

**GEOLOGI DAN ANALISIS FAKTOR KEAMANAN PADA
GEOBENCANA TANAH LONGSOR DI DESA TUNGKAL
UTARA, KECAMATAN PARIAMAN UTARA, KOTA
PARIAMAN, PROVINSI SUMATRA BARAT**

TUGAS AKHIR

Studi : Geobencana

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada Jurusan
Teknik Geologi Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau, Pekanbaru



Oleh :

PETER SYAPUTRA

153610419

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
KOTA PEKANBARU**

2022

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**GEOLOGI DAN ANALISIS FAKTOR KEAMANAN PADA
GEOBENCANA TANAH LONGSOR DI DESA TUNGKAL
UTARA, KECAMATAN PARIAMAN UTARA, KOTA
PARIAMAN, PROVINSI SUMATRA BARAT**

Disusun Oleh:

Peter Syaputra

153610419

Diperiksa dan disetujui sebagai skripsi
Pekanbaru, 10 Januari 2021

Menyetujui
Pembimbing

Husni Kauryarian Ph.D
NIDN.1014028602

Mengetahui,
Ka. Prodi Teknik Geologi

Budi Prayitno, S.T., M.T
NIDN.1010118403

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik (strata satu), baik di Universitas Islam Riau maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai cuan dalam naskah dengan disebutkan nama perngarang dan di cantumkan dalam daftar pustaka.
4. Penggunaan “software” komputer bukan menjadi tanggung jawab Universitas Islam Riau.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, Januari 2022

Yang menyatakan

Peter Syaputra

NPM:153610419

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Islam Riau, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Peter Syaputra
NPM : 153610419
Program Studi : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalti Free Right*) kepada Universitas Islam Riau demi kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan atas karya ilmiah saya yang berjudul: **GEOLOGI DAN ANALISIS FAKTOR KEAMANAN PADA GEOBENCANA TANAH LONGSOR DI DESA TUNGKAL UTARA, KECAMATAN PARIAMAN UTARA, KOTA PARIAMAN, PROVINSI SUMATRA BARAT** Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak tersebut maka Universitas Islam Riau berhak menyimpan, mengalih mediakan/format, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat dan mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Pekanbaru, Januari 2022
Yang menyatakan

Peter Syaputra
NPM:153610419

GEOLOGI DAN ANALISIS FAKTOR KEAMANAN PADA GEOBENCANA TANAH LONGSOR DI DESA TUNGKAL UTARA, KECAMATAN PARIAMAN UTARA, KOTA PARIAMAN, PROVINSI SUMATRA BARAT

PETER SYAPUTRA

Program Studi Teknik Geologi

SARI

Daerah Penelitian berada pada Desa Tungkal Utara, Kota Pariaman Utara, Provinsi Sumatra Barat yang mana pada tahun 2009 silam, saat terjadi gempa besar berkekuatan 7.6SR dengan pusat gempa di lepas pantai Sumatra, sekitar 50km barat laut kota Padang, terjadi longsor pada daerah penelitian. Demi mencegah korban jiwa yang mungkin ditimbulkan oleh gempa yang lebih khususnya pada geobencana longsor, maka dilakukan penelitian lereng pada daerah ini menggunakan pengambilan sampel tanah core dan slope setiap lerengnya, menguji geser langsung untuk mengetahui nilai faktor keamanannya. Lalu uji batas Atterberg menentukan batas cair dan plastisnya. Diketahui daerah penelitian memiliki jenis endapan tuf batuapung (Kastowo et al,1996) yang mana hal ini dapat dibuktikan pada tanah daerah penelitian terdapat sisa-sisa fragmen gelas. Uji geser langsung, sampel tanah yang berada pada stasiun 1 menunjukkan bahwa tanah memiliki nilai kohesi 0.222kg/cm^2 dan nilai sudut geser dalam 22.88° yang diklasifikasikan berjenis lempung. Analisis faktor keamanan didapati nilai FK 1.2 yang diklasifikasikan sebagai lereng kritis. Uji plastis menunjukkan bahwasanya jenis tanah pada daerah penelitian berupa tanah kohesif yang memiliki nilai indeks plastisitasnya >7 PI. Data yang ada jika dihubungkan dengan data lapangan seperti kemiringan slope sebesar 30° dan keadaan morfologi yang ada pada daerah penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jenis longsor pada stasiun 1,2 dan 4 adalah longsor rayapan progresif yang bergerak lambat dan pada stasiun 3 adalah translasional.

Kata Kunci : Geobencana, Uji Geser Langsung, Batas Atterberg

GEOLOGY AND SAFETY FACTOR ANALYSIS GEODISASTER OF LANDSLIDE AT TUNGKAL UTARA VILLAGE, DISTRICT PARIAMAN UTARA, PARIAMAN CITY, SUMATRA BARAT PROVINCE.

PETER SYAPUTRA

Study Program of Geological Engineering

ABSTRACT

The research area is located in Tungkai Utara Village, Pariaman Utara City, Sumatra Barat Province where in 2009 when a large 7.6 SR earthquake occurred with the epicenter off the coast of Sumatra, about 50 km northwest of Padang city, a landslide occurred in the study area. In order to prevent casualties that may be caused by earthquakes, especially landslide geo-disasters, a slope research was carried out in this area using core soil sampling and the slope of each slope, testing direct shear to determine the value of the safety factor. Then the Atterberg limit test determines the liquid and plastic limits. It is known that the research area has a type of pumice tuff deposition (Kastowo et al, 1996) which can be proven by the soil of the study area there are remnants of glass fragments. Direct shear test, the soil sample at station 1 showed that the soil had a cohesion value of 0.222kg/cm² and an internal shear angle of 22.88° which was classified as clay type. The safety factor analysis result show the value is FK 1.2 which is classified as critical slope. The plastic test showed that the soil in the study area was cohesive soil which had a plasticity index value of >7 PI. Existing data when associated with field data such as the slope of the slope of 30° and the morphological conditions that exist in this research area can be concluded that the type of landslide at stations 1,2 and 4 is a slow-moving progressive creep landslide and at station 3 is translational.

Keyword : Geodisaster, Direct Shear Test, Atterberg's Limit,

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Tiada Kuasa selain Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang yang telah memberi petunjuk pada penulis agar skripsi ini selesai dengan lancar. Tanpa petunjuk-Nya maka penulis bukanlah siapa siapa. Dia lah yang Maha Sempurna Rencananya tiada keraguan dalam apa yang direncanakan-Nya

Allahumma shalli alaa muhammad waalaa aali muhammadin kamaa shallaita alaa ibrahiima waalaa aali ibrahiia wabaarik alaa aali muhammadin kamaa baarakta alaa sayyidinaa alaa ibraahima wa alaa aali ibraahima, fil aalamiina innaka hamiidun majiidun.

Semoga tulisan mengenai *geologi dan analisis faktor keamanan pada geobencana tanah longsor di desa tungkal utara, kecamatan pariaman utara, kota pariaman, provinsi sumatra barat* ini dapat berguna pada masyarakat dan para pembaca.

Pekanbaru, Januari 2022

Peter Syaputra

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	I
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	II
SARI.....	IV
ABSTRACT.....	V
KATA PENGANTAR.....	VI
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR GAMBAR.....	X
DAFTAR TABEL.....	XI
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud Dan Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Lokasi dan Kesampaian Wilayah.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
1.7 Waktu Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Fisiografi Regional.....	5
2.2 Geologi Regional Daerah Penelitian.....	5
2.3 Tanah Longsor.....	6
2.3.1 Faktor Pergerakan Massa Tanah.....	10
2.3.2 Kerentanan Bencana Tanah Longsor.....	13
2.4 Faktor Keamanan Lereng.....	14
2.4.1 Uji Geser Langsung (Direct shear stress).....	18
2.4.2 Analisa Faktor Keamanan Lereng Metode Fellenius.....	23
2.4.3 Batas Plastis & Elastis Atterberg.....	25
2.4.4 Analisa Sieve / Ayakan.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	31

3.1 Metode Penelitian.....	31
3.2 Peralatan Penelitian	31
3.3 Tahap Penelitian	34
3.4 Tahap Persiapan	34
3.5 Pengambilan data.....	34
3.6 Tahap Analisis Data.....	35
3.7 Tahap Penyelesaian laporan	35
3.8 Bagan Alir Penelitian.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Ketersediaan Data.....	38
4.2 Litologi Penyusun Daerah Penelitian	39
4.3 Uji Geser Langsung (Direct Shear Test).....	39
4.3.1 Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 1	40
4.3.2 Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 2	40
4.3.3 Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 3	41
4.3.4 Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 4	41
4.4 Analisa Faktor Keamanan (Metode Fellenius)	42
4.4.1 Hasil Analisa Faktor Keamanan Stasiun 2.....	42
4.5 Analisa Batas Plastis & Batas Cair Atterberg.....	43
4.5.1 Analisa Batas Plastis / Plasticity Limit (PL%).....	44
4.5.2 Analisa Batas Cair / Liquid Limit (LL%)	45
4.5.3 Analisa Indeks Plastis (PI%).....	46
4.6 Analisa Distribusi Ukuran Butir Tanah (<i>Grain Size Analysis</i>)	46
4.6.1 Hasil Analisa Distribusi Ukuran Butir Tanah Pada Stasiun 1.....	46
4.6.2 Hasil Analisa Distribusi Ukuran Butir Tanah Pada Stasiun 2.....	47
4.6.3 Hasil Analisa Distribusi Ukuran Butir Tanah Pada Stasiun 3.....	49
4.6.4 Hasil Analisa Distribusi Ukuran Butir Tanah Pada Stasiun 4.....	49
4.7 Jenis Longsor Daerah Penelitian	50
4.7.1 Jenis Dan Potensi longsor Stasiun 1	51
4.7.2 Jenis Dan Potensi longsor Stasiun 2	51

4.7.3 Jenis Dan Potensi longsor Stasiun 3	51
4.7.4 Jenis Dan Potensi longsor Stasiun 4	51
BAB V PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Regional daerah penelitian	5
Gambar 2.2 Ilustrasi Longsoran rotasi, Longsoran translasi dan Pergerakan blok...	7
Gambar 2.3 Ilustrasi Jatuhan batuan	7
Gambar 2.4 Ilustrasi terjadinya Topple.....	8
Gambar 2.5 Ilustrasi Aliran bahan rombakan, Aliran campuran masa tanah dan batuan, Aliran masa tanah dan batuan, dan Rayapan.....	9
Gambar 2.7 Alat uji geser langsung (Direct shear stress).....	20
Gambar 2.8 Kriteria kegagalan Mohr – Coulomb.....	21
Gambar 2.9 Rumus diagram kriteria kegagalan Mohr – Coulomb	22
Gambar 2.10 Gaya-gaya dan asumsi bidang pada tiap pias bidang longsor	24
Gambar 3.1. GPS Garmin 64s.....	31
Gambar 3.2 Kompas Brunton	32
Gambar 3.3 Smartphone.....	32
Gambar 3.4 Pipa paralon 2 1/2.....	33
Gambar 3.5 Pita ukur 150m	33
Gambar 3.6 Bagan alir penelitian.....	37
Gambar 4.1 Peta google earth daerah penelitian.....	38
Gambar 4.2 Kenampakan sampel tanah daerah peneltian	39
Gambar 4.3 Hasil Kriteria Mohr-Coulomb pada stasiun 2	41
Gambar 4.4 Kenampakan lapangan stasiun 2	42
Gambar 4.5 Sketsa metode Fellenius pada stasiun 2	43
Gambar 4.6 Klasifikasi stasiun 1 berdasarkan nila PI & LL pada diagram USCS.47	
Gambar 4.7 Klasifikasi stasiun 2 berdasarkan nila PI & LL pada diagram USCS.48	
Gambar 4.8 Klasifikasi stasiun 4 berdasarkan nila PI & LL pada diagram USCS.50	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jadwal kegiatan penelitian skripsi pada bulan Maret 2021 hingga Januari 2022.....	4
Tabel 2.1 hubungan kelas lereng dengan sifat-sifat proses dan kondisi lahan disertai simbol warna yang disarankan (Van Zuidam,1985)	12
Tabel 2.2 Faktor Keamanan dan Kejadian pada metode Bishop (Braja M. Das, 1993)	15
Tabel 2.3 Derajat Pelapukan (Suriadi et al., 2014)	16
Tabel 2.4 Besar kohesi terhadap material	20
Tabel 2.5 Sudut geser dalam terhadap material	21
Tabel 2.6 Tingkat Ekspansifitas Tanah.....	27
Tabel 2.7 Nomor ayakan pada analisis sieve	28
Tabel 2.8 Diagram USCS (a)	29
Tabel 2.9 Diagram USCS (b).....	30
Tabel 4.1 Tabel ketersediaan data daerah penelitian	38
Table 4.2 Hasil uji geser langsung pada sampel stasiun 2	40
Tabel 4.3 Hasil analisis lereng 2 menggunakan rumus Fellenius	43
Tabel 4.4 Hasil analisis batas plastis Atterberg	44
Tabel 4.5 Hasil analisis batas cair Atterberg.....	45
Tabel 4.6 Hasil analisis indeks plastis (PI%).....	46
Tabel 4.7 Hasil ayakan Stasiun 1	47
Tabel 4.8 Hasil ayakan Stasiun 2	48
Tabel 4.9 Hasil ayakan Stasiun 3	49
Tabel 4.10 Hasil ayakan Stasiun 4	50

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bukanlah hal yang baru di Indonesia. Keberadaan Indonesia yang berada di *Ring of Fire* menjadikan Indonesia sering terkena gempa. Seperti halnya kejadian 10 tahun silam yang mana terjadinya gempa bumi berkekuatan 7.6SR di Provinsi Sumatra Barat pada tanggal 30 September 2009. Gempa tersebut meluluh lantakkan sebagian besar Sumatra Barat. Menelan korban 1.117 orang, luka berat mencapai 1.214 orang, luka ringan 1.688 orang, korban hilang 1 orang. Untuk bangunan sebanyak 135.448 rumah rusak berat, 65.380 rumah rusak sedang, & 78.604 rumah rusak ringan.

Beberapa masyarakat di Desa Tungkal Utara bermukim di tepi lereng yang curam. Saat kejadian gempa besar tersebut, beberapa bagian lereng di beberapa rumah warga setempat sempat longsor, tapi tidak menimbulkan korban jiwa. Meskipun sempat terjadi longsor, warga tetap bermukim disana yang sebenarnya pemerintah sudah memberikan tempat ganti yang lebih aman jauh dari lereng lereng curam.

Beberapa kekurangan perilaku pada beberapa masyarakat indonesia tidak mempercayai suatu prediksi melalui analisis sains yang padahal dapat membantu menyelamatkan dan memitigasi hal hal berbahaya pada kedepannya. Seperti potensi longsor pada daerah penelitian, masyarakat cenderung mempercayai apa yang terjadi sekarang tapi tidak atau hampir tidak mempercayai apa yang mungkin terjadi kedepannya.

Metode uji geser langsung adalah metode yang digunakan guna mengetahui nilai kohesi dan sudut geser tanah jika diberikan tegangan. Dari nilai nilai yang didapati ini nantinya akan diketahui bagaimana nilai faktor keamanan suatu daerah. Batas plastis dan batas cair yang menjelaskan bagaimana struktur tanah apakah bersifat ductile atau brittle pada suatu lapisan tanah dan yang nantinya akan mendukung bagaimana

potensi longsor kedepannya. Analisis sieve atau ayakan adalah metode distribusi butiran yang menjelaskan bagaimana kandungan butiran pada suatu volume tanah tertentu.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang muncul pada Desa Tungkal Utara ini adalah :

1. Apa litologi penyusun daerah penelitian
2. Berapa nilai faktor keamanan pada daerah penelitian
3. Bagaimana indeks plastis daerah penelitian
4. Apa jenis tanah daerah penelitian?
5. Bagaimana potensi longsor daerah penelitian

1.3 Maksud Dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah penjelasan pada masyarakat setempat potensi bahaya yang ditimbulkan pada daerah lereng di sekitar pemukiman serta :

1. Mengetahui litologi penyusun daerah penelitian
2. Mengetahui nilai aman lereng pada daerah penelitian
3. Mengetahui nilai indeks plastis daerah penelitian
4. Mengetahui jenis tanah daerah penelitian
5. Mengetahui potensi longsor daerah penelitian

1.4 Lokasi dan Kesampaian Wilayah

Lokasi penelitian terletak di desa Tungkal Utara dengan koordinat $100^{\circ} 7'33.37''E$ $0^{\circ}33'11.58''S$ dan sekitarnya. Secara administratif lokasi penelitian berada di Kecamatan Pariaman Utara, Kota Pariaman, Provinsi Sumatra Barat. Daerah penelitian dapat ditempuh dengan menggunakan transportasi darat dengan menggunakan roda empat atau menggunakan roda dua selama lebih kurang 8-12 jam ke lokasi penelitian dari Pekanbaru.



Gambar 1.1 Google Earth kesampaian lokasi

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini memiliki arah yang cukup jelas, maka perlu adanya suatu batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Faktor keamanan lereng
2. Klasifikasi jenis tanah USCS
3. Batas cair & batas plastis Atterberg

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian adalah :

1. Mengetahui litologi penyusun daerah penelitian.
2. Memberikan pengetahuan tentang nilai faktor keamanan daerah penelitian
3. Memberikan gambaran bagaimana nilai indeks plastisitas tanah daerah penelitian.
4. Mengetahui jenis tanah yang terdapat pada sekitar daerah penelitian
5. Memberikan gambaran tentang potensi longsor pada masyarakat sekitar.

1.7 Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan selama lebih kurang selama 6 (enam) bulan, dari bulan Januari sampai Juli 2021, dengan jadwal penelitian yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1.1 Jadwal kegiatan penelitian skripsi pada bulan Maret 2021 hingga Januari 2022

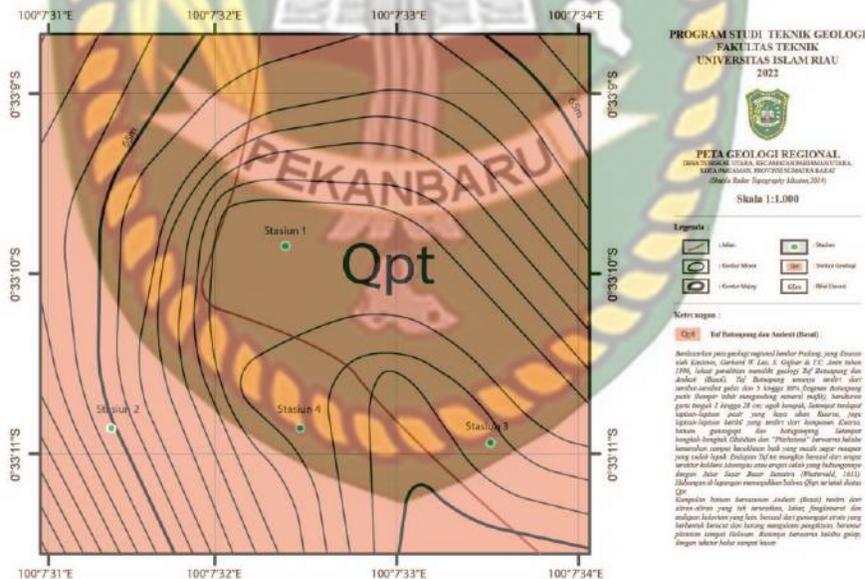
	Maret 2021				Juni				Juli				November				Desember				Januari 2022		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Persiapan dan Studi Pendahuluan	■	■	■	■																			
Penelitian lapangan					■	■	■	■															
Analisis									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Bimbingan dan Penulisan Laporan																	■	■	■	■	■	■	■
Seminar Hasil																							■

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fisiografi Regional

Menurut sandi pada publikasinya pada tahun 1985, ia menyatakan bahwa sumatra barat dibagi pada tiga wilayah fisiografi utama, yang pertama adalah pegunungan vulkanik, perbukitan dengan lipatan tersier dan terakhir wilayah dataran rendah. Yang mana pegunungan vulkanik berada pada bagian tengah provinsi dari utara menuju ke selatan dan perbukitan lipatan yang berumur tersier juga berada pada bagian timur pegunungan vulkanik. Pada perbukitan tersier ini ditemukan beberapa tempat yang mengandung batubara dengan medan berat. Pada bagian barat provinsi ini terdapat dataran rendah dan pada kabupaten Tanah datar dan sekelilingnya diketahui tersusun atas batuan malihan sedimen vulkanik dan endapan yang berumur Permian Karbon sampai Tersier

2.2 Geologi Regional Daerah Penelitian



Gambar 2.1 Peta Regional daerah penelitian

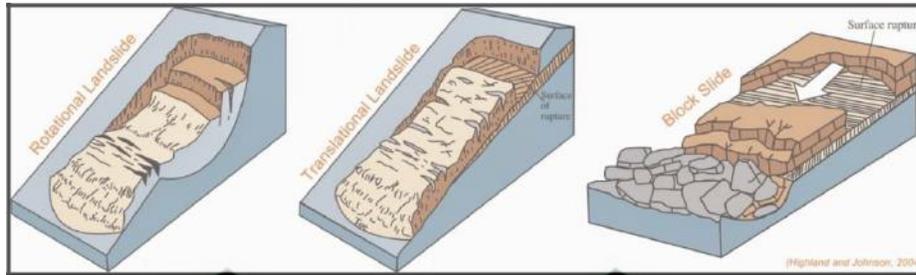
Berdasarkan peta geologi regional lembar Padang, yang disusun oleh Kastowo, Gerhard W. Leo, S. Gafoer & T.C. Amin tahun 1996, lokasi penelitian memiliki geologi **Tuf Batuapung** Dan Andesit (basal), tuf batuapung ini diketahui tersusun atas serabut-serabut gelas dan hampir tidak memiliki mineral mafic yang memiliki persentase 5 hingga 80%, berukuran garis tenah 1 sampai 20cm; sedikit kompak, setempat terdapat lapisan pasir yang kaya akan kuarsa, juga lapisan-lapisan kerikil yang terdiri dari komponen Kuarsa, batuan gunungapi dan batugamping. Setempat bongkah-bongkah Obsidian dan “Pitchstone” yang segar dan lapuk berwarna sama yaitu kelabu kemerahan hingga kecoklatan. Diperkirakan keberadaan tuf pada daerah ini adalah hasil erupsi kaldera Maninjau atau hasil erupsi celah yang masih memiliki hubungan dengan jalur sesar besar Sumatra (Westerveld, 1653). Hubungannya terlihat di lapangan yang mana Qhpt terletak diatas Qpt.

Kumpulan batuan bersusunan Andesit (Basal) terdiri dari aliran-aliran yang tak teruraikan, lahar, fanglomerat dan endapan kolovium yang lain, berasal dari gunungapi strato yang berbentuk kerucut dan kurang mengalami pengikisan, berumur plistosen sampai Holosen. Biasanya berwarna kelabu gelap, dengan tekstur halus sampai kasar.

2.3 Tanah Longsor

Longsoran merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah ataupun batuan ataupun bahan rombakan yang menuruni lereng (Karnawati, 2005) Tipe / Jenis Tanah Longsor (Varnes, 1978)

1. Geser: Terdiri dari longsoran translasi, longsoran rotasi dan gerakan balok. Longsor putar adalah gerakan tanah dan massa batuan pada permukaan luncur cekung ke atas, dan gerakan tanah longsor umumnya berputar pada sumbu yang sejajar dengan permukaan. Longsor translasi adalah pergerakan massa tanah dan batuan yang berputar sedikit atau miring ke belakang pada permukaan luncur yang datar. Gerakan balok adalah gerakan batuan yang mirip dengan longsoran translasi, tetapi massa gerakannya terdiri dari balok-balok yang koheren.



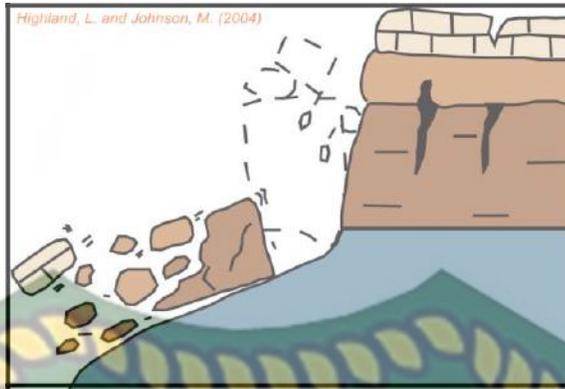
Gambar 2.2 Ilustrasi Longsoran rotasi, Longsoran translasi dan Pergerakan blok

2. Jatuh: adalah gerakan tiba-tiba batu yang jatuh dari lereng atau tebing yang curam. Pemisahan terjadi di sepanjang sendi dan batuan dasar. Gerakan ini ditandai dengan jatuh bebas, memantul, dan berguling. Hal ini sangat dipengaruhi oleh gravitasi, pelapukan mekanis dan keberadaan air di dalam batuan.



Gambar 2.3 Ilustrasi Jatuhan batuan

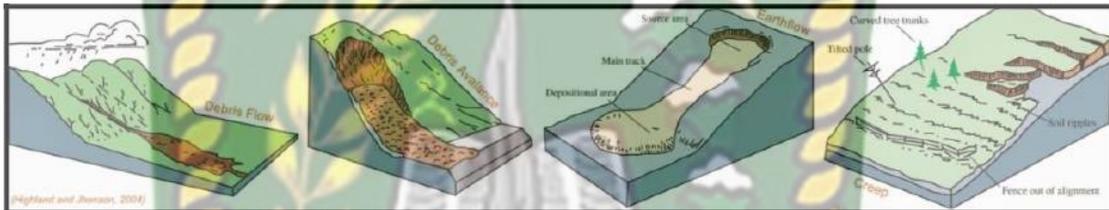
1. Topple: Gerakan ini ditandai dengan runtuhnya satuan batuan akibat rotasi maju satuan batuan pada suatu titik sumbu (bagian dari satuan batuan yang lebih rendah) akibat gravitasi dan kandungan air pada rekahan batuan.



Gambar 2.4 Ilustrasi terjadinya Topple

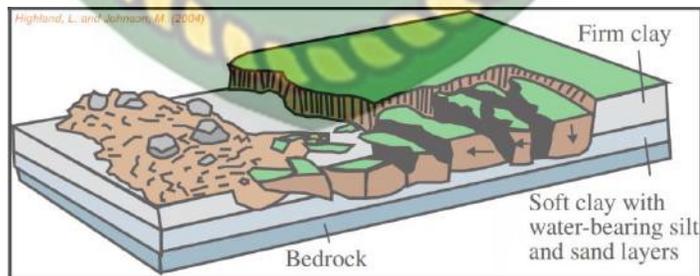
1. Flows: gerakan ini terdiri dari 5 kategori yang mendasar
 - a. Debris Flow (aliran bahan rombakan) merupakan gerakan massa yang relatif cepat yang mana tanah bercampur baik batu, bahan organik bergerak menuruni lereng seperti halnya bubur. Juga disebabkan air yang datang terus menerus sehingga mengikis dan menurunkan kohesi tanah sehingga memobilisasi tanah pada lereng yang curam.
 - b. Debris Avalance (Aliran campuran masa tanah dan batuan) adalah longsoran es pada lereng yang terjal. Jenis ini adalah merupakan jenis aliran debris yang pergerakannya terjadi sangat cepat.
 - c. Mudflow (Aliran lumpur) adalah sebuah luapan lumpur (hampir sama seperti Earthflow) terdiri dari bahan yang cukup basah, mengalir cepat dan terdiri dari setidaknya 50% pasir, lanau, dan partikel berukuran tanah liat.
 - d. Creep (Rayapan) adalah perpindahan tanah atau batuan pada suatu lereng secara lambat dan stabil. Gerakan ini disebabkan oleh shear stress, pada umumnya terdiri dari 3 jenis:
 - e. Creep (Rayapan) adalah longsoran yang pergerakannya relatif lambat dan kontinu yang biasanya disebabkan oleh gaya geser, umumnya terdapat 3 jenis dari creep atau rayapan ini :

- 1) Seasonal, Pergerakannya berada pada lapisan dalam tanah yang mana dipengaruhi oleh kelembapan dan suhu tanah yang berganti mengikuti musim yang terjadi.
- 2) Continuous, longsor akibat gaya geser yang terjadi secara kontinu melebihi kohesi pada suatu lapisan tanah.
- 3) Progressive, pada longsor ini biasanya terdapat pepohonan atau benda-benda yang miring pada daerah longsor akibat dari lereng yang menemui titik keruntuhan dan menciptakan gerakan massa, dan juga riak tanah bisa juga sebagai tanda longsor ini.



Gambar 2.5 Ilustrasi Aliran bahan rombakan, Aliran campuran masa tanah dan batuan, Aliran masa tanah dan batuan, dan Rayapan

1. Lateral Spreads (penyebaran lateral): Jenis longsor ini biasanya terjadi pada daerah landai atau datar. Gerakan utamanya adalah secara lateral yang ditandai dengan kekar tarik dan geser. Diketahui disebabkan oleh likuifaksi, yaitu proses dimana tanah jenuh terisi air sehingga loose menjadikan tanah yang mulanya padat menjadi cair.



Gambar 2.6 Ilustrasi Penyebaran lateral pada tanah longsor

2.3.1 Faktor Pergerakan Massa Tanah

Pada publikasi Karnawati tahun 2005, ada beberapa faktor yang menjadi pengontrol suatu massa tanah yang menjadikan suatu lereng berpotensi menjadi bergerak, meskipun lereng yang ada itu stabil dan belum pernah longsor. Adanya gangguan menjadikan lereng bergerak dan menyebabkan longsor

Berdasarkan analisa lapangan dan mengacu pada publikasi dari Sarosa (1992) Sampurno tahun 1975, Tjojudo 1983, varnes 1978, Heath tahun 1988 maka karnawati menyimpulkan beberapa faktor yang mendorong pergerakan tanah, antarlain.

1. Kondisi geomorfologi (kemiringan lereng)

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan wilayah perbukitan dan pegunungan, sehingga banyak di jumpai lahan yang miring atau perbukitan. Lereng pada lahan yang miring ini berpotensi untuk mengalami gerakan tanah. Semakin curam kemiringan (sudut kemiringan) suatu lereng, akan semakin besar gaya pergerakan massa tanah/batuan penyusun lereng.

2. Kondisi geologi

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan wilayah yang kondisi geologinya dinamis. Hal ini disebabkan oleh terjadinya gerakan

Lempeng Australia dan Lempeng Pasifik bertabrakan di bawah Lempeng Benua Eurasia, menghasilkan zona subduksi. Akibat penunjaman lempeng tersebut, terjadi aktivitas gempa bumi dan gunung berapi yang menyebar menurut jalur penunjamannya. Getaran gempa pada lereng gunung berapi atau pegunungan dapat memicu terjadinya longsor, karena getaran gempa dapat meningkatkan gaya atau tegangan yang menggerakkan massa tanah/batuan pada lereng, yang sekaligus mengurangi gaya atau hambatan gerak. Kehadiran gunung berapi tentu menyebabkan suatu daratan menjadi miring. Semakin miring tanah maka semakin besar gaya dorong massa tanah pada lereng jika tanah lereng merupakan tanah gembur atau merupakan pembatas yang rapuh.

3. Kondisi tanah/batuan penyusun lereng

Kondisi tanah/batuan lereng sangat berperan dalam mengendalikan terjadinya pergerakan tanah. Walaupun merupakan lereng yang terjal, tanah belum terjadi jika kondisi tanah/lereng cukup padat dan kuat. Tanah sisa hasil pelapukan batuan yang belum mengalami gerakan (masih in situ) dan tanah kolovial, serta lapisan batulempung smektif, lapisan napal dan serpih seringkali merupakan massa tanah/batuan yang bergerak, terutama jika lerengnya berlereng.

4. Kondisi iklim

Kondisi iklim di Indonesia memegang peranan yang sangat penting dalam pengendalian terjadinya tanah longsor. Temperatur dan curah hujan yang tinggi sangat mendukung proses pelapukan batuan di lereng. Akibatnya sering kita jumpai lereng yang tersusun dari tumpukan tanah yang tebal, dengan ketebalan lebih dari 10 meter. Dari hasil observasi lapangan terlihat bahwa lereng dengan tanah yang lebih tebal relatif lebih rentan terhadap pergerakan tanah. Curah hujan yang tinggi atau sedang dan berlangsung lama memegang peranan yang sangat penting dalam memicu terjadinya gerakan tanah. Air hujan yang merembes ke lereng dapat meningkatkan kejenuhan tanah di lereng, sehingga tekanan udara untuk meregangkan tanah juga meningkat, dan akhirnya tanah terangkut oleh aliran air di lereng.

5. Kondisi hidrologi lereng

Kondisi hidrologi pada lereng berperan dalam meningkatkan tekanan hidrostatik udara, sehingga kekuatan tanah/batuan akan sangat berkurang dan akan terjadi pergerakan tanah.

Lereng dengan air tanah dangkal atau lereng dengan akuifer yang menjorok sangat sensitif terhadap peningkatan tekanan hidrostatik ketika udara permukaan merembes ke dalam lereng. Selain itu, batuan retak atau sering menjadi saluran udara menuju lereng. Jika lebih banyak udara masuk melalui celah atau sambungan, tekanan udara juga akan meningkat. Karena jalur ini merupakan bidang dengan kekuatan geser yang lemah, peningkatan tekanan udara ini akan dengan mudah

memindahkan lereng melalui jalur tersebut. Di antara kondisi alam di atas, satu-satunya kondisi yang relatif mudah dikendalikan adalah kondisi hidrologis (tata air) pada lereng yang rawan longsor. Kondisi tata air ini paling sensitif terhadap perubahan baik dimensi ruang maupun waktu, karena air hujan merembes ke lereng (Hencher dan Masey, 1984; Karnawati, 1996a dan 2000b).

Tabel 2.1 hubungan kelas lereng dengan sifat-sifat proses dan kondisi lahan disertai simbol warnayang disarankan (Van Zuidam,1985)

Kelas Lereng	Proses, karakteristik dan kondisi lahan	Simbol warna yang disarankan
0-2 (0-2%)	Datar atau hampir rata, tidak ada erosi besar, dapat diproses dengan mudah dalam kondisi kering	Hijau tua
2°-4° (2-7%)	Tanahnya memiliki kemiringan yang landai, jika terjadi longsor maka bergerak dengan kecepatan rendah, erosi dan erosi akan meninggalkan bekas luka yang sangat dalam	Hijau muda
4°-8° (7-15%)	Lahan memiliki kemiringan lereng landai sampai curam, bila terjadi longsor bergerak dengan kecepatan rendah, sangat rawan terhadap erosi	Kuning muda
16°-32° (30-70%)	Lahan memiliki kemiringan lereng yang curam, rawan terhadap bahaya longsor, erosi permukaan dan erosi alur	Kuning tua
16°-32° (30-70%)	Tanahnya memiliki kemiringan yang curam sampai curam, sering terjadi erosi dan pergerakan tanah dengan kecepatan lambat. Daerah	Merah muda

	rawan erosi dan tanah longsor	
35°-65° (<70-140%)	Lahan memiliki kemiringan lereng yang terjal, sering ditemukan singkapan batuan, rawan terhadap erosi	Merah tua
>55° (>140%)	Lahan memiliki kemiringan lereng yang terjal, singkapan batuan muncul di permukaan, rawan terhadap longsor batuan	Ungu tua

2.3.2 Kerentanan Bencana Tanah Longsor

Sebagian besar lokasi bencana tidak disediakan oleh salah satu pihak. Namun, ketika kemungkinan terjadi bencana, tindakan yang dapat dilakukan adalah memperkuat kesiapsiagaan dan kesiapsiagaan bencana. Pemodelan atau estimasi gempa hanya dimungkinkan jika peristiwa tersebut telah terjadi sebelumnya. Saat menghadapi ancaman bencana, ada kelompok masyarakat yang bertindak sesuai dengan prosedur keselamatan yang telah ditetapkan. Namun di sisi lain, beberapa kelompok masyarakat tidak siap dan siaga ketika terjadi bencana (Suriadi et al., 2014).

Kerentanan merupakan kondisi sosial yang tidak kondusif untuk menghadapi ancaman bencana. Menurut Direktur BNPB No. 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana, kerentanan masyarakat dinyatakan sebagai:

1. Kerentanan Fisik (Infrastruktur), yang menggambarkan perkiraan tingkat kerusakan infrastruktur jika ada bahaya (hazard). Berbagai indikator kerawanan fisik adalah persentase luas bangunan, kepadatan bangunan,

persentase bangunan darurat, jaringan listrik, rasio panjang jalan, jaringan telekomunikasi, jaringan PDAM dan perkeretaapian.

2. Kerentanan ekonomi, yang menggambarkan tingkat kerugian atau kerusakan kegiatan ekonomi (proses ekonomi) yang terjadi ketika ada ancaman bahaya. Indikator yang menunjukkan peningkatan tingkat kerentanan ekonomi adalah persentase rumah tangga yang bekerja di sektor rentan (pelayanan dan distribusi) dan persentase rumah tangga miskin di daerah rawan bencana.
3. Kerentanan sosial, yang menggambarkan perkiraan risiko yang terjadi terhadap keamanan penduduk saat terjadi bencana. Indikator-indikator tersebut antara lain: kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, proporsi penduduk lanjut usia, balita dan perempuan.
4. Kerentanan lingkungan, menunjukkan kondisi daerah rawan bencana. Kondisi geografis, kondisi geologi dan data statistik bencana merupakan indikator kerentanan lingkungan. Kerentanan organisasi (kelembagaan) menunjukkan adanya kelembagaan lokal (pemerintah/swasta) yang terkait dengan upaya penanggulangan bencana, indikatornya antara lain: pedoman dan kebijakan penanggulangan bencana, koordinasi, kerjasama, komitmen dan konsistensi instansi terkait dalam penanggulangan bencana.

2.4 Faktor Keamanan Lereng

(Stability, n.d.) Faktor aman di definisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan.

1. Faktor pembentuk gaya penahan

Gaya penahan umumnya selain dipengaruhi oleh geometri atau ukuran lereng juga dipengaruhi oleh faktor – faktor yang membentuk gaya – gaya penahan yang lain, faktor – faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Jenis batuan Batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf umumnya memberikan kestabilan yang baik, terutama apabila batuan tersebut tersebar luas.

- b. Kekuatan batuan Batuan utuh yang mempunyai kuat tekan tinggi dan mempunyai sudut geser dalam tinggi merupakan batuan yang sangat stabil terhadap gerakan tanah.

2. Faktor pembentuk gaya penggerak

Gaya penggerak umumnya dipengaruhi oleh gravitasi sedangkan berat dari bagian lereng yang bersangkutan dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain :

- a. Berat isi, Batuan dengan berat isi yang besar akan memberikan beban akan memberikan beban atau gaya lebih besar pada lereng.
- b. Kandungan air tanah, Keberadaan air pada lereng yang bersangkutan akan memberikan tambahan beban yang besarpada lereng.
- c. Sudut lereng, Sudut lereng yang besar akan memberikan volume material atau batuan yang besar. Dimana material atau batuan tersebut memberikan beban yang lebih besar juga.

Berdasarkan penelitian – penelitian yang dilakukan dan studi-studi yang menyeluruh tentang keruntuhan lereng, maka di bagi 3 kelompok rentang faktor keamanan (FK) di tinjau dari intensitas kelongsorannya. Menurut (Rajagukguk et al., 2014) Tabel faktor keamanan lereng ditinjau dari intensitas kelongsoran pada (Tabel 2.1)

Tabel 2.2 Faktor Keamanan dan Kejadian pada metode Bishop (Braja M. Das, 1993)

	F	Kejadian
1	$F < 1,07$	Keruntuhan bisa terjadi (labil)
2	$1,07 < 1,25 <$	Keruntuham pernah terjadi (kritis)
3	$F < 1,25$	Keruntuhan jarang terjadi (stabil)

Lereng yang stabil memiliki nilai CF yang tinggi dan lereng yang tidak stabil memiliki nilai CF yang rendah. Faktor keamanan tergantung pada besarnya tahanan geser dan tegangan geser, yang keduanya bekerja dalam arah yang berlawanan

sepanjang bidang slip. Bidang slip terletak di zona terlemah pada badan lereng. Jika nilai $FK = 1,07$ maka longsor akan berhenti jika tahanan batuan mampu menopang geometri lereng yang baru dan FK menjadi lebih besar.

Tabel 2.3 Derajat Pelapukan (Suriadi et al., 2014)

Istilah Batuan	Derajat Pelapukan	Singkatan	Deskripsi
Segar (Fresh Rock)	I	FR	Tidak ada tanda – tanda agregat mengalami pelapukan mungkin ada sedikit perubahan warna permukaan bidang lemah
Lapuk Ringan (Slightly Weathered)	II	SW	Kekuatan agregat dalam golongan ini, sedikit lebih lemah daripada agregat golongan derajat pelapukan I. Dapat mengalami perubahan warna pada agregat yang rusak atau pada permukaan bidang lemah.
Lapuk Sedang (Moderatly Weathered)	III	MW	Kurang dari setengah agregat terdekomposisi dan atau tersintegrasikan menjadi tanah agregat mengalami perubahan warna yang jauh lebih kontras, hingga mencapai bagian yang lebih dalam.
Lapuk Tinggi (Highly Weathered)	IV	HW	Lebih dari setengah agregat terdekomposisi dan atau terdisintegrasikan menjadi tanah agregat mengalami perubahan warna yang jauh lebih kontras, hingga mencapai bagian yang lebih dalam.
Lapuk Sempurna (Completely)	V	CW	Seluruh massa agregat berubah menjadi tanah oleh dekomposisi kimia atau sintegrasi fisik struktur

Weathered)			massa asli sebagian masih utuh.
Tanah Residu (Residual Soil)	VI	RS	Seluruh agregat telah berubah menjadi tanah dimana kemas (fabric) agregat asal telah rusak.

2.7 Penyebab - Penyebab Terjadinya Tanah Longsor

Penyebab pergerakan pada lereng juga merupakan faktor kondisi batuan dan lereng, struktur geologi, curah hujan, tutupan vegetasi dan penggunaan lahan pada lereng, namun secara umum dapat dibedakan menjadi faktor alam dan faktor manusia.

Menurut Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2005), longsor dapat terjadi karena faktor alam dan faktor manusia sebagai pemicu terjadinya longsor, yaitu:

1. Faktor Alam, Kondisi alam yang menjadi faktor utama terjadinya longsor antara lain:
 - sebuah. geologi: batuan lapuk, lapisan lereng, sisipan lapisan batuan lempung, lereng curam akibat struktur sesar dan kekar, gempa bumi, stratigrafi dan gunung api, lapisan batuan kedap air pada lereng yang berperan sebagai longsor, retakan akibat proses alam (gempa, tektonik).
 - Kondisi tanah: erosi dan erosi, adanya daerah longsor lama, ketebalan tanah lapuk lunak, berbutir halus, tanah jenuh karena air hujan.
 - Iklim: curah hujan deras, air (hujan di atas normal)
 - Topografi: lereng curam.
 - Keadaan sistem air: kondisi drainase tersumbat, akumulasi massa udara, erosi dalam, pembubaran dan tekanan hidrostatik, kehilangan air yang cepat, banjir, aliran bawah tanah di sungai tua).
 - Tutupan lahan yang mengurangi ketahanan geser, misalnya lahan kosong, semak belukar pada lahan kritis.
2. Faktor Manusia, Ulah manusia yang tidak bersahabat dengan alam antara lain :

- a. Memotong tebing di penambangan batu di lereng curam.
- b. Penimbunan timbunan urugan di daerah lereng.
- c. Kegagalan struktur penahan.
- d. Perubahan tata guna lahan seperti penggundulan hutan menjadi lahan basah yang menyebabkan erosi oleh udara permukaan dan menyebabkan tanah menjadi lunak
- e. Ada budidaya kolam ikan dan air di lereng.
- f. Sistem pertanian yang tidak memperhatikan irigasi yang aman.
- g. Pembangunan daerah yang tidak memperhatikan kesadaran masyarakat, sehingga RUTR tidak dipatuhi yang pada akhirnya merugikan dirinya sendiri.
- h. Sistem drainase daerah lereng yang kurang baik menyebabkan lereng menjadi lebih curam akibat gerusan oleh saluran udara pada tebing.
- i. Terdapat keretakan akibat getaran mesin, ledakan, peningkatan beban massa akibat beban kendaraan, bangunan dekat tebing, tanah kurang padat akibat material timbunan atau material longsor lama pada tebing.
- j. Saluran udara bocor dan saluran udara meluap.

2.4.1 Uji Geser Langsung (Direct shear stress)

Kuat geser tanah adalah ketahanan dalam tanah per satuan luas terhadap keruntuhan atau perpindahan sepanjang bidang geser pada tanah yang bersangkutan. Uji geser langsung adalah pengujian yang sederhana dan langsung. Pengujian dilakukan dengan menempatkan contoh tanah ke dalam kotak geser. Kotak terbelah, dengan bagian bawah tetap dan bagian atas mudah diterjemahkan. Kotak ini tersedia dalam beberapa ukuran, tetapi biasanya memiliki diameter 6,4 cm atau persegi 5,0 x 5,0 cm . Sampel tanah ditempatkan dengan hati-hati dalam kotak, blok pemuatan, termasuk batuan berpori bergigi untuk drainase cepat, ditempatkan di atas sampel tanah. Kemudian beban normal P_v diterapkan. Kedua bagian kotak akan menjadi sedikit terpisah dan blok pemuatan dan bagian atas kotak akan bergabung menjadi satu. Kuat geser sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Tekanan efektif atau tekanan antar butir.
2. Kemampuan partikel atau kerapatan.
3. Saling keterkuncian antar partikel: jadi, partikel-partikel yang bersudut akan lebih saling terkunci dan memiliki kuat geser yang lebih tinggi Φ yang lebih besar) daripada partikel-partikel yang bundar seperti pada tebing-tebing.
4. Sementasi partikel, yang terjadi secara alamiah atau buatan.
5. Daya tarik antar partikel atau kohesi.

Perhitungan pada pengujian kuat geser langsung :

1. Hitung gaya geser Ph : $Ph = \text{bacaan arloji} \times \text{kalibrasi proving ring}$
2. Hitung kekuatan geser (τ)
3. Hitung tegangan normal (σ_n)
4. Gambarkan grafik hubungan $\Delta B/B$ versus τ , kemudian dari masing-masing benda uji dapatkan τ_{max}
5. Gambarkan garis lurus melalui titik-titik hubungan τ versus σ_n dapatkan pula parameter c dan Φ .
6. Untuk mendapat parameter c dan Φ dapat diselesaikan dengan cara matematis (persamaan regresi linear). Rumus kekuatan geser :

$$T = c + \sigma \operatorname{tg} \nu$$

Dimana : τ = kuat geser tanah (kN/m^2)

c = kohesi tanah

ν = sudut gesek dalam tanah

atau sudut gesek intern

(derajat)

Kekuatan geser tanah dapat dianggap terdiri dari dua bagian atau komponen, yaitu:

1. Gesekan dalam, yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.

2. Kohesi yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya tanah pada umumnya digolongkan sebagai berikut :

1. Tanah berkohesi atau berbutir halus (misal lempung).
2. Tanah tidak berkohesi atau berbutir kasar (misal pasir).
3. Tanah berkohesi-gesekan, ada c dan ϕ (misal lanau).



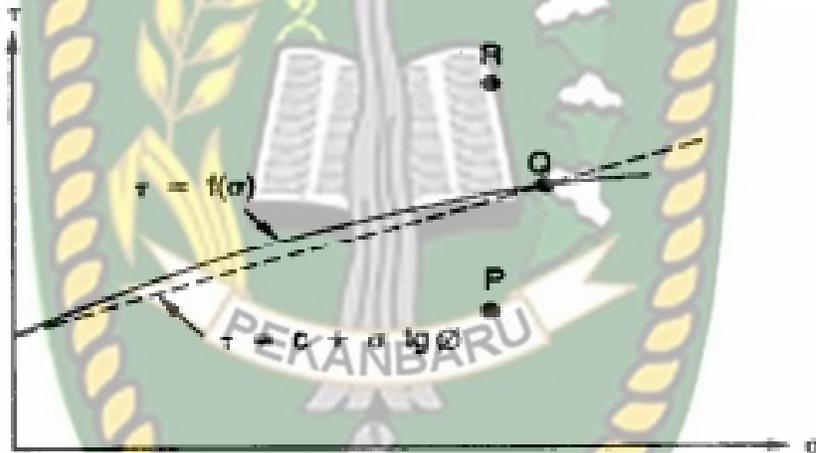
Gambar 2.7 Alat uji geser langsung (Direct shear stress)

Tabel 2.4 Besar kohesi terhadap material

Material	Besar Kohesi (kPa)	Besar Kohesi (psi)
Batu	10.000	1450
Lantau	75	10
Lempung	10-200	1.5-30
Lempung sangat lembut	0-48	0-7
Lempung lembut	48-96	7-14
Lempung sedang	96-192	14-28
Lempung kaku	192-384	28-56
Lempung sangat kaku	384-766	28-110
Lempung keras	>766	>110

Tabel 2.5 Sudut geser dalam terhadap material

Material	Sudut gesek (°)
Batu	30
Pasir	30-45
Kerikil	35
Lanau	26-35
Lempung	20
Pasir lepas	30-35
Pasir sedang	40
Pasir padat	35-45
Kerikil berpasir	>34-48



Gambar 2.8 Kriteria kegagalan Mohr – Coulomb

Kriteria keruntuhan / kegagalan Mohr-Coulomb digambarkan dalam bentuk garis lurus. Jika kedudukan tegangan baru mencapai titik P, keruntuhan tidak akan terjadi. Pada titik Q terjadi keruntuhan karena titik tersebut terletak tepat pada garis kegagalan. Titit R tidak akan pernah dicapai, karena sebelum mencapai titik R sudah terjadi keruntuhan.

Terzaghi (1925) mengubah persamaan Coulomb dalam bentuk efektif karena tanah sangat dipengaruhi oleh tekanan air pori.

$$\tau = c' + (\sigma - \mu) \operatorname{tg} \varphi' \text{ karena } \sigma' = \sigma - \mu$$

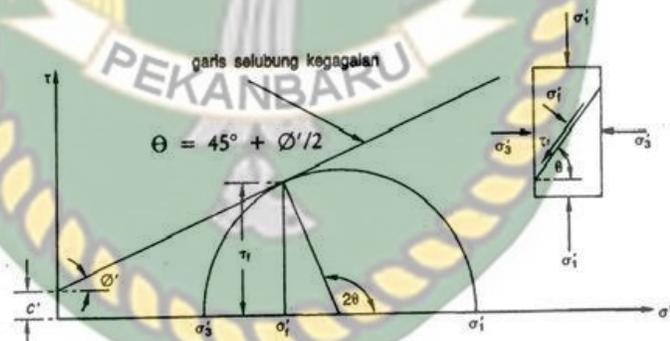
Maka persamaan menjadi ;

$$\tau = c' + \sigma' \operatorname{tg} \varphi'$$

Dengan ;

- τ = tegangan geser (kN/m^2)
- c' = tegangan normal efektif (kN/m^2)
- σ' = kohesi tanah efektif (kN/m^2)
- φ' = sudut gesek dalam tanah efektif ($^\circ$)

Kuat geser tanah bisa dinyatakan dalam bentuk tegangan efektif σ'_1 dan σ'_3 pada saat keruntuhan terjadi . Lingkaran Mohr berbentuk setengah lingkaran dengan koordinat () dan (σ').



Gambar 2.9 Rumus diagram kriteria kegagalan Mohr–Coulomb

Dari lingkaran Mohr dapat dilihat ;

- σ'_1 = tegangan utama mayor efektif (kN/m^2)
- σ'_3 = tegangan utama minor efektif (kN/m^2)
- θ = sudut keruntuhan ($^\circ$)
- C' = kohesi (kN/m^2)
- Φ = sudut gesek dalam efektif

Tegangan geser (τ'_f) = tegangan geser efektif pada saat terjadi keruntuhan

Tegangan normal (σ'_f) = tegangan normal efektif pada saat terjadi keruntuhan

2.4.2 Analisa Faktor Keamanan Lereng Metode Fellenius

Metode Fellenius (Ordinary Method of Slice) pertama kali diperkenalkan oleh Fellenius (1927, 1936) bahwa gaya memiliki sudut kemiringan sejajar dengan alas safety cut yang dihitung dengan keseimbangan momen. Metode Sowers (1975), jenis longsor dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan posisi bidang gelincirnya, yaitu keruntuhan kaki, keruntuhan muka, dan keruntuhan dasar. relatif curam (>450) dan tanah persiapan memiliki sudut kemiringan yang relatif besar (>300). Longsor lereng depan biasanya terjadi pada lereng yang memiliki lapisan keras, dimana ketinggian lereng lapisan keras ini melebihi tinggi kaki lereng, sehingga lapisan lunak diatas lapisan keras berbahaya untuk terjadinya longsor. juga dapat terjadi pada lereng yang terdiri dari beberapa lapisan lunak.

Analisis stabilitas lereng cara *Fellinius (1927)* menganggap gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longornya. Faktor keamanan didefinisikan sebagai :

$$Fk = \frac{\text{Jumlah momen dari tahanan geser sepanjang bidang longsor}}{\text{Jumlah momen dari berat massa tanah yang longsor}}$$

$$\frac{\sum Mr}{\sum Md}$$

Lengan momen dari berat massa tanah tiap irisan adalah $R \sin \theta$, maka

Dimana :

$$\sum Md = R \sum_{i=1}^n W_i \cdot \sin \theta_i$$

R = Jari-jari bidang longsor

N = Jumlah irisan

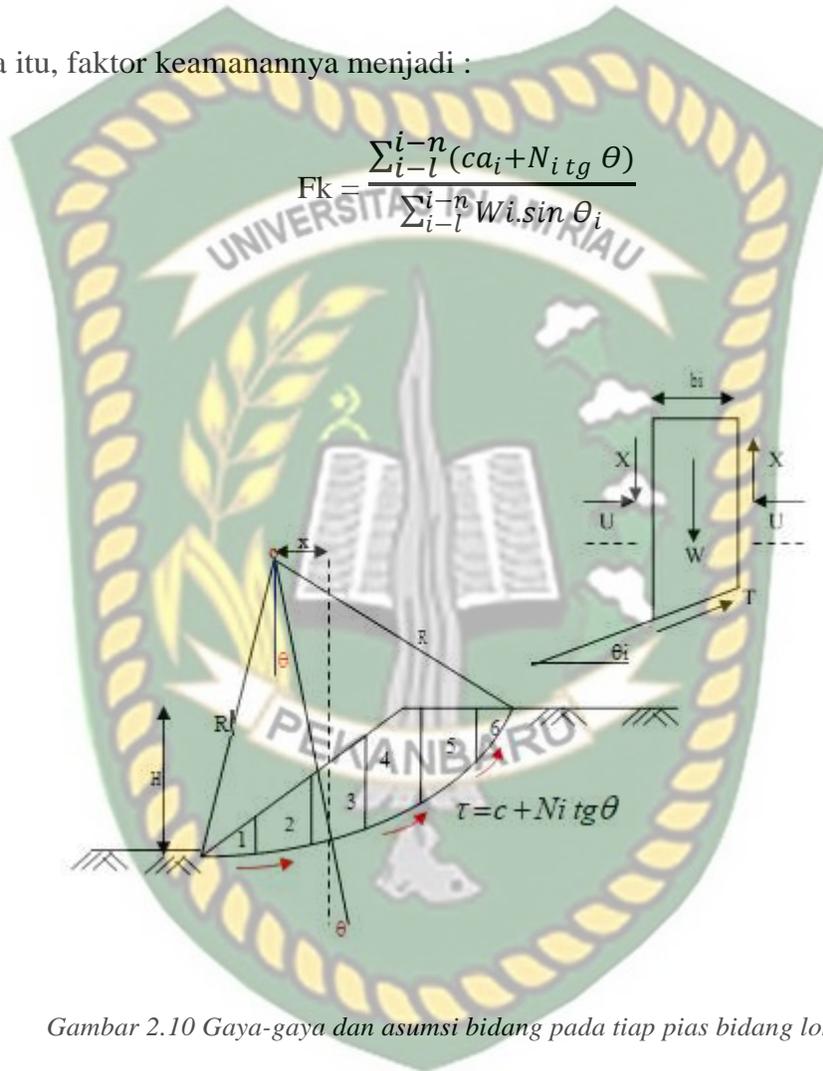
- W_i = Berat massa tanah irisan ke-i
 θ_i = Sudut yang didefinisikan pada gambar diatas

Dengan cara yang sama, momen yang menahan tanah yang akan longsor, adalah :

$$\sum M_r = R \sum_{i=1}^{i=n} (c a_i + N_i t g \theta)$$

karena itu, faktor keamanannya menjadi :

$$F_k = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (c a_i + N_i t g \theta)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \theta_i}$$



Gambar 2.10 Gaya-gaya dan asumsi bidang pada tiap pias bidang longsor

Bila terdapat air pada lerengnya, tekanan air pori pada bidang longsor tidak berpengaruh pada M_d , karena resultante gaya akibat tekanan air pori lewat titik pusat lingkaran. Substitusi antara persamaan yang sudah ada.

$$F_k = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (W_i \sin \theta_i - \mu_i a_i) t g \Phi}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \theta_i}$$

Dimana :

F_k = faktor keamanan

C = kohesi tanah

Φ = sudut geser dalam tanah

a_i = panjang bagian lingkaran pada irisan ke- i

W_i = berat irisan tanah ke- i

U_i = tekanan air pori pada irisan ke- i

Jika terdapat gaya-gaya selain berat lereng tanahnya sendiri, seperti beban bangunan di atas lereng, maka momen akibat beban ini diperhitungkan sebagai M_d .

Metode Fellinius memberikan faktor aman yang relatif lebih rendah dari metode elemen hingga. Batas-batas nilai kesalahan tergantung dari faktor aman, sudut pusat lingkaran yang dipilih, dan besarnya tekanan air pori. Karena cara hitungannya yang sederhana sehingga kesalahan yang terjadi masih pada batas aman.

2.4.3 Batas Plastis & Elastis Atterberg

Hal penting dalam tanah berbutir halus adalah plastisitasnya. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung di dalam tanah. Istilah plastisitas menggambarkan kemampuan tanah untuk beradaptasi terhadap perubahan bentuk pada volume yang konstan, retak atau hancur (Hary Christady, 2006). Tergantung pada kandungan udaranya, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat. Posisi fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu

disebut konsistensi. Jika tanah dalam posisi plastis, besarnya jaringan gaya antar partikel akan sedemikian rupa sehingga partikel-partikel tersebut bebas meluncur satu sama lain, dengan kohesi tetap terjaga (Hary Christady, 2006).

G. Djatmiko Soedarmo & S.J. Edy Purnomo (1997) menyatakan bahwa batas cair dan batas plastis tidak secara langsung memberikan angka yang dapat digunakan dalam perhitungan perencanaan. Tanah dengan batas cair yang tinggi biasanya memiliki sifat teknis yang buruk, yaitu kekuatan/daya dukung yang rendah, kompresibilitas yang tinggi dan kesulitan dalam pemadatan.

Silvia Sukirman (1992) menyatakan bahwa tanah berbutir halus ditentukan oleh plastisitas tanah, sehingga klasifikasi tanah berbutir halus didasarkan pada ukuran butir dan plastisitas tanah. Tanah dengan plastisitas tinggi memiliki daya dukung yang buruk dan sensitif terhadap perubahan yang terjadi.

Menurut Atterberg (1911), cara untuk menggambarkan batas konsistensi tanah berbutir halus adalah dengan mempertimbangkan kadar air tanah tersebut. Batas-batas tersebut adalah batas cair, batas plastis, dan batas susut. Batas Cair (Liquid Limit) Batas cair (LL), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Batas plastis biasanya ditentukan dari uji Casagrande (1948).

1. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan

diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

2. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas Susut (SL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah.

Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Menurut Atterberg (1911), Indeks plastisitas (IP) adalah selisih batas cair dan batas plastis :

$$PI = LL - PL$$

Indeks plastisitas (PI) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering. Batasan mengenai harga Atterberg untuk mineral lempung dan tingkat ekspansifitas lempung.

Tabel 2.6 Tingkat Ekspansifitas Tanah

Batas cair (LL%)	Indeks plastis (PL%)	Potensi mengembang	Klasifikasi potensi mengembang
<50	<25	<0.5	rendah
50-60	25-35	0.5-1.5	marginal
>60	>35	>1.5	Tinggi

Sumber : Braja M. Das, *Principles of geotechnical Engineering, compiled from O' Neil and Poormaoyed (1980).*

2.4.4 Analisa Sieve / Ayakan

Tabel 2.7 Nomor ayakan pada analisis sieve

No. Ayakan	Lubang(mm)
4	4,750
6	3,350
8	2,360
10	2,000
16	1,180
20	0,850
30	0,600
40	0,425
50	0,300
60	0,250
80	0,180
100	0,150
110	0,106
170	0,088
200	0,075
270	0,053

Analisis ayakan adalah mengayak dan menggetarkan contoh tanah melalui satu set yakan di mana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan. Untuk standar yakan di Amerika Serikat, nomor ayakan dan ukuran lubang diberikan dalam Mula-mula contoh tanah dikeringkan lebih dahulu, kemudian semua gumpalan-gumpalan dipecah menjadi partikel-partikel yang lebih kecil lalu baru diayak dalam percobaan di laboratorium.

Setelah cukup waktu untuk mengayak dengan cara getaran, massa yang tertahan pada setiap Untuk menganalisis tanah-tanah kohesif, barangkali agak sukar untuk memecah gumpalan-gumpalan tanahnya menjadi partikel-partikel lepas yang berdiri sendiri. Untuk itu, tanah tersebut perlu dicampur dengan air sampai menjadi

DIAGRAM ALIR
SISTEM KLASIFIKASI TANAH TERSATU
IDENTIFIKASI LAPANGAN TANAH BERBUIR KASAR dan HALUS

Tabel 2.8 Diagram USCS (a)

TANAH KASAR-BERBUTIR Lebih dari setengah material (berat) adalah butiran yang kasat atau >50% mengendap melalui kolom air dalam 20-30 detik.	KERIKIL DAN TANAH BERKERIKIL Lebih dari setengah dari fraksi kasar (berat kering) besar dari 1/4 inch. (sebesar lemon - kacang)	KERIKIL BERSIH Tidak meninggalkan noda lumpur pada jempol yang basah	Kisaran luas dalam ukuran butir dan sejumlah besar semua ukuran partikel menengah.	GW	Kerikil bergradasi baik	Tambah "berat pasir" jika >15% pasir (1/4 dari 1 inci ke 3 inci)
TANAH HALUS – BERBUTIR Lebih dari setengah material (berat) dari masing butir tidak terlibat dengan mata telanjang <50% terendap dikolom air dalam 20-30s	PASIR DAN TANAH BERPASIR Lebih dari setengah fraksi kasar (berat kering) lebih kecil dari 1/4 inch. (sebesar kacang/garam)	KERIKIL KOTOR Meninggalkan noda kotor pada jempol yang basah	Butir non plastis atau butir berplastisitas rendah (untuk identifikasi butir lihat karakteristik ML di bawah).	GP	Kerikil bergradasi buruk	
				GM	Kerikil berlanau	
TANAH HALUS – BERBUTIR Lebih dari setengah material (berat) dari masing butir tidak terlibat dengan mata telanjang <50% terendap dikolom air dalam 20-30s	PASIR DAN TANAH BERPASIR Lebih dari setengah fraksi kasar (berat kering) lebih kecil dari 1/4 inch. (sebesar kacang/garam)	KERIKIL BERSIH Tidak meninggalkan noda lumpur pada jempol yang basah	Butir non plastis atau butir berplastisitas rendah (untuk identifikasi butir lihat karakteristik ML di bawah).	GC	Kerikil lempungan	Tambah "berat kerikil" jika >15% kerikil (1/200 dari 1/4 inci ke 1 inch)
				SW	Pasir bergradasi baik	
				SP	Pasir bergradasi buruk	
				SM	Pasir berlanau	
TANAH HALUS – BERBUTIR Lebih dari setengah material (berat) dari masing butir tidak terlibat dengan mata telanjang <50% terendap dikolom air dalam 20-30s	PASIR DAN TANAH BERPASIR Lebih dari setengah fraksi kasar (berat kering) lebih kecil dari 1/4 inch. (sebesar kacang/garam)	KERIKIL KOTOR Meninggalkan noda kotor pada jempol yang basah	Butir non plastis atau butir berplastisitas rendah (untuk identifikasi butir lihat karakteristik ML di bawah).	SC	Pasir lempungan	Tambah "berat kerikil" jika >15% kerikil (1/200 dari 1/4 inci ke 1 inch)
				ML	ML	
TANAH HALUS – BERBUTIR Lebih dari setengah material (berat) dari masing butir tidak terlibat dengan mata telanjang <50% terendap dikolom air dalam 20-30s	PASIR DAN TANAH BERPASIR Lebih dari setengah fraksi kasar (berat kering) lebih kecil dari 1/4 inch. (sebesar kacang/garam)	KERIKIL BERSIH Tidak meninggalkan noda lumpur pada jempol yang basah	Butir non plastis atau butir berplastisitas rendah (untuk identifikasi butir lihat karakteristik ML di bawah).	CL	CL	Tambah "berat kerikil" jika >15% kerikil (1/200 dari 1/4 inci ke 1 inch)
				OL	OL	
TANAH HALUS – BERBUTIR Lebih dari setengah material (berat) dari masing butir tidak terlibat dengan mata telanjang <50% terendap dikolom air dalam 20-30s	PASIR DAN TANAH BERPASIR Lebih dari setengah fraksi kasar (berat kering) lebih kecil dari 1/4 inch. (sebesar kacang/garam)	KERIKIL BERSIH Tidak meninggalkan noda lumpur pada jempol yang basah	Butir non plastis atau butir berplastisitas rendah (untuk identifikasi butir lihat karakteristik ML di bawah).	MH	MH	Tambah "berat kerikil" jika >15% kerikil (1/200 dari 1/4 inci ke 1 inch)
				CH	CH	
TANAH HALUS – BERBUTIR Lebih dari setengah material (berat) dari masing butir tidak terlibat dengan mata telanjang <50% terendap dikolom air dalam 20-30s	PASIR DAN TANAH BERPASIR Lebih dari setengah fraksi kasar (berat kering) lebih kecil dari 1/4 inch. (sebesar kacang/garam)	KERIKIL BERSIH Tidak meninggalkan noda lumpur pada jempol yang basah	Butir non plastis atau butir berplastisitas rendah (untuk identifikasi butir lihat karakteristik ML di bawah).	OH	OH	Tambah "berat kerikil" jika >15% kerikil (1/200 dari 1/4 inci ke 1 inch)
				PT	PT	

Tanah tinggi organik diidentifikasi dari warna, bau, rasa telstur spon dan biasanya telstur berserat
*untuk semua jenis tanah - Tambahkan dengan "w/bongkah" jika >= 15% bongkah (>12 inci)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian mengenai faktor keamanan lereng menggunakan data coring sebagai data utama yang nanti di uji geser langsung untuk mendapatkan nilai kohesi dan nilai sudut geser dalamnya dan sebagai tambahannya dilakukan uji ayakan dan batas atterberg guna mengetahui distribusi butiran pada daerah penelitian

3.2 Peralatan Penelitian

Dalam penelitian faktor keamanan terdapat beberapa alat yang dibawa guna mengambil data yang relevan terhadap objek penelitian, alat-alat itu antara lain sebagai berikut :

1. GPS (*Global Positioning System*)



Gambar 3.1. GPS Garmin 64s

Perangkat satellite-based radio navigation yang guna menandai lokasi, arah dan data lainnya secara digital.

2. Kompas Brunton



Gambar 3.2 Kompas Brunton

Perangkat yang berfungsi sebagai penunjuk arah cardinal yang diselaraskan kepada kutub magnet bumi yaitu kutub utara dan kutub selatan bumi

3. Smartphone



Gambar 3.3 Smartphone

Penggunaan smartphone guna mencatat dan mendokumentasikan setiap data lapangan yang nantinya digunakan sebagai data laporan.

4. Pipa Paralon



Gambar 3.4 Pipa paralon 2 1/2

Pipa 70cm dengan diameter 2 1/2 inch untuk coring pada masing masing lereng, coring dilakukan supaya data yang diambil tidak terganggu ketika dibawa dan mempertahankan bentuk dan karakteristik aslinya.

5. Pita Ukur



Gambar 3.5 Pita ukur 150m

Pita ukur digunakan sebagai media ukur daerah penelitian, pita ukur digunakan guna mendapatkan hasil yang akurat yang dapat menunjang keamanan analisis.

3.3 Tahap Penelitian

Dalam penelitian perlu adanya persiapan yang matang agar penelitian berjalan secara efisien dan efektif dan mencegah kekurangan data lapangan dan tahapan tersebut antara lain :

3.4 Tahap Persiapan

1. Penentuan Daerah Penelitian

Penentuan daerah penelitian dilakukan dengan mengorek permasalahan yang ada pada daerah yang menjadi rencana penelitian yang ada.

2. Studi Pustaka

Membaca dan mencari referensi bacaan yang relevan pada judul penelitian dan lokasi penelitian, studi pustaka juga berguna agar data lapangan tidak kurang dan sesuai dengan metode yang digunakan ketika dilakukan test laboratorium.

3. Survei dan Perizinan Didaerah Penelitian

Survei dilakukan untuk memastikan bahwasanya daerah penelitian adalah daerah yang benar benar susai dengan judul penelitian dan penyerahan surat izin guna tidak ada kesalahpahaman pada petinggi-petinggi di daerah penelitian dan juga pada masyarakat sekitar.

3.5 Pengambilan data

Pada tahapan ini dilakukan pengambilan data sesuai apa yang masing masing metode analisis butuhkan dan langkah kerja tersebut antara lain :

1. Melakukan plotting pada dimana lokasi pengambilan data dilakukan .
2. Mengambil data core menggunakan pipa paralon dengan kedalaman 70cm, diusahakan menyingkirkan tanah permukaan dahulu agar data yang didapati dominan ke sampel tidak terganggu. Tutup pipa dengan lilin agar kadar air tanah tidak terganggu.

3. Mengambil data kemiringan lereng menggunakan kompas, pengambilan ini dilakukan menggunakan pembanding yang tingginya sesuai dengan pengambil data.
4. Mengukur tinggi dan panjang lereng yang di teliti, data ini berguna pada analisis pada metode Fellenius
5. Dokumentasi lapangan digunakan saat pembuatan laporan dan juga sebagai bukti penelitian.

3.6 Tahap Analisis Data

Setelah dilakukannya pengambilan data maka dilanjutkan dengan tahap analisis data di laboratorium dan analisis tersebut antara lain uji geser langsung, kriteria mohr dan Coulomb untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut geser dalamnya, analisis faktor keamanan lereng menggunakan metode irisan fellenius untuk menentukan nilai keamanan lerengnya, menguji batas cair dan plastis tanah menggunakan metode Atterberg, analisis ayakan untuk mengetahui distribusi butir pada daerah penelitian yang nantinya analisis ini dan atterberg mengidentifikasi jenis tanah pada daerah penelitian, klasifikasi ini menggunakan klasifikasi USCS sebagai acuan klasifikasinya.

3.7 Tahap Penyelesaian laporan

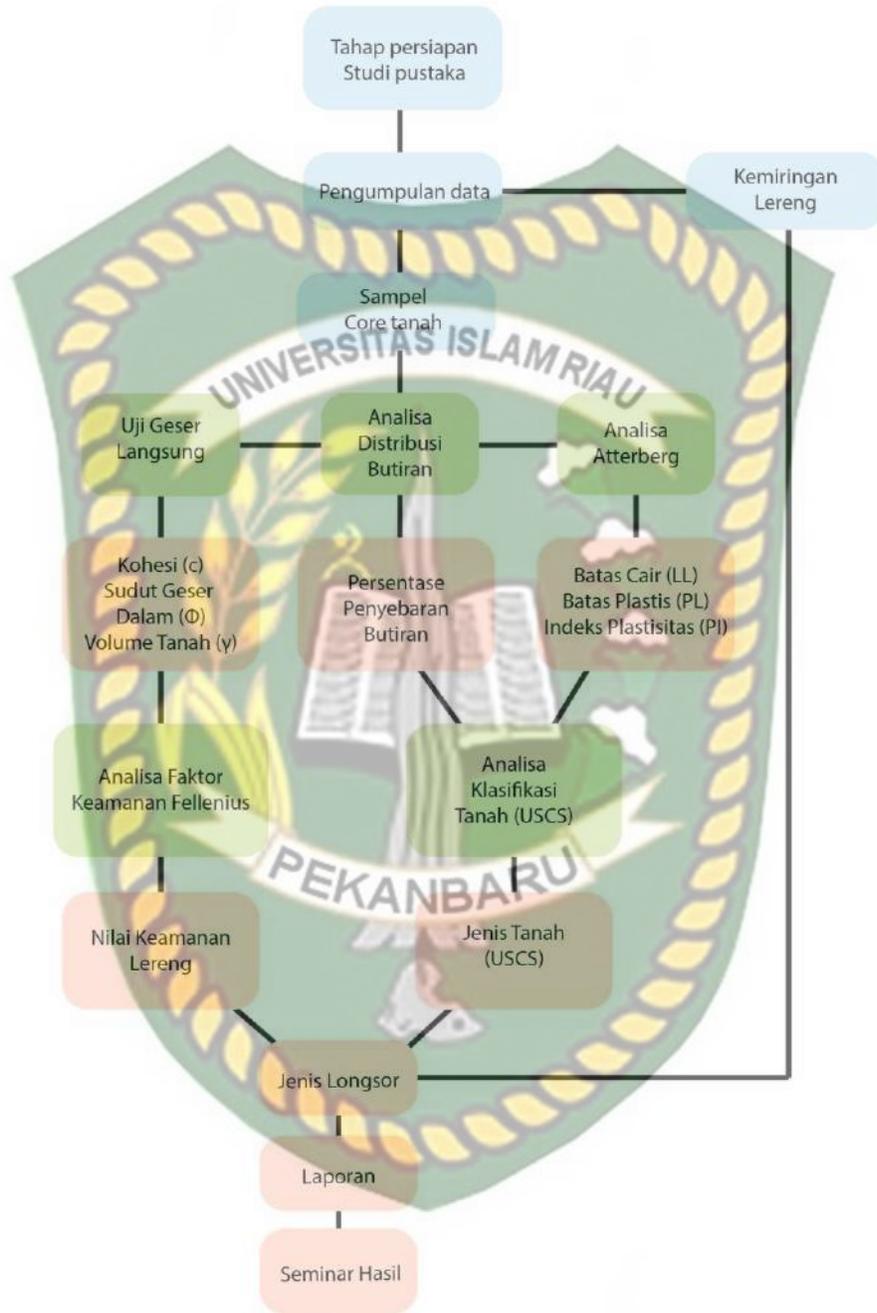
Data data yang sudah dianalisis tadi lalu dibuat sebagai laporan yang disusun secara sistematis dan dengan bahasa yang baku agar pembaca mudah memahami bacaan karena target pembaca bukan hanya para masyarakat dilingkungan pendidikan tetapi juga masyarakat umum yang tertarik untuk membaca laporan ini. Di awali dengan pendahuluan yaitu latar belakang, rumusan masalah dan tujuan penelian, dilanjutkan dengan bab dua dengan memberikan referensi bacaan agar mudah memahami studi kasus yang dilakukan, dilanjutkan dengan metodologi penelitian yang memberikan informasi bagaimana tahap pengambilan data lapangan, dilanjutkan dengan

tahapan analisis data yang mana tahapan ini memberikan informasi bagaimana analisis dilakukan agar mencapai tujuan penelitian dan diakhir yaitu ditutup dengan kesimpulan penelitian dan saran dari peneliti kepada para pembaca atau yang ingin melanjutkan studi kasus yang dilakukan peneliti.

3.8 Bagan Alir Penelitian

Alur penelitian skripsi yang dilakukan oleh penulis terdiri dari tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap penyusunan laporan, hingga seminar hasil seperti yang ditunjukkan pada (Gambar 3.9).





Gambar 3.6 Bagan alir penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ketersediaan Data



Gambar 4.1 Peta google earth daerah penelitian

Pengambilan data pada daerah penelitian menggunakan pipa paralon sepanjang 70cm untuk sampel tanah tidak terganggu untuk data primer dan data sekundernya berupa analisis batas cair, batas plastis dan sieve. Pengukuran slope menggunakan kompas pada masing-masing stasiun dengan luas daerah penelitian berkisar 11.000m^2 dan jarak antar stasiun sekitar 30m.

Tabel 4.1 Tabel ketersediaan data daerah penelitian

No. Stasiun	Koordinat	Data
Stasiun 1	$100^{\circ} 7'32.39''\text{E} / 0^{\circ}33'9.85''\text{S}$	Sampel tanah berupa core 70cm & Slope
Stasiun 2	$100^{\circ} 7'31.43''\text{E} / 0^{\circ}33'10.86''\text{S}$	Sampel tanah berupa core 70cm & Slope
Stasiun 3	$100^{\circ} 7'33.52''\text{E} / 0^{\circ}33'10.94''\text{S}$	Sampel tanah berupa core 70cm & Slope
Stasiun 4	$100^{\circ} 7'32.47''\text{E} / 0^{\circ}33'10.86''\text{S}$	Sampel tanah berupa core 70cm & Slope

4.2 Litologi Penyusun Daerah Penelitian



Gambar 4.2 Kenampakan sampel tanah daerah penelitian

Berdasarkan peta geologi regional lembar Padang, yang disusun oleh Kastowo, Gerhard W. Leo, S. Gafoer & T.C. Amin tahun 1996, lokasi penelitian memiliki geologi Tuf Batuapung dan Andesit (Basal), jika dilihat dalam keadaan daerah penelitian, kenampakan tanah yang terdapat fragmen-fragmen gelas yang menjadi bukti bahwa lokasi penelitian merupakan endapan yang berasal dari aktifitas erupsi gunung api.

4.3 Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)

Uji geser langsung dilakukan pada setiap sampel stasiun/lereng dari sampel coring dangkal vertikal dengan diameter 6.205cm dan tinggi 2cm. Hasil analisis tersebut adalah sebagai berikut :

4.3.1 Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 1

Pada stasiun 1, Uji geser langsung tidak dapat dilakukan dikarenakan sampel tanah hancur saat akan dipreparasi menggunakan cincin uji geser yang berukuran $\pm 6\text{cm}$.

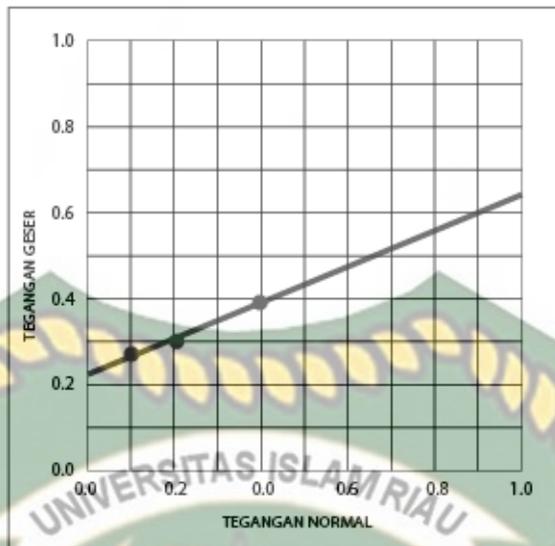
4.3.2 Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 2

Uji geser langsung dilakukan pada sampel core stasiun 2 dengan 3 kali uji dan 3 beban yang berbeda yaitu: 3kg, 6kg dan 12kg, hasil dari uji ini tertulis pada Tabel berikut.

Table 4.2 Hasil uji geser langsung pada sampel stasiun 2

GAYA NORMAL Tegangan Normal	Waktu	P1=3.00 kg 0.099			P2=6.00kg 0.198			P3=12.00kg 0.397		
		Dial Reading	Gaya Geser	Tegangan Geser σ_1	Dial Reading	Gaya Geser	Tegangan Geser σ_2	Dial Reading	Gaya Geser	Tegangan Geser σ_3
Pergeseran 20	2.0	1.244	0.041	3.0	1.866	0.062	5.0	3.110	0.103	
40	3.0	1.866	0.062	1.0	2.488	0.082	6.0	3.732	0.123	
60	5.0	3.110	0.103	5.0	3.110	0.103	8.0	4.976	0.165	
80	5.5	3.421	0.113	6.0	3.732	0.123	10.0	6.220	0.206	
100	6.0	3.732	0.123	6.5	4.043	0.134	13.0	8.086	0.267	
120	6.5	4.043	0.134	7.5	4.665	0.154	14.0	8.708	0.288	
140	7.0	4.354	0.144	8.5	5.287	0.175	15.0	9.330	0.309	
160	7.5	4.665	0.154	9.0	5.598	0.185	15.5	9.641	0.319	
180	8.0	4.976	0.165	10.0	6.220	0.206	16.0	9.952	0.329	
200	9.0	5.598	0.185	10.5	6.531	0.216	16.5	10.263	0.339	
220	10.0	6.220	0.206	11.5	7.153	0.237	16.7	10.387	0.344	
140	10.5	6.531	0.216	12.0	7.464	0.247	17.0	10.574	0.350	
260	11.0	6.842	0.226	12.5	7.775	0.257	18.0	11.196	0.370	
280	12.0	7.464	0.247	13.5	8.397	0.278	19.0	11.818	0.391	
300	12.5	7.775	0.257	14.0	8.708	0.288	15.0	9.330	0.309	
320	13.0	8.086	0.267	14.5	9.019	0.298	15.0	9.330	0.309	
340	12.0	7.464	0.247	14.5	9.019	0.298				
360										

Hasil dari uji geser pada stasiun 2 ini di lanjutkan dengan analisis menggunakan Mohr & Coulomb Failure Criterion atau Kriteria Keruntuhan Mohr & Coulomb sebagai berikut.



Gambar 4.3 Hasil Kriteria Mohr-Coulomb pada stasiun 2

Hasil Analisis Kriteria Keruntuhan Mohr & Coulomb pada stasiun 2 di dapat nilai sudut geser (ϕ) sebesar 22.88° dengan nilai kohesi (c') sebesar 0.222 kg/cm^2 atau sebesar 21.77 kPa . Menurut tabel 2.3 besar kohesi terhadap material, nilai kohesi sebesar 21.77 kPa mengindikasikan material yang di uji berupa lempung sangat lunak dan menurut tabel 2.4 besar sudut gesek dalam, nilai 22.88° mengindikasikan material yang di uji berupa lempung.

Lempung memiliki sifat ductile, sehingga ketika terjadinya gempa respon tanah lebih membentuk (bend) tegangan yang ada, bukan patah menjadi bagian bagian kecil. Nilai kohesi yang tinggi juga menandakan tanah mempertahankan bentuknya dari tegangan normal dan tegangan geser (σ) yang ada.

4.3.3 Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 3

Pada stasiun 3, Uji geser langsung tidak dapat di lakukan dikarenakan sampel tanah hancur saat akan dipreparasi menggunakan cincin uji geser yang berukuran $\pm 6 \text{ cm}$.

4.3.4 Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 4

Pada stasiun 4, Uji geser langsung tidak dapat dilakukan dikarenakan sampel tanah hancur saat akan dipreparasi menggunakan cincin uji geser yang berukuran $\pm 6\text{cm}$.

4.4 Analisa Faktor Keamanan (Metode Fellenius)

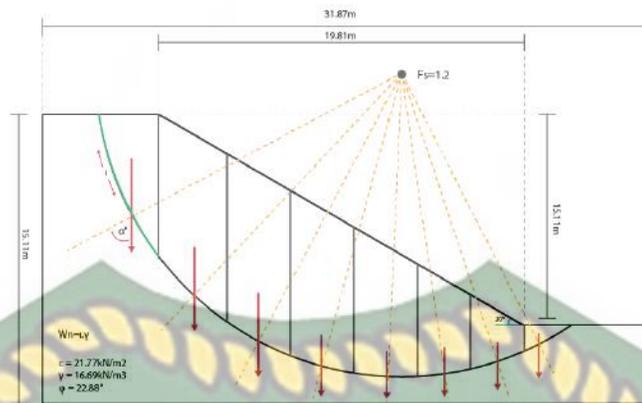
Analisa faktor keamanan menggunakan metode Fellenius berdasarkan data yang didapati dilapangan dan dianalisis uji geser langsung, maka didapati hasil faktor keamanan sebagai berikut.

4.4.1 Hasil Analisa Faktor Keamanan Stasiun 2



Gambar 4.4 Kenampakan lapangan stasiun 2

Stasiun 2 yang memiliki tingkat kohesi sebesar 21.77kN/m^2 dan sudut geser dalam sebesar 22.88° , jika dihitung menggunakan rumus Fellenius maka didapati hasil seperti pada tabel berikut.



Gambar 4.5 Sketsa metode Fellenius pada stasiun 2

Tabel 4.3 Hasil analisis lereng 2 menggunakan rumus Fellenius

No.	Wn (kN/m)	$\alpha.n$ (°)	sinan	cosan	ΔLn	Wn.sinan	Wn.cosan	FS
1	136.0235	-62.3	0.507131	0.861869	8.15	68.98178	117.2344	1.2
2	80.9465	-43	0.831775	0.555113	4.85	67.32925	44.93448	
3	64.5903	-29.3	0.85506	-0.51853	3.87	55.22857	-33.492	
4	56.4122	-15.3	-0.39674	-0.91793	3.38	-22.381	-51.7825	
5	55.4108	-2.8	-0.33499	-0.94222	3.32	-18.562	-52.2093	
6	46.732	8	0.989358	-0.1455	2.8	46.23469	-6.79951	
7	48.2341	18.2	-0.60483	0.796352	2.89	-29.1736	38.41134	
8	50.9045	26.7	0.999994	0.003538	3.05	50.90418	0.180077	
Jumlah (Σ)					32.31	218.5619	56.47704	

Dari perhitungan menggunakan metode Fellenius maka lereng pada stasiun ini didapati hasil *faktor keamanan 1.2* yang diklasifikasikan sebagai lereng kritis atau yang sudah pernah terjadi longsor.

4.5 Analisa Batas Plastis & Batas Cair Atterberg

Analisa Batas Plastis & Batas Cair Atterberg dilakukan pada setiap sampel stasiun/lereng dari sampel coring Hasil analisis tersebut adalah sebagai berikut :

4.5.1 Analisa Batas Plastis / Plasticity Limit (PL%)

Uji batas plastis menggunakan metode Atterberg pada seluruh stasiun didapati hasil analisa yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.4 Hasil analisis batas plastis Atterberg

No	Keterangan	Batas Plastis			
		ST 1	ST 2	ST 3	ST 4
1	Nomor Cawan				
2	Berat Cawan	0	0	0	0
3	Berat Cawan + Sampel Basah	5.9	7.96	4.51	5.51
4	Berat Cawan + Sampel Kering	4.53	5.59	3.65	4.03
5	Berat Air	1.37	2.37	0.86	1.48
6	Berat Contoh Kering	4.53	5.59	3.65	4.03
7	Kadar Air (%)	30.24	42.39	23.56	36.72

Stasiun 1 dengan koordinat $100^{\circ} 7'32.39''E / 0^{\circ}33'9.85''S$ dengan slope 30° didapati batas plastis sebesar 30.24% , Stasiun 2 dengan koordinat $100^{\circ} 7'31.43''E / 0^{\circ}33'10.86''S$ dengan slope 25° didapati batas plastis sebesar 42.39% , Stasiun 3 dengan koordinat $100^{\circ} 7'33.52''E / 0^{\circ}33'10.94''S$ dengan slope 30° didapati batas plastis sebesar 23.56% , Stasiun 2 dengan koordinat $100^{\circ} 7'32.47''E / 0^{\circ}33'10.86''S$ dengan slope 36° didapati batas plastis sebesar 36.72% .

Nilai batas plastis daerah setiap stasiun menunjukkan bahwa nilai PL $>17\%$ yaitu material berplastisitas tinggi dan merupakan tanah berkohesi. Dengan kondisi slope 30° maka seharusnya pergerakan tanah lebih lambat karena tanah bukanlah material lepas, namun terikat karena mineral lempung. Maka seharusnya tanah dengan nilai plastis yang besar dapat menanggung beban tegangan pada gempa gempa besar, tetapi hal ini disimpulkan jika keadaan tanah dalam jumlah air yang cukup, karena kelebihan jumlah air pada suatu tanah menyebabkan tanah tergelincir pada bidang gelincirnya karena kehilangan daya tarik antar butirnya (kohesi).

4.5.2 Analisa Batas Cair / Liquid Limit (LL%)

Longsor memiliki bidang gelincirnya (metode bishop/fellenius), jika suatu material melebihi batas cair materialnya maka bidang atas akan tergelincir karena semakin cair maka tingkat kohesinya berkurang. Hasil Analisa dari Batas Cair Atterberg sebagai berikut. :

Tabel 4.5 Hasil analisis batas cair Atterberg

No	Keterangan	Batas Cair							
		Stasiun 1				Stasiun 2			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Nomor Cawan								
2	Banyak Pukulan	25	17	13	8	28	15	10	7
3	Berat Cawan	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Berat Cawan + Sampel Basah	27.72	23.12	20.64	22.91	18.68	20.54	27.61	25.46
5	Berat Cawan + Sampel Kering	17.94	14.84	12.94	14.31	12.47	13.59	18.44	16.49
6	Berat Air	9.78	8.28	7.7	8.6	6.21	6.95	9.17	8.97
7	Berat Contoh Kering	17.94	14.84	12.94	14.31	12.47	13.59	18.44	16.49
8	Kadar Air (%)	54.51	55.79	59.50	60.09	49.79	51.14	49.72	54.39
9	Nilai Ketukan ke-25	54.51				50.09			

No	Keterangan	Batas Cair							
		Stasiun 3				Stasiun 4			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Nomor Cawan								
2	Banyak Pukulan	17	10	7	5	69	35	18	10
3	Berat Cawan	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Berat Cawan + Sampel Basah	30.72	28.5	28.29	26.37	26.43	26.01	16.97	17.62
5	Berat Cawan + Sampel Kering	22.4	20.43	20.48	18.86	16.23	15.87	10.34	10.02
6	Berat Air	8.32	8.07	7.81	7.51	10.2	10.14	6.63	7.6
7	Berat Contoh Kering	22.4	20.43	20.48	18.86	16.23	15.87	10.34	10.02
8	Kadar Air (%)	37.14	39.50	38.13	39.81	62.84	63.89	64.11	75.84
9	Nilai Ketukan ke-25	-				64.02			

Stasiun 1 dengan koordinat 100° 7'32.39"E / 0°33'9.85"S dengan slope 30° didapati batas cair sebesar 54.51, Stasiun 2 dengan koordinat 100° 7'31.43"E / 0°33'10.86"S dengan slope 25° didapati batas cair sebesar 50.09 , Stasiun 4 dengan

koordinat $100^{\circ} 7'32.47''E / 0^{\circ}33'10.86''S$ dengan slope 36° didapati batas cair sebesar 64.02.

Batas cair pada tanah ini menunjukkan batas kehadiran air pada suatu tubuh lapisan tanah sebelum tanah padat berubah menjadi fluida kental dan kehilangan nilai kohesinya dan lalu bidang tanah tergelincir melalui bidang gelincirnya. Tidak hanya disebabkan curah hujan yang tinggi, gempa juga menjadi sumber tergelincirnya suatu bidang tanah, seperti halnya analisis ketukan Atterberg, pergerakan tanah juga didasari oleh besar tegangan yang datang pada suatu bidang tanah sehingga bidang tersebut tergelincir.

4.5.3 Analisa Indeks Plastis (PI%)

Hasil analisa indeks plastis pada masing masing stasiun didapati bahwa stasiun 1 memiliki indeks plastis sebesar 12.44%, Stasiun 2 sebesar 10.66%, stasiun 4 sebesar 34.90, Hasil ini bisa dilihat pada berikut

Tabel 4.6 Hasil analisis indeks plastis (PI%)

Plastis Index (PI%)		
Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 4
12.44	10.66	34.39

4.6 Analisa Distribusi Ukuran Butir Tanah (*Grain Size Analysis*)

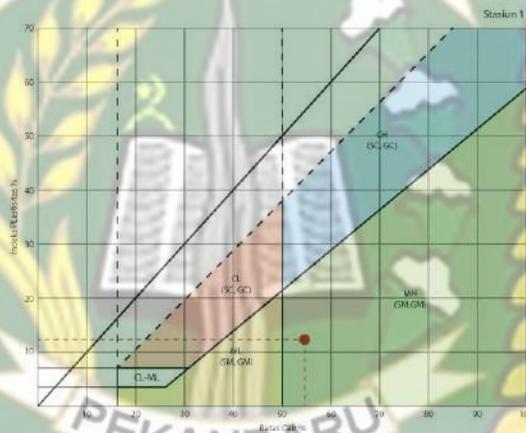
Analisa distribusi ukuran butir tanah dilakukan pada setiap 100gr sampel stasiun/lereng (Sampel tidak terganggu) dari sampel coring dangkal vertikal 70cm dengan diameter 6.35cm dari permukaan. Hasil analisis tersebut adalah sebagai berikut :

4.6.1 Hasil Analisa Distribusi Ukuran Butir Tanah Pada Stasiun 1

Berlokasi pada koordinat $100^{\circ} 7'32.39''E / 0^{\circ}33'9.85''S$ dengan slope 30° diambil sampel sebanyak 100gr sampel tanah untuk dilakukan analisa distribusi ukuran butir tanah dan mendapatkan distribusi sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil ayakan Stasiun 1

No. Ayakan	Ukuran Butiran (mm)	Persentase Butiran (%)
8	2.36	0.86
16	1.18	0.48
30	0.600	3.63
50	0.300	10.59
100	0.150	45.02
200	0.075	17.55
Pan		1.5



Gambar 4.6 Klasifikasi stasiun 1 berdasarkan nilai PI & LL pada diagram USCS

Dari hasil yang didapati dari metode ayakan dan diklasifikasikan berdasarkan Unified Soil Classification System (USCS), dengan persentase lolos ayakan no.4 sebesar 100% dan tertahan diayakan no.200 ke atas 78.15% tanah pada stasiun 1 terklasifikasi sebagai *Pasir Berlanau*.

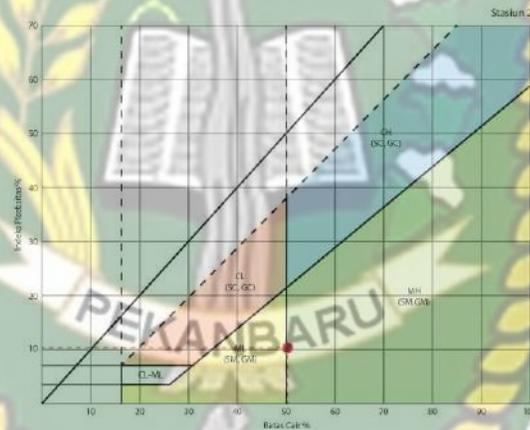
4.6.2 Hasil Analisa Distribusi Ukuran Butir Tanah Pada Stasiun 2

Berlokasi pada koordinat $100^{\circ} 7'31.43''E / 0^{\circ}33'10.86''S$ dengan slope 25° diambil sampel sebanyak 100gr sampel tanah (Sampel tidak terganggu) untuk

dilakukan analisa distribusi ukuran butir tanah dan mendapatkan distribusi sebagai berikut :

Tabel 4.8 Hasil ayakan Stasiun 2

No. Ayakan	Ukuran Butiran (mm)	Persentase Butiran (%)
8	2.36	0.10
16	1.18	0.36
30	0.600	3.67
50	0.300	12.01
100	0.150	57.87
200	0.075	23.91
Pan		0.94



Gambar 4.7 Klasifikasi stasiun 2 berdasarkan nilai PI & LL pada diagram USCS

Dari hasil yang didapati dari metode ayakan dan diklasifikasikan berdasarkan Unified Soil Classification System (USCS) , dengan persentase lolos ayakan no.4 sebesar 100% dan tertahan diayakan no.200 ke atas 97.92% tanah pada stasiun 2 terklasifikasi sebagai *Pasir Berlanau*.

4.6.3 Hasil Analisa Distribusi Ukuran Butir Tanah Pada Stasiun 3

Berlokasi pada koordinat $100^{\circ} 7'33.52''E / 0^{\circ}33'10.94''S$ dengan slope 30° diambil sampel sebanyak 100gr sampel tanah (Sampel tidak terganggu) untuk dilakukan analisa distribusi ukuran butir tanah dan mendapatkan distribusi sebagai berikut :

Tabel 4.9 Hasil ayakan Stasiun 3

No. Ayakan	Ukuran Butiran (mm)	Persentase Butiran (%)
8	2.36	1.5
16	1.18	1.75
30	0.600	7.33
50	0.300	11.30
100	0.150	53.26
200	0.075	23.73
Pan		2.58

Dari hasil yang didapati dari metode ayakan, dengan persentase tertahan pada ayakan no.100 sebesar 53.26 dan no.200 sebesar 23.73, maka disimpulkan bahwa pada stasiun ini tanah pada lereng ini adalah *pasir berlanau*.

4.6.4 Hasil Analisa Distribusi Ukuran Butir Tanah Pada Stasiun 4

Berlokasi pada koordinat $100^{\circ} 7'32.47''E / 0^{\circ}33'10.86''S$ dengan slope 36° diambil sampel sebanyak 100gr sampel tanah (Sampel tidak terganggu) untuk dilakukan analisa distribusi ukuran butir tanah dan mendapatkan distribusi sebagai berikut :

4.7.1 Jenis Dan Potensi longsor Stasiun 1

Dengan nilai indeks plastisitas pada stasiun 1 sebesar 12.44 PI yang diklasifikasikan sebagai tanah berkohesi sedang dan nilai slope 30° yang dinyatakan sebagai lereng curam sampai terjal dan memiliki kecepatan rambat tanah yang perlahan (Van Zuidam, 1985). Keadaan morfologi yang menampakkan pepohonan miring searah kemiringan lereng maka stasiun ini disimpulkan sebagai longsor rayapan progresive (creep landslide) dengan potensi longsor sedang.

4.7.2 Jenis Dan Potensi longsor Stasiun 2

Dengan nilai faktor keamanan 1.2 dan nilai indeks plastisitas sebesar 10.66% yang diklasifikasikan sebagai tanah berkohesi sedang dan nilai slope 25° yang dinyatakan sebagai lereng curam sampai terjal dan memiliki kecepatan rambat tanah yang perlahan (Van Zuidam, 1985). Keadaan morfologi yang menampakkan pepohonan miring searah kemiringan lereng maka stasiun ini disimpulkan sebagai longsor rayapan progresive (creep landslide) dengan potensi longsor tinggi.

4.7.3 Jenis Dan Potensi longsor Stasiun 3

Dengan data batas cair yang kurang dari 25 ketukan yang menyatakan bahwa tanah ini memiliki tingkat kohesi yang rendah sehingga pada kadar air yang sedikit, tanah sudah menyatu pada ketukan ke 17 dengan kadar air 37.14% . Kemiringan lereng 30° menurut Van Zuidam,1985 dinyatakan sebagai lereng curam sampai terjal dan memiliki kecepatan rambat tanah yang perlahan. Mengingat data batas cair yang didapati, maka disimpulkan jenis longsor pada stasiun 3 adalah longsor translasional dengan potensi longsor sedang.

4.7.4 Jenis Dan Potensi longsor Stasiun 4

Dengan nilai indeks plastisitas pada stasiun 2 sebesar 34.39% yang diklasifikasikan sebagai tanah berkohesi sedang dan nilai slope 36° yang dinyatakan sebagai lereng terjal dan rawan terhadap erosi (Van Zuidam, 1985). Keadaan

morfologi yang menampakkan pepohonan miring searah kemiringan lereng maka stasiun ini disimpulkan sebagai longsor rayapan progresive (creep landslide) dengan potensi longsor sedang.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Litologi penyusun pada daerah penelitian menurut lembar peta geologi regional Kastowo et al,1996 merupakan tuf batuapung dan andesit (basal), bukti lapangan yang bisa dilihat tanah memiliki fragmen-fragmen gelas yang berasal dari aktifitas erupsi gunung api, maka tanah daerah penelitian disimpulkan merupakan hasil endap erupsi gunung api, tuf.
- Berdasarkan hasil penelitian Geologi Dan Analisis Faktor Keamanan Pada Geobencana Tanah Longsor Di Desa Tungkal Utara, Kecamatan Pariaman Utara, Kota Pariaman, Provinsi Sumatra Barat didapati kesimpulan bahwasanya pada lereng dua merupakan lereng kritis dengan nilai FK 1.2 yang harus dilakukan penelitian lebih lanjut pada lereng tersebut.
- Hasil analisis Atterberg yang menyatakan bahwa tanah daerah penelitian didominasi tanah kohesi yang nilai Indeks Plastisnya >7 yang berdasarkan tabel indeks plastisitas merupakan jenis tanah kohesi. Stasiun 1 memiliki indeks plastis sebesar 12.44%, Stasiun 2 sebesar 10.66%, stasiun 4 sebesar 34.90, sedangkan stasiun 3 memiliki nilai Indeks Plastis yang rendah karena tidak bisa mencapai 25 ketukan pada percobaan batas cair Atterberg.
- Dari analisis distribusi butiran menggunakan metode ayakan, daerah penelitian didominasi dengan material pasir sangat halus dan lanau dengan stasiun 1,2 dan 3 merupakan pasir berlanau dan stasiun 4 pasir lempungan.
- Hasil analisis data lapangan seperti kemiringan nilai faktor keamanan, slope, batas plastis dan batas cair dan keadaan morfologi yang ada pada daerah penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jenis longsor pada daerah stasiun 1,2 dan 4 adalah longsor rayapan yang bergerak lambat yang mana stasiun 2 memiliki potensi tinggi, stasiun 1 dan 4 berpotensi sedang dan pada stasiun 3 adalah transisional dengan potensi sedang. Harus ada penelitian lebih lanjut tentang longsor daerah penelitian ini karena banyak aspek yang juga

mempengaruhi suatu bidang longsor seperti iklim, curah hujan, aktifitas disekitar lereng.

5.2 Saran

Beberapa saran yang mungkin bisa menjadi pedoman para peneliti selanjutnya pada daerah penelitian diantara lain :

1. Lakukan studi literatur secara menyeluruh guna memahami kondisi lapangan nantinya dan juga mencegah kekurangan data penting dalam penelitian.
2. Faktor yang mempengaruhi sampel uji geser salah satunya adalah pengiriman sampel ke laboratorium yang cenderung mempengaruhi keadaan sampel core yang mana hal ini diakibatkan oleh benturan benturan selama pengiriman sampel tersebut.
3. Menjaga keaslian data yang diambil adalah salah satu faktor penting selama penelitian. Karena sampel yang akan analisis merupakan perwakilan dari suatu lapisan yang tidak ada campur tangan manusia didalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

Day, Robert W. 2013. Geotechnical engineer's portable handbook : with the 2012 international building code (2nd ed.). New York : International Code Council ICC

Pangemanan,V., Dkk. 2014. “Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius” Jurnal Sipil Statik vol (2), 37-46. Manado : Universitas Sam Ratulangi.

Amrizal. 2010. “Evaluasi Kuat Geser Batu Pasir Terhadap Perubahan Kandungan Air” Skripsi. Bandung : Fakultas FTTM. Institut Teknologi Bandung

Das, B. M., 1993, Mekanika Tanah. (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid I, Jakarta : Penerbit Erlangga,

Das, B. M., 1995, Mekanika Tanah. (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid II, Jakarta : Penerbit Erlangga,

Coulomb, C. A. 1776. Essai sur une application des regles des maximis et minimis a quelques problemesde statique relatifs, a la architecture. Paris : De l'Imprimerie Royale,

Staat, M. 2021. An extension strain type Mohr–Coulomb criterion. Austria : Springer Vienna.

Yuskar, Y. 2014. Modul Praktikum Geomorfologi. Pekanbaru : Laboratorium Geomorfologi Prodi Teknik Geologi.

Hardiyanto, H. C., 1992. Mekanika Tanah 1.Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Karnawati, D. 2001. “Tanah Longsor di Indonesia, Penyebab dan Upaya Mitigasinya” Prosiding Stadium General Pencegahan dan Pengangan Bahaya Tanah longsor, Prosiding Kumpulan Makalah. Yogyakarta : KMTS UGM