkan air hingga menjadi 1000ml.
5. Kemudian tutup mulut tabung dengan rapat (bisa menggunakan tutup plastik atau karet untuk mencegah air meluap) dan gerakkan tabung maju mundur selama 60 detik.
6. Tempatkan tabung yang berisi campuran, kemudian catat waktu setelah mengocok tabung dan. Masukkan hidrometer ke dalam tabung dan biarkan hidrometer mengapung bebas.

7. Kemudian membaca angka skala hidrometer pada interval 120 detik, yaitu setiap 30 detik, 60 detik dan 120 detik. Pembacaan hidrometer diambil pada batas atas permukaan berongga tabung (menior). Setelah 120 detik membaca, lepaskan hidrometer dan cuci dengan air suling.
8. Setiap hidrometer, hidrometer membaca dari bagian dalam tabung dan, setelah diangkat, menempatkannya dalam gerakan berputar di air bersih. Kira-kira 25 atau 30 detik sebelum pembacaan, hidrometer dikeluarkan dari tangki air bersih dan kemudian perlahan-lahan diturunkan ke dalam tabung.
9. Setelah dilakukan pembacaan akhir, tuangkan campuran ke dalam saringan No. 200 dan cuci dengan air mengalir sampai airnya jernih, kemudian keringkan dalam oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
10. Tanah kering ditahan di atas saringan dengan hitungan 200 (0,075 mm), jumlah dan sebaran partikel ditentukan dengan menggunakan nomor saringan dari 40 (0,425 mm) sampai 200 (0,075 mm).

#### 3.4.4.6 Uji pemadatan tanah

Percobaan pemadatan tanah dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan berat kering tanah untuk mencapai kadar air optimum dan kepadatan tanah maksimum. Berikut ini adalah langkah-langkah untuk memeriksa pemadatan tanah.

1. Jika contoh tanah yang digunakan untuk pengujian pemadatan masih basah, keringkan tanah tersebut dengan udara atau menggunakan pengering pada suhu tidak melebihi  $60^{\circ}\text{C}$ . Pengeringan dilakukan secukupnya sampai terbentuk gumpalan-gumpalan. Tanah dapat dengan mudah digiling menjadi tanah partikel.
2. Rincian yang diperoleh disaring menggunakan filter n°4. Pelet besar yang tertahan pada ayakan dibuang kecuali yang masih menggumpal dan dapat dipecah lebih lanjut.
3. Bagian yang lolos saringan harus digunakan sebagai bahan uji dan jumlah yang diperoleh harus cukup, yaitu paling sedikit 2 kg per bahan uji.

4. Campurkan tanah dengan air secukupnya sehingga untuk sampel pertama kadar air yang diperoleh sekitar 6% lebih rendah dari kadar air optimum.
5. Jika contoh tanah berupa lempung, akan sulit dan memakan waktu lama untuk menyebarkan air secara merata ke dalam rumpun. Jadi untuk tanah liat, lakukan hal berikut:
  - Setelah tercampur rata dengan air, simpan tanah di tempat tertutup setidaknya selama 12 jam sebelum dipadatkan (bisa digunakan kantong plastik). Karena penimbunan akan dilakukan sebanyak 6 kali dengan kadar air yang berbeda. Oleh karena itu baik untuk tanah liat untuk menyiapkan lebih banyak sampel.
  - Siapkan 6 porsi benda uji yang masing-masing beratnya minimal 2 kg, dan campurkan setiap porsinya agar kadar air yang dihasilkan berbeda. Setiap varietas sekitar 1 hingga 3 persen dan masing-masing 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. Ambil tanah yang lembab dan padatkan dengan rol menjadi lapisan-lapisan yang rata (3 lapis) sehingga tanah yang dipadatkan lebih tinggi sekitar 0,50 cm dari rol 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. Foto-foto yang diambil selama uji pemadatan ditunjukkan pada Gambar 3.19.



9. Lepas silinder penghubung (silinder atas), kemudian gunakan pisau arde (straight edge) agar permukaan tanah sejajar dengan permukaan silinder, bila perlu lubang-lubang kecil di tanah ditambal agar permukaan menjadi kembali. harus lebih halus. Lepaskan pelat dasar, kemudian timbang silinder ke tanah dan catat beratnya (W2).
10. Buang tanah padat, kemudian bagi lagi dan ambil sampel yang cukup dari atas, tengah dan bawah untuk menguji kadar air. Kemudian timbang dan catat beratnya (W3).
11. Pekerjaan ini dilakukan sebanyak 6 kali untuk mendapatkan 6 data yaitu 3 data kadar air di bawah kadar air optimal dan 3 data kadar air di atas kadar air optimal untuk mencapai kepadatan tanah yang maksimal.

#### 3.4.4.7 Uji kuat geser langsung

Pengujian kuat geser langsung merupakan pengujian yang digunakan untuk perhitungan stabilitas lereng. Pengujian ini terdapat terdapat pada SNI 2813:2008.

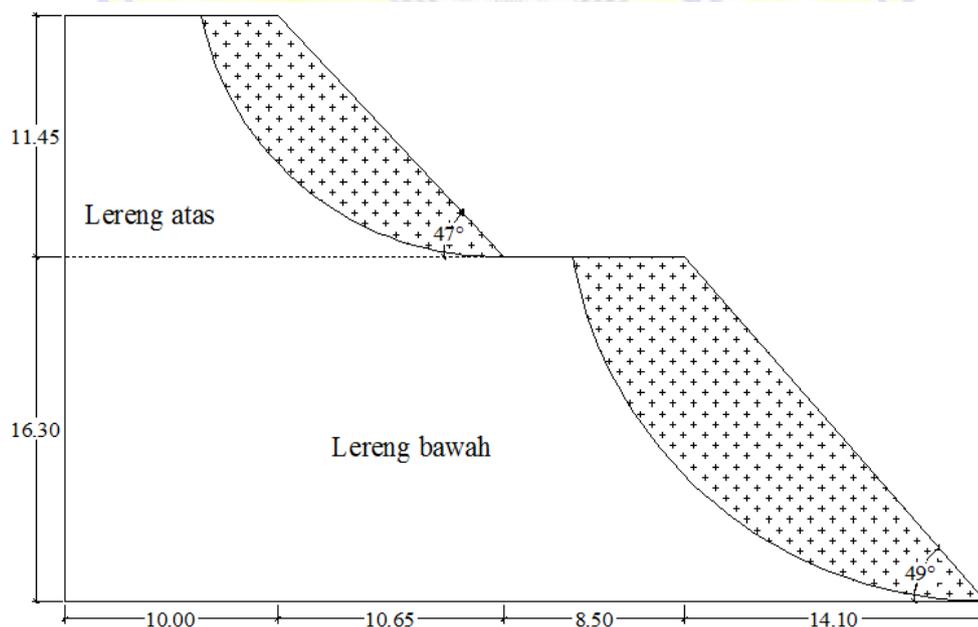
Prosedur:

1. Buka baut pengunci kotak geser agar bagian atas dan bagian bawah kotak dapat bergeser;
2. Seting kotak cincin pembeban agar dapat menempel pada kotak geser bagian atas;
3. Seting arloji ukur cincin pembeban sehingga letak jarum ada pada posisi nol;

4. Tentukan kecepatan penggeseran;
5. Tekan tombol listrik agar penggeseran dapat dimulai;
6. Catat waktu, deformasi vertikal, deformasi horizontal, dan gaya geser cincin pembeban;
7. Hentikan penggeseran, apabila telah mencapai deformasi horizontal minimum 15% dari diameter benda uji semula;
8. Setelah penggeseran selesai, matikan mesin dan kembalikan kotak geser pada posisi sebelum digeser dengan menggerakkan mundur dongkrak penekan secara manual.

### 3.4.5 Geometri lereng

Adapun geometri lereng di lokasi yang diteliti, yang diperoleh dari hasil pengukuran dapat digambarkan seperti pada Gambar 3.20.



Pada Gambar 3.20 dapat dilihat untuk daerah yang diarsir merupakan bidang longsor yang akan mengalami kelongsoran atau keruntuhan dengan kemiringan  $47^\circ$  untuk lereng atas dan  $49^\circ$  untuk lereng bawah.

### 3.4.6 Tahapan analisis

Pada penelitian ini terdapat 2 metode dalam menentukan nilai faktor keamanan yakni dengan menggunakan metode Fellenius dan *software* Geostudio. Adapun langkah-langkah dalam menentukan nilai faktor keamanan, antara lain:

#### 3.4.6.1 Metode Fellenius

Tahapan analisa perhitungan metode Fellenius untuk memperoleh nilai faktor keamanan ( $F$ ), sebagai berikut:

1. Menggambar Geometri lereng;
2. Menentukan bidang longsor lereng (seperti yang diarsir pada Gambar 3.20);
3. Setelah itu, membagi lereng dalam beberapa pias/irisan untuk mendapatkan panjang tiap irisan ( $L$ ) dan luas irisan ( $A$ );
4. Menentukan titik pusat sudut tiap irisan ( $o$ );
5. Tarik garis dari titik tengah  $L$  ke titik pusat sudut tiap irisan, untuk mendapatkan besar sudut tiap irisan ( $a$ );
6. Setelah mendapatkan luas, panjang, dan besar sudut tiap irisan, maka dapat dilakukan perhitungan metode Fellenius;
7. Berdasar pada Tabel 2.1 Faktor keamanan intensitas longsor, untuk kondisi lereng labil, kritis, dan stabil maka bidang longsor atau yang diarsir pada Gambar 3.20 akan dikategorikan sebagai kondisi lereng biasa/sering mengalami longsor sampai kategori kondisi lereng jarang mengalami longsor (tergantung nilai faktor keamanan yang diperoleh dari hasil analisa perhitungan).

#### 3.4.6.2 *Software* Geostudio

Tahapan analisa *software* Geostudio untuk memperoleh nilai faktor keamanan ( $F$ ), sebagai berikut:

1. Masuk ke menu utama, lalu klik *New Project*;
2. Menggambar geometri lereng;
3. Masuk ke menu *keyIn*, lalu pilih *materials*;

4. Setelah itu, masukan nilai kohesi, berat volume tanah, dan besar sudut gesek dalam;
5. Tentukan titik longsor dengan masuk ke menu *keyIn*, pilih *slip surface*;
6. Setelah semua siap, klik tombol *Start* pada pojok kiri bawah, setelah itu tunggu beberapa saat akan muncul nilai faktor keamanan;
7. Untuk *output* dari *software* Geostudio terdapat 2 warna. Warna Abu-abu merupakan bidang mati atau tanah yang tidak akan longsor, sedangkan untuk warna hijau merupakan bidang yang dianalisa dikategorikan sebagai kondisi lereng biasa/sering mengalami longsor sampai kondisi lereng jarang mengalami longsor (tergantung nilai faktor keamanan yang diperoleh dari hasil *Running software*). Warna tidak akan terpengaruh dengan nilai faktor keamanan atau kondisi lereng yang diperoleh (tetap warna hijau).

#### 3.4.6.3 Perbedaan antara metode Fellenius dan *software* Geostudio

Adapun perbedaan antara metode Fellenius dan *software* Geostudio antara lain:

1. Metode Fellenius memerlukan proses yang lebih lama dalam menganalisa dari pada *software* Geostudio;
2. Dalam tahapan perhitungan metode Fellenius perlu melakukan analisa geometri untuk mendapatkan panjang tiap irisan, luas irisan, dan besar sudut tiap irisan, sedangkan *software* Geostudio tidak perlu.