

**KAJIAN GEOLOGI DAN ANALISIS FAKTOR
KEAMANAN PADA GEOBENCANA TANAH
LONGSOR DI JALAN SUMBAR DI KILOMETER 84 –
89 KECAMATAN HARAU, KABUPATEN LIMA
PULUH KOTA, PROVINSI SUMATRA BARAT**

TUGAS AKHIR

Studi : Geobencana



Oleh :

RANDI SAPUTRA
143610225

**PROGRAM TEKNIK GEOLOGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019**

**KAJIAN GEOLOGI DAN ANALISIS FAKTOR
KEAMANAN PADA GEOBENCANA TANAH
LONGSOR DI JALAN SUMBAR DI KILOMETER 84 –
89 KECAMATAN HARAU, KABUPATEN LIMA
PULUH KOTA, PROVINSI SUMATRA BARAT**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk meraih Gelar
Sarjana Pada Progam Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau
Pekanbaru



Oleh :

RANDI SAPUTRA
143610225

**PROGRAM TEKNIK GEOLOGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**KAJIAN GEOLOGI DAN ANALISIS FAKTOR KEAMANAN
PADA GEOBENCANA TANAH LONGSOR DI JALAN SUMBAR
DI KILOMETER 84 – 89 KECAMATAN HARAU,
KABUPATEN LIMA PULUH KOTA,
PROVINSI SUMATRA BARAT**

DISUSUN OLEH :

UNIVERSITAS ISLAM RIAU
RANDI SAPUTRA

143610225

Telah Diuji Didepan Dewan Penguji Pada Tanggal
19 Oktober 2018 Dan Dinyatakan
Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

[Signature]
An. Catur C, B.Sc (Hons), M.Sc
NIDN:1021128903

[Signature]
Adi Saryadi, B.Sc (Hons), M.Sc
NIDN: 1023099301

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik



[Signature]
Ir. H. Abdul Kudus, MT., Ms.Tr
NIP.10110076202

Pekanbaru, Desember 2019
Ka. Prodi Teknik Geologi

[Signature]
Dewandra B.E.P, B.Sc (Hons), M.Sc
NIDN: 1021128902

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 diperguruan 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 acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang 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, November 2019

Yang Bersangkutan Pernyataan



RANDI SAPUTRA
NPM : 143610225

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

Sebagai sivitas akademik Universitas Islam Riau, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Randi Saputra
NPM : 143610225
Program Studi : Teknik Geologi
Fakultas : Fakultas Teknik
JenisKarya : Skripsi

Menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) kepada Universitas Islam Riau demi kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“KAJIAN GEOLOGI DAN ANALISIS FAKTOR KEAMANAN PADA
GEOBENCANA TANAH LONGSOR DI JALAN SUMBAR DI KILOMETER
84 – 89 KECAMATAN HARAU, KABUPATEN LIMA PULUH KOTA,
PROVINSI SUMATRA BARAT”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak tersebut maka Universitas Islam Riau berhak menyimpan, mengalih mediakan/format, mengelola dalam bentuk saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Pekanbaru, November 2019

Yang Menyatakan



RANDI SAPUTRA
NPM : 143610225

**KAJIAN GEOLOGI DAN ANALISIS FAKTOR KEAMANAN PADA
GEOBENCANA TANAH LONGSOR DI JALAN SUMBAR DI
KILOMETER 84 – 89 KECAMATAN HARAU, KABUPATEN LIMA
PULUH KOTA, PROVINSI SUMATRA BARAT**

RANDI SAPUTRA

Program Studi Teknik Geologi

SARI

Lokasi penelitian termasuk ke daerah Kelok Sembilan, Kecamatan Harau, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. Berada di sepanjang jalan lintas Riau – Sumatera Barat kilometer 84 – 89 dan secara administratif berada pada $00^{\circ}02'40''$ LU - $0^{\circ}05'20''$ LU dan $100^{\circ}41'20''$ BT - $100^{\circ}42'00''$ BT. Tujuan penelitian dilakukan adalah untuk mengidentifikasi kondisi geologi dan geomorfologi daerah penelitian, mengidentifikasi petrografi batuan daerah penelitian, mengidentifikasi jenis longsor tanah, mengidentifikasi struktur geologi yang berkembang, dan mengidentifikasi faktor keamanan pada daerah penelitian. Metode yang digunakan adalah analisis geomorfologi, analisis litologi, analisis petrografi, Uji Geser Langsung, analisis faktor keamanan lereng, analisis jenis longsor. Hasil analisis yang dilakukan dan di dapatkan bahwa geomorfologi daerah penelitian diklasifikasikan menjadi dua yaitu Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Curam Struktural (S2) dan Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Agak Curam Denudasional (D3). Litologi yang di temukan di daerah penelitian adalah batulempung, batupasir dan lanau. Pola pengaliran sungai di klasifikasikan ke dalam pola sungai Sub-Dendritik. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian adalah struktur kekar dengan arah tegasan utama Utara-Selatan. Nilai kohesi dan sudut geser dalam yang didapatkan oleh Uji Geser Langsung (*Direct Shear Stress*) pada ST 2 ($0,029 \text{ kg/cm}^2$, 25°), ST 6 ($0,020 \text{ kg/cm}^2$, 47°), ST 8 ($0,301 \text{ kg/cm}^2$, 20°), ST 10 ($0,018 \text{ kg/cm}^2$, 24°) dan dapat disimpulkan bahwa pada stasiun daerah penelitian dengan aerodibilitas termasuk dalam kelas sedang, konsistensi *Very soft* dan kepadatan *Very loose*. Faktor Keamanan termasuk kedalam klasifikasi jenis labil dengan nilai terendah 0,106 dan nilai tertinggi 0,681. Jenis longsor yang mendominasi pada daerah penelitian adalah *debris avalanche*, *rock fall* dan *translational landslide*.

Kata Kunci : Geobencana tanah longsor, Faktor Kemanan dan *Direct Shear Stress*

GEOLOGY AND SAFETY FACTOR ANALYSIS OF SLOPE AT WEST SUMATRA STREET, KILOMETERS 84 – 89, HARAU DISTRICT, LIMA PULUH KOTA REGENCY, WEST SUMATRA PROVINCE

RANDI SAPUTRA

Geological Engineering Study Program

ABSTRACT

The research area is including the Kelok Sembilan area, Harau District, Lima Puluh Kota Regency, West Sumatra Province which is located along the Riau – West Sumatra crossroads of kilometer 84-89, on coordinates $00^{\circ}02'40''$ LU - $0^{\circ}05'20''$ LU and $100^{\circ}41'20''$ BT - $100^{\circ}42'00''$ BT. The purpose of this research are identification of geological condition, geomorphology, landslide type, geological structure and safety factor on the study area. The analysis method used are geomorphology, litology, petrography, direct shear stress, slope safety factor and landslide type. The geomorphology unit are steep high hills structural unit (S2) and moderately steep high hills denudational (D3). The litology found are claystone, sandstone and siltstone with drainage pattern are subdendritic. The geological structure is joint with the direction of the main stress is North-South. The cohesion value and friction angle on the ST 2 is $0,029 \text{ kg/cm}^2$, 25° , ST 6 is $0,020 \text{ kg/cm}^2$, 47° , ST 8 is $0,301 \text{ kg/cm}^2$, 20° and ST 10 is $0,018 \text{ kg/cm}^2$, 24° which could be concluded is medium class by aerodibility, very soft consistency and very loose density. The safety factor is unstable type with the lowest value 0.106 and highest value 0.681. Then, the landslide type are debris avalanche, rock fall and translational landslide.

Keywords: Geo-disaster, Landslide, Safety Factor, Direct Shear Stress

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya. Penulis dapat mengerjakan Karya Tulis Ilmiah dengan judul **“KAJIAN GEOLOGI DAN ANALISIS FAKTOR KEAMANAN PADA GEOBENCANA TANAH LONGSOR DI JALAN SUMBAR DI KILOMETER 84 – 89 KECAMATAN HARAU, KABUPATEN LIMA PULUH KOTA, PROVINSI SUMATRA BARAT”** dapat terselesaikan dengan lancar.

Semua berkat dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak yang rela hati meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan saran dan nasehat kepada penulis demi terlaksananya tugas akhir ini. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada Ibu Catur Cahyaningsih B.Sc (Hons), M.Sc selaku Dosen pembimbing utama dan Bapak Adi Suryadi B,Sc (Hons), M.Sc, sebagai pembimbing pendamping. Penulis juga berterimakasih kepada Orang Tua serta semua pihak yang membantu demi terselesainya Karya Tulis Ilmiah ini.

Untuk kesempurnaan penyusun laporan tugas akhir ini, kami mengharap kritik serta saran yang bersifat membangun. Mudah - mudahan bermanfaat khususnya bagi penulis sebagai penyusun dan bagi pembaca pada umumnya.

Pekanbaru, Juli 2018

Randi Saputra

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PENELITIAN UNTUK KEPENTINGAN AKADEMI	iii
SARI	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	4
1.7 Waktu Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Geologi Regional.....	7
2.2 Fisiografi Regional.....	8
2.3 Tanah Longsor.....	9
2.4 Faktor Pergerakan Massa Tanah.....	12
2.5 Kerentanan Bencana Tanah Longsor.....	14
2.6 Faktor Keamanan Lereng.....	16
2.7 Penyebab-penyebab Terjadinya Tanah Longsor.....	18

BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Objek Penelitian	21
3.2 Persiapan dan Alat.....	21
3.3 Tahap Pengeolahan Data.....	22
3.3.1 Analisis Geomorfologi.....	22
3.3.2 Litologi.....	27
3.3.3 Analisis Petrografi.....	32
3.3.4 Analisis Struktur Geologi.....	32
3.3.5 Analisis Mekanika Tanah.....	36
3.3.5.1 Uji Langsung (<i>Direct shear stress</i>).....	36
3.3.5.1 Analisis Faktor Keamanan Lereng.....	40
3.3.6 Bagan Alir Penelitian.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Geomorfologi.....	43
4.1.1 Morfografi.....	43
4.1.2 Morfometri.....	44
4.1.3 Morfogenetik.....	45
4.1.4 Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian.....	45
4.1.4.1 Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Curam Struktural.....	45
4.1.4.2 Satuan Geomorfologi Perbukitan Agak Curam Denudasional.....	46
4.2 Litologi Daerah Penelitian	49
4.2.1 Batulempung	50
4.2.2 Batupasir	51
4.3 Struktur Geologi Daerah Penelitian	55
4.4 Jenis-jenis Longsor dan Sebarannya	57
4.4.1 Desbris Avalance (Longsoran).....	57
4.4.2 Runtuhan Batu (Rock Fall)	57
4.4.3 Longsoran Tranlasi (Tranlational Landslide)	58
4.5 Analisis Geologi Teknik Daerah Penelitian	58

4.5.1 Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear Stress</i>).....	58
4.5.1.1 Uji Geser Langsung ST 02.....	59
4.5.1.2 Uji Geser Langsung ST 06.....	60
4.5.1.3 Uji Geser langsung ST 08.....	60
4.5.1.4 Uji Geser Langsung ST 10.....	61
4.6 Analisis Kestabilan Lereng dengan Slide 6.0.....	62
4.6.1 Stasiun 02.....	62
4.6.2 Stasiun 06.....	63
4.6.3 Stasiun 08.....	64
4.6.4 Stasiun 10.....	65
4.7 Keamanan Lereng.....	66
4.8 Hubungan Antara Geomorfologi, Geologi Struktur, petrografi dan Mekanika Tanah Terhadap Keamanan Lereng Di Daerah Penelitian.....	67
BAB V PENUTUP.....	
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Peta Administratif Kabupaten Lima Puluh Kota (Pemekab Kabupaten Lima Puluh Kota 2006	4
2.1 Peta Fisiografi Sumatra Barat (Mufidah,2011 dan Sandy,1985).....	8
2.2 Rotational Landslide, Translational Landslide dan Block Slide	9
2.3 Rock Fall	10
2.4 Topple	10
2.5 Debris Flow, Debris Avalanche, EarthFlow dan Creep	11
2.6 Lateral Spreads.....	12
3.1 Klasifikasi Batupasir Menurut Pettijohn (1975)	34
3.2 (a) Diagram frekuensi dan diagram kontur dan kekar-kekar yang dapat di pergunakan untuk menentukan tegasan utama (b) diagram blok pola- pola kekar dan hubungannya dengan tegasan regional di suatu wilayah.....	35
3.3 Pola kekar regangan yang dapat digunakan untuk menemukan gerak Sesar	36
3.4 Jenis dan pola kekar akibat gaya kompresi (billings, 1972)	36
3.5 Alat Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear Stress</i>).....	41
3.6 Salah satu kegiatan saat uji geser langsung.....	41
3.7 Input volume Tanah, Kohesi, dan Sudut Geser Dalam Menggunakan Analisis Faktor Keamanan Lereng Dalam Program Slide 6.0	42
3.8 Output Analisis Faktor Keamanan Lereng Dari Program Slide 6.0.....	43
3.9 Bagan Alir Penelitian	44
4.1 Pola pengaliran daerah penelitian menunjukkan jenis subdendritik	45
4.2 Foto Geomorfologi Perbukitan Tinggi Curam Struktural.....	47
4.3 Foto Geomorfologi Perbukitan Agak Curam Denudasional	48
4.4 Peta Geomorfologi Daerah Penelitian.....	49
4.5 Foto citra satelit daerah penelitian(modifikasi google earth).....	50
4.6 Fotogeologi Batulempung Daerah Penelitian	51
4.6 Foto sayatan Batulempung	51

4.7 Fotogeologi Batupasir Daerah Penelitian.....	52
4.7 Foto sayatan Wak Arkose.....	53
4.8 Fotogeologi Batupasir Daerah Penelitian.....	54
4.8 Foto sayatatan Wak Feldspatic.....	54
4.9 Peta Geologi Lokal.....	55
4.10 Fotogeologi Lokasi Pengambilan kekar.....	56
4.11 Analisis Stereonet Struktur Kekar.....	56
4.12 Longsor Runtuhan batu Daerah Penelitian.....	57
4.13 Longsor Longsor translasi Daerah Penelitian.....	58
4.14 Kurva Uji Geser Langsung ST 02.....	59
4.15 Kurva Uji Geser Langsung ST 06.....	60
4.16 Kurva Uji Geser Langsung ST 08.....	61
4.17 Kurva Uji Geser Langsung ST 10.....	61
4.18 Analisis Faktor Keamanan Stasiun 02.....	62
4.19 Longsor Debris Stasiun 06.....	63
4.20 Analisis Faktor Keamanan Stasiun 06.....	64
4.21 Analisis Faktor Keamana Stasiun 08.....	65
4.22 Analisis Faktor Keamana Stasiun 10.....	66
4.23 Peta Faktor Keamanan Lereng Daerah Penelitian.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Jadwal kegiatan penelitian skripsi pada bulan Januari hingga Juli 2018.....	6
2.1 Faktor keamanan dan kejadian pada metode bishop (Braja M.Das,1993).....	17
2.2 Tabel Derajat Pelapukan (Suriadi et al.,2014)	18
3.1 Pemerian Bentuk Lahan Absolut Berdasarkan Perbedaan Ketinggian (Van Zuidam, 1985)	23
3.2 Pola Aliran Dasar (Van Zuidam, 1985)	23
3.3 Pola Aliran Modifikasi (Howard, 1967)	25
3.4 Klasifikasi Kemiringan Lereng Berdasarkan van Zuidam(1983, dalam Hindartan, 1994)	26
3.5 Warna yang direkomendasikan untuk dijadikan simbol satuan geomorfologi berdasarkan aspek genetik (Van Zuidam, 1985)	27
3.6 Hubungan konsistensi dengan kohesi (Begemann, 1965).....	39
3.7 Hubungan antara kepadatan dan sudut geser dalam (Begemann, 1965).....	39
3.8 Kelas aerodibilitas tanah (USDA-SCS 1973 dalam Dangler dan El-Swaify 1976)	40
4.1 Hasil analisis uji geser langsung (Direct Shear Stress).....	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana merupakan suatu peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Bencana tidak terjadi begitu saja, namun ada faktor kesalahan dan kelalaian manusia dalam mengantisipasi alam dan kemungkinan bencana yang dapat menyimpannya. Masyarakat yang tinggal di lereng gunung curam, menghadapi risiko kemungkinan terjadinya tanah longsor (Soehatman, 2010:17).

Bencana dalam kenyataan keseharian menyebabkan, 1) berubahnya pola-pola kehidupan dari kondisi normal, 2) merugikan harta benda dan jiwa manusia, 3) merusak struktur sosial komunitas, 4) memunculkan lonjakan kebutuhan pribadi atau komunitas. Oleh karena itu bencana cenderung terjadi pada komunitas yang rentan, dan akan membuat komunitas semakin rentan (Setyowati, 2010:10)

Tanah longsor sebenarnya merupakan fenomena alam, yaitu alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah (Suriadi, Arsjad, & Hartini, 2014).

Pada daerah penelitian dilakukan kajian geobencana dan mitigasi tanah longsor di sepanjang jalan lintas Provinsi Sumatera Barat, khususnya daerah Kelok Sembilan Kabupaten Lima Puluh Kota. Penelitian dilakukan berdasarkan apabila datang musim penghujan mengakibatkan fenomena alam seperti banjir dan tanah longsor, mengakibatkan kerugian besar untuk masyarakat sekitar dan halayak banyak (Sistem & Geografi, 2013).

Kabupaten Lima Puluh Kota merupakan daerah yang cukup mempunyai tingkat kerawanan cukup tinggi terhadap kejadian bencana tanah longsor, walaupun selama ini korban jiwa akibat bencana alam tersebut tidak ada. Kecamatan Harau merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Lima Puluh Kota yang mempunyai tingkat kerawanan yang cukup tinggi terhadap

kejadian bencana tanah longsor. Maka perlu adanya sebuah upaya identifikasi daerah yang berpotensi terjadi bahaya tanah longsor agar dapat meminimalisasi kerugian yang ditimbulkannya, maka penulis mengambil judul **“KAJIAN GEOLOGI DAN ANALISIS FAKTOR KEAMANAN PADA GEOBENCANA TANAH LONGSOR DI JALAN SUMBAR DI KILOMETER 84 – 89 KECAMATAN HARAU, KABUPATEN LIMA PULUH KOTA, PROVINSI SUMATRA BARAT”**.

Oleh karena itu, untuk mengetahui lebih lanjut mengenai potensi tersebut maka dilakukan kegiatan survei lapangan berupa pengumpulan, analisis dan interpretasi data lapangan yakni salah satunya adalah survei kesetabilan lereng dan struktur daerah penelitian, agar nantinya dijadikan patokan untuk meminimalisir tingkat resiko bencana tanah longsor yang selalu terjadi di jalan Kelok Sembilan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang muncul pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kondisi geomorfologi daerah penelitian?
2. Bagaimana kondisi litologi daerah penelitian?
3. Bagaimana kondisi struktur geologi daerah penelitian?
4. Apa saja jenis longsor tanah pada kawasan penelitian dan penyebarannya?
5. Bagaimana menentukan faktor keamanan lereng?

1.3 Maksud Dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan ilmu dan teori yang selama ini telah dipelajari selama di dunia perkuliahan yang nantinya akan dipraktekkan dalam lingkungan pekerjaan yang sesungguhnya guna ilmu pengetahuan, wawasan peneliti dan mendapatkan gelar Strata Satu Teknik Geologi yaitu Tugas Akhir. Tujuan utama dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui dan menganalisis keadaan geomorfologi daerah penelitian.

2. Mengetahui kondisi litologi daerah penelitian
3. Mengetahui dan menganalisis struktur geologi daerah penelitian.
4. Mengidentifikasi jenis longsoran tanah, sebaran longsoran dan memetakan kawasan potensi longsor sepanjang jalan lintas Kecamatan Harau Kabupaten Limapuluh Kota, Sumatra Barat.
5. Mengetahui dan menganalisis faktor keamanan lereng.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Kondisi geologi dan geomorfologi.
2. Petrografia.
3. Jenis longsor dan penyebarannya.
4. Geologi struktur.
5. Faktor keamanan.

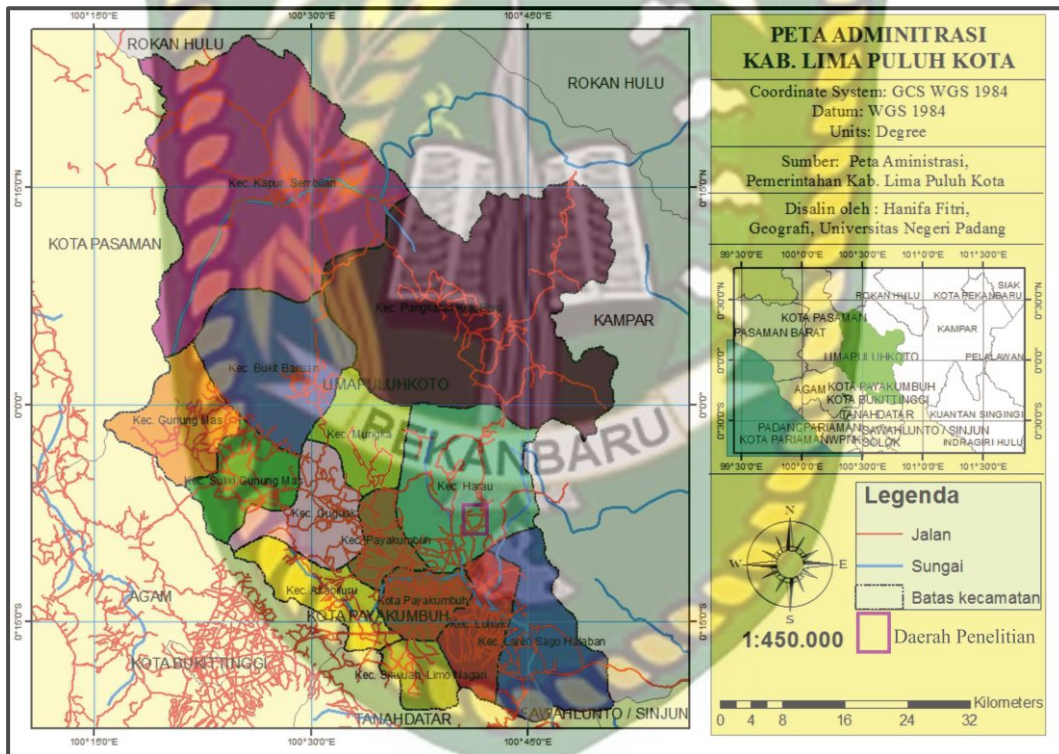
1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian adalah :

1. Dapat mengetahui kondisi geomorfologi yang berpengaruh pada geobencana tanah longor di daerah penelitian.
2. Dapat mengetahui keterdapatan litologi batuan daerah penelitian, dan kaitannya dengan longsoran tanah di daerah penelitian.
3. Dapat mengetahui struktur geologi yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor di kawasan penelitian
4. Dapat mengetahui jenis longsoran dan penyebarannya dengan dibuatnya peta tingkat keamanan, dan dapat memberikan solusi kepada pemerintah dan masyarakat setempat mengenai cara penanggulangan bencana tanah longsor di daerah penelitian.
5. Dapat mengetahui faktor keamanan lereng pada kawasan penelitian.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di daerah jalan Sumatera Barat. Secara administratif lokasi penelitian berada di Jalan lintas Km 84 – 89, Kecamatan Harau, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. Daerah penelitian dapat ditempuh dengan menggunakan transportasi darat dengan menggunakan roda empat atau menggunakan roda dua selama lebih kurang 4 jam ke lokasi penelitian dari Pekanbaru. Secara Administrasi Pemerintah, Kabupaten Lima Puluh Kota dan sekitarnya memiliki daerah yang sudah mulai berkembang, ditunjukkan pada (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Peta administratif Kabupaten Lima Puluh Kota Provinsi Sumatera Barat (Pemkab Kabupaten Lima Puluh Kota 2006).

1.7 Waktu Penelitian

Selama penelitian, jalan kelok 9 tempat kerja yang digunakan adalah terletak di kecamatan Harau. Alasan pemilihan tempat ini sebagai pangkalan kerja karena untuk memudahkan dalam pekerjaan lapangan dan tersedianya fasilitas yang dapat memungkinkan untuk menganalisis data-data. Pelaksanaan penelitian ini

dikerjakan selama 7 (tujuh) bulan, dari bulan Januari sampai Juli 2018, dengan jadwal penelitian yang ditunjukkan pada (Tabel 1.1).



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

Tabel 1.1 Jadwal kegiatan penelitian skripsi pada bulan Juli hingga Oktober 2018

Bulan Minggu	Juli 2018				Agustus 2018				September 2018				Oktober 2018			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Persiapan dan Studi Pendahuluan																
Penelitian Lapangan																
Analisis																
Bimbingan dan Penulisan Laporan																
Seminar Hasil																



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

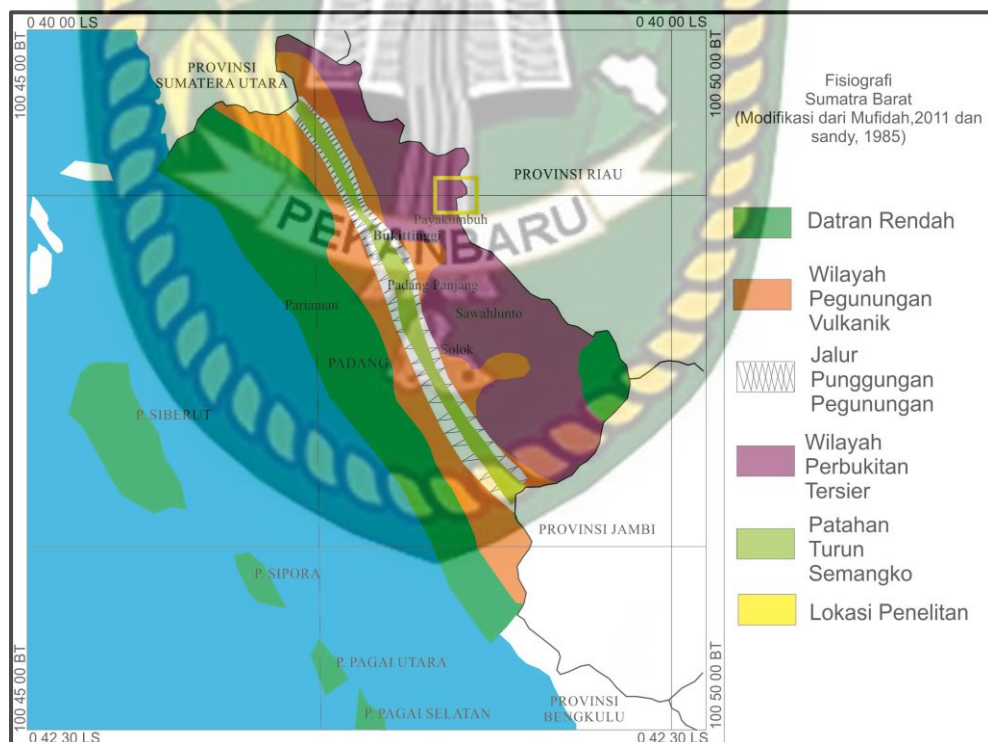
Salah satu tujuan untuk mengetahui penelitian lebih lanjut peneliti harus mengetahui formasi dan umur batuan yang ada di daerah penelitian. Berdasarkan peta geologi regional lembar solok 0816, menurut Badan Koordinasi Survey dan pemetaan Nasional (Semin, Kidul, Daerah, & Yogyakarta, 2012). Formasi yang ada di daerah penelitian antara lain:

1. Endapan Resen
Merupakan satuan batuan termuda yang berupa endapan alluvial sungai (Qal), yang terdiri dari lempung, pasir, kerikil, kerakal, dan bongkah batuan beku.
2. Satuan Batuan Gunungapi (Ta)
Formasi ini terdapat batuan yang beragam jenis yakni berupa batuan andesit hingga basalt yang terdiri dari aliran lava gunung api dan aglomerat.
3. Formasi Brani (Tob)
Formasi Brani ini berumur paleosen-eosen, Batuan yang terdapat pada formasi ini terdiri dari konglomerat berpolemik abu-abu kecoklatan berukuran fragmen yakni kerikil hingga kerakal dan matrik berupa lempung. Formasi brani ini terendapkan di atas batuan Pre-Tersier secara tidak selaras dan memiliki hubungan menjemari dengan formasi sangkarewang.
4. Formasi Kuntan (PCkq)
Formasi kuantan ini adalah formasi yang paling tua terdapat pada daerah penelitian yang memiliki umur perm-karbon. Batuan yang terdapat di formasi ini terdiri dari rijang, konglomerat, batusabak, kuarsit dan sebagainya.

2.2 Fisiografi Regional

Wilayah Kabupaten Limapuluh Kota secara regional termasuk bagian dari sistem Sesar Semangko, dimana mineralisasi dari berbagai jenis dapat ditemukan dan terjadi. Berdasarkan hasil penyelidikan terdahulu, mineralisasi ditemukan dalam batuan berumur tua (Perm – Karbon) hingga batuan berumur Tersier (Eosen – Miosen Akhir) di kabupaten ini. Kabupaten Limapuluhkota memiliki batas wilayah sebagai berikut :

- Utara : Berbatasan dengan Provinsi Riau.
- Selatan : Berbatasan dengan Kabupaten Tanah Datar dan Kabupaten Sijunjung.
- Barat : Berbatasan dengan Kabupaten Agam dan Kabupaten Pasaman.
- Timur : Berbatasan dengan Provinsi Riau



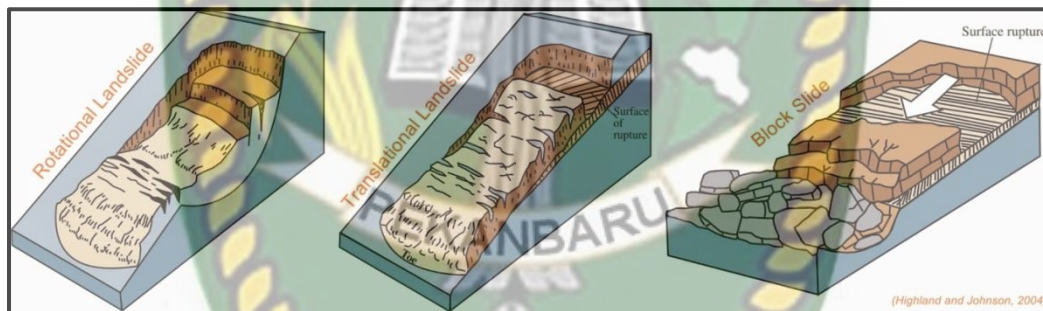
Gambar 2.1 Peta fisiografi Sumatera Barat (Mufidah, 2011 dan Sandy, 1985)

2.3 Tanah Longsor

Longsoran merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah ataupun batuan ataupun bahan rombakan yang menuruni lereng (Karnawati, 2005)

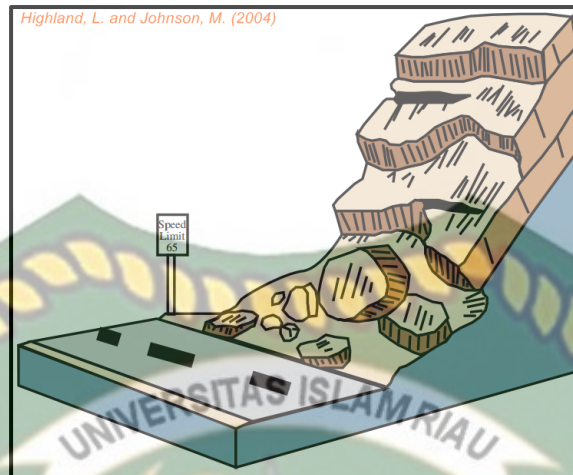
Tipe / Jenis Tanah Longsor (Varnes, 1978)

1. *Slide*: terdiri dari Longsoran translasi, Longsoran rotasi dan Pergerakan blok. Longsoran rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung ke atas, dan pergerakan longsohnya secara umum berputar pada satu sumbu yang sejajar dengan permukaan tanah. Longsoran translasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata dengan sedikit rotasi atau miring ke belakang. Pergerakan blok adalah pergerakan batuan yang hampir sama dengan Longsoran translasi, tetapi massa yang bergerak terdiri dari blok-blok yang koheren.



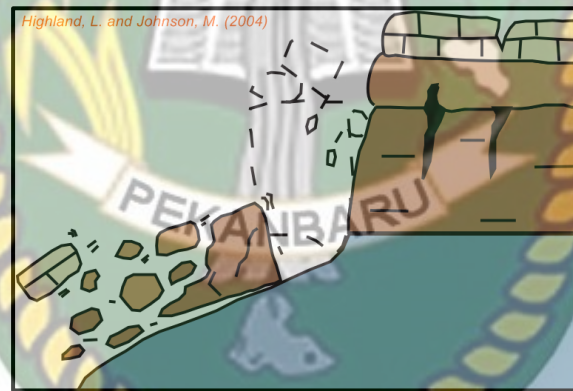
Gambar 2.2 Longsoran rotasi, Longsoran translasi dan Pergerakan blok

2. *Fall*: adalah gerakan secara tiba-tiba dari bongkahan batu yang jatuh dari lereng yang curam atau tebing. Pemisahan terjadi di sepanjang kekar dan perlapisan batuan. Gerakan ini dicirikan dengan terjun bebas, mental dan menggelinding. Sangat dipengaruhi oleh gravitasi, pelapukan mekanik, dan keberadaan air pada batuan.



Gambar 2.3 Jatuhan batuan

3. *Topples*: gerakan ini dicirikan dengan robohnya unit batuan dengan cara berputar kedepan pada satu titik sumbu (bagian dari unit batuan yang lebih rendah) yang disebabkan oleh gravitasi dan kandungan air pada rekahan batuan.

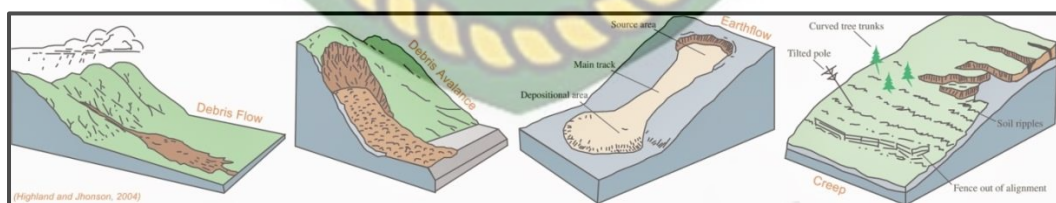


Gambar 2.4 Topple

4. *Flows*: gerakan ini terdiri dari 5 kategori yang mendasar

- a. *Debris Flow* (aliran bahan rombakan) adalah bentuk gerakan massa yang cepat di mana campuran tanah yang gembur, batu, bahan organik, udara, dan air bergerak seperti bubur yang mengalir pada suatu lereng. *Debris flow* biasanya disebabkan oleh aliran permukaan air yang intens, karena hujan lebat atau pencairan salju yang cepat, yang mengikis dan memobilisasi tanah gembur atau batuan pada lereng yang curam.

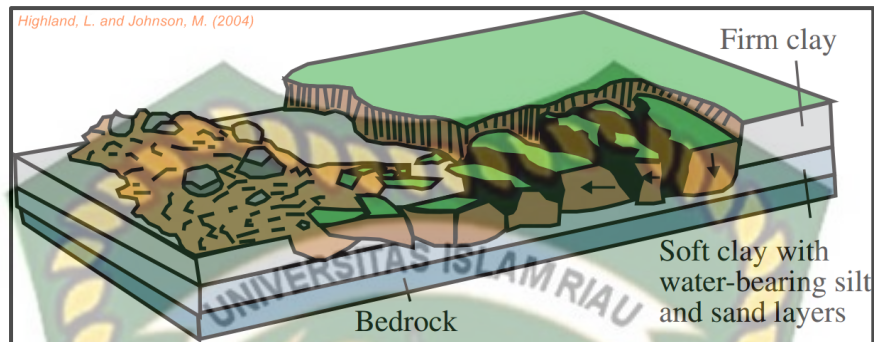
- b. *Debris Avalance* (Aliran campuran masa tanah dan batuan) adalah longsoran es pada lereng yang terjal. Jenis ini adalah merupakan jenis aliran debris yang pergerakannya terjadi sangat cepat.
- c. *Earthflow* (Aliran masa tanah dan batuan) berbentuk seperti "jam pasir". Pergerakan memanjang dari material halus atau batuan yang mengandung mineral lempung di lereng moderat dan dalam kondisi jenuh air, membentuk mangkuk atau suatu depresi di bagian atasnya.
- d. *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.
- e. *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:
- 1) *Seasonal*, di mana gerakan berada dalam kedalaman tanah, dipengaruhi oleh perubahan kelembaban dan suhu tanah yang terjadi secara musiman
 - 2) *Continuous*, di mana shear stress terjadi secara terus menerus melebihi ketahanan material longsoran.
 - 3) *Progressive*, di mana lereng mencapai titik failur untuk menghasilkan suatu gerakan massa. *Creep* ditandai dengan adanya batang pohon yang melengkung, pagar atau dinding penahan yang bengkok, dan adanya riak tanah kecil atau pegunungan.



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

5. *Lateral Spreads* (Penyebaran lateral): umumnya terjadi pada lereng yang landai atau medan datar. Gerakan utamanya adalah ekstensi lateral yang disertai dengan kekar geser atau kekar tarik. Ini disebabkan oleh likuifaksi, suatu proses

dimana tanah menjadi jenuh terhadap air, loose, kohesi sedimen (biasanya pasir dan lanau) perubahan dari padat ke keadaan cair.



Gambar 2.6 Penyebaran lateral

2.4 Faktor Pergerakan Massa Tanah

Menurut Karnawati (2005) faktor-faktor pengontrol pergerakan massa tanah merupakan fenomena yang mengkondisikan suatu lereng berpotensi untuk bergerak, meskipun pada saat tertentu lereng tersebut masih stabil atau belum bergerak/longsor. Lereng yang berpotensi untuk bergerak, apabila ada gangguan yang memicu terjadinya gerakan.

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan mengacu pula pada Sampurno (1975), Varnes (1978), Tjojudo (1983), Heath (1988), dan Sarosa (1992), maka Karnawati (1996a) mengidentifikasi faktor-faktor pengontrol terjadinya gerakan tanah di Indonesia, sebagai berikut:

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 yang menumbuk di bawah Lempeng Benua Eurasia, sehingga terjadi zona penujaman. Akibat dari penujaman lempeng tersebut maka terjadi aktifitas gempa dan gunung api yang melampar sesuai jalur penujaman tadi. Getaran gempa bumi pada lereng gunung api atau pegunungan dapat memicu longsor, karena getaran gempa dapat memperbesar gaya atau tegangan penggerak massa tanah/ batuan pada lereng, yang sekaligus juga mengurangi besarnya gaya atau tegangan penahan gerakan. Kehadiran gunung api tentunya mengakibatkan suatu lahan menjadi miring. Semakin miring suatu lahan, maka gaya penggerak massa tanah pada lereng akan semakin besar apabila tanah penyusun lereng merupakan tanah lepas-lepas atau merupakan batuan yang rapuh.

3. Kondisi tanah/batuan penyusun lereng

Kondisi tanah/ batuan penyusun lereng sangat berperan dalam mengontrol terjadinya gerakan tanah. Meskipun suatu lereng cukup curam, namun gerakan tanah belum tentu terjadi apabila kondisi tanah/ batuan penyusun lereng tersebut cukup kompak dan kuat. Tanah-tanah residual hasil pelapukan batuan yang belum mengalami pergerakan (masih insitu) dan tanah koluvial, serta lapisan batu lempung jenis smektif, lapisan napal dan serpih seringkali merupakan massa tanah/ batuan yang rentan bergerak, terutama apabila kemiringan lapisan batuan searah kemiringan lereng.

4. Kondisi iklim

Kondisi iklim di Indonesia sangat berperan dalam mengontrol terjadinya longsor. Temperatur dan curah hujan yang tinggi sangat mendukung terjadinya proses pelapukan batuan pada lereng. Akibatnya sangat sering kita jumpai lereng yang tersusun oleh tumpukan tanah yang tebal, dengan ketebalan mencapai lebih dari 10 meter. Dari hasil pengamatan lapangan dapat diketahui bahwa lereng dengan tumpukan tanah yang lebih tebal relatif lebih rentan terhadap gerakan tanah. Curah hujan yang tinggi atau menengah dan

berlangsung lama sangat berperan dalam memicu terjadinya gerakan tanah. Air hujan yang meresap ke dalam lereng dapat meningkatkan kejenuhan tanah pada lereng, sehingga tekan air untuk merenggangkan ikatan tanah meningkat pula, dan akhirnya massa tanah terangkut oleh aliran air dalam lereng.

5. Kondisi hidrologi lereng

Kondisi hidrologi dalam lereng berperan dalam hal meningkatkan tekanan hidrostatik air, sehingga kuat tanah/ batuan akan sangat berkurang dan gerakan tanah terjadi.

Lereng yang air tanahnya dangkal atau lereng dengan akuifiler menggantung, sangat sangat sensitif mengalami kenaikan tekanan hidrostatik apabila air permukaan meresap ke dalam lereng. Selain itu, retakan batuan atau kekar sering pula menjadi saluran air masuk ke dalam lereng. Apabila semakin banyak air yang masuk melewati retakan atau kekar tersebut, tekanan air juga akan semakin meningkat. Mengingat jalur-jalur tersebut merupakan bidang dengan kuat geser lemah, maka kenaikan tekanan air ini akan sangat mudah menggerakkan lereng melalui jalur tersebut. Di antara kondisi alam di atas, satu-satunya kondisi yang relative mudah dikontrol adalah kondisi hidrologi (sistem tata air) pada lereng yang rawan longsor. Kondisi tata air inilah yang paling sensitif untuk berubah baik dalam dimensi waktu maupun ruang, akibat adanya air hujan yang meresap masuk ke dalam lereng (Hencher dan Masey, 1984; Karnawati, 1996a dan 2000b)

2.5 Kerentanan Bencana Tanah Longsor

Keberadaan bencana pada dasarnya tidak diharapkan oleh pihak manapun. Akan tetapi ketika bencana merupakan hal yang mungkin terjadi, maka tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan kesigapan ketika terjadi bencana dan kesiapsiagaan ketika belum terjadi bencana. Model atau perkiraan terhadap bencana susulan hanya dapat dilakukan apabila pernah terjadi kejadian sebelumnya. Dalam menghadapi ancaman bencana, terdapat

kelompok masyarakat yang melakukan tindakan yang sesuai dengan prosedur keselamatan yang telah ditetapkan. Namun di pihak lain terdapat kelompok masyarakat yang belum siap dan sigap ketika terjadi bencana (Suriadi et al., 2014).

Kerentanan merupakan kondisi masyarakat yang menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana. Berdasarkan Peraturan Kepala BNPB Nomor 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana kerentanan yang ada di masyarakat berupa :

1. Kerentanan fisik (infrastruktur), menggambarkan perkiraan tingkat kerusakan terhadap infrastruktur bila ada faktor berbahaya (hazard). Berbagai indikator yang merupakan kerentanan fisik yaitu persentase kawasan bangunan, kepadatan bangunan, persentasi bangunan darurat, jaringan listrik, rasio panjang jalan, jaringan telekomunikasi, jaringan PDAM dan rel kereta api.
2. Kerentanan ekonomi, menggambarkan besarnya kerugian atau rusaknya kegiatan ekonomi (proses ekonomi) yang terjadi bila terjadi ancaman bahaya. Indikator yang menunjukkan tingginya tingkat kerentanan ekonomi adalah persentase rumah tangga yang bekerja disektor rentan (sektor jasa dan distribusi) dan persentase rumah tangga miskin di daerah rentan bencana.
3. Kerentanan sosial, menggambarkan perkiraan tingkat kerentanan terhadap keselamatan penduduk apabila ada bahaya. Indikatornya antara lain: kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, persentase penduduk tua, balita dan wanita yang tinggi.
4. Kerentanan lingkungan, menunjukkan kondisi suatu wilayah yang rawan akan bencana. Kondisi geografis, kondisi geologis serta data statistik kebencanaan merupakan indikator kerentanan lingkungan.

Kerentanan organisasi (institusional), menunjukkan eksistensi institusi setempat (pemerintah/swasta) yang terkait dengan upaya penanggulangan bencana indikatornya antara lain: adanya pedoman dan kebijakan

penanggulangan bencana, koordinasi, kerjasama, komitmen dan konsistensi instansi terkait dalam penanggulangan bencana.

2.6 Faktor Keamanan Lereng

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

$$FK = \frac{\sum \text{Gaya Penahan}}{\sum \text{Gaya penggerak}}$$

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

	F	Kejadian
	$F < 1,07$	Keruntuhan bisa terjadi
	$1,07 < 1,25 <$	Keruntuhan pernah terjadi
	$F < 1,25$	Keruntuhan jarang terjadi

Lereng yang stabil memiliki harga FK yang tinggi dan lereng yang tidak stabil memiliki nilai FK yang rendah. Faktor keamanan lereng tersebut nilainya tergantung pada besaran ketahanan geser dan tegangan geser, dimana keduanya bekerja saling berlawanan arah di sepanjang bidang gelincir. Bidang gelincir tersebut terletak pada zona terlemah di dalam tubu lereng. Jika nilai $FK = 1,07$ maka longsor akan berhenti jika ketahanan geser batuan penyusun mampu menopang geometri lereng yang baru (yang lebih landai) dan FK nya menjadi lebih tinggi. Dan derajat pelapukan pada (Tabel 2.2)

Tabel 2.2 Tabel Derajat Pelapukan (Suriadi et al., 2014)

Istilah	Derajat Pelapukan	Singkatan	Deskripsi
Batuan Segar (Fresh)	I	FR	Tidak ada tanda – tanda agregat mengalami pelapukan mungkin ada sedikit perubahan warna permukaan bidang lemah

Rock)			
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 (Moderately Weathered)	III	MW	Kurang dari setengah agregat terdekomposisi dan atau tersintegrasi 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 terdisintegrasi menjadi tanah agregat mengalami perubahan warna yang jauh lebih kontras, hingga mencapai bagian yang lebih dalam.
Lapuk Sempurna (Completely Weathered)	V	CW	Seluruh massa agregat berubah menjadi tanah oleh dekomposisi kimia atau sintegrasi fisik struktur 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

Faktor penyebab terjadinya gerakan pada lereng juga tergantung pada kondisi batuan dan tanah penyusun lereng, struktur geologi, curah hujan, vegetasi penutup dan penggunaan lahan pada lereng tersebut, namun secara garis besar dapat dibedakan sebagai faktor alami dan manusia.

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

1. Faktor Alam

Kondisi alam yang menjadi faktor utama terjadinya longsor antara lain:

1. Kondisi geologi: batuan lapuk, kemiringan lapisan, sisipan lapisan batu lempung, lereng yang terjal yang diakibatkan oleh struktur sesar dan kekar (patahan dan lipatan), gempa bumi, stratigrafi dan gunung api, lapisan batuan yang kedap air miring ke lereng yang berfungsi sebagai bidang longsor, adanya retakan karena proses alam (gempa bumi, tektonik).
2. Keadaan tanah : erosi dan pengikisan, adanya daerah longsor lama, ketebalan tanah pelapukan bersifat lembek, butiran halus, tanah jenuh karena air hujan.
3. Iklim: curah hujan yang tinggi, air (hujan. di atas normal)
4. Keadaan topografi: lereng yang curam.
5. Keadaan tata air: kondisi drainase yang tersumbat, akumulasi massa air, erosi dalam, pelarutan dan tekanan hidrostatika, susut air cepat, banjir, aliran bawah tanah pada sungai lama).
6. Tutupan lahan yang mengurangi tahanan geser, misal lahan kosong, semak belukar di tanah kritis.

2. Faktor Manusia

Ulah manusia yang tidak bersahabat dengan alam antara lain :

1. Pemotongan tebing pada penambangan batu di lereng yang terjal.
2. Penimbunan tanah urugan di daerah lereng.
3. Kegagalan struktur dinding penahan tanah.
4. Perubahan tata lahan seperti penggundulan hutan menjadi lahan basah yang menyebabkan terjadinya pengikisan oleh air permukaan dan menyebabkan tanah menjadi lembek
5. Adanya budidaya kolam ikan dan genangan air di atas lereng.
6. Sistem pertanian yang tidak memperhatikan irigasi yang aman.

7. Pengembangan wilayah yang tidak diimbangi dengan kesadaran masyarakat, sehingga RUTR tidak ditaati yang akhirnya merugikan sendiri.
8. Sistem drainase daerah lereng yang tidak baik yang menyebabkan lereng semakin terjal akibat penggerusan oleh air saluran di tebing.
9. Adanya retakan akibat getaran mesin, ledakan, beban massa yang bertambah dipicu beban kendaraan, bangunan dekat tebing, tanah kurang padat karena material urugan atau material longsor lama pada tebing.
10. Terjadinya bocoran air saluran dan luapan air saluran.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Dalam melakukan pemecahan terhadap suatu masalah perlu dilakukan perencanaan sebagai suatu persiapan sebelum memulai pekerjaan, agar masalah dapat diselesaikan secara efisien dan efektif serta menghasilkan solusi yang berkualitas.

Objek penelitian yang dilakukan adalah pengamatan tanah longsor di lapangan atau pengambilan sampel tanah dan di analisis di laboratorium, Dalam melakukan penelitian perlu adanya rencana kerja sebelum melakukan kegiatan ke lapangan, selama di lapangan maupun setelah kembali dari lapangan. Rencana kerja tersebut meliputi beberapa tahap, antara lain: tahap pendahuluan, tahap penelitian lapangan, tahap penyusunan laporan. Sehingga dari penelitian ini kita dapat ketahui menjadi beberapa tahapan-tahapan penelitian sebagai berikut.

3.2. Persiapan dan Alat

Kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam tahap persiapan ini adalah:

1. Studi pustaka atau membaca referensi terkait dengan judul penelitian.
2. Membuat agenda penelitian, agar penelitian dapat dilakukan dengan teratur. Analisis lapangan dengan menjalankan pemetaan menggunakan data mekanika tanah dan geomorfologi.
3. Survei dan pengumpulan data Lapangan dengan melakukan penilaian pembobotan terhadap parameter yang mempengaruhi terjadinya longsor.
4. Analisis geostruktur, kemiringan dan stabilitas lereng, dan jenis tanah. Beberapa alat yang diperlukan diantaranya: kompas, GPS, lup lens, palu beku dan sedimen, peta dasar/topografi, buku catatan lapangan, alat tulis, larutan HCl 0,1 N, komparator batuan sedimen dan beku, stereonet saku, pita ukur, papan clip, kantong contoh batuan, kamera dan tas tangan.

3.3 Tahap Pengolahan Data

Tahap analisis data melewati beberapa tahapan untuk dapat mencapai tujuan penelitian, yaitu analisis data pemetaan geologi, petrografi, dan geologi teknik. Data lapangan yang telah di kumpulkan kemudian di lakukan analisis data, analisis ini menggunakan beberapa metode, yaitu : analisis mekanika tanah menggunakan metode direct shear stress, dan analisis faktor kemanaan lereng menggunakan software Slide 6.0.

3. 3.1 Analisis Geomorfologi

Menurut van Zuidam (1985) geomorfologi didefinisikan sebagai studi yang mendeskripsi bentuk lahan dan proses serta mencari hubungan antara bentuk lahan dan proses dalam susunan keruangannya. Pembentukan bentangalam dari suatu daerah merupakan hasil akhir dari proses geomorfologi yang disebabkan oleh gaya endogen dan eksogen. Bentangalam tersebut mempunyai bentuk yang bervariasi dan dapat diklasifikasikan berdasarkan faktor-faktor tertentu antara lain proses, stadia, jenis litologi penyusun serta pengaruh struktur geologi atau tektonik yang bekerja (Verstappen dan van Zuidam, 1985). Pengelompokkan bentang alam menjadi satuan-satuan geomorfologi berdasarkan beberapa faktor yaitu:

1. Morfografi

Morfografi berasal dari dua kata yaitu morfo yang berarti bentuk dan graphos yang berarti gambaran, sehingga memiliki arti gambaran bentuk permukaan bumi. Secara garis besar gambaran bentuk muka bumi dapat dibedakan menjadi:

1. Bentuk lahan pedataran.
2. Bentuk lahan perbukitan atau pegunungan.
3. Bentuk lahan gunungapi dan lembah

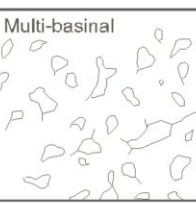
Tabel 3.1 Pemerian Bentuk Lahan Absolut Berdasarkan Perbedaan Ketinggian (Van Zuidam, 1985).

Ketinggian (meter)	Keterangan
< 50	Dataran rendah
50 – 100	Dataran rendah pedalaman
100 – 200	Perbukitan rendah
200 – 500	Perbukitan
500 – 1.500	Perbukitan tinggi
1.500 – 3.000	Pegunungan
> 3000	Pegunungan tinggi

Selain bentuk-bentuk yang telah disebutkan, terdapat beberapa aspek pendekatan dalam pemetaan geologi seperti bentuk lereng, pola punggungan dan pola pengaliran.

Pola pengaliran terbagi menjadi pola pengaliran dasar dan pola pengaliran modifikasi. Pola pengaliran dasar merupakan suatu pola pengaliran yang mempunyai ciri khas tertentu yang dapat dibedakan dengan pola pengaliran lainnya, sedangkan pola pengaliran modifikasi merupakan pola pengaliran yang agak berbeda dan berubah dari pola dasarnya, namun pola umumnya tetap tergantung pada pola dasarnya.

Tabel 3.2 Pola Aliran Dasar (Van Zuidam, 1985).

POLA PENGALIRAN DASAR	KARAKTERISTIK
 <p>Paralel</p>	<p>Pada umumnya menunjukkan daerah yang berlereng sedang sampai agak curam dan dapat ditemukan pula pada daerah bentuk lahan perbukitan yang memanjang. Sering terjadi pola peralihan antara pola dendritik dengan pola paralel atau tralis. Bentuk lahan perbukitan yang memanjang dengan pola pengaliran paralel mencerminkan perbukitan tersebut dipengaruhi oleh perlipatan.</p>
 <p>Trellis</p>	<p>Batuan sedimen yang memiliki kemiringan perlapisan (dip) atau terlipat, batuan vulkanik atau batuan metasedimen derajat rendah dengan perbedaan pelapukan yang jelas. Jenis pola pengaliran biasanya berhadapan pada sisi sepanjang aliran sub-sekuen.</p>
 <p>Rectangular</p>	<p>Sesar atau kekar yang memiliki sudut kemiringan, tidak memiliki perulangan lapisan batuan dan sering memperlihatkan pola pengaliran yang tidak menerus.</p>
 <p>Radial</p>	<p>Daerah vulkanik, kerucut (kubah) intrusi dan sisa-sisa erosi. Pola pengaliran radial pada daerah vulkanik disebut sebagai pola pengaliran multi radial. Catatan : pola pengaliran radial memiliki dua sistem yaitu sistem sentrifugal (menyebar ke luar dari titik pusat), berarti bahwa daerah tersebut berbentuk kubah atau kerucut, sedangkan sistem sentri petal (menyebar ke arah titik pusat) memiliki arti bahwa daerah tersebut berbentuk cekungan.</p>
 <p>Angular</p>	<p>Struktur kubah / kerucut, cekungan dan kemungkinan retas (stocks).</p>
 <p>Multi-basinal</p>	<p>Endapan berupa gumuk hasil longsor dengan perbedaan penggerusan atau perataan batuan dasar, merupakan daerah gerakan tanah, vulkanisme, pelarutan gamping dan lelehan salju (<i>permafrost</i>).</p>
 <p>Dendritic</p>	<p>Perlapisan batuan sedimen relatif datar atau paket batuan kristalin yang tidak seragam dan memiliki ketahanan terhadap pelapukan. Secara regional daerah aliran memiliki kemiringan landai, jenis pola pengaliran membentuk percabangan menyebar seperti pohon rindang.</p>

Tabel 3.3 Pola Aliran Modifikasi (Howard, 1967)

<i>Pola Aliran Modifikasi</i>	<i>Karakteristik</i>
<i>Subdendritik</i>	<i>Umumnya struktural</i>
<i>Pinnate</i>	<i>Tekstur batuan halus, mudah tererosi</i>
<i>Anastomatik</i>	<i>Dataran banjir, delta / rawa</i>
<i>Dikhotomik</i>	<i>Kipas alluvial, delta</i>
<i>Subparalel</i>	<i>Lereng memanjang, dikontrol oleh bentuk lahan perbukitan memanjang</i>
<i>Kolinier</i>	<i>Kelurusan bentuk lahan bermaterial halus (beting pasir)</i>
<i>Subtrellis</i>	<i>Bentuk lahan memanjang sejajar</i>
<i>Direksional Trellis</i>	<i>Homoklin landai (beting gisik)</i>
<i>Trellis berbelok</i>	<i>Perlipatan memanjang</i>
<i>Trellis Sesar</i>	<i>Percabangan menyatu / berpecah, sesar parallel</i>
<i>Angulate</i>	<i>Kekar, sesar pada daerah miring</i>
<i>Karst</i>	<i>Batugamping</i>

2. Morfometri

Merupakan penilaian kuantitatif dari bentuk lahan sebagai aspek pendukung dari morfografi dan morfogenetik sehingga klasifikasi kualitatif akan semakin tegas dengan angka-angka yang jelas. Variasi nilai kemiringan lereng yang diperoleh kemudian dikelompokkan berdasarkan klasifikasi kemiringan lereng menurut van Zuidam (1983, dalam Hindartan, 1994) sehingga diperoleh penamaan kelas lerengnya. Teknik perhitungan kemiringan lerengnya dapat dilakukan dengan menggunakan teknik grid cell berukuran 2 x 2 cm pada peta topografi skala 1 : 12.500. Kemudian dalam mendapatkan hasil kemiringannya digunakan rumus:

$$S = \frac{(n - 1) I_c}{dx \cdot sp} \times 100\%$$

Keterangan :
 S = Kemiringan lereng
 n = nilai jumlah kontur yang terpotong (cm)
 I_c = interval kontur
 dx = panjang garis potong (cm)

sp = skala peta

Klasifikasi dari kemiringan lereng dapat di lihat pada (**Tabel 3.4**) di bawah ini

Tabel 3.4 Klasifikasi Kemiringan Lereng Berdasarkan van Zuidam (1983, dalam Hindartan, 1994).

Klasifikasi	Kemiringan		Beda tinggi (m)
	Persen (%)	Derajat (°)	
Datar	0 – 2	0 – 1,15	< 5 m
AgakLandai	2 – 7	1,15 – 4	5 – 25 m
Landai	7 -15	4 – 8,5	25 – 75 m
Agakcuram	15 -30	8,5 – 16, 7	75 – 200 m
Curam	30 – 70	16,7 – 35	200 – 500 m
Terjal	70 – 140	35 – 54,5	500 – 1000 m
SangatTerjal	> 140	> 54,5	> 1000 m

3. Morfogenetik

Suatu proses terbentuknya permukaan bumi sehingga membentuk dataran, perbukitan, pegunungan, gunungapi, plato, lembah, lereng, pola pengaliran. Proses geologi yang telah dikenal yaitu proses endogen dan eksogen.

Proses endogen merupakan proses yang dipengaruhi oleh kekuatan atau tenaga dari dalam kerak bumi, sehingga merubah bentuk permukaan bumi. Proses dari dalam kerak bumi antara lain intrusi, tektonik dan volkanisme. Proses intrusi akan menghasilkan perbukitan intrusi, proses tektonik akan menghasilkan perbukitan terlipat, tersesarkan dan terkekarkan, proses volkanisme akan menghasilkan gunungapi dan gumuk tephra.

Proses eksogen merupakan proses yang dipengaruhi oleh faktor dari luar bumi seperti iklim, dan vegetasi. Akibat pengaruh iklim dapat disebut sebagai pengaruh fisika dan kimia. Proses eksogen cenderung merubah permukaan bumi secara bertahap, yaitu pelapukan batuan.

Tabel 3.5 Warna yang direkomendasikan untuk dijadikan simbol satuan geomorfologi berdasarkan aspek genetik (Van Zuidam, 1985).

Kelas Genetik	Simbol Warna
Bentuk lahan asal struktural	Ungu / <i>violet</i>
Bentuk lahan asal vulkanik	Merah
Bentuk lahan asal denudasional	Coklat
Bentuk lahan asal laut (<i>marine</i>)	Hijau
Bentuk lahan asal sungai (<i>fluvial</i>)	Biru tua
Bentuk lahan asal es (<i>glacial</i>)	Biru muda
Bentuk lahan asal angin (<i>aeolian</i>)	Kuning
Bentuk lahan asal gamping (<i>karst</i>)	Jingga (<i>Orange</i>)

3.3.2 Analisis Litologi

Litologi ini digunakan sebagai pengontrol dalam menentukan batas-batas satuan geologi. Litologi dapat mempengaruhi morfologi sungai dan jaringan topologi yang memudahkan terjadinya pelapukan dan ketahanan batuan terhadap erosi.

Metode Analisis Litologi/Jenis batuan sedimen :

1. Warna

Secara umum warna pada batuan sedimen akan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- a. Warna mineral pembentuk batuan sedimen.
Contoh jika mineral pembentuk batuan sedimen didominasi oleh kwarsa maka batuan akan berwarna putih.
- b. Warna massa dasar/matrik atau warna semen.
- c. Warna material yang menyelubungi (*coating material*).

Contoh batupasir kwarsa yang diselubungi oleh glaukonit akan berwarna hijau.

- d. Derajat kehalusan butir penyusunnya.

Pada batuan dengan komposisi yang sama jika makin halus ukuran butir maka warnanya cenderung akan lebih gelap. Warna batuan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan pengendapan, jika kondisi lingkungannya reduksi maka warna batuan menjadi lebih gelap dibandingkan pada lingkungan oksidasi. Batuan sedimen yang banyak kandungan material organik (*organic matter*) mempunyai warna yang lebih gelap.

2. Tekstur

Tekstur batuan sediment adalah segala kenampakan yang menyangkut butir sedimen seperti ukuran butir, bentuk butir dan orientasi. Tekstur batuan sedimen mempunyai arti penting karena mencerminkan proses yang telah dialami batuan tersebut terutama proses transportasi dan pengendapannya, tekstur juga dapat digunakan untuk menginterpretasi lingkungan pengendapan batuan sediment. Secara umum batuan sedimen dibedakan menjadi dua, yaitu tekstur klastik dan non klastik.

a. Tekstur klastik

Unsur dari tekstur klastik fragmen, massa dasar (matriks) dan semen.

- Fragmen : Batuan yang ukurannya lebih besar daripada pasir.
- Matrik : Butiran yang berukuran lebih kecil daripada fragmen dan diendapkan bersama-sama dengan fragmen.
- Semen : Material halus yang menjadi pengikat, semen diendapkan setelah fragmen dan matrik. Semen umumnya berupa silika, kalsit, sulfat atau oksida besi.

Besar butir kristal dibedakan menjadi :

- >5 mm = kasar
- 1-5 mm = sedang,
- <1 mm = halus.

Jika kristalnya sangat halus sehingga tidak dapat dibedakan disebut mikrokristalin.

b. Tekstur nonklastik

Tekstur yan terjadi merupakan hasil pengendapan melalui reaksi kimia. Tekstur kristalin berkembang akibat agregat kristal – kristal yang saling mengunci. Kristal – kristalnya dapat kecil menengah atau besar –besar bahkan campuran berbagai ukuran sebagai halnya batuan beku porfiritik. Kristal – kristalnya memperlihatkan bentuk – bentuk tertentu misalnya berdimensi sama, berserat atau *scaly*. Dan tidak mudah untuk membedakan mana yang terbentuk oleh reaksi kimia organik dan mana yang di endapkan melalui reaksi akibat organisme.

3. Ukuran Butir

Ukuran butir dipengaruhi oleh jenis pelapukan, jenis transportasi, waktu/jarak transport, resistensi, ditunjukkan oleh Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Ukuran butir skala Wenworth (1922).

Ukuran Butir (mm)	Nama Butir	Nama Batuan
> 256	Bongkah (<i>Boulder</i>)	Breksi : jika fragmen
64-256	Berangkal (<i>Couple</i>)	Berbentuk menyudut
4-64	Kerakal (<i>Pebble</i>)	Konglomerat : jika membulat
2-4	Kerikil (<i>Gravel</i>)	fragmen berbentuk membulat
1-2	Pasir Sangat Kasar (<i>Very Coarse Sand</i>)	
1/2-1	Pasir Kasar (<i>Coarse Sand</i>)	
1/4-1/2	Pasir Sedang (<i>Fine Sand</i>)	Batupasir
1/8-1/4	Pasir halus (<i>Medium Sand</i>)	
1/16-1/8	Pasir Sangat Halus (<i>Very Fine Sand</i>)	
1/256-1/16	Lanau	Batulanau

<1/256	Lempung	Batulempung
--------	---------	-------------

4. Tingkat kebundaran butir (*roundness*)

Tingkat kebundaran butir dipengaruhi oleh komposisi butir, ukuran butir, jenis proses transportasi dan jarak transport (Boggs,1987). Butiran dari mineral yang resisten seperti kuarsa dan zirkon akan berbentuk kurang bundar dibandingkan butiran dari mineral kurang resisten seperti feldspar dan pyroxene. Butiran berukuran lebih besar daripada yang berukuran pasir. Jarak transport akan mempengaruhi tingkat kebundaran butir dari jenis butir yang sama, makin jauh jarak transport butiran akan makin bundar. Pembagian kebundaran (Endarto,2005):

- a) *Well rounded* (membundar baik)
Semua permukaan konveks, hamper equidimensional, sferoidal.
- b) *Rounded* (membundar)
Pada umumnya permukaan-permukaan bundar, ujung-ujung dan tepi butiran bundar.
- c) *Subrounded* (membundar tanggung)
Permukaan umumnya datar dengan ujung-ujung yang membundar.
- d) *Subangular* (menyudut tanggung)
Permukaan pada umumnya datar dengan ujung-ujung tajam.
- e) *Angular* (menyudut)
Permukaan konkaf dengan ujungnya yang tajam.

5. Sortasi (Pemilahan)

Pemilahan adalah keseragaman dari ukuran besar butir penyusun batuan sediment, artinya bila semakin seragam ukurannya dan besar butirnya maka, pemilahan semakin baik. Pemilahan yaitu keseragaman butir didalam batuan sedimen klastik. Beberapa istilah yang biasa dipergunakan dalam pemilahan batuan, yaitu :

- Sortasi baik : bila besar butir merata atau sama besar

- Sortasi buruk : bila besar butir tidak merata, terdapat matrik dan fragmen.

6. Kemas (*Fabric*)

Didalam batuan sedimen klastik dikenal dua macam kemas, yaitu :

- Kemas terbuka : bila butiran tidak saling bersentuhan (mengambang dalam matrik).
- Kemas tertutup : butiran saling bersentuhan satu sama lain

7. Struktur

Struktur sedimen merupakan suatu kelainan dari perlapisan normal batuan sedimen yang diakibatkan oleh proses pengendapan dan energi pembentuknya. Pembentukannya dapat terjadi pada waktu pengendapan maupun segera setelah proses pengendapan (Pettijohn & Potter, 1964 ; Koesomadinata , 1981).

8. Komposisi

Batuan sediment berdasarkan komposisinya dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok, yaitu :

1. Batuan sedimen detritus/klastik Dapat dibedakan menjadi :

- Detritus halus : batulempung, batulanau.
- Detritus sedang : batupasir (greywacke, feldsparitic)
- Detritus kasar : breksi dan konglomerat.

Komposisi batuan ini pada umumnya adalah kuarsa, feldspar, mika, mineral lempung, dsb.

2. Batuan sedimen evaporit

Batuan sedimen ini terbentuk dari proses evaporasi. Contoh batuanya adalah gips, anhydrite, batu garam.

3. Batuan sedimen batubara

Batuan ini terbentuk dari material organik yang berasal dari tumbuhan. Untuk batubara dibedakan berdasarkan kandungan unsur karbon, oksigen, air dan tingkat perkembangannya. Contohnya *lignit, bituminous coal, anthracite*.

4. Batuan sedimen siliklastik

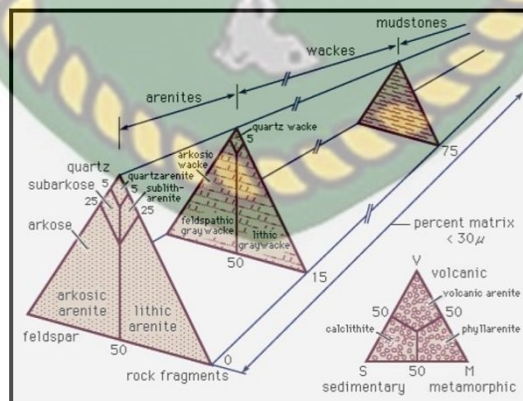
Batuan sedimen silica ini terbentuk oleh proses organik dan kimiawi. Contohnya adalah rijang (*chert*), radiolarian dan tanah diatomea.

5. Batuan sedimen karbonat

Batuan ini terbentuk baik oleh proses mekanis, kimiawi, organik. Contoh batuan karbonat adalah *framestone*, *boundstone*, *packstone*, *wackstone* dan sebagainya.

3.3.3 Analisis Petrografi

Analisis Petrografi adalah analisis komposisi batuan menggunakan mikroskop untuk menentukan nama batuan yang lebih akurat untuk kepentingan penentuan lingkungan pengendapan berdasarkan presentase komposisi batuan. Pada pengamatan petrografi, kita harus dapat menentukan jumlah komposisi secara volumetric untuk menentukan secara tepat nama dan tekstur batuan. Pada dasarnya semua batuan dan konkrit memiliki pendeskripsian secara volumetric sama, yaitu melihat beberapa komponen seperti butiran atau fragmen, matriks atau masa dasar (material yang halus), pori (lubang), dan semen (larutan). Perbedaan mendasar antara tipe batuan adalah komposisi penyusun dari tiap jenis batuan yang berbeda-beda.



Gambar 3.1. Klasifikasi Batupasir Menurut Pettijohn (1975)

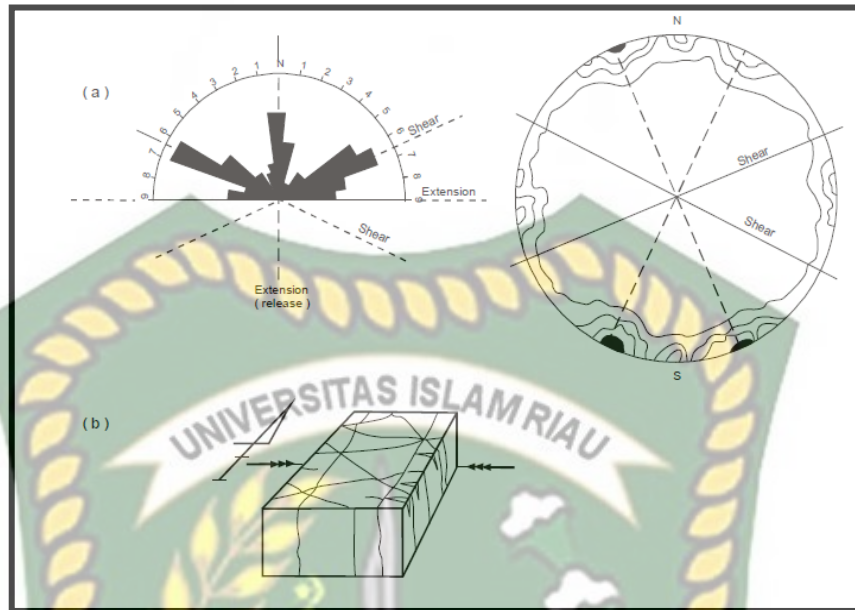
3.3.4 Analisis Struktur Geologi

Analisis struktur geologi diperlukan untuk memperkirakan gaya atau deformasi yang telah terjadi pada batuan di suatu singkapan. Untuk menganalisa struktur geologi diperlukan beberapa metode seperti pola jurus serta Stereonet. Kemungkinan juga dapat diterapkan pada skala daerah teruji dengan tiga tegasan juga dapat diterapkan pada skala daerah teruji dengan tiga tegasan utama yang disebut σ_1 (tegasan maksimal), σ_2 (tegasan intermediet) dan σ_3 (tegasan minimal) dimana $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$. Kadang-kadang keadaan tegasan bervariasi sebagai fungsi heterogenetis dan diskontinuitas material serta juga sebagai fungsi gelinciran sepanjang bidang sesar.

Sebuah bidang sesar yang belum mengalami pergerakan berada di bawah pengaruh tegasan tangensial hanya dapat menghasilkan rekahan gunting (kekar gerus). Setiap gerakan sesar dipengaruhi oleh tegasan maksimal (σ_1) dalam dihedral tekanan dan tegasan minimal (σ_3) dalam dihedral tarikan.

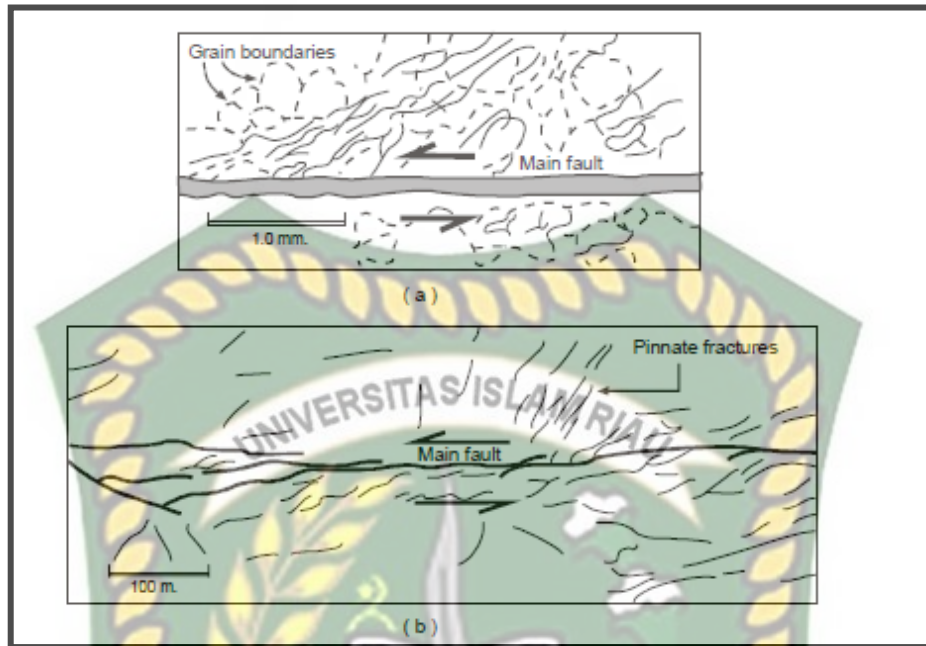
Setiap sesar mempunyai dihedral tekanan dimana terdapat σ_3 . Jika semua sumbu-sumbu s_1 dan s_3 adalah sama untuk semua gerak sesar-sesar teramati, bagian dari irisan dihedral tekanan mempunyai σ_1 dan irisan dihedral tarikan mempunyai σ_3 .

Analisa kekar dapat dipakai untuk membantu menentukan pola tegasan, dengan anggapan bahwa kekar-kekar tersebut pada keseluruhan daerah terbentuk sebelum atau pada saat pembentukan sesar (**Gambar 3.2**). Cara ini sangat lemah dan umumnya dipakai pada daerah yang lebih luas (regional) dan data yang dipakai tidak hanya kekar, tetapi juga sesar yang dapat diamati dari peta topografi, foto udara dan citra landsat.



Gambar 3.2 (a) Diagram Frekuensi dan Diagram Kontur dari Kekar-Kekar yang dapat Dipergunakan untuk Menentukan Tegasan Utama (b) Diagram Blok Pola-Pola Kekar dan Hubungannya dengan Tegasan Regional disuatu Wilayah

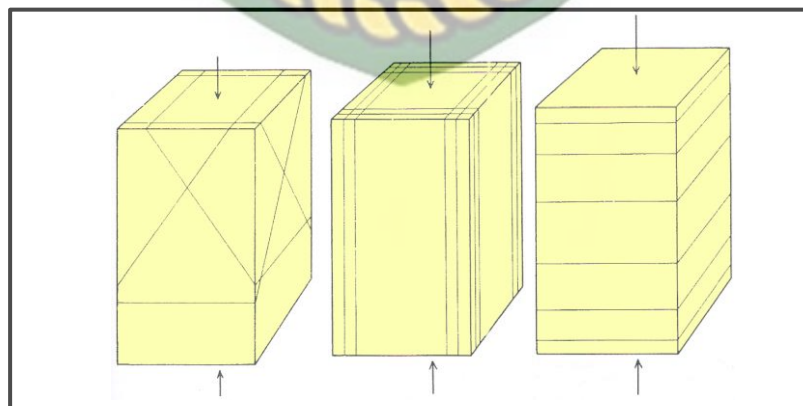
Cara pendekatan lain untuk menganalisa kekar yaitu dengan melihat gejala yang terdapat pada jalur sesar. Mengingat bahwa akibat gerak dari sesar, struktur kekar juga dapat terbentuk. Beberapa contoh gerak sesar dapat menimbulkan pola kekar "*pinnate*" (struktur bulu ayam), "*enechelon fractures*". Kekar-kekar ini umumnya merupakan kekar regangan yang sudut lancip searah dengan gerak sesar.



Gambar 3.3 Pola Kekar Regangan yang dapat Dipakai untuk Menentukan Gerak Sesar.

Kekar dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- a. **Kekar gerus** (*shear joint*): terbentuk relatif menyudut lancip terhadap arah gaya tekan, memiliki kecenderungan untuk bergerak menjadi sesar.
- b. **Kekar ekstensi** (*extension joint*): terbentuk sejajar terhadap arah gaya tekan.
- c. **Kekar rilis** (*release joint*): terbentuk tegak lurus terhadap arah gaya tekan, terjadi. Akibat penghilangan gaya tekan yaitu ketika sesaat setelah gaya tekan berhenti bekerja.



Gambar 3.4. Jenis dan pola kekar akibat gaya kompresi (Billings, 1972)

3.3.5 Analisis Mekanika Tanah

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 (Hardiyatmo, 2002) :

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 besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

3.3.5.1 Uji Geser Langsung (*Direct shear stress*)

Kekuatan geser tanah merupakan perlawanan internal tanah tersebut per satuan luas terhadap keruntuhan atau pergeseran sepanjang bidang geser dalam tanah yang dimaksud. Uji geser langsung merupakan pengujian yang sederhana dan langsung. Pengujian dilakukan dengan menempatkan contoh tanah ke dalam kotak geser. Kotak ini terbelah, dengan setengah bagian yang bawah merupakan bagian yang tetap dan bagian atas mudah bertranslasi. Kotak ini tersedia dalam beberapa ukuran, tetapi biasanya mempunyai diameter 6.4 cm atau bujur sangkar 5,0 x 5,0 cm . Contoh tanah secara hati-hati diletakkan di dalam kotak, sebuah blok pembebanan, termasuk batu-batu berpori bergigi untuk drainase yang cepat, diletakkan di atas contoh tanah. Kemudian suatu beban normal P_v dikerjakan. Kedua bagian kotak ini akan menjadi sedikit terpisah dan blok pembebanan serta setengah bagian atas kotak 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 :

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

dimana :

τ = kuat geser tanah (kN/m²)

c = kohesi tanah

ϕ = 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).

Tabel 3.7. Hubungan antara Konsistensi dengan kohesi (Begemann, 1965)

Konsistensi	Kohesi
<i>Very soft</i>	< 1.25
<i>Soft</i>	1.25 – 2.50
<i>Medium stiff</i>	2.50 – 5.00
<i>Stiff</i>	5.00 – 10.00
<i>Very stiff</i>	10.00 – 20.00
<i>Hard</i>	> 20.00

Tabel 3.8. Hubungan antara kepadatan dan sudut geser dalam (Begemann, 1965)

KEPADATAN	SUDUT GESER DALAM(Ø°)
<i>Very loose</i>	< 30
<i>Loose</i>	30 – 35
<i>Medium dense</i>	35 – 40
<i>Dense</i>	40 – 45
<i>Very dense</i>	> 45

Tabel 3.9. Kelas erodibilitas tanah (USDA-SCS 1973 dalam Dangler dan El-Swaify 1976)

NILAI KOHESI	URAIAN KELAS
0 – 0,10	Sangat rendah
0,11 – 0,20	Rendah
0,21 – 0,32	Sedang
0,33 – 0,43	Agak Tinggi
0,44 – 0,55	Tinggi
0,56 – 0,64	Sangat Tinggi

Tergantung dari jenis alatnya ,uji geser ini dapat dilakukan dengan cara tegangan geser terkendali ,dimana penambahan gaya geser dibuat konstan dan diatur, atau dengan cara regangan terkendali dimana kecepatan geser yang diatur. Kelebihan pengujian dengan cara regangan – terkendali adalah pada pasir padat, tahanan geser puncak (yaitu pada saat runtuh) dan juga pada tahanan geser maksimum yang lebih kecil (yaitu pada titik setelah keruntuhan terjadi) dapat diamati dan dicatat pada uji tegangan – terkendali ,hanya tahanan geser puncak saja yang dapat diamati dan dicatat. Juga harus diperhatikan bahwa tahanan geser pada uji tegangan – terkendali besarnya hanya dapat diperkirakan saja., Ini disebabkan keruntuhan terjadi pada tingkat tegangan geser sekitar puncak antara penambahan beban sebelum runtuh sampai sesudah runtuh. Alat Uji geser langsung ditunjukkan pada (**Gambar 3.5**) dan (**Gambar 3.6**).



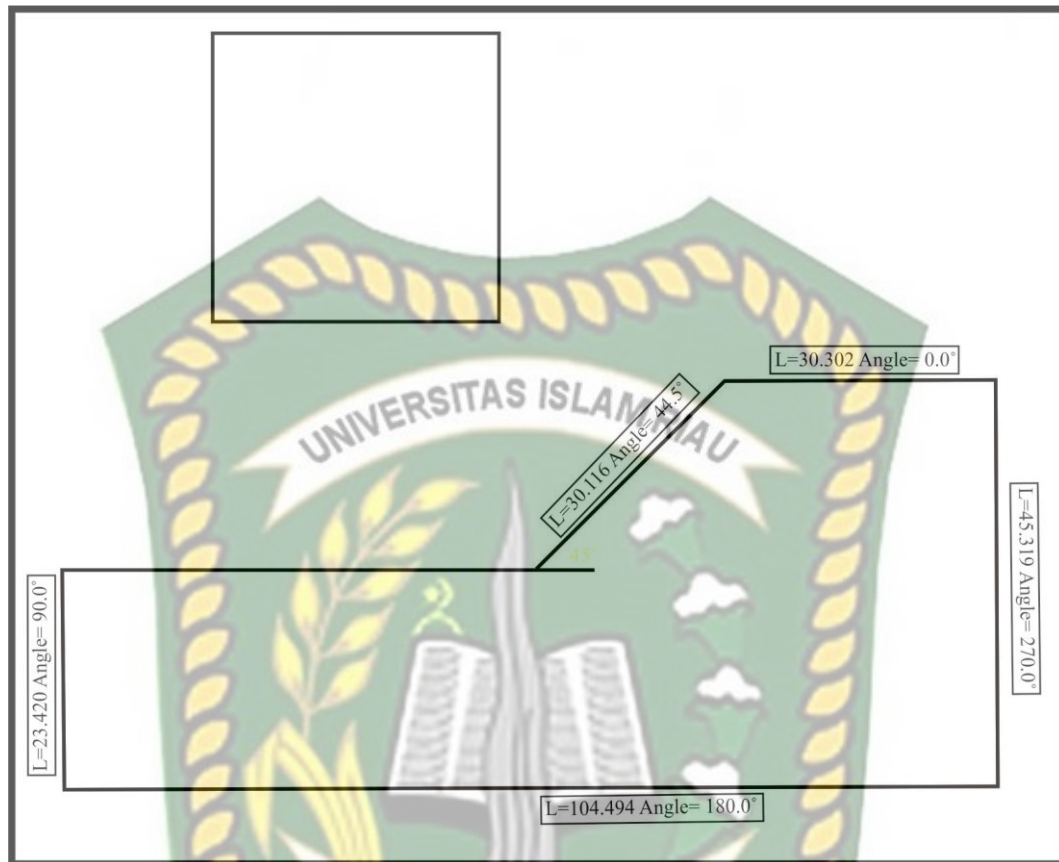
Gambar 3.5. Alat uji geser langsung (*Direct shear stress*)



Gambar 3.6. Salah satu kegiatan saat uji geser langsung

3.3.5.2 Analisa Faktor Keamanan Lereng

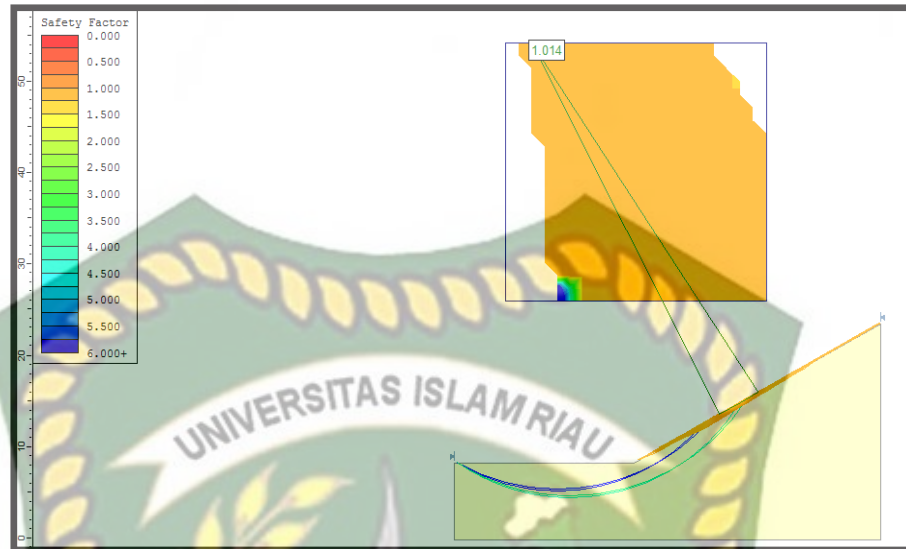
Analisis faktor keamanan lereng dilakukan dengan menggunakan program slide 6.0 dengan menggunakan metode *bishop*. Data-data yang dimasukkan diantaranya: Berat isi tanah, kohesi, dan sudut geser dalam serta geometri lereng seperti tinggi, dan lebar lereng. Dalam program ini nilai yang dimasukkan (input) adalah sebagai berikut: - Dimensi lereng elevasi lereng, panjang lereng, sudut lereng dalam sumbu x dan y.



Gambar 3.7 Input volume Tanah, Kohesi, dan Sudut Geser Dalam Menggunakan Analisis Faktor Keamanan Lereng Dalam Program Slide 6.0

Program slide 6.0 menghasilkan nilai faktor keamanan minimum dari suatu lereng, output program slide ini adalah sebagai berikut (Gambar 3.8):

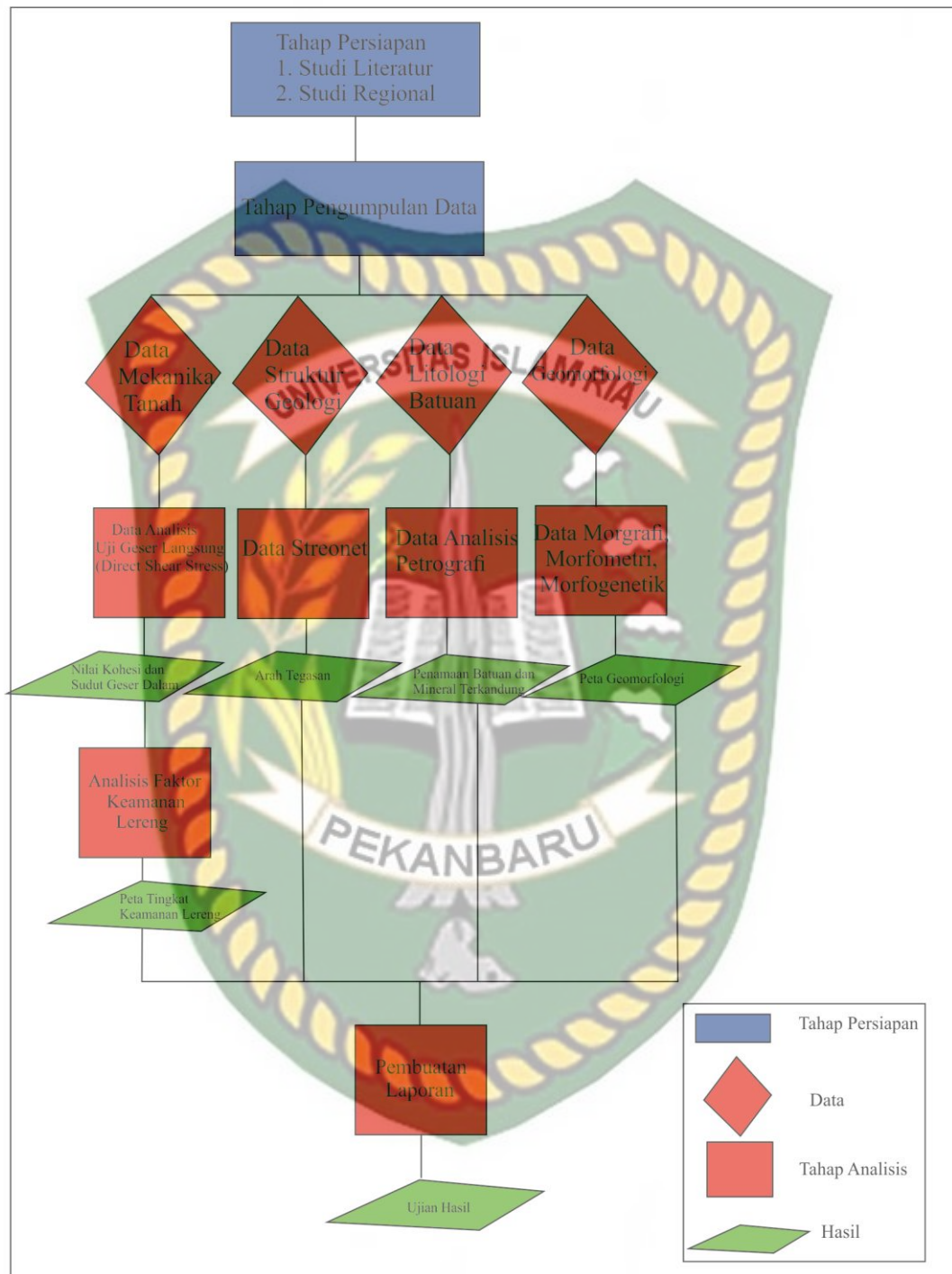
1. Nilai tingkat faktor keamanan minimum.
2. Estimasi bidang gelincir yang mungkin terjadi.
3. Nilai faktor keamanan pada setiap bidang gelincirnya.



Gambar 3.8 Output Analisis Faktor Keamanan Lereng Dari Program Slide 6.0

3.3.6 Bagan Alir Penelitian

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



Gambar 3.9 Bagan Alir Penelitian Skripsi

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Geomorfologi

Analisis geomorfologi penulis menggunakan aspek morfometri, aspek morfografi, dan aspek morfogenetik. Dalam tiga aspek tersebut peneliti meninjau dari bentuk lahan (perbedaan ketinggian), kemiringan lereng, litologi penyusun daerah tersebut, serta pola pengaliran yang berkembang di daerah penelitian.

4.1.1 Morfografi

Daerah penelitian tersusun oleh bentuk lahan dengan nilai elevasi berkisar antara 600 – 1200 mdpl, dengan lembah berbentuk U dan V, dan satu jenis pola pengaliran yaitu subdendritik. Berdasarkan bentuk lahan pada daerah penelitian terbagi menjadi dua yaitu: perbukitan agak curam. Jenis pola pengaliran yang mendominasi di daerah penelitian adalah subdendritik. Hulu sungai daerah penelitian mendominasi di bagian Selatan terutama pada daerah yang mempunyai kelerengan curam dengan nilai elevasi berkisar 612,5 – 1075 m dan mengalir ke arah hilir sungai yang berarah Timurlaut curam dengan nilai elevasi berkisar 650 - 800 m.

Litologi yang ada pada pola aliran ini juga di dominasi oleh batupasir, batulempung dan batulanau, dengan ukuran butir mulai dari halus hingga sangat halus. Pola subdendritik daerah penelitian memiliki bentuk lahan dengan kemiringan yang curam. morfologi lereng yang curam maka bentuk aliran - aliran sungainya akan berbentuk lurus - lurus mengikuti arah lereng dengan cabang - cabang sungainya yang sangat sedikit. Struktur dan litologi yang terdapat pada daerah penelitian ini sangat mempengaruhi proses terbentuknya pola aliran ini. Di tunjukan pada (**Gambar 4.1**).



Gambar 4.1 Pola pengaliran daerah penelitian menunjukkan jenis subdendritik

4.1.2 Morfometri

Berdasarkan hasil analisis morfometri bentuk lahan daerah penelitian diklasifikasikan menjadi dua kelas relief yaitu: relief pegunungan agak curam dan relief pegunungan curam. Relief pegunungan agak curam memiliki nilai

persentase kemiringan lereng 15 - 30%, sedangkan relief pegunungan curam memiliki nilai persentase kemiringan lereng 30 - 70%.

4.1.3 Morfogenetik

Dari hasil analisa peta geomorfologi dan kenampakan dilapangan, morfogenetik daerah penelitian diklasifikasikan menjadi dua yaitu: bentuk asal Struktural dan bentuk asal Denudasional. Bentuk asal Struktural yang di jumpai di lapangan yaitu adanya terdapat struktur kekar. Sebarannya yakni Baratlaut – Selatan (bentuk asal lahan Struktural) dan Barat – Baratdaya (bentuk asal lahan Denudasional).

4.1.4 Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian

Penentuan satuan geomorfologi dihasilkan berdasarkan hasil analisis geomorfologi melalui aspek morfometri, morfografi dan morfogenetik. Berdasarkan analisis aspek geomorfologi tersebut daerah penelitian di klasifikasikan menjadi empat satuan geomorfologi, yaitu: Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Curam Struktural dan Satuan Geomorfologi Perbukitan Agak Curam Denudasional

4.1.4.1 Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Curam Struktural

Daerah satuan ini berada pada bagian Baratlaut – Selatan daerah penelitian. Berdasarkan morfografi didapat pola aliran yaitu pola aliran sub dendritik yang terdiri dari batulempung, batulanau dan batupasir dan berada pada kisaran nilai elevasi 612,5 – 1075 m dari permukaan laut. Berdasarkan morfometri yaitu relief pegunungan curam dengan kemiringan lereng curam 30 - 70% (16-35°) dan beda tinggi 250 m yang mempunyai tingkat pengikisan kuat - sangat kuat. Sedangkan dilihat dari morfogenetiknya didapat bentuk asal lahan yaitu sruktural. Berdasarkan morfografi, morfometri, dan morfometri maka satuan ini disebut Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Curam Struktural, ditunjukkan pada (**Gambar 4.2**). Penyebaran satuan ini meliputi 60% dari keseluruhan daerah penelitian.



Gambar 4.2 Fotogeologi menunjukkan Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Curam Struktural

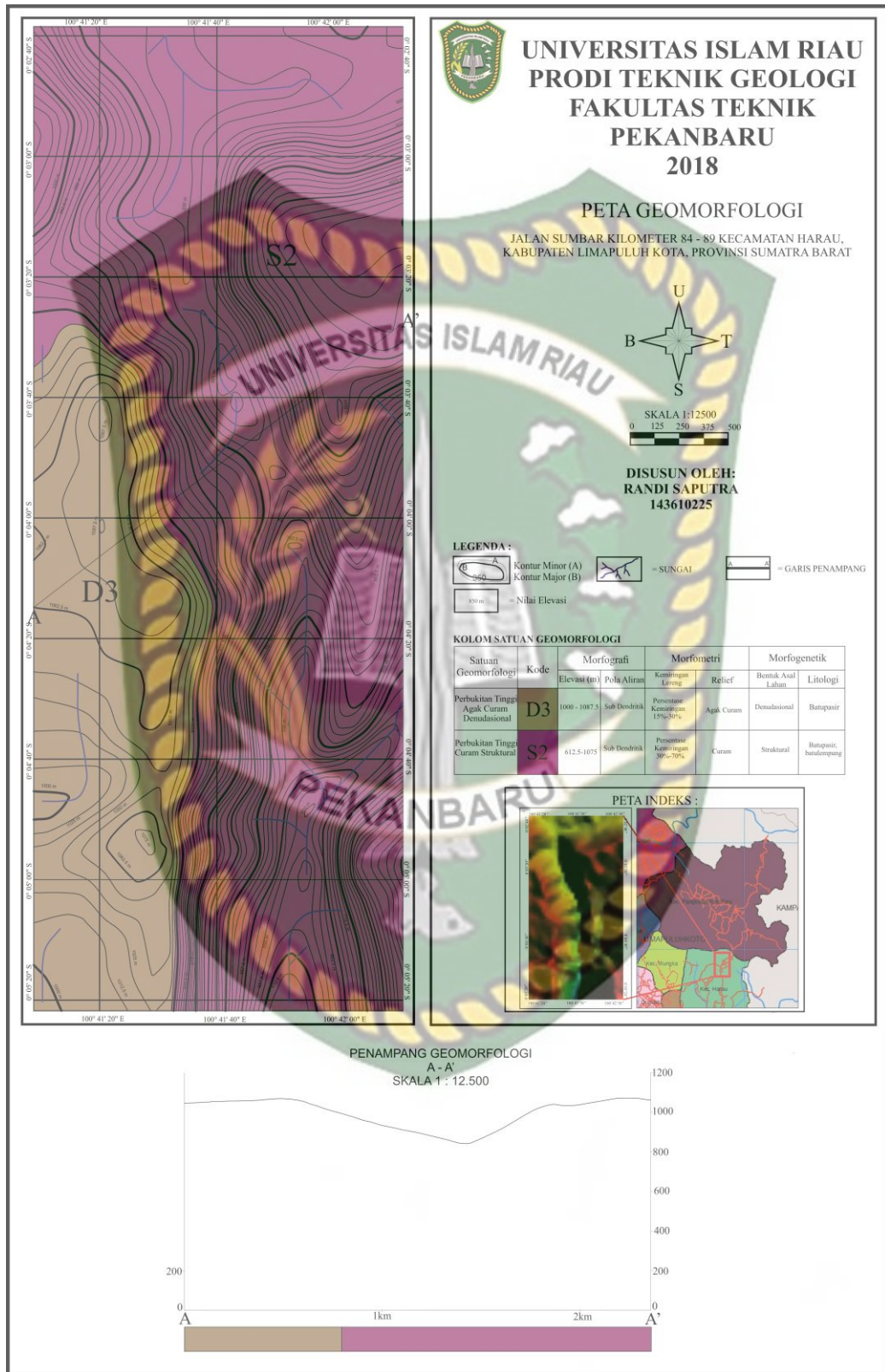
4.1.4.2 Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Agak Curam Denudasional

Daerah satuan ini berada pada bagian Barat – Baratdaya daerah penelitian. Berdasarkan morfografi didapat pola aliran yaitu pola aliran sub dendritik yang terdiri dari berupa lempung dan lanau dan berada pada kisaran nilai elevasi 1000 – 1087,5 m dari permukaan laut. Berdasarkan morfometri yaitu relief perbukitan dengan kemiringan lereng 15 - 30% (10-15°) dan beda tinggi 25 m yang mudah mengalami pelapukan dan erosi. Sedangkan dilihat dari morfogenetiknya didapat bentuk asal lahan yaitu denudasional. Berdasarkan morfografi, morfometri, dan morfometri maka satuan ini disebut Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Agak Curam Denudasional, ditunjukkan pada (**Gambar 4.3**). Penyebaran satuan ini meliputi 40% dari keseluruhan daerah penelitian.



Gambar 4.3 Fotogeologi Satuan Geomorfologi Perbukitan Agak Curam Denudasional

Berdasarkan hasil analisis aspek geomorfologi di atas, di dapatkan peta geomorfologi daerah penelitian yang dapat dilihat pada (Gambar 4.4)



Gambar 4.4 Peta Geomorfologi Daerah Penelitian.

Adapun gambar yang menunjukkan daerah penelitian melalui citra satelit seperti yang di tunjukkan pada (**Gambar 4.5**). Dari gambar tersebut bisa kita liat lokasi penelitian berdekatan dengan bukit barisan dengan bentuk lereng yang curam, mungkin ini salah satu faktor di daerah tersebut sering terjadinya longsor.



Gambar 4.5 Foto citra satelit daerah penelitian(modifikasi google earth)

4.2 Litologi Daerah Penelitian

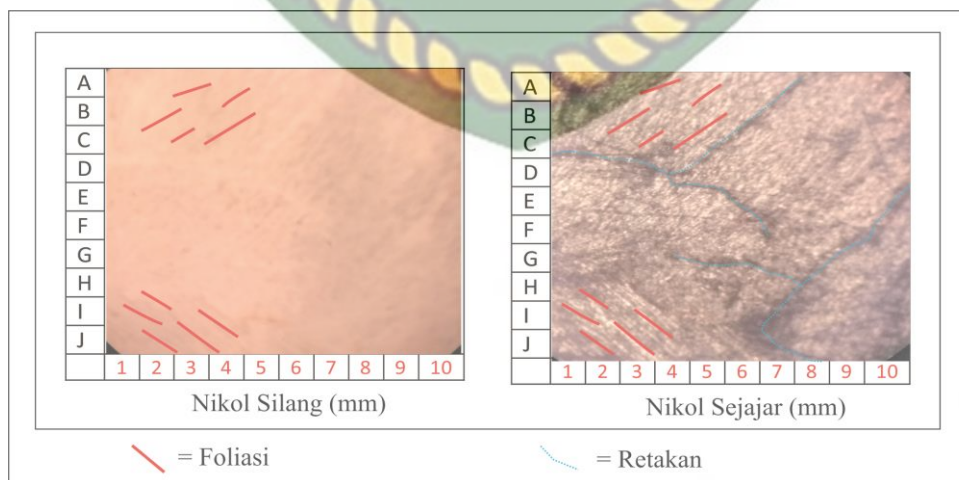
Dalam analisis batuan menggunakan beberapa parameter untuk menganalisis litologi batuan yaitu, warna yang terdiri dari warna lapuk dan warna segar, tekstur yang terdiri dari besar butir, bentuk butir, kemas, pemilahan, permeabilitas, kekerasan, struktur sedimen, kandungan karbonat, komposisi mineral, kekerasan dan kontak. Berikut jenis litologi yang didapatkan di daerah penelitian yang dilakukan. Berdasarkan hasil analisis litologi di daerah penelitian diklasifikasikan menjadi 2 yaitu: batulempung, dan batupasir.

4.2.1 Batulempung

Lempung di kawasan penelitian menunjukkan ciri-ciri warna lapuk coklat kehijauan sedangkan warna segar coklat, bentuk butirnya membundar, kemasnya tertutup ditunjukkan dengan butiran yang saling bersentuhan, pemilahan baik ditunjukkan dengan besar butir yang seragam, permeabilitas sedang ditunjukkan dengan penyerapannya cukup cepat ketika ditetesi air, lunak dapat di remas. Derajat pelapukan batulempung pada daerah penelitian adalah lapuk sedang (III) karena kurang dari setengah batuan atau singkapan mengalami perubahan warna yang jauh lebih kontras.



A.)
B.)



Gambar 4.6. Fotogeologi menunjukkan a) Foto jauh singkapan dan sample pada stasiun 1 daerah penelitian b) Foto sayatan batuan yang terdapat pada stasiun 01.

Stasiun untuk penentuan analisis petrografi pada sayatan St 01. Sayatan batulempung menunjukkan ciri optik warna nikol sejajar (PPL) coklat terang, pada posisi nikol silang (XPL) bewarna coklat gelap, komposisi mineral terdiri atas lempung 80%, lanau 15%, pasir 5% dengan ukuran 0.2 mm, dalam pemeriaan didapatkan nama Batulempung (Pettijohn, 1975). Ditunjukkan pada gambar 4.6b.

4.2.2 Batupasir

Peneliti membagi litologi batupasir menjadi 2, yaitu:

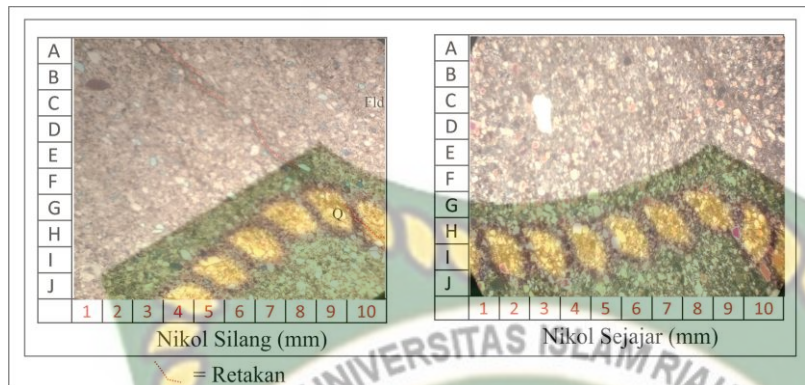
A. Batupasir Wak Arkos

Singkapan batupasir yang terdapat di kawasan penelitian umumnya hasil pelapukan, dilihat dari keadaan litologi nya tidak ideal dan segar. Batupaisr di kawasan penelitian menunjukkan ciri-ciri warna lapuk coklat kehitaman dan warna segar coklat muda mempunyai besar butir sangat halus, pemilahan baik, kemas tertutup dan permeabilitas baik ditunjukkan dengan penyerapannya cepat ketika di tetesi air, lunak dapat di remas. Dapat di ketahui derajat pelapukan batulempung pada daerah penelitian adalah lapuk tinggi (IV) Lebih dari setengah batuan atau singkapan terdekomposisi.



A.)

B.)



Gambar 4.7 Fotogeologi menunjukkan a) Foto jauh singkapan dan sample pada stasiun 9 daerah penelitian b) Foto sayatan batuan yang terdapat pada stasiun 9.

Sayatan warna nikol sejajar (PPL) coklat terang, pada posisi nikol silang (XPL) bewarna coklat gelap, Memiliki komposisi mineral Kuarsa (45%), Feldspar (35%), Pecahan Batuan (20%) dengan pemeriaan didapatkan nama Arkose Wacke (Pettijohn , 1975).Memiliki retakan dengan panjang lebih kurang 3 (mm) dan lebar lebih kurang 0,2 (mm) di isi oleh mikrit.Ditunjukkan pada gambar 4.7b.

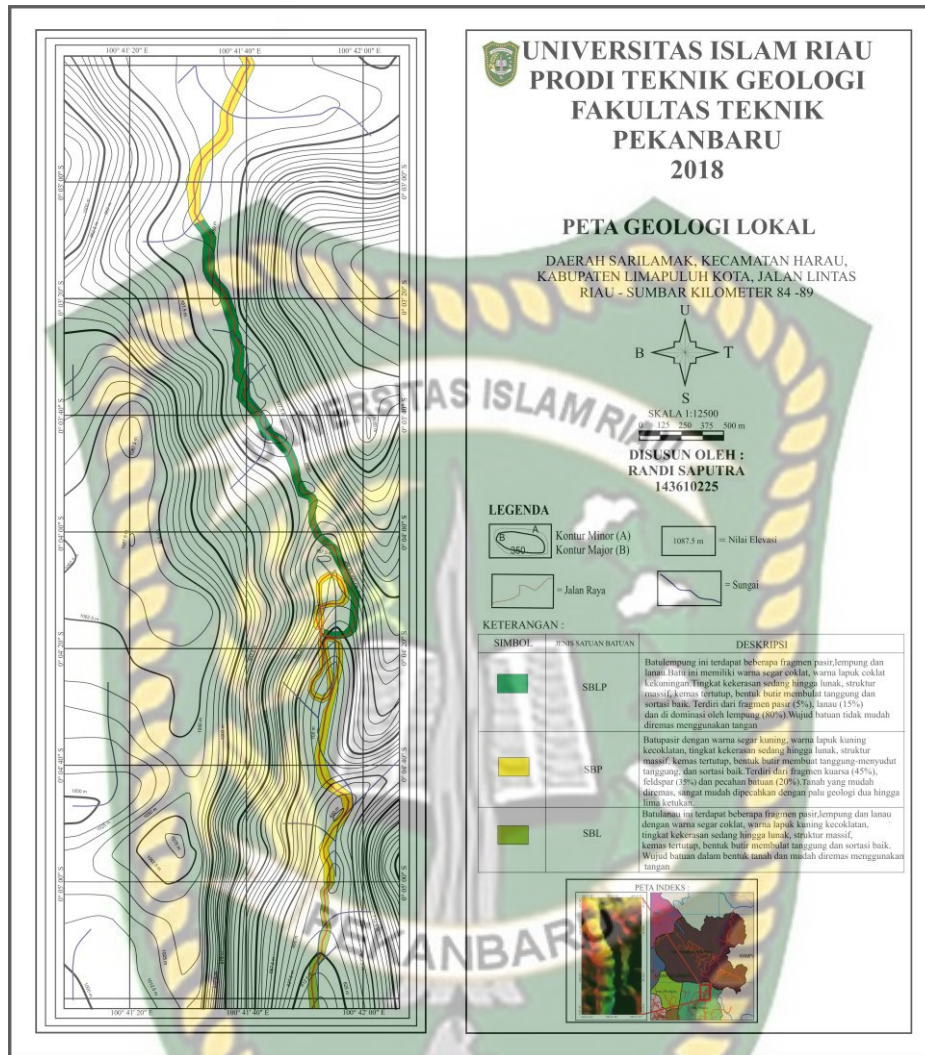
B.Wak Feldspatik

Singkapan pasir dengan warna segar kuning keputihan dan warna lapuk abu-abu kekuningan, mempunyai besar butir sangathalus, pemilahan baik, kemas terbuka dan kompak, membundar dengan porositas yang sedang. Dan dapat di ketahui derajat pelapukan batupasir pada daerah penelitian adalah Lapuk ringan (II) karena batuan mengalami perubahan warna pada agregat yang rusak atau pada permukaan bidang lemah.



Gambar 4.8 Fotogeologi menunjukkan a) Foto jauh singkapan dan sample pada stasiun 10 daerah penelitian b) Foto sayatan batuan yang terdapat pada stasiun 10.

Sayatan warna nikol sejajar (PPL) coklat gelap, pada posisi nikol silang (XPL) bewarna coklat terang, komposisi mineral terdiri atas feldspar 50%, Mineral Opac 5%, Mineral Lempung 20% dan Kuarsa 25% dengan pemeriaan didapatkan nama Feldspathic Wacke (Petrijohn , 1975). Memiliki retakan dengan panjang 4 mm dan lebar 0,5 mm di isi oleh mikrit. Ditunjukkan pada gambar 4.8b.



Gambar 4.9 Peta Geologi lokal

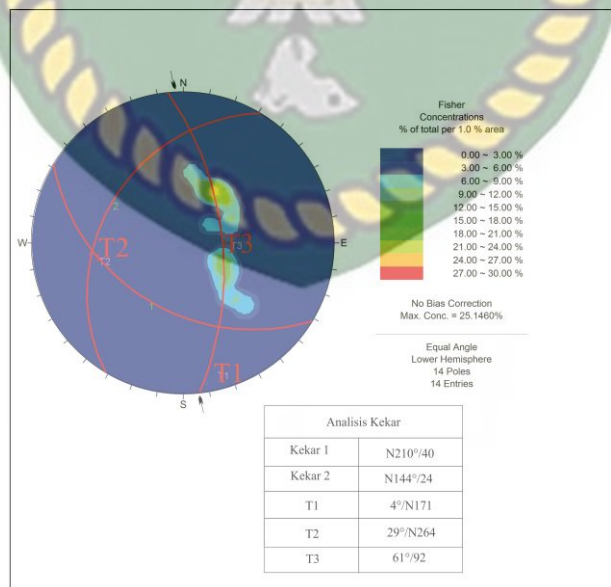
4.3 Struktur Geologi Daerah Penelitian

Struktur geologi yang di jumpai pada daerah penelitian berupa kekar yang di jumpai pada stasiun 02. Struktur kekar adalah struktur geologi yang diakibatkan oleh adanya gaya, baik itu berupa tekanan (preasure) ataupun tarikan (tension) yang mengakibatkan suatu benda mengalami rekahan. Di tunjukkan pada (Gambar 4.10).



Gambar 4.10 fotogeologi menunjukkan lereng Pada ST 02 dan jenis litologinya yaitu Debris Avalance

Struktur kekar adalah struktur geologi yang diakibatkan oleh adanya gaya, baik itu berupa tekanan (preasure) ataupun tarikan (tension) yang mengakibatkan suatu benda mengalami rekahan. Berdasarkan hasil kegiatan lapangan terdapat kekar pada batulempung yang ditemukan disekitar jalan lintas Riau-Sumbar stasiun 02 ditunjukkan pada Gambar 4.10. Dari data rekontruksi diperoleh bacaan kekar dengan arah bidang, kekar 1 N 210° E/ 40°, kekar 2 N 144° E/ 24°, dengan nilai σ_1 : 04°, N 171° E, σ_2 : 29°, N 264° E, σ_3 : 92°, N 61° E maka diperoleh hasil analisis kekar dengan tegasan utama yang relatif mengarah pada Utara-Selatan, analisis streonet struktur kekar ditunjukkan pada (**Gambar 4.11**).



Gambar 4.11 Hasil analisis data kekar ST 02

4.4 Jenis-jenis Longsor dan Sebarannya

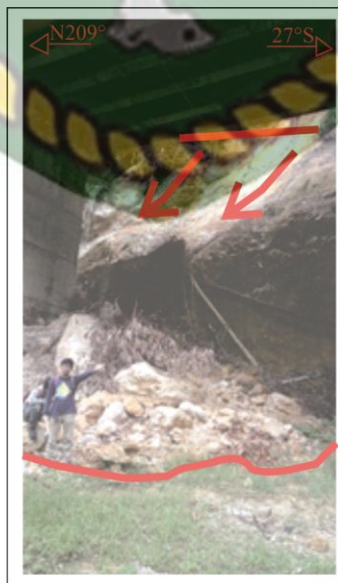
Berdasarkan Analisis Lereng Setelah melakukan pemetaan dan pengamatan di daerah telitian, peneliti melakukan analisis pada 4 lereng yang tersebar di beberapa tempat yang berbeda. Jenis-jenis longsor yang mendominasi di daerah penelitian adalah *Debris Avalanche* 2, 6, 7, *Rock fall* 8, 9, *Translation landslide* 5, 11, 13.

4.4.1 Debris Avalance (Aliran campuran masa tanah dan batuan)

Longsoran Debris dengan material berupa batulempung bergerak pada topografi lereng curam. Dengan tingkat pelapukan yang sangat tinggi mencapai angka 3, tipe longsor ini terdapat di stasiun 2,6, dan 8. Litologi yang terdapat di tipe longsor pada stasiun umumnya yaitu batulempung dengan warna lapuk coklat kekuningan. Salah satu singkapan ditunjukkan pada (**Gambar 4.10**).

4.4.2 Runtuhan Batu (Rock Fall)

Longsoran dengan material berupa batupasir dengan topografi cukup tinggi hingga curam dan seperti bongkahan dan batuan dengan tingkat tinggi pelapukan angka dari 5-6, tipe longsor ini terdapat di stasiun 8 dan 9. Litologi yang di jumpai pada lapangan umumnya yaitu batupasir dengan warna lapuk kuning kecoklatan. Salah satu singkapan ditunjukkan pada (**Gambar 4.12**).



Gambar 4.12 Jenis Longsoran Runtuhan Batu (Rock Fall) Pada Stasiun 08 Daerah Penelitian

4.4.3 Longsoran Translasi (Translational Landslide)

Longsoran dengan material berupa lempung dengan campuran lanau dan pasir dimana Bergeraknya material tanah pada kondisi tanah yang landai dengan ditemuinya pepohonan yang tumbang dengan tingkat cukup rendah pelapukan angka dari 4-5, tipe longsoran ini di terdapat di stasiun 5, 11, 13. Singkapan di tunjukkan pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Jenis Longsoran Translasi Pada Stasiun 11 Daerah Penelitian

4.5 Analisis Geologi Teknik Daerah Penelitian

Sampel tanah yang diambil di lapangan kemudian diuji di Laboratorium Geologi dan Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil UIR sehingga di dapatkan sifat fisik dan mekanik tanah. Pengujian contoh tanah sebanyak 4 sampel. Sifat mekanika tanah di tunjukkan dengan hasil uji geser langsung (Direct Shear Stress)

4.5.1 Uji Geser Langsung (*Direct Shear Stress*)

Analisis uji geser langsung (*direct shear Stress*) diambil dari lima Stasiun yang dipilih Secara acak mewakili bagian selatan tengah dan utara kawasan penelitian dengan mempertimbangkan jenis litologi dan sifat fisika batuan (warna

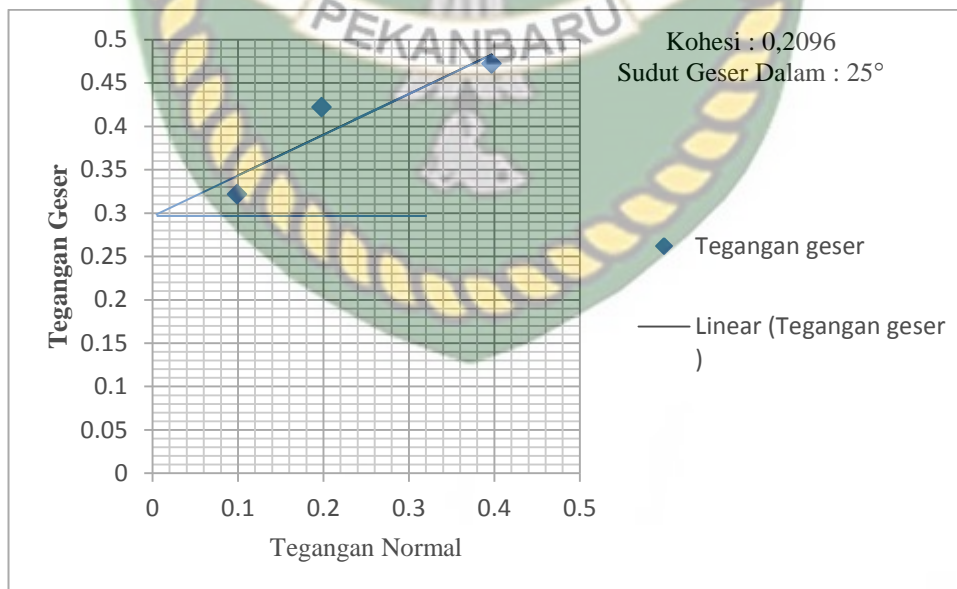
lapuk dan kekompakan), Stasiun pengambilan sampel batuan yaitu Stasiun 2, Stasiun 6, Stasiun 8, Stasiun 10. Hasil analisis uji geser langsung (*direct shear Stress*) dari enam Stasiun ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Analisis Uji Geser Langsung (*Direct Shear Stress*)

No. Sampel	Lokasi	Sifat Mekanik	
		C (kg/cm ²)	Θ (°)
2 SP	Stasiun 2	0,0296	25
6 SP	Stasiun 6	0,0207	47
8 SP	Stasiun 8	0,3016	20
10 SP	Stasiun 10	0,01809	24

4.5.1.1 Uji Geser Langsung ST 02

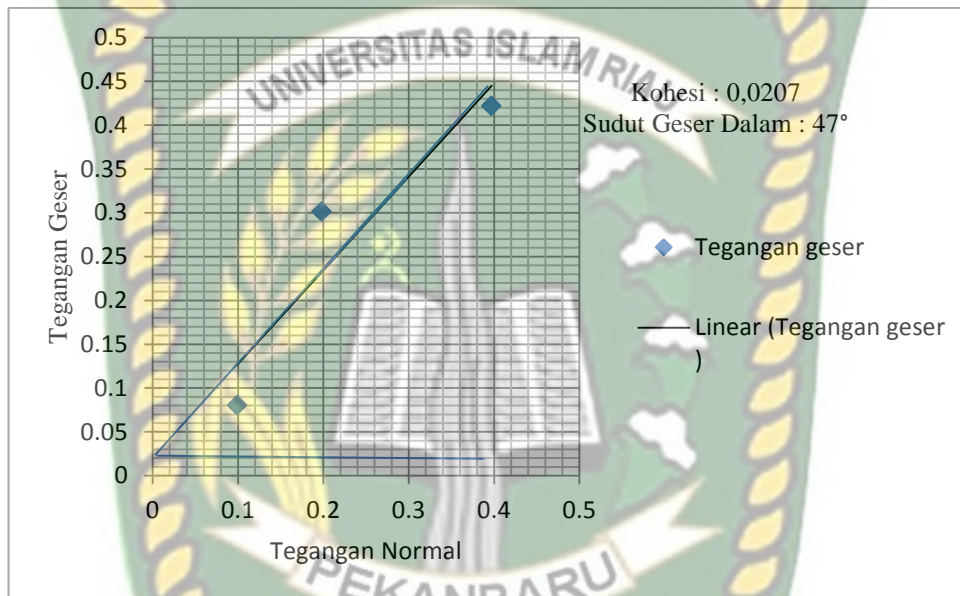
Berdarkan hasil uji laboratorium pengujian Uji Geser Langsung pada Stasiun 2 di dapatkan nilai kohesi 0,0296 dan sudut geser dalam 25° ° lembek sampai padat sedang, grafik uji geser langsung Stasiun 2 ditunjukkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Kurva Uji Geser Langsung ST 02

4.5.1.2 Uji Geser Langsung ST 06

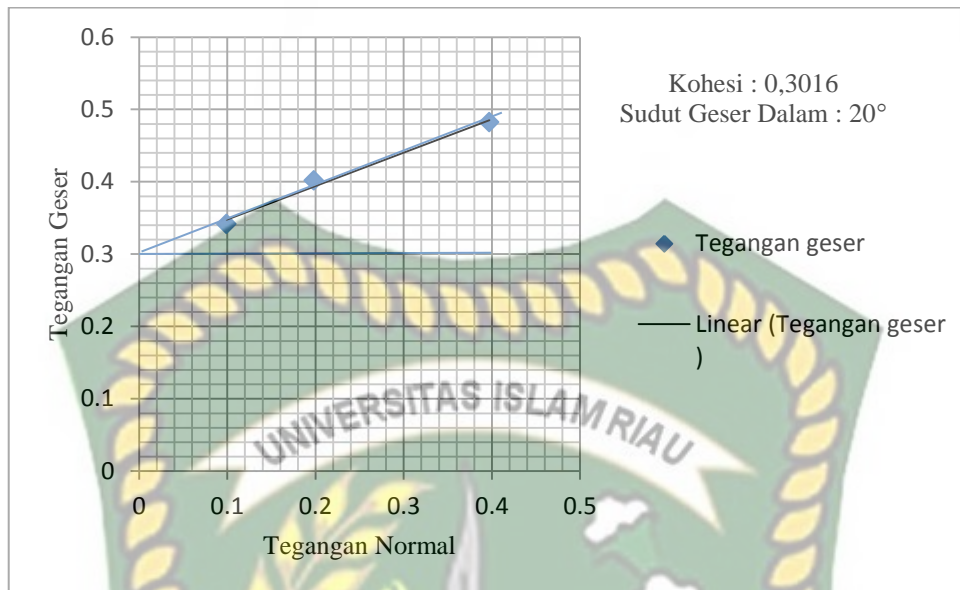
Berdasarkan hasil uji laboratorium pengujian Uji Geser Langsung pada Stasiun 6 di dapatkan nilai kohesi 0,0207 dan sudut geser dalam 47° lembek sampai padat sedang, grafik uji geser langsung Stasiun 4 ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Kurva Uji Geser Langsung ST 06

4.5.1.3 Uji geser langsung ST 08

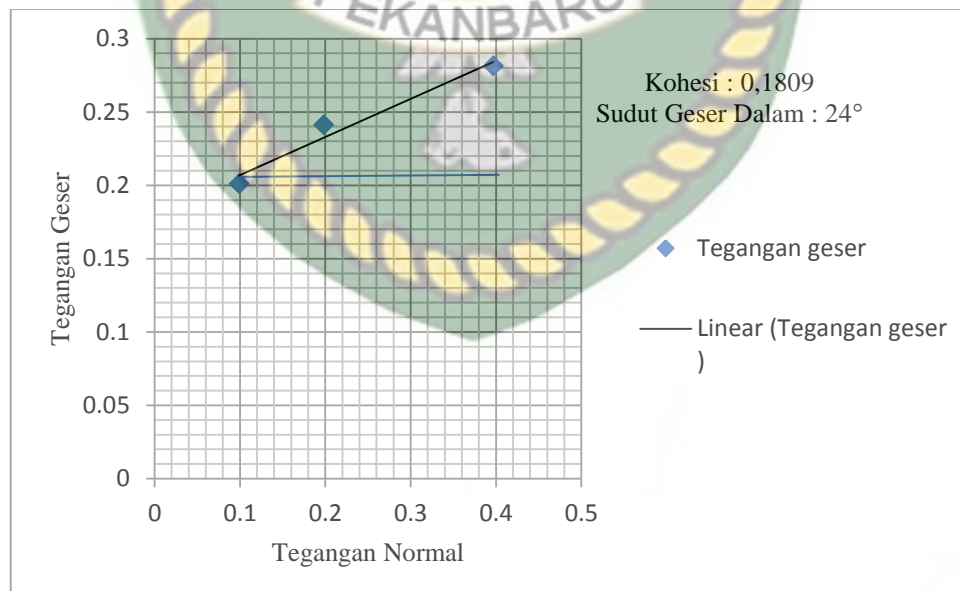
Berdasarkan hasil uji laboratorium pengujian Uji Geser Langsung pada Stasiun 8 di dapatkan nilai kohesi 0,3016 dan sudut geser dalam 20° lembek sampai padat sedang, grafik uji geser langsung Stasiun 8 ditunjukkan pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Kurva Uji Geser Langsung ST 08

4.5.1.4 Uji geser langsung ST 10

Berdasarkan hasil uji laboratorium pengujian Uji Geser Langsung pada Stasiun 10 di dapatkan nilai kohesi 0,01809 dan sudut geser dalam 24° sangat lembek, grafik uji geser langsung Stasiun 9 ditunjukkan pada Gambar 4.17.



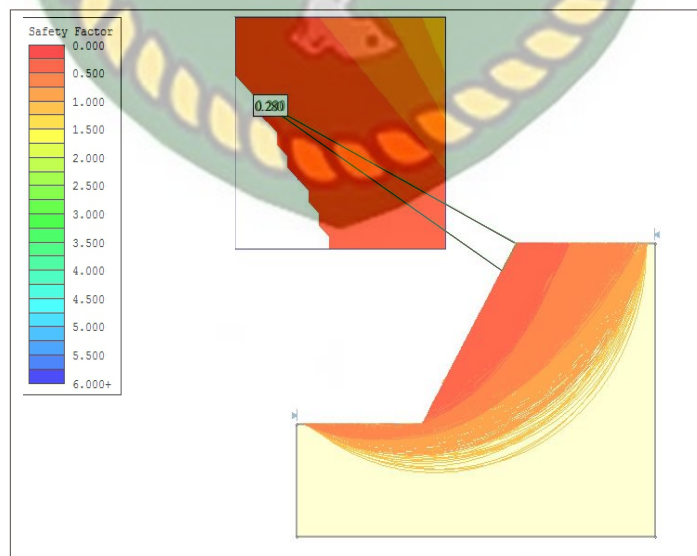
Gambar 4.17 Kurva Uji Langsung ST 10

4.6 Analisis Kesetabilan Lereng dengan Slide 6.0

Analisis Kesetabilan Lereng dengan Slide 6.0 peneliti menyimpulkan nilai Faktor Keamanan Lereng memiliki nilai dari 0.106 sampai 0.681, maka jenis intensitas longsornya didominasi oleh lereng labil hingga kritis. Penjelasan lebih rinci mengenai faktor keamanan lereng dijelaskan di sub-bab ini.

4.6.1 Stasiun 02

Jenis gerakan massa tanah pada stasiun pengamatan 2 termasuk ke dalam jenis longsor *Debris Avalanche*, dengan jenis material longsor berupa material lempung heterogenus dengan warna coklat muda, ditunjukkan pada Gambar 4.10. Dimensi lereng sebagai berikut: tinggi lereng 33 m, panjang lereng 12 m, lebar lereng 8 m dan kemiringan lereng 60° . Berdasarkan uji laboratorium sifat fisika dan mekanik tanah dari sampel yang di dapatkan hasil nilai kohesi $0,0296 \text{ kg/cm}^2$, sudut geser dalam 25° , berat isi tanah (1.800 gr/cc) . Berdasarkan hasil analisis faktor keamanan lereng menggunakan *software* Slide 6.0 menggunakan metode *Bishop* didapatkan nilai *Factor Safety* sebesar 0.280 dan termasuk dalam kelas labil dengan kemungkinan longsor sering terjadi yang di tunjukkan pada gambar 4.18.



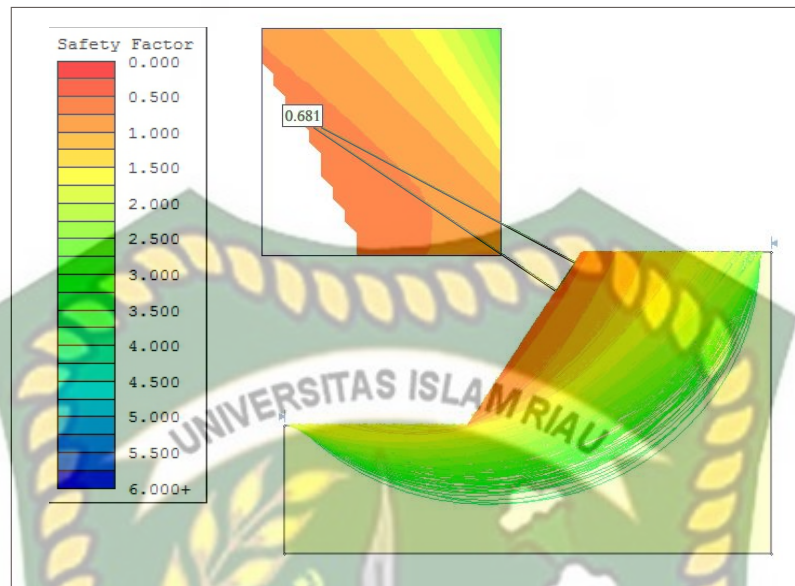
Gambar 4.18 Analisis Faktor Keamanan Lereng Dengan Nilai Sebesar 0.280 Menggunakan Metode Bishop dan *Software* Slide 6.0 Pada ST 02

4.6.2 Stasiun 06

Jenis gerakan massa tanah pada stasiun pengamatan 6 termasuk kedalam jenis longsor *debris avalanche* dengan jenis material longsor berupa material lempung yang heterogen dengan warna coklat kekuningan, ditunjukkan pada Gambar 4.19. Dimensi lereng sebagai berikut: Tinggi lereng 6 m, panjang lereng 5 m Lebar lereng 5 m, kemiringan lereng 58° . Berdasarkan uji laboratorium sifat fisik dan mekanik tanah dari sampel yang di dapatkan hasil nilai kohesi $0,0207 \text{ kg/cm}^2$, sudut geser dalam 47° , berat isi tanah $(6.732 \text{ gr/cc}$. Berdasarkan hasil analisis faktor keamanan lereng menggunakan *software* Slide 6.0 menggunakan metode *Bishop* didapatkan nilai *Factor Safety* sebesar 0.681 dan termasuk dalam kelas labil dengan kemungkinan longsor sering terjadi yang ditunjukkan pada Gambar 4.20.



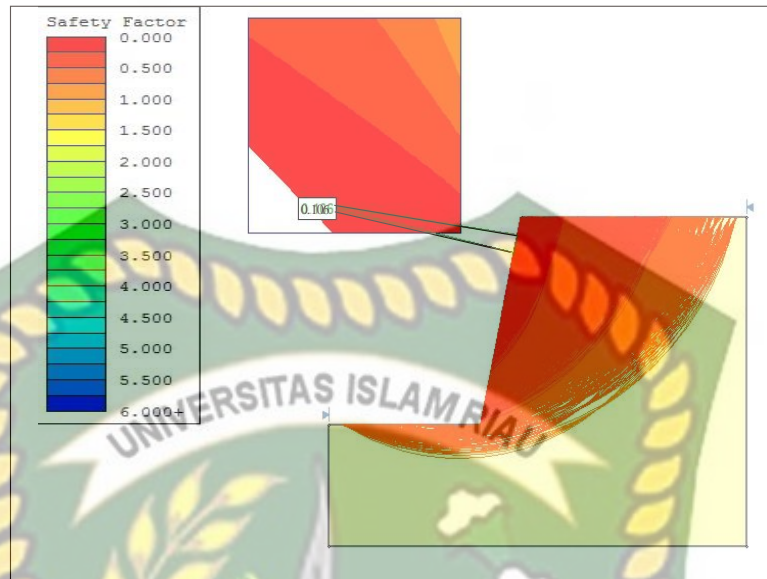
Gambar 4.19 Foto Geologi Menunjukkan Jenis Gerakan Tanah *debris avalanche* Yang Diambil Pada Daerah lintas Riau-Sumbar di ST 06



Gambar 4.20 Analisis Faktor Keamanan Lereng Dengan Nilai Sebesar 0.681 Menggunakan Metode Bishop dan *Software Slide 6.0* Pada ST 06

4.6.3 Stasiun 08

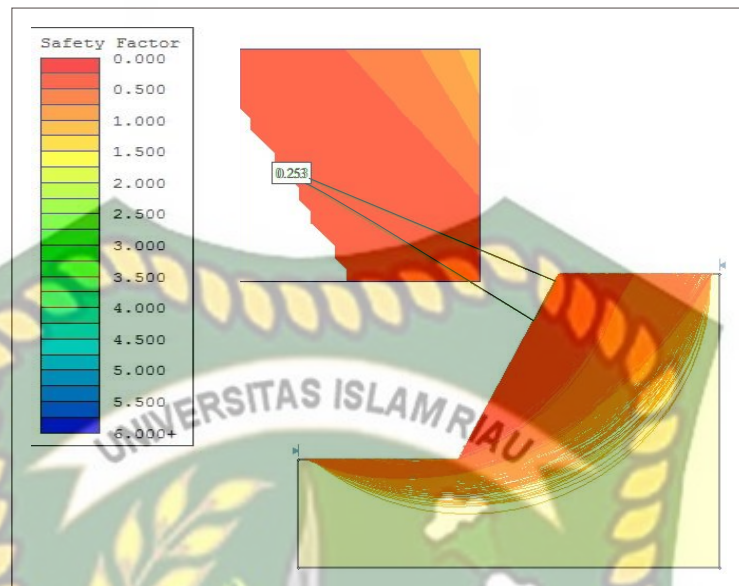
Jenis gerakan massa tanah pada stasiun pengamatan 7 termasuk kedalam jenis longsor *Rock Fall* dengan jenis material longsor berupa material lempung yang heterogenus dengan warna coklat kekuningan, ditunjukkan pada Gambar 4.12. Dimensi lereng sebagai berikut: Tinggi lereng 23 m, panjang lereng 28 m, Lebar lereng 30 m, kemiringan lereng 78° . Berdasarkan uji laboratorium sifat fisik dan mekanik tanah dari sampel yang di dapatkan hasil nilai kohesi $0,3016 \text{ kg/cm}^2$, sudut geser dalam 20° , berat isi tanah (2.475 gr/cc). Berdasarkan hasil analisis faktor keamanan lereng menggunakan *software Slide 6.0* menggunakan metode *Bishop* didapatkan nilai *Factor Safety* sebesar 0.106 dan termasuk dalam kelas labil dengan kemungkinan longsor sering terjadi yang ditunjukkan pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Analisis Faktor Keamanan Lereng Dengan Nilai Sebesar 0.106 Menggunakan Metode Bishop dan *Software* Slide 6.0 Pada ST 08

4.6.4 Stasiun 10

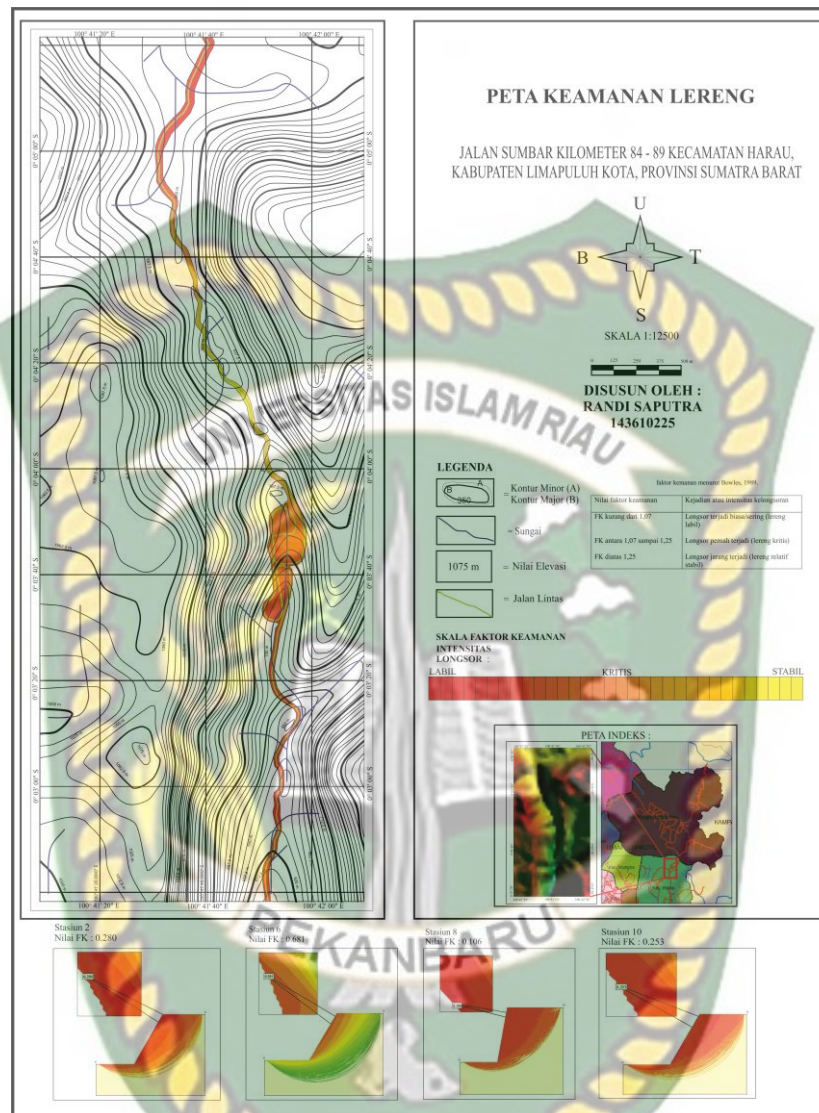
Jenis gerakan massa tanah pada stasiun pengamatan 10 termasuk kedalam jenis longsor *Rock Fall* dengan jenis material longsor berupa material lempung yang heterogenus dengan warna coklat gelap, ditunjukkan pada Gambar 4.8a. Dimensi lereng sebagai berikut: Tinggi lereng 16 m, panjang lereng 10 m, Lebar lereng 8 m, kemiringan lereng 62° . Berdasarkan uji laboratorium sifat fisik dan mekanik tanah dari sampel yang di dapatkan hasil nilai kohesi $0,01809 \text{ kg/cm}^2$, sudut geser dalam 24° , berat isi tanah (2.475 gr/cc). Berdasarkan hasil analisis faktor keamanan lereng menggunakan *software* Slide 6.0 menggunakan metode *Bishop* didapatkan nilai *Factor Safety* sebesar 0.253 dan termasuk dalam kelas labil dengan kemungkinan longsor sering terjadi yang ditunjukkan pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Analisis Faktor Keamanan Lereng Dengan Nilai Sebesar 0.253 Menggunakan Metode Bishop dan *Software Slide 6.0* Pada ST 10

4.7 Keamanan Lereng

Berdasarkan data-data dari faktor keamanan lereng yang telah didapat, maka disimpulkan tingkat keamanan lereng pada kawasan penelitian di klasifikasikan kelas labil dengan kemungkinan longsor sering terjadi dengan nilai faktor keamanan lereng sangat rendah yaitu dengan nilai 0.106 - 0.681. Peta tingkat keamanan lereng di jalan sumbar kilometer 84 - 89 kecamatan harau, kabupaten limapuluh kota, provinsi sumatra barat menunjukkan klasifikasi sederhana labil hingga labil. Peta Kerangka Faktor Keamanan Lereng ditunjukkan pada gambar 4.23.



Gambar 4.23 Peta Tingkat Keamanan Lereng di jalan sumbar kilometer 84-89 kecamatan harau, kabupaten limapuluh kota, provinsi sumatra barat.

4.8 Hubungan Antara Geomorfologi, Geologi Struktur, Petrografi dan Mekanika Tanah Terhadap Keamanan Lereng di Daerah Penelitian

Penulis membagi satuan geomorfologi daerah penelitian menjadi 2 satuan yaitu satuan geomorfologi perbukitan curam struktural dan satuan geomorfologi perbukitan agak curam denudasional, setelah dianalisis didapatkan hasil berupa peta keamanan lereng di sepanjang jalan lintas riau – sumbar daerah sekitaran kelok 9 pada gambar 4.23 dengan indikasi daerah rawan akan kegagalan lereng mengisi sebagian besar daerah dengan topografi curam ditandai dengan warna

merah dengan nilai faktor keamanan mulai dari 0,106 – 0,280 yang dikelaskan kritis, sementara warna kuning mengisi daerah dengan topografi agak curam dengan menunjukkan nilai faktor keamanan 0,681 yang dikelaskan labil. pada permasalahan ini warna merah mengindikasikan akan kegagalan lereng yang sangat rawan (kritis) dan warna kuning mengindikasikan kegagalan lereng cukup rawan (labil).

Struktur geologi juga turut berperan dalam kegagalan lereng terutama kekar pada daerah penelitian dengan arah tegasan utama berarah Utara-Selatan nilai σ_1 : 04° , N 171° E, σ_2 : 29° , N 264° E, σ_3 : 92° , N 61° E, air sebagai agen pelapukan masuk ke celah batuan sehingga bidang batuan yang terpisahkan oleh kekar terlepas sehingga lereng mengalami kegagalan. Sifat fisik dan mekanik tanah juga berperan akan kegagalan lereng pada daerah penelitian dimana material lereng terdiri dari lanau yang bersifat *loose* atau sebagai material lepas dengan nilai kohesi mulai dari 0,018 – 0,301 yang menunjukkan gaya tarik antar pertikel nya cukup lemah sehingga kegagalan lereng yang terjadi akan cukup tinggi ditambah dengan kemiringan lereng pada daerah penelitian cukup tinggi mulai dari 42° - 76° menambah faktor kemungkinan akan terjadinya kegagalan lereng.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengambilan data geobencana daerah kecamatan Harau, kabupaten Lima Puluh Kota, provinsi Sumbar, jalan lintas Riau-Sumbar kilometer 84-89 dan yang dibahas pada beberapa bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Daerah penelitian memiliki 2 satuan geomorfologi/bentang alam, yaitu: Perbukitan Tinggi Curam Struktural(S2), dan Perbukitan Tinggi Agak Curam Denudasi(D3).
2. Pola pengaliran sungai yang terdapat pada daerah penelitian di klasifikasikan ke dalam pola pengaliran Sub-Dendritik.
3. Litologi yang terdapat di daerah penelitian adalah batulempung, batupasir dan lanau.
4. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian terdapat struktur kekar dengan arah tegasan utama Utara-Selatan yang saling berhubungan.
5. Analisis *Direct Shear Stress* diperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam, ST 2 (0,029 kg/cm², 25°), ST 6 (0,020 kg/cm², 47°), ST 8 (0,301 kg/cm², 20°), ST 10 (0,018 kg/cm², 24°), yang rata-rata termasuk kedalam kelas aerodibilitas sedang, konsistensi *Very loose* , dan kepadatan *Very loose* .
6. Dari hasil analisis faktor keamanan menggunakan software Slide 6.0 sebagai acuan untuk penentuan nilai FK pada ST 2 (FK =0,280) dan ST 6 (FK = 0,681), pada ST 8 (FK=0,106) dan ST 10 (FK =0,253). Faktor keamanan dengan kriteria labil (FK < 1,07), disimpulkan bahwa faktor keamanan sepanjang jalan lintas daerah penelitian termasuk kedalam kelas labil-kritis.
7. Penyebab gerakan tanah di daerah penelitian terdiri atas: sifat fisik lapukan litologi penyusun, kelerengan, struktur geologi pada batuan.

5.2 Saran

Kestabilan lereng pada daerah penelitian masuk dalam kriteria labil hingga kritis sehingga rentan sekali terjadinya gerakan tanah, Untuk memperkecil terjadinya longsor dapat dilakukan dengan macam-macam metode perbaikan lereng dengan cara merubah geometri lereng, pembangunan dinding penahan (*Gravity Wall*) serta mengendalikan drainase dan rembesan air.



DAFTAR PUSTAKA

- Alfreds, Jumikis. "Soil Mechanics". Van Nostrand. "Annual Book of ASTM Standard".
- Bagemann, H. K.S. (1965), *The Maximum Pulling Force on A Single Tension Pile Calculated on The Basis of Results of The Adhesion Jacked Cone*, Proc. Of the 6th International conf. SMFE, Paris, Vol.2., 220-233.
- Boggs Jr, Sam., 1987, *Principles of Sedimentology and Stratigraphy 3rd Edition*. Prentice Hall.
- Bowles, E.J. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. PT. Erlangga. Jakarta.
- Chen, F.H. (1975), *Foundation on Expansive Soil*, Development in Geotechnical Engineering12, Esvier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Clarke, M. C. G., Kartawa, W., Djunuddin, A., Suganda, E., dan Bagdja, M., 1982, *Peta Geologi Lembar Pekanbaru, Sumatra*, Skala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Cosgrove, J.W., 1998. The Role of Structural Geology in Reservoir Characterization, 127. Geological Society, London, pp. 1e13. <http://dx.doi.org/10.1144/GSL.SP.1998.127.01.01>. Special Publications.
- El-Swaify, S.A., and E.W. Dangler. 1976. Erodibilities of selected tropical soils in relation to structural and hydrological parameters, *dalam* Soil prediction and control, pp 105 - 114. *Soil Conserv. Soc. Am., Ankeney, Iowa*.
- Endarto, D. 2005. *Pengantar Geologi Dasar*. LPP dan UNS Press.
- Engvik, A.K., Bertram, A., Kalthoff, J.F., Stöckhert, B., Austrheim, H., Elvevold, S., 2005. Magma-driven hydraulic fracturing and infiltration of fluids into the damaged host rock, an example from Dronning Maud Land, Antarctica. *J. Struct. Geol.* 27, 839e854. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsg.2005.01.009>.
- Eubank, R.T., Makki, A.C., 1981, Structural Geology of the Central Sumatra Back-

arc Basin, Indonesia, *Proc. Indonesian Pet. Assoc., 10th Annual Convention Proceeding.*

Hardiyatmo, H. C., 2002, *Teknik Pondasi 2*, Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.

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

Howard, A.D, 1967, *Drainage Analysis In Geologic Interpretation: A Summation*, AAPG Bulletin, Vol.51 No.11 November 1967, p 2246-2259

Karnawati, D. 2001. *Bencana Alam Gerakan Tanah Indonesia Tahun 2000 (Evaluasi dan Rekomendasi)*. Jurusan Teknik Geologi. Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

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

Karnawati, D., 2005a, *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia. ISBN 979-95811-3-3.

Karnawati, D. 2003. *Manajemen Bencana Gerakan Tanah*. Diktat Kuliah. Yogyakarta : Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada. Di Dalam : Suranto, J.P. 2008. *Kajian Pemanfaatan Lahan Pada Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor di Gununglurah, Cilongok, Banyumas*. Tesis, UNDIP. magister teknik pengembangan wilayah dan kota. UNDIP. tesis.

Moody, J. D. and Hill, M. J., 1956. *Wrench-Fault Tectonics*: Geol. Soc. Am., Bull., v. 67, p. 1207 – 1246.

Mustafiril, 2003. *Analisis Stabilitas Lereng Untuk Konservasi Tanah dan Air di Kecamatan Banjarwangi Kabupaten Garut*. Tesis. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.

Naryanto, N.S. 2002. *Evaluasi dan Mitigasi Bencana Tanah Longsor di Pulau Jawa Tahun 2001*. BPPT. Jakarta.

Noor, Djauhari. (2009). *Pengantar Geologi*. Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Pakuan, Bogor.

Pettijohn, F.J, 1987, *Sedimentary Rocks*, Harper and Row Publisher Inc., New York.

Ragan, Donal M., 1985, *Structural Geology: An Introduction to Geometrical Techniques* John Wiley and Sons, United States.

Rusli, S. 2007. *Waspada Hujan dan Longsor*. Jakarta

Sangadji, Ismail. 2003. Formasi Geologi, Penggunaan Lahan, dan Pola Sebaran Aktivitas Penduduk di Jabodetabek. Skripsi. Departemen Tanah Fakultas Pertanian IPB.

Sitorus, S (2006). Pengembangan Lahan Berpenutupan Tetap sebagai Kontrol Terhadap Faktor Resiko dan Bencana Longsor. Jakarta: Direktorat Jendral Penataan Ruang Departmen Pekerjaan Umum.

Subowo, E. 2003. Pengenalan Gerakkan Tanah. Bandung : Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral..

Suripin, 2002, *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*, ANDI, Yogyakarta.

Suriadi, A. B., Arsjad, M., & Hartini, S. (2014). Analisis Potensi Risiko Tanah Longsor di Kabupaten Ciamis dan Kota Banjar, Jawa Barat. *Majalah Ilmiah Globe*, 16, 165–172.

Surono. 2003. *Potensi Bencana Geologi di Kabupaten Garut. Prosiding Semiloka Mitigasi Bencana Longsor di Kabupaten Garut*. Pemerintah Kabupaten Garut.

Suryolelono, K. B. 2005. *Bencana Alam Tanah Longsor Perspektif Ilmu*. UGM Press.

Sutikno, dkk., 2002, Pengelolaan Data Spasial Untuk Penyusunan Sistem Informasi Penanggulangan Tanah Longsor di kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, *Makalah Seminar Dies Fakultas Geografi UGM ke-38 Tanggal 29 Agustus 2001*, Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.

Van Zuidam, R. A., 1985. *Aerial Photo – Interpretation in Terrain Analysis and*

Geomorphologic Mapping. Smith Publisher, The Hague, ITC.

Wentworth, C.K. 1922. *A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments*.
Journal of Geology, Vol. XXX, p. 377-392.

Zakaria, Z., Laboratorium, S., Teknik, G., Kestabilan, A., & Tanah, L. (n.d.). Analisis
Kestabilan, 1–39.

