TUGAS AKHIR

STUDI SIFAT KETEKNIKAN TANAH UNTUK STABILITAS LERENG DI DAERAH SENGGIGI KABUPATEN LOMBOK BARAT

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi

Pada program Studi Teknik Pertambangan Jenjang Diploma III

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Mataram

DISUSUN OLEH:

MUHAMMAD ZAMRONI ALAWI

417020024

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2020

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

STUDI SIFAT KETEKNIKAN TANAH UNTUK STABILITAS LERENG DI DAERAH SENGGIGI KABUPATEN LOMBOK BARAT

Disusun Oleh:

MUHAMMAD ZAMRONI ALAWI
417020024

Mataram, 19 Agustus 2020

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Dr. Dwi Winarti, ST., MT.	**I Gde Dharma Atmaja, ST., M.Sc.**
NIDN.0818117201	**NIDN.0009027601**

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan,

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

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

TUGAS AKHIR

STUDI SIFAT KETEKNIKAN TANAH UNTUK STABILITAS LERENG DI DAERAH SENGGIGI KABUPATEN LOMBOK BARAT

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

MUHAMMAD ZAMRONI ALAWI
417020024

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari Selasa, 18 Agustus 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Dr. Dwi Winarti, ST.,MT. _____
2. Penguji II : I Gde Dharma Atmaja, ST., M.Sc. _____
3. Penguji III : Dr. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc. _____

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan,

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

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam naskah Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akadmik di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali naskah yang tertulis yang dikutip dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Mataram, Agustus 2020

Penulis

Muhammad Zamroni Alawi

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN
Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906
Website : http://www.lib.ummat.ac.id E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

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

Nama : Muhammad Zamroni Alawi
NIM : 417 020 024
Tempat/Tgl Lahir : Jenggik, 1 Agustus 1998
Program Studi : D3 Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 0878 6538 5652 / zamronialawi18@gmail.com
Jenis Penelitian : ☐ Skripsi ☐ KTI ☑ Tugas Akhir

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:

Studi Sifat Keteknikan Tanah untuk Stabilitas Lereng di Daerah Senggigi Kabupaten Lombok Barat

Segala tuntutan hukum yang timbul atas 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.

Dibuat di : Mataram
Pada tanggal : 25 Agustus 2020

Penulis

METERAI TEMPEL
BAB4AAHF585487122
6000
ENAM RIBU RUPIAH

M. Zamroni Alawi
NIM. 417 020 024

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN
Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906
Website : http://www.lib.ummat.ac.id E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

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

Nama : Muhammad Zamroni Alawi
NIM : 417 020 024
Tempat/Tgl Lahir : Jenggik, 1 Agustus 1998
Program Studi : D3 Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 0878 6538 5652 / zamronialawi98@gmail.com
Judul Penelitian : -

Studi Sifat Keteknikan Tanah untuk Stabilitas Lereng di Daerah Senggigi Kabupaten Lombok Barat

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 31 %

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari karya ilmiah dari hasil penelitian tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya ***bersedia menerima sanksi*** sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

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

Dibuat di : Mataram
Pada tanggal : 25 Agustus 2020

Penulis

METERAI TEMPEL
13A973AHF585487123
6000
ENAM RIBU RUPIAH

M. Zamroni Alawi
NIM. 417 020 024

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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

ABSTRAK

Permukaan tanah tidak selalu membentuk bidang datar atau mempunyai perbedaan elevasi antara tempat yang satu dengan yang lain sehingga dapat membentuk suatu lereng. Daerah Senggigi Kabupaten Lombok Barat merupakan daerah pariwisata dengan morfologi perbukitan. Terdapat banyak rumah, hotel, dan tempat hiburan yang dibangun di daerah perbukitan dengan elevasi bidang yang berbeda-beda. Kondisi tersebut menyebabkan lereng perbukitan di daerah Senggigi rawan terjadi gerakan tanah sehingga dilakukan penelitian sifat keteknikan tanah di daerah Senggigi. Sifat keteknikan tanah tersebut digunakan sebagai dasar untuk analisis stabilitas lereng sehingga diketahui nilai faktor keamanan lereng. Selanjutnya dapat dibuat rancangan lereng yang aman di lokasi penelitian.

Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi tiga tahap, yaitu pra lapangan, tahap lapangan, dan tahap pasca lapangan. Pada tahap pra lapangan, kegiatan yang dilakukan berupa studi literatur, persiapan alat, dan obesrvasi lapangan. Tahap lapangan meliputi pengamatan morfologi, koordinat, elevasi, kemiringan, panjang, tinggi dan lebar lereng, penggunaan lahan serta pengambilan sampel tanah pada lokasi penelitian. Pada tahap pasca lapangan, kegiatan yang dilakukan meliputi kegiatan analisis laboratorium dan pengolahan data.

Dari hasil analisis stabilitas lereng menggunakan software SLIDE 6.0 menunjukkan nilai faktor keamanan pada lereng daerah penelitian dalam keadaan aman dengan nilai FK > 1, yaitu 1,17. Lereng menjadi kritis atau rawan longsor (FK = 1) apabila tinggi lereng dirubah menjadi 25 m dengan sudut kemiringan 35°. Kemudian lereng menjadi tidak aman (FK < 1) apabila dalam keadaan jenuh dengan tinggi 23,4 m dan 25 m dengan sudut kemiringan 35°. Walaupun lereng di daerah penelitian dalam kondisi yang aman, namun pemanfaatan lereng untuk berkebun bisa membuat perubahan pada geometri lereng sehingga perlu adanya pemantauan lereng terutama pada saat musim hujan.

Kata kunci: *sifat keteknikan, stabilitas lereng, faktor keamanan, longsor, tanah*

ABSTRACT

Senggigi areas, West Lombok is a tourism area with hilly morphology. There are many houses, hotels, and entertainment venues built in hilly areas with different elevations. This condition causes the slopes of the hills in the Senggigi area to be prone to soil movement. So, research on the nature of soil engineering in the Senggigi area was carried out. The soil engineering properties are used as the basis for slope stability analysis so that the value of the slope safety factor is known. Furthermore, a safe slope design can be made at the research location.

The research implementation is divided into three stages, namely the pre-field, field stages, and post-field stages. In the pre-field stage, the activities carried out were in the form of literature studies, equipment preparation, and field observations. The field stage includes observation of morphology, coordinates, elevation, slope, length, height, and width of the slopes, land use, and soil sampling at the research location. In the post-field stage, the activities carried out include laboratory analysis and data processing.

From the results of slope stability analysis using SLIDE 6.0 software shows the value of the safety factor on the slopes of the study area in a safe state with FK score > 1 is 1.17. Slopes become critical or prone to landslides (FK = 1) if the slope height was changed to 25 m with a slope angle of 35 °. Then the slope becomes unsafe (FK <1) when it was saturated with a height of 23.4 m and 25 m with a slope angle of 35 °. Even though the slopes in this study area are in safe conditions, the use of slopes for gardening can make changes to the geometry of the slopes. So, it is necessary to monitor slopes, especially during the rainy season.

Keywords: *engineering properties, slope stability, safety factor, landslide, soil*

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM
KEPALA
UPTALA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
Humaira, M.Pd
NIDN. 0803048601

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat meyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Studi Sifat Keteknikan Tanah Untuk Stabilitas Lereng di Daerah Senggigi Kabupaten Lombok Barat". Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi D3 Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Mataram. Proses penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Kemudian dengan selesainya Tugas Akhir ini penulis menyampakan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. H. Arsyad Abdul Gani, M.Pd., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Bapak Dr.Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Bapak Dr. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc., selaku Kepala Program Studi D3 Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Ibu Dr. Dwi Winarti, ST., MT., selaku Pembimbing I sekaligus sebagai Ketua Dewan Penguji, yang telah memberikan motivasi, arahan, serta bimbingan.
5. Bapak Gde Dharma Atmadja, ST., M.Sc., selaku Pembimbing II, yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta nasehatnya.
6. Bapak Dr. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc., selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan masukan serta koreksi untuk kesempurnaan hasil Tugas Akhir ini.
7. Seluruh civitas akademik Program Studi D3 Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Mataram, atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
8. Kedua orang tua tercinta untuk semua doa, dukungan moral, dan material yang tak ternilai harganya.

9. Saudara Devin Rizaldi Lazawardi Mudhafar, teman seperjuangan yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Sahabat-sahabat D3 Teknik Pertambangan angkatan 2017 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan doanya.
11. Teman-teman BTN Kodya Asri Squad yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas motivasi, bantuan, dan doanya.
12. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Mataram, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL		**i**
HALAMAN PERSETUJUAN		**ii**
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN		**iv**
ABSTRAK		**v**
KATA PENGANTAR		**vii**
DAFTAR ISI		**ix**
DAFTAR GAMBAR		**xi**
DAFTAR TABEL		**xii**
DAFTAR LAMPIRAN		**xiii**
BAB I.	**PENDAHULUAN**	**1**
1.1.	Latar Belakang	1
1.2.	Perumusan Masalah	2
1.3.	Batasan Masalah	2
1.4.	Tujuan Penelitian	2
1.5.	Manfaat Penelitian	3
1.6.	Penelitian Terdahulu	3
1.7.	Lokasi Penelitian	4
BAB II.	**DASAR TEORI**	**5**
2.1.	Tanah	5
2.1.1.	Identifikasi Tanah	5
2.1.2.	Klasifikasi Tanah	8
2.1.3.	Sifat Keteknikan Tanah	10
2.2.	Kuat Geser Tanah	11
2.3.	Gerakan Massa Tanah	12
2.4.	Stabilitas Lereng	15
BAB III.	**METODE PENELITIAN**	**17**
3.1.	Peralatan	17
3.2.	Tahap Pra Lapangan	17
3.3.	Tahap Lapangan	17
3.4.	Tahap Pasca Lapangan	18
3.4.1.	Analisis Laboratorium	18
3.4.2.	Pengolahan Data	22
3.5.	Diagram Alir Penelitian	23

BAB IV. PENGUTARAAN DATA **24**

4.1. Kondisi Lereng Lokasi Penelitian 25
4.2. Pengujian Laboratorium 25
4.2.1. Sifat Fisik 25
4.2.2. Sifat Mekanik 31

BAB V. PEMBAHASAN **32**

5.1. Sifat Keteknikan Tanah 32
5.2. Pemodelan Geoteknik 32

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN **42**

6.1. Kesimpulan 42
6.2. Saran 42

DAFTAR PUSTAKA **43**
LAMPIRAN **44**

DAFTAR GAMBAR

Gambar

1.1.	Lokasi Penelitian	4
2.1.	Diagram Fase Tanah	10
2.2.	Kriteria Kegagalan Mohr dan Couloumb	12
2.3.	Jatuhan	13
2.4.	Robohan	13
2.5.	Longsoran	14
2.6.	Sebaran	14
2.7.	Aliran	15
2.8.	Prinsip Dasar Kestabilan Lereng	16
3.1.	Diagram Alir Penelitian	23
4.1.	Geomorfologi Lokasi Penelitian	24
4.2.	Kurva Gradasi	28
4.3.	Kurva Batas Cair	30
4.4.	Kurva Hasil Uji Geser Langsung	31
5.1.	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Kondisi Basah, Tinggi 23,4 m, Sudut 30°, Dan FK 1,17.	34
5.2.	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Kondisi Basah, Tinggi 23,4 m, Sudut 35°, Dan FK 1,01.	34
5.3.	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Kondisi Basah, Tinggi 25 m, Sudut 30°, Dan FK 1,14.	35
5.4.	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Kondisi Basah, Tinggi 25 m, Sudut 35°, Dan FK 1,00.	35
5.5.	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Kondisi Kering, Tinggi 23,4 m, Sudut 30°, Dan FK 1,26.	36
5.6.	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Kondisi Kering, Tinggi 23,4 m, Sudut 35°, Dan FK 1,09.	37
5.7.	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Kondisi Kering, Tinggi 25 m, Sudut 30°, Dan FK 1,22.	37
5.8.	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Kondisi Kering, Tinggi 25 m, Sudut 35°, Dan FK 1,07.	38
5.9.	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Kondisi Jenuh, Tinggi 23,4 m, Sudut 30°, Dan FK 1,13.	39
5.10.	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Kondisi Jenuh, Tinggi 23,4 m, Sudut 35°, Dan FK 0,97.	39
5.11.	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Kondisi Jenuh, Tinggi 25 m, Sudut 30°, Dan FK 1,10.	40
5.12.	Analisis Stabilitas Lereng Tanah Kondisi Jenuh, Tinggi 25 m, Sudut 35°, Dan FK 0,96.	40

DAFTAR TABEL

Tabel

2.1.	Batasan – Batasan Ukuran Golongan Tanah	7
2.2.	Sistem Klasifikasi Unified	9
2.3.	Sistem Klasifikasi AASHTO	10
4.1.	Hasil Pengamatan Uji Kadar Air	25
4.2.	Hasil Pengamatan Uji Gravitasi Khusus	26
4.3.	Hasil Pengamatan Uji Distribusi Ukuran Butir Tanah	26
4.4.	Analisa Pengendapan/Hidrometer	27
4.5.	Analisa Saringan Butir Halus	27
4.6.	Analisa Saringan Butir Kasar	28
4.7.	Hasil Pembacaan Kurva Gradasi	29
4.8.	Hasil Pengamatan Uji Batas Cair	29
4.9.	Hasil Pengamatan Uji Batas Plastis	30
4.10.	Hasil Pengamatan Uji Geser Langsung	31
4.11.	Sudut Gesek Dalam Dan Kohesi	31
5.1.	Hasil Analisis Laboratorium	32
5.2.	Parameter untuk Pemodelan Geoteknik	33
5.3.	Analisis Stabilitas Lereng pada Kondisi Basah	33
5.4.	Analisis Stabilitas Lereng pada Kondisi Kering	36
5.5.	Analisis Stabilitas Lereng pada Kondisi Jenuh	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Kegiatan Pengambilan Sampel di Lapangan 44
2. Kegiatan di Laboratorium 48

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Permukaan tanah tidak selalu membentuk bidang datar atau mempunyai perbedaan elevasi antara tempat yang satu dengan yang lain sehingga dapat membentuk suatu lereng (*slope*). Lereng merupakan suatu bidang yang memiliki kemiringan tertentu dan berpotensi terjadi kelongsoran apabila berada dalam kondisi yang tidak stabil (Wesley, 2010).

Stabilitas lereng dapat terganggu akibat pengaruh dari alam dan aktivitas manusia. Longsor terjadi karena gaya penggerak lebih besar daripada gaya penahan yang ada pada lereng tersebut. Rusaknya fasilitas umum, hilangnya lahan-lahan pertanian, dan korban jiwa merupakan beberapa contoh kerusakan secara langsung yang diakibatkan oleh longsor. Selain itu, daerah yang terkena longsor secara tidak langsung dilumpuhkan kegiatan ekonomi dan pembangunannya.

Daerah Senggigi merupakan daerah perbukitan di pinggir pantai yang padat dengan pemukiman penduduk. Daerah ini juga dikenal sebagai daerah tujuan wisata sehingga banyak hotel dan tempat hiburan yang dibangun di daerah perbukitan dengan elevasi bidang yang berbeda-beda. Banyaknya bangunan tersebut telah menambah beban pada bagian atas lereng yang mengakibatkan perubahan keseimbangan lereng. Selain itu juga terdapat pemotongan lereng perbukitan yang digunakan untuk pelebaran jalan raya sebagai sarana penunjang pariwisata. Kondisi tersebut menyebabkan lereng perbukitan di daerah Senggigi rawan terjadi gerakan tanah. Dalam beberapa tahun belakangan ini terdapat beberapa kasus gerakan tanah yang terjadi di daerah Senggigi dan sekitarnya. Pada tahun 2017 di Batulayar terjadi gerakan tanah yang mengakibatkan tertimbunnya rumah penduduk. Tahun 2018 dan 2019 terjadi gerakan tanah yang memutus akses jalan Senggigi menuju daerah Pemenang Kabupaten Lombok Utara.

Untuk mengatasi hal tersebut perlu adanya penelitian sifat keteknikan tanah di daerah Senggigi. Sifat keteknikan tanah tersebut digunakan sebagai dasar untuk analisis stabilitas lereng sehingga diketahui nilai faktor keamanan lereng. Selanjutnya dapat dibuat rancangan lereng yang aman di lokasi penelitian.

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat diperoleh sifat keteknikan tanah untuk stabilitas lereng dan rancangan lereng yang aman di daerah Senggigi sehingga dapat meminimalkan resiko terjadinya gerakan tanah. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menambah wawasan tentang stabilitas lereng.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, antara lain:

1. Bagaimana sifat keteknikan tanah untuk stabilitas lereng di lokasi penelitian.
2. Bagaimana kondisi stabilitas lereng tanah di lokasi penelitian.
3. Bagaimana rancangan lereng yang aman di lokasi penelitian.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diperlukan pembatasan masalah, antara lain:

1. Penelitian difokuskan pada lereng tanah yang berada di daerah Senggigi.
2. Sifat keteknikan tanah menggunakan data primer hasil pengujian laboratorium yang merupakan bagian dari Program Pengabdian Kepada Masyarakat Dosen Pembimbing Utama.
3. Rancangan lereng dibuat berdasarkan hasil pengujian laboratorium dengan menggunakan metode Bishop.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat keteknikan tanah untuk stabilitas lereng di lokasi penelitian.
2. Mengetahui kondisi stabilitas lereng tanah di lokasi penelitian.

3. Mengetahui rancangan lereng yang aman di lokasi penelitian.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Mengetahui sifat keteknikan tanah di lokasi penelitian.
2. Mengetahui lereng yang aman di lokasi penelitian.
3. Sebagai pengembangan ilmu pengetahuan teknik pertambangan pada bidang geoteknik khususnya stabilitas lereng.
4. Sebagai tambahan informasi untuk praktisi maupun akademisi dalam mempelajari kestabilan lereng.

1.6. Tinjauan Pustaka

Longsor merupakan salah satu jenis gerakan tanah yang sering membahayakan. Kondisi lereng yang curam, tingkat kelembaban yang tinggi, tumbuhan jarang, dan material yang kurang kompak seringkali mengakibatkan longsor. Selain itu, rembesan serta aktifitas geologi seperti patahan, rekahan dan liniasi merupakan faktor lain yang dapat menimbulkan longsor (Zakaria, 2011 dalam Mau dkk 2017). Menurut Hardiyatmo (2010), longsor diakibatkan oleh penambahan beban pada lereng, penggalian atau pemotongan tanah pada kaki lereng, perubahan posisi muka air secara cepat (*rapid drawdown*) pada bendungan atau sungai, getaran atau gempa bumi, jenis tanah, dan kondisi geometri lereng.

Menurut Suryolelono (2002) dalam Apriyono (2009) longsor disebabkan oleh peningkatan tegangan geser tanah akibat kenaikan berat tanah dan juga disebabkan oleh penurunan kuat geser tanah akibat kenaikan kadar air dan melemahnya ikatan antar butir tanah. Winarti (2017) menerangkan bahwa semakin tinggi kadar air dan porositas, maka semakin tinggi tingkat kerentanan gerakan tanah. Sedangkan, semakin tinggi nilai kohesi (c) dan nilai sudut gesek dalam (φ) maka semakin rendah tingkat kerentanan gerakan tanah.

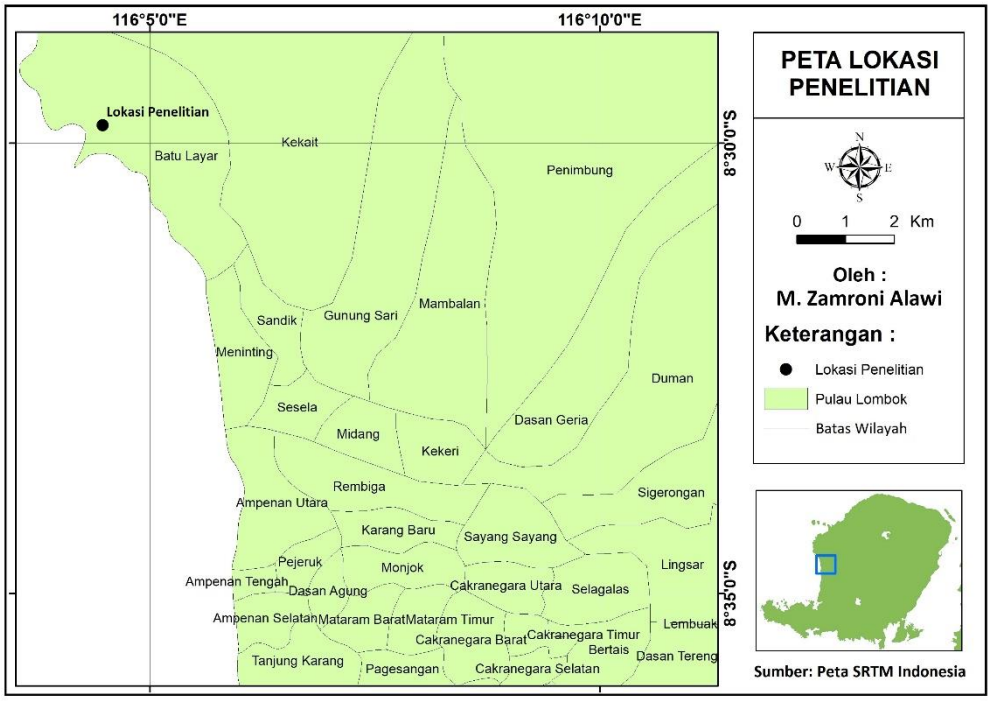
Pangemanan dkk (2014) menyatakan bahwa semakin besar nilai sudut kemiringan lereng maka semakin kecil nilai faktor keamanan. Artinya semakin

curam suatu lereng, kondisinya semakin tidak aman. Untuk mengatasi hal tersebut agar lereng menjadi stabil (Wesley, 2010) membagi ke dalam dua golongan, yaitu:

1. Mengubah bentuk lereng yang bersangkutan untuk memperkecil gaya penggerak, seperti mengubah lereng lebih datar atau mengurangi sudut kemiringan, memperkecil ketinggian lereng, dan mengubah lereng menjadi lereng bertingkat (*multi slope*).
2. Memperbesar gaya melawan dengan memakai *counterweight* yaitu tanah timbunan pada kaki lereng atau dengan mengurangi tekanan air pori di dalam lereng.

1.7. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Senggigi, Kecamatan Batulayar, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Jarak lokasi penelitian dari kota Mataram sekitar 18 km ke arah barat. Lokasi tersebut dapat ditempuh selama 30 menit dengan menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat (Gambar 1.1).



Gambar 1.1. Lokasi Penelitian

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1. Tanah

Tanah merupakan campııran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Butiran-butiran dengan mudah dipisah-pisahkan satu sama lain dengan air. Tanah terbentuk dari pelapukan batuan, yang prosesnya dapat berupa proses fisik maupun kimia. Sifat-sifat teknis tanah, kecuali dipengaruhi oleh sifat batuan induk yang merupakan material asalnya, juga dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut (Hardiyatmo, 2006a).

Menurut Hardiyatmo (2006b) pembentukan tanah secara fisik merubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil disebabkan oleh pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, perubahan suhu, dan cuaca. Partikel-partikel tersebut dapat berbentuk bulat, bergerigi, maupun bentuk-bentuk diantaranya. Sedangkan, pelapukan akibat proses kimia disebabkan oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air, dan proses-proses kimia lainnya. Tanah yang terbentuk di tempat asalnya disebut tanah residual (*residual soil*) dan apabila tanah terbentuk di tempat yang berbeda atau berpindah dari tempat asalnya, disebut tanah terangkut (*transported soil*).

2.1.1. Identifikasi Tanah

Dalam Hardiyatmo (2006a) tanah dan batuan dapat dibedakan berdasarkan ukuran diameter butiran atau tipe dari formasi batuan atau tanah. Batuan dasar (*bed rock*), batuan yang masih berada di tempat aslinya, biasanya menyebar, baik ke arah vertikal maupun horisontal. Batuan ini, umumnya berada di bawah permukaan tanah dengan kedalaman yang bervariasi. Batuan dasar ini bervariasi dari batuan beku, umumnya keras dan terbentuk dari lelehan magma, sampai batuan metomorf yang terbentuk dari metamorfosa batuan induk oleh pengaruh panas, tekanan, serta

panas dan tekanan, dan batuan sedimen yang terbentuk dari aksi kimiawi dan tekanan dari endapan tanah yang berada di atasnya. Batuan umumnya solid, tetapi dapat mengalami retak, terlipat, atau patah akibat adanya deformasi. Batuan yang tersingkap di permukaan dapat mengalami proses pelapukan hingga terbentuk tanah.

Batu *boulder*. Batu ini merupakan pecahan dari batuan dasar, umumnya berdiameter di antara 25 sampai 30 cm. Batuan lebih kecil dari *boulder* disebut *coblles* (diameter 5 sampai 7,5 cm) dan *pebbles* (minimum berdiameter 1/8 sampai 1/4 inci). Namun pemberian nama tersebut bergantung pada klasifikasi mana yang dipakai. Terdapat beberapa klasifikasi tanah yang didasarkan pada ukuran butirannya antara lain ASTM, Unified, USDA, MIT *nomenclature*.

Tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) dapat diidentifikasi berdasarkan ukuran butiran. Menurut MIT *nomenclature*, butiran-butiran yang berdiameter lebih besar dari 2 mm, diklasifikasikan sebagai kerikil. Butiran yang dapat dilihat oleh mata, tetapi ukurannya kurang dari 2 mm, disebut pasir. Tanah pasir disebut pasir kasar jika diameter butiran berkisar antara 2 - 0,6 mm, pasir sedang jika diameternya antara 0,6 - 0,2 mm, dan pasir halus jika diameternya antara 0,2 - 0,06 mm.

Lanau anorganik adalah tanah berbutir halus yang terdiri dari fraksi-fraksi tanah mikroskopis yang mengembangkan plastisitas atau kohesi. Semakin banyak mengandung lempung maka plastisitas menjadi semakin besar, sedangkan semakin sedikit kandungan lempung maka semakin kecil plastisitasnya. Menurut MIT *nomenclature*, diameter butiran lanau berkisar antara 0,06 - 0,002 mm. *Loess* adalah endapan lanau dengan butiran seragam yang terbentuk oleh pengaruh angin.

Butiran lempung lebih halus dari lanau, merupakan kumpulan butiran mineral kristalin yang bersifat mikroskopis dan berbentuk serpihan-serpihan atau pelat-pelat. Material ini bersifat plastis, kohesif, dan mempunyai kemampuan menyerap ion-ion. Sifat-sifat tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan air dalam tanah. Menurut MIT *nomenclature*, lempung adalah material yang diameter

butirannya kurang dari 0,002 mm. Jika diameter butiran kurang dari 0,001 mm atau l µm, maka disebut koloid.

Menurut klasifikasi sistem Unified, untuk membedakan lanau dan lempung harus dilakukan uji batas-batas Atterberg terlebih dahulu. Kemudian hasil pengujian berupa batas cair dan indeks plastisitas dimasukkan ke dalam diagram plastisitas Casagrande.

Menurut Peck dkk (1953) dalam Hardiyatmo (2006a), cara membedakan antara lanau dan lempung adalah dengan mengambil sampel tanah basah yang dicetak dan dikeringkan, kemudian dipecah ke dalam fragmen-fragmen berukuran 1/8 inci (3,1 mm) dan ditekan di antara jari telunjuk dan ibu jari. Fragmen lempung hanya dapat pecah jika ditekan dengan usaha yang relatif besar, sedang fragmen lanau dapat dipecah dengan mudah bila ditekan.

Ukuran butir pada tanah dapat diklasifikasikan menggunakan beberapa golongan (Tabel 2.1).

Tabel 2.1. Batasan – Batasan Ukuran Golongan Tanah (Das, 1995)

Nama Golongan	Ukuran butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
American Society for Tesrting Material (ASTM)	75 - 4,75	4,75 – 0,075	0,075 – 0,005	0,005 – 0,001
Massachusetts Institut of Technology (MIT)	> 2	2 – 0,06	0,006 – 0,002	< 0,002
US Departement of Agriculture (USDA)	> 2	2 – 0,005	0,005 – 0,002	< 0,002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2 - 2	2 – 0,075	0,075 – 0,002	< 0,002
Unified Soils Classification System (USCS)	76,2 – 4,75	4,75 – 0,075	Halus (Lanau dan Lempung) 0,0075	

2.1.2. Klasifikasi Tanah

Berbagai usaha telah dilakukan untuk memperoleh klasifikasi umum yang dapat membantu dalam memprediksi perilaku tanah ketika mengalami pembebanan. Metode-metode yang telah dibuat didasarkan pada pengalaman-pengalaman yang diperoleh dalam perancangan fondasi dan riset-riset. Dari sini, tanah fondasi yang ditinjau menurut klasifikasi tertentu dapat diprediksi perilakunya, yaitu didasarkan pada pengalaman di lokasi lain, namun memiliki tipe tanah yang sama.

Klasifikasi tanah berguna sebagai petunjuk awal dalam memprediksi perilaku tanah. Dalam sistem klasifikasi Unified, secara garis besar tanah dibagi dalam 2 kelompok yaitu kelompok tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus yang didasarkan material yang lolos saringan nomer 200 (diameter 0,075 mm). Huruf pertama pada pemberian nama kelompoknya merupakan singkatan dari jenis-jenis tanah. Berikut huruf dan singkatan dari jenis-jenis tanah tersebut:

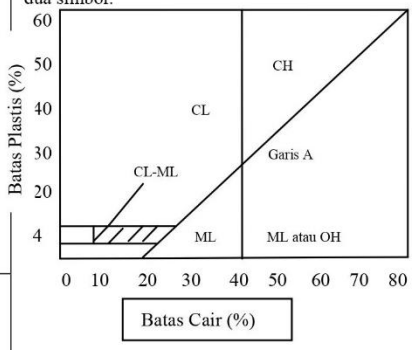
G = kerikil (*gravel*)
S = pasir (*sand*)
M = lanau (*silt*, huruf M singkatan dari MO, Bahasa Skandinavia)
C = lempung (*clay*)
O = organik (*organic*)
Pt = gambut (*peat*)

Huruf-huruf kedua dari klasifikasi dinyatakan dalam istilah-istilah:

W = gradasi baik (*well graded*)
P = gradasi buruk (*poor graded*)
L = plastisitas rendah (*low plasticity*)
H = plastisitas tinggi (*high plasticity*)
Pt = gambut (*peat*)

Sistem klasifikasi Unified, dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Sistem Klasifikasi Unified (Hardiyatmo, 1996)

Divisi Utama			Simbol	Nama Umum		Kriteria Klasifikasi	
Tanah berbutir kasar≥ 50% butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil 50%≥ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus ; Kurang dari 5% lolos saringan no.200: GM, 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	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D10 \times D60}$ Antara 1 dan 3	
			GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
		Kerikil dengan Butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau		Batas-batas *Atterberg* di bawah garis A atau PI < 4	Bila batas *Atterberg* berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		Batas-batas *Atterberg* di bawah garis A atau PI > 7	
	Pasir≥ 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik , pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D10 \times D60}$ Antara 1 dan 3	
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau		Batas-batas *Atterberg* di bawah garis A atau PI < 4	Bila batas *Atterberg* berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		Batas-batas *Atterberg* di bawah garis A atau PI > 7	
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200		Lanau dan lempung batas cair ≤ 50%	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung		Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas *Atterberg* yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.  Garis A : PI = 0.73 (LL-20)	
			CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan 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 anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis			
			CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (*fat clays*)			
			OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi			
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi			PT	*Peat* (gambut), *muck*, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi		Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488	

Untuk menentukan kualitas tanah terdapat juga sistem klasifikasi AASHTO yang dikembangkan pada tahun 1929 dan telah mengalami beberapa perbaikan. Sistem klasifikasi AASHTO dapat dilihat pada Tabel 2.3.

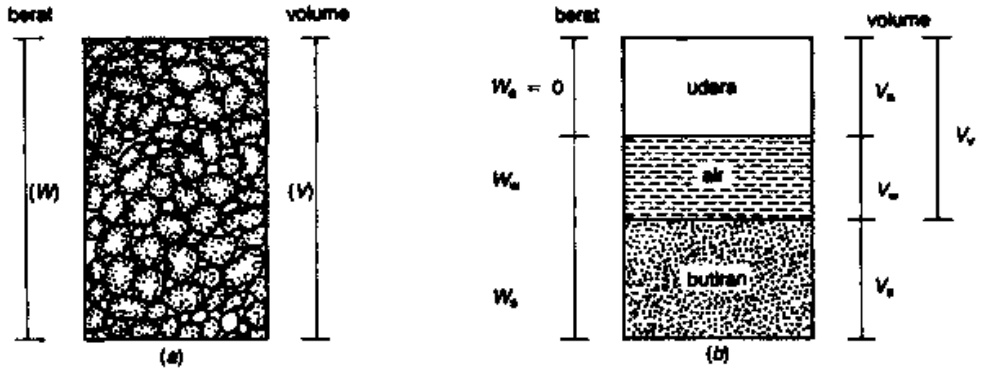
Tabel 2.3. Sistem Klasifikasi AASHTO (Das, 1995)

Klasifikasi Umum	**Tanah berbutir (35 % atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)**							**Tanah lanau - lempung (lebih dari 35 % dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)**			
Klasifikasi Kelompok	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5* A-7-6**
Analisis ayakan (% lolos)											
No. 10	≤ 50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 40	≤ 30	≤ 50	≥ 51	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40											
Batas Cair (LL)	---		---	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 40	≤ 40	≥ 41
Indek Plastisitas (PI)	≤ 6		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik							Biasa sampai jelek			

Keterangan : * Untuk A-7-5, PI ≤ LL – 30
** Untuk A-7-6, PI > LL – 30

2.1.3. Sifat Keteknikan Tanah

Segumpal tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian. Tanah yang kering terdiri dari dua bagian yaitu butir-butir tanah dan pori-pori udara. Tanah jenuh terdiri dari dua bagian, yaitu air pori dan butiran. Tanah tidak jenuh terdiri dari tiga bagian, yaitu butiran, pori-pori udara, dan air pori. Bagian-bagian tanah dapat dilihat pada diagram fase tanah (Gambar 2.1).



Gambar 2.1. Diagram Fase Tanah (Hardiyatmo, 2006b)

Sifat keteknikan tanah merupakan karakteristik tanah berdasarkan sifat fisik dan mekanik tanah. Berikut beberapa contoh sifat keteknikan tanah, antara lain :

a. Kadar air yaitu perbandingan antara berat air dengan berat butiran padat.
b. Porositas yaitu perbandingan antara volume rongga dengan volume total.
c. Angka pori yaitu perbandingan antara volume rongga dengan volume butiran.
d. Berat volume basah yaitu perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara dengan volume total tanah.
e. Berat spesifik yaitu perbandingan antara berat volume butiran padat dengan berat volume air.
f. Derajat kejenuhan yaitu perbandingan antara volume air dengan volume total rongga pori tanah.
g. Kohesi (c) merupakan kekuatan ikatan antara atom-atom atau molekul-molekul penyusun partikel tanah/batuan.
h. Sudut gesek dalam (φ) merupakan kekuatan friksi (gesek) antara partikel-partikel penyusun tanah/batuan.

2.2. Kuat Geser Tanah

Menurut Hardiyatmo (2006b) parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis-analisis kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng, dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Menurut teori Mohr (1910) kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Hubungan fungsi antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya, dinyatakan oleh persamaan:

$$\tau = f(\sigma) \tag{2.1}$$

dimana τ adalah tegangan geser pada saat terjadinya keruntuhan atau kegagalan (*failure*), dan σ adalah tegangan normal pada saat kondisi tersebut. Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar pengertian ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh:

1. Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.
2. Gesekan antara butir-butir tanah yang besamya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

   Coulomb (1776) mendefinisikan f(σ) sebagai:

$$\tau = c + \sigma \ \text{tg}\ \varphi \qquad (2.2)$$

dengan :

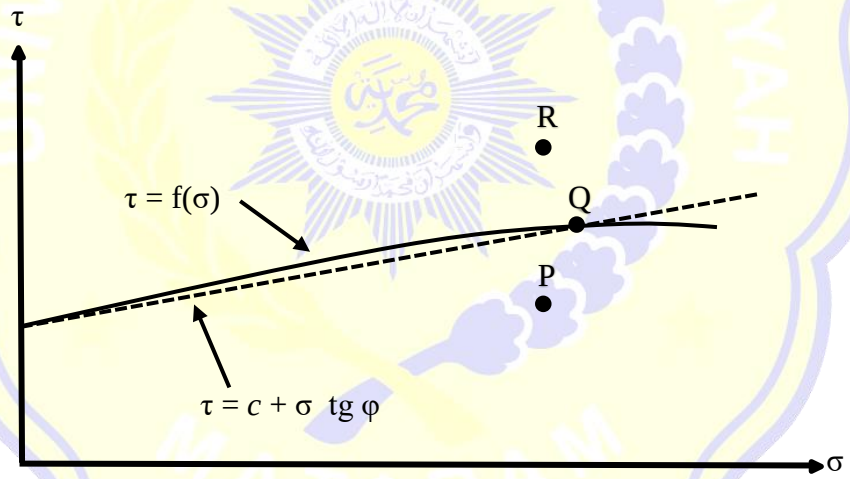
τ = kuat geser tanah (kN/m^2)

c = kohesi tanah (kN/m^2)

φ = sudut gesek dalam tanah (derajat)

σ = tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m^2)

Berikut gambar kriteria kegagalan Mohr dan Couloumb (Gambar 2.2.)



Gambar 2.2. Kriteria kegagalan Mohr dan Couloumb

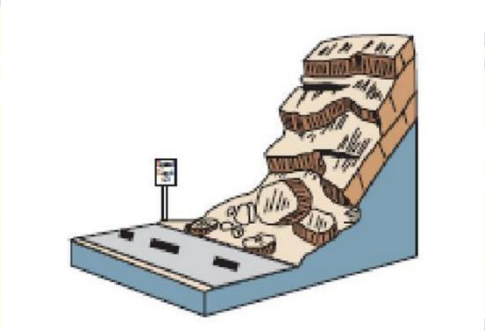
2.3. Gerakan Massa Tanah

Gerakan massa atau *mass movement* adalah gerakan massa tanah yang besar di sepanjang bidang longsor kritisnya. Gerakan massa tanah merupakan gerakan ke arah bawah material pembentuk lereng yang dapat berupa tanah, batu, dan campuran material lainnya (Hardiyatmo, 2006a).

Menurut Cruden dan Varnes (1992) dalam Hardiyatmo (2006a), karakteristik gerakan massa pembentuk lereng dapat dibagi menjadi lima macam, yaitu :

a. Jatuhan (*falls*)

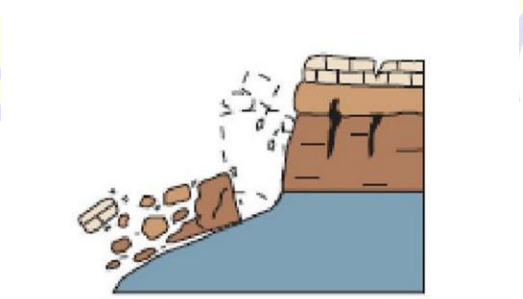
Jatuhan (*falls*) merupakan gerakan jatuh material pembentuk lereng tanah atau batuan tanpa adanya interaksi antara bagian-bagian material yang longsor (Gambar 2.3.). Tipe jatuhan biasanya terjadi pada lereng terjal dan tanpa bidang longsor.



Gambar 2.3. Jatuhan (USGS, 2004)

b. Robohan (*topples*)

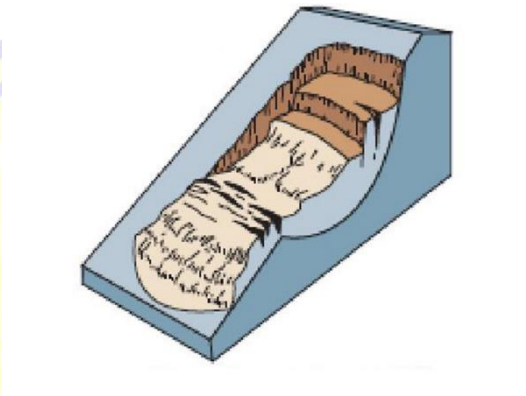
Robohan (*topples*) adalah gerakan material mengguling hingga roboh dan lepas dari permukaan lerengnya yang biasa terjadi pada lereng batuan sangat terjal hingga tegak (Gambar 2.4.)



Gambar 2.4. Robohan (USGS, 2004)

c. Longsoran (*slides*)

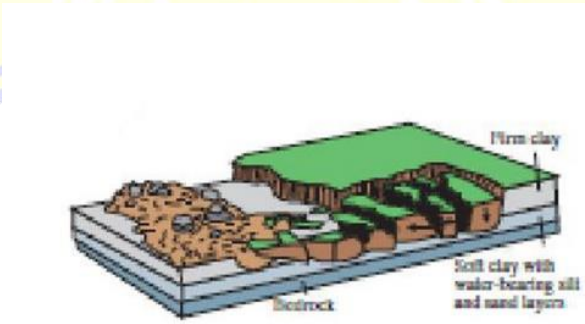
Longsoran (*slides*) adalah gerakan material pembentuk lereng yang diakibatkan oleh terjadinya kegagalan geser, di sepanjang satu atau lebih bidang longsor (Gambar 2.5.). Berdasarkan geometri bidang gelincirnya, longsoran dibedakan menjadi dua jenis, yaitu longsoran rotasional dan longsoran translasional.



Gambar 2.5. Longsoran (USGS, 2004)

d. Sebaran (*spreads*)

Sebaran (*spreads*) adalah kombinasi dari meluasnya massa tanah dan turunnya massa batuan terpecah-pecah ke dalam material lunak di bawahnya (Gambar 2.6.)



Gambar 2.6. Sebaran (USGS, 2004)

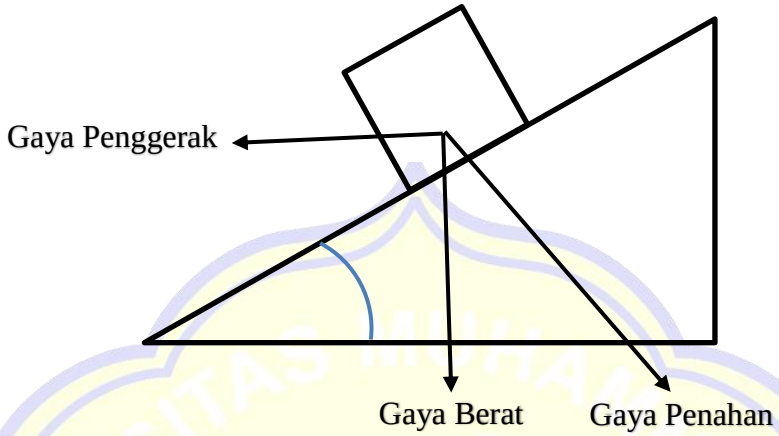
e. Aliran (*flows*)

Aliran (*flows*) adalah gerakan hancuran material ke bawah lereng dan mengalir seperti cairan kental (Gambar 2.7.)

Gambar 2.7. Aliran (USGS, 2004)

2.4. Stabilitas Lereng

Permukaan tanah yang miring menyebabkan gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsomya terlampaui, maka akan terjadi kelongsoran lereng. Analisis stabilitas pada permukaan tanah yang miring ini, disebut analisis stabilitas lereng. Analisis stabilitas lereng memiliki banyak faktor yang harus diperhitungkan, seperti kondisi tanah yang berlapis-lapis, kuat geser tanah yang anisotropis, aliran rembesan air dałam tanah, dan lain-lain (Hardiyatmo, 2006a). Faktor keamanan (FK) digunakan untuk mengetahui stabilitas lereng. Faktor keamanan lereng bisa didapat melalui analisis stabilitas lereng dengan membandingkan antara gaya penahan dengan gaya pendorong tanah/batuan pada lereng (Winarti, 2017). Abramson dkk (1996) dalam Winarti (2017) mengatakan bahwa lereng akan stabil jika gaya geser tidak lebih besar dari kuat geser massa tanah/batuan (FK > 1), kondisi kritis jika FK = 1, dan kondisi tidak stabil jika FK < 1. Prinsip dasar kestabilan lereng dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Prinsip Dasar Kestabilan Lereng

Hardiyatmo (2006a) menjelaskan bahwa terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menetukan stabilitas lereng, antara lain :

a. Metode Fellinius
b. Metode Bishop Disederhanakan
c. Diagram Bishop dan Morgenstern
d. Diagram Morgenstern
e. Diagram Spencer

BAB III
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi persiapan, penelitian lapangan, analisis laboratorium, dan pengolahan data. Kemudian pelaksanaan penelitian dibagi menjadi tiga tahap, yaitu pra lapangan, tahap lapangan, dan tahap pasca lapangan.

3.1. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi GPS, kompas geologi, palu geologi, meteran, cetok, papan kayu, pipa paralon, pipa besi, lakban bening, kantong plastik, kantong sampel, alat tulis, dan kamera.

3.2. Tahap Pra Lapangan

Pada tahap pra lapangan, kegiatan yang dilakukan berupa studi literatur, yaitu pengumpulan data sekunder dari penelitian-penelitian terdahulu dan teori-teori yang relevan dengan sifat keteknikan tanah yang berpengaruh terhadap stabilitas lereng. Hasil studi literatur tersebut digunakan untuk menentukan perumusan masalah, dan metode penelitian yang sesuai dengan kondisi daerah penelitian. Kemudian persiapan alat untuk mendukung kelancaran penelitian seperti pengambilan sampel, pengukuran geometri lereng dan sebagainya. Selanjutnya observasi lapangan dilakukan untuk menentukan lokasi peneletian.

3.3. Tahap Lapangan

Tahap lapangan merupakan kegiatan penelitian yang dilakukan langsung di daerah penelitian untuk memperoleh data primer. Tahap ini meliputi pengamatan morfologi, koordinat, elevasi, kemiringan, panjang, tinggi dan lebar lereng, penggunaan lahan serta pengambilan sampel tanah pada lokasi penelitian.

Dalam penelitian ini sampel tanah diambil pada musim panas. Sampel yang telah diambil kemudian dibungkus dengan kantong plastik dan dilapisi dengan lakban bening serta segera dimasukkan ke dalam kantong plastik agar kondisinya tidak berubah. Jumlah sampel untuk analisis laboratorium sebanyak 8 buah yang diambil pada bagian atas, bagian tengah, dan bagian bawah lereng.

3.4. Tahap Pasca Lapangan

Pada tahap pasca lapangan, kegiatan yang dilakukan meliputi kegiatan analisis laboratorium dan pengolahan data.

3.4.1. Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium dilakukan untuk mengetahui sifat keteknikan tanah penyusun lereng pada lokasi penelitian. Analisis laboratorium berupa analisis geoteknik yang meliputi sifat fisik dan mekanik. Pengujian dilakukan di Laboratorium Geoteknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram.

1. Analisis Sifat Fisik Tanah

a. Uji Kadar Air

Prosedur pengujian kadar air tanah menggunakan ASTM D 2216-98. 20gr massa minimum sampel tanah (basah) digunakan untuk analisis kadar air pada ukuran butir maksimum 2 mm (ayakan nomor 10). Sampel tanah dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105 ^{0}C - 110 ^{0}C selama 16 – 24 jam. Kadar air (%) diperoleh dari perbandingan selisih antara berat tanah basah dan kering dengan berat tanah kering (Rumus 3.1).

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} x100 \qquad (3.1)$$

b. Uji Gravitasi Khusus (*Specific Gravity*)

Prosedur pengujian gravitasi khusus menggunakan ASTM D 854-02. Pengujian 30 - 40 gr tanah dilakukan secara duplo (2 percobaan yang terpisah). Sebanyak 10 gr sampel tanah yang sudah dioven kemudian didinginkan dalam

desikator, lalu direndam dalam piknometer selama 2 -10 jam. Kemudian direbus selama 10 menit (sesekali piknometer dimiringkan) untuk menghilangkan gelembung udara. Ukur suhu air dalam piknometer dengan menggunakan termometer. Gravitasi khusus diperoleh dari perbandingan berat tanah kering dengan selisih berat tanah kering dengan berat tanah dan air dikurangi berat air (Rumus 3.2).

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \tag{3.2}$$

c. Uji Distribusi Ukuran Butir

Uji gradasi butiran sampel tanah berukuran butir kurang dari 2 mm (ayakan nomor 10) dilakukan dengan analisis hidrometer menggunakan ASTM D 1140-00, sedangkan sampel tanah berukuran butir 0,0075 mm (ayakan nomor 200) dilakukan dengan analisis saringan menggunakan ASTM D 422-63.

- Analisis hidrometer

Pengujian dilakukan dengan mencampur sampel tanah sebanyak 50 - 60 gr dengan 125 cc air. Kemudian tambahkan reagent dan diperam selama 16 jam. Selanjutnya aduk dengan *stirring apparatus* selama 1 menit. Pindahkan suspensi ke gelas silinder pengendap dan ditambah air destilasi hingga volumenya mencapai 1000 cm^3 . Kemudian isi gelas silinder lain dengan air destilasi dan reagent seperti pada gelas pertama, apungkan hidrometer. Bolak-balik gelas berisi suspense sekitar 60 kali. Letakkan silinder di atas meja, dan jalankan *stop watch*. Lakukan pembacaan hidrometer pada T = 2, 5, 15, 30, 60, 250 dan 1440 menit (setelah T = 0). 20 detik atau 25 detik sebelum pembacaan, hidrometer dicelupkan ke dalam suspensi sampai kedalaman sekitar taksiran skala yang terbaca. Setelah hidrometer terakhir terbaca (t = 1440 menit), tuangkan suspensi pada saringan nomor 200 sampai bersih. Butir-butir yang tertahan dalam saringan dikeringkan dalam oven bertemperatur 110°C selama 24 jam, kemudian dinginkan dan timbang.

- Analisis saringan

Tanah sisa analisis hidrometer yang tertahan pada saringan nomor 200 digunakan sebagai sampel tanah untuk analisis saringan. Tanah tersebut sebelumnya telah dikeringkan dalam oven selama 24 jam. Kemudian sampel dimasukkan di atas satu set saringan dengan nomor 10, 20, 40, 60, 140 dan 200. Selanjutnya timbang berat tanah yang tertahan dalam masing-masing saringan. Hasil uji hidrometer dan saringan dimasukkan ke dalam grafik semilogaritma untuk menentukan komposisi partikel berdasarkan ukuran dan persentase butiran.

d. Uji Batas-Batas Atterberg

- Uji batas cair

Pengujian ini dilakukan dengan mengikuti prosedur ASTM D 4318-00 dan menggunakan alat *Casagrande*. Sampel tanah yang lolos pada saringan nomor 40 dicampur dengan air dan diperam selama 16 jam. Masukkan sampel ke dalam mangkok dan ratakan permukaan tanah hingga setebal 1 cm kemudian bagi menjadi dua menggunakan pembarut lurus dengan bagian tengah mangkok hingga terbentuk alur selebar 2 mm. Barutan tanah tertutup kembali dengan 25 pukulan pada kecepatan 2 pukulan perdetik. Setiap data hubungan antara kadar air dan jumlah pukulan merupakan satu titik dalam grafik. Jumlah pukulan sebagai absis (skala log) dan kadar air (%) sebagai ordinat (skala biasa). Batas cair (LL) didapat dengan menarik garis linear dari titik-titik yang diperoleh pada perpotongan garis penghubung dan garis vertikal 25 pukulan.

- Uji batas plastis dan indeks plastisitas

Prosedur pengujian batas plastis dan indeks plastisitas menggunakan ASTM D 4318-00. Sebanyak 20 gr sampel tanah lolos saringan no 40 dicampur dengan air dan diperam selama 16 jam. Sampel tanah sebanyak 8 gr dibentuk bola dengan diameter 13 mm kemudian digiling di atas kaca 3 kali dengan gerakan maju mundur (kecepatan 2 detik) hingga membentuk batang berdiameter 3,2 mm (bandingkan dengan kawat pembanding). Bila batang masih licin, potong menjadi 4 bagian,

kemudian diremas sampai homogen dan digiling. Ulangi cara di atas hingga batang tanah retak dan tidak dapat digiling. Tanah yang retak-retak dikumpulkan dan diuji kadar airnya. Batas plastis (PL) diperolah dari uji kadar air (%). Dari perbandingan selisih LL dan PL dapat diperoleh indeks plastisitas. Bila LL atau PL tidak ada, maka indeks plastisitasnya adalah *non plastic*.

2. Analisis Sifat Mekanik Tanah

Analisis sifat mekanik tanah dalam penelitian ini menggunakan uji geser langsung. Prosedur pengujian menggunakan ASTM D 3080-98. Pengujian dilakukan pada kondisi *consolidated drained*. Untuk melakukan uji geser tanah, sampel dicetak membentuk cincin kemudian dimasukkan ke dalam kotak geser dengan urutan dari bawah yaitu batu pori jenuh air, plat bergigi dan berlubang dengan gigi mengadap atas tegak lurus terhadap arah penggeseran, sampel, plat bergigi dan berlubang dengan gigi menghadap bawah tegak lurus terhadap arah penggeseran, batu pori, dan paling atas pasang penerus beban secara sentris. Tekanan normal diberikan kepada sampel sebesar 0,25kg/cm^2 dari atas kotak geser. Kotak geser diisi dengan air, kemudian dikonsolidasikan dengan beban normal yang terpasang. Penggeseran dilakukan dengan kecepatan 0,06 mm per menit. Kemudian baca arloji ukur cincin beban, arloji penurunan, dan arloji penggeseran. Apabila gaya geser sudah konstan maka penggeseran dihentikan. Keluarkan benda uji dan periksa kadar air. Prosedur tersebut diulang lagi dengan pembebanan tekanan normal sebesar 0,50 kg/cm^2 dan 1 kg/cm^2. Gaya geser (P) dapat dihitung dengan :

$$P = 0.21X^{0.991} \qquad (3.3)$$

dengan

P = gaya geser

X = pembacaan arloji beban geser

Tegangan geser maksimum dapat dihitung dengan :

$$\tau = P/A \ (kg/cm^2) \qquad (3.4)$$

dengan

A = luas tampang benda uji (cm^2)

3.4.2. Pengolahan Data

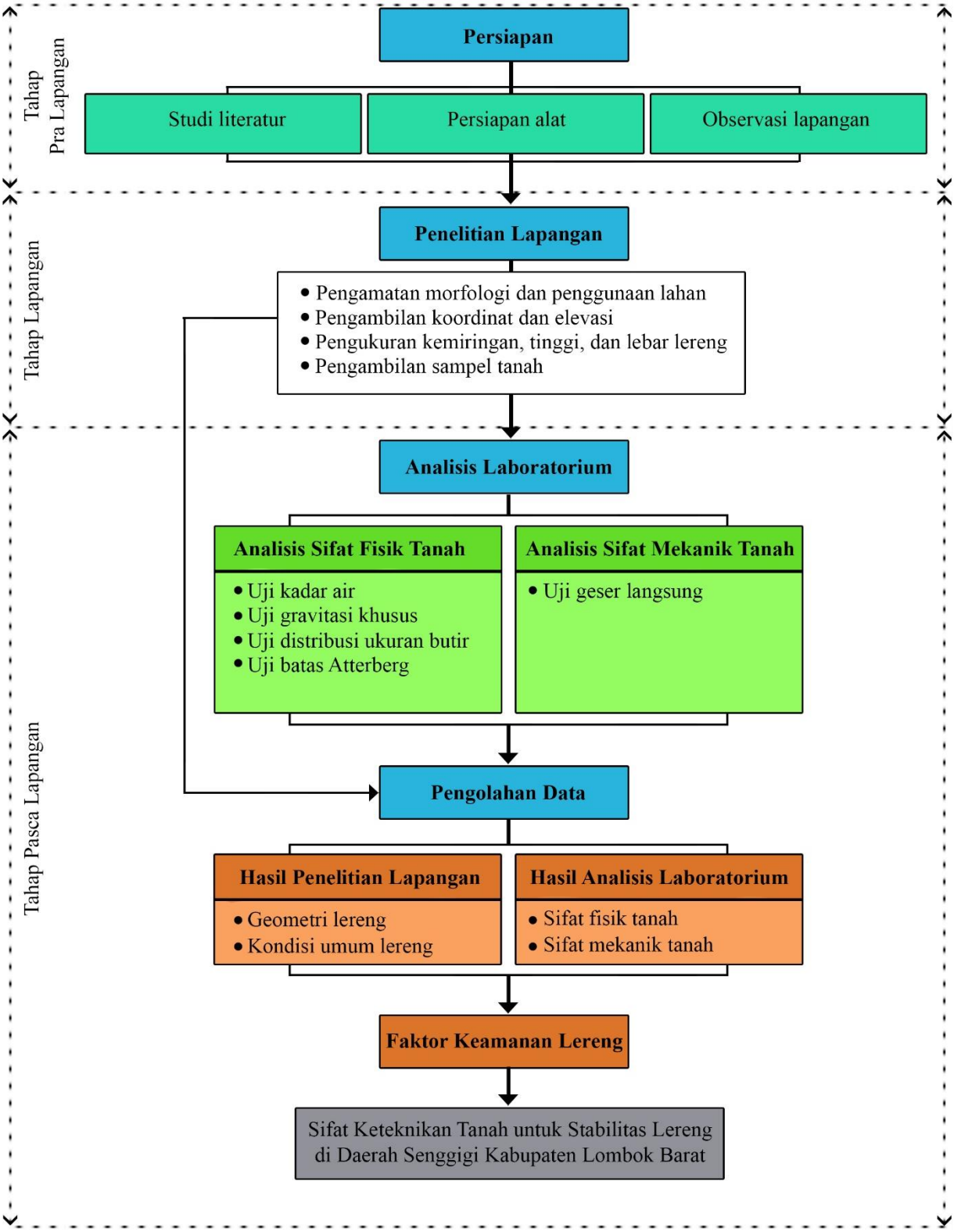
a. Hasil penelitian lapangan

Hasil penelitian lapangan seperti data kemiringan lereng, tinggi lereng, dan lebar lereng diolah untuk mendapatkan geometri lereng. Data geomorfologi dan penggunaan lahan diolah untuk mengetahui kondisi umum lereng. Data titik koordinat dan elevasi digunakan untuk mengetahui posisi dan ketinggian lokasi penelitian. Sementara pengambilan sampel tanah digunakan untuk analisis laboratorium.

b. Hasil analisis laboratorium

Hasil analisis laboratorium dari berbagai pengujian yang telah dilakukan akan diolah untuk mendapatkan sifat keteknikan tanah yang meliputi sifat fisik dan sifat mekanik. Sifat keteknikan tanah yang didapat antara lain kadar air, gravitasi khusus, angka pori, porositas, derajat kejenuhan, klasifikasi tanah, gradasi tanah, batas-batas Atterberg, kohesi, sudut gesek dalam, dan berat volume tanah.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian lapangan dan hasil analisis laboratorium akan digunakan untuk membuat geometri lereng dan sebagai parameter masukkan untuk menentukan nilai faktor keamanan lereng (FK) menggunakan *software* SLIDE 6.0 dengan metode Bishop. Untuk lebih jelasnya, tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian