

**INVESTIGASI GEOLOGI DAN PEMETAAN POTENSI LONGSOR  
BERDASARKAN SIFAT FISIKA TANAH DI JALAN LINTAS RIAU-  
SUMBAR KILOMETER 16-20 DESA TANJUNG PAUH, KECAMATAN  
PANGKALAN KOTO BARU, KABUPATEN LIMAPULUH KOTA,  
PROVINSI SUMATERA BARAT**

**TUGAS AKHIR**

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



Oleh :

**YOAN PRATAMA**  
**133610073**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2018**



Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Atas cinta dan kasih sayang-Mu telah memberiku kekuatan serta membekaliku dengan ilmu. Atas karunia dan kemudahan Engkau, pada akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselaikan. Tak lupa shalawat beriring salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW.

Sebuah karya sederhana ini ku persembahkan kepada yang terkasih dan tersayang.

### **Mama dan Papa Tercinta**

Tidak ada kata yang mampu menggambarkan segala bentuk perjuangan yang telah mama (Yusmaidar) dan papa (Junaidi) berikan. Yang dapat anakmu ucapkan saat ini hanyalah terimakasih, semoga dengan terselesaikannya karya sederhana ini dapat sedikit meredakan lelah yang mama dan papa rasakan. Anakmu memohon maaf yang sebesar-besarnya karena sudah membuat mama dan papa menunggu sangat lama.

Semoga ini dapat menjadi awal untuk anakmu bisa lebih baik lagi dan sedikit menyenangkan mama dan papa di kemudian hari. Sekali lagi, terimakasih.

### **Adik-Adik Tercinta**

Untuk adik-adik ku tercinta (Debby Yofamella dan Ega Bayolla). Terimakasih banyak untuk dukungan dan semangat yang tak henti di berikan selama ini. Semoga dengan karya sederhana ini dapat memberi inspirasi bagi kalian untuk bisa jauh lebih baik kedepannya.

### **Alivia Fitri. S.,Km**

Terimakasih banyak karena sudah mendampingi dan mendukung dalam keadaan apapun. Kamu adalah teman, sahabat terbaik dan tersayang. Tanpa kamu ini tidak akan selesai. Karya ini aku persembahkan buat kamu, sekali lagi terimakasih banyak ya. Semoga kedepannya hubungan kita bisa jauh lebih baik lagi.

**SARI**

Daerah penelitian masuk kedalam wilayah administratif daerah Tanjung Pauh, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Limapuluh Kota, Propinsi Sumatra Barat. Berada di sepanjang jalan lintas Riau-Sumatra Barat kilometer 16-20 dan secara astronomis berada pada  $00^{\circ}11'20''$  LU -  $00^{\circ}14'06''$  LU dan  $100^{\circ}46'08''$  BT -  $100^{\circ}47'20''$  BT. Tujuan dari penelitian adalah melakukan identifikasi berdasarkan aspek geomorfologi, litologi, sifat fisika tanah dan faktor kewanaran lereng terhadap kejadian tanah longsor di daerah penelitian. Penelitian menggunakan metode analisis geomorfologi, analisis litologi, analisis jenis longsor, uji geser langsung dan analisis faktor keamanan lereng. Hasil dari analisis adalah satuan geomorfologi daerah penelitian adalah satuan geomorfologi perbukitan rendah agak curam denudasional (D2) dan satuan geomorfologi perbukitan curam denudasional (D1). Pola pengaliran sungai memiliki klasifikasi sub-denitrik. Litologi penyusun terdiri dari batulanau dan batulempung. Struktur geologi yang berkembang di kawasan penelitian adalah struktur kekar. Jenis longoran tanah yang terdapat di lokasi penelitian adalah longoran rotasi, aliran puing dan aliran debris. Hasil Uji Geser Langsung diperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam pada stasiun 1 ( $0.1407\text{kg/cm}^2$ ,  $4^{\circ}$ ), stasiun 3 ( $0.1607\text{kg/cm}^2$ ,  $31^{\circ}$ ), stasiun 5 ( $0.0602\text{kg/cm}^2$ ,  $22^{\circ}$ ), stasiun 10 ( $0.0803\text{kg/cm}^2$ ,  $38^{\circ}$ ), stasiun 13 ( $0.2009\text{kg/cm}^2$ ,  $18^{\circ}$ ). Menunjukkan bahwa sifat fisika tanah masuk dalam kelas erodibilitas sangat rendah-rendah, konsistensi sangat lunak, kepadatan sangat lepas dan agak padat. Rekomendasi mitigasi longoran yang sesuai untuk kawasan penelitian adalah pemotongan lereng dan pengendalian air permukaan.

Kata Kunci : Geologi bencana, tanah longsor, sifat fisika tanah, uji geser langsung, faktor keamanan.

## ABSTRACT

*The research area is included in the administrative area of Tanjung Pauh, Pangkalan Koto Baru District, Limapuluh Kota Regency, West Sumatra Province. Located along the Riau-West Sumatra causeway kilometer 16-20 and astronomically is at 00°11'20 "LU - 00°14'06" LU and 100°46'08 "BT - 100°47 '20" BT. The purpose of this study is to identify based on aspects of geomorphology, lithology, soil physical properties and slope safety factors for landslides in the research area. The research uses geomorphological analysis, lithology analysis, landslide type analysis, direct shear test and slope safety factor analysis. The results of the analysis are geomorphological units of the study area are denudational hilly terrain geomorphological units (D2) and denudational hilly terrain geomorphological units (D1). River drainage patterns have sub-denritic classifications. The composition of lithology consists of siltstone and claystone. The geological structure that developed in the research area is a joints structure. The types of soil movements found in the research site were rotational landslide, earth flow and debris flow. The Direct Shear Test results obtained the value of cohesion and angle of inner sliding in the Station 1 (0.1407kg/cm<sup>2</sup>, 4°), Station 3 (0.1607kg/cm<sup>2</sup>, 31°), Station 5 (0.0602kg/cm<sup>2</sup>, 22°), Station 10 (0.0803 kg/cm<sup>2</sup>, 38°), Station 13 (0.2009 kg/cm<sup>2</sup>, 18°). Shows that the physical properties of soils fall into the very low-low erodibility class, very soft consistency, density is very loose and medium dense. Recommended landslide mitigation recommendations for the study area are slope cutting and surface water control.*

*Keywords : Geological hazard, landslides, soil physical properties, Direct Shear Test, safety factors.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya. Penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah dengan judul ***“Investgasi Geologi dan Pemetaan Potensi Longsor Berdasarkan Sifat Fisika Tanah Di Jalan Lintas Riau-Sumbar Kilometer 16-20 Desa Tanjung Pauh, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Limapuluh Kota Propinsi 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. Yang utama penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang teramat besar kepada :

1. Kedua Orang Tua yang tanpa henti selalu mengirimkan doa dan dukungan.
2. 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.
3. Kepada Rektor Universitas Islam Riau, Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Kepala Prodi beserta jajaran dosen Teknik Geologi Universitas Islam Riau
4. Kepada angkatan Geologi 2013 dan Keluarga Kopela yang senantiasa menemani memberikan dukungan demi terselesainya karya tulis ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini bukanlah sesuatu yang sempurna. Untuk itu di harapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Mudah-mudahan bermanfaat khususnya bagi penulis sebagai penyusun dan bagi pembaca pada umumnya.

Pekanbaru, Oktober 2018

Yoan Pratama

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	
<b>SARI</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Lokasi dan Kesampaian Wilayah .....	4
1.7 Waktu Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Fisiografi .....	7
2.2 Geologi Daerah Penelitian .....	8
2.2.1 Srtatigrafi Daerah Penelitian .....	10
2.2.2 Struktur Geologi Daerah Penelitian .....	11
2.3 Bencana Geologi .....	12
2.4 Tanah Longsor .....	12
2.4.1 Jenis-Jenis Tanah Longsor .....	13

2.4.2	Penyebab Tanah Longsor .....	14
2.5	Keamanan Lereng .....	15
2.6	Faktor Keamanan Lereng .....	16
2.6.1	Pembentuk Gaya Penahan .....	16
2.6.2	Pembentuk Gaya Penggerak .....	16
2.6.3	Nilai Faktor Keamanan Lereng .....	17

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1	Objek Penelitian .....	18
3.2	Tahap-Tahap Penelitian .....	18
3.2.1	Tahap Pendahuluan .....	18
3.2.2	Tahap Pengumpulan Data .....	18
3.3	Tahap Pengolahan Data .....	19
3.4	Analisis Geomorfologi .....	19
3.5	Analisis Litologi .....	24
3.5.1	Analisis Petrografi .....	25
3.6	Derajat Pelapukan .....	28
3.7	Analisis Klasifikasi Jenis Longsoran Tanah .....	26
3.8	Analisis Struktur Geologi .....	30
3.9	Analisis Sifat Fisika Tanah .....	36
3.9.1	Metode Uji Geser Langsung .....	31
3.10	Faktor Keamanan Lereng .....	35
3.11	Bagan Alir Penelitian .....	36

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Analisis Geomorfologi .....	37
4.1.1	Morfografi .....	37
4.1.2	Morfometri .....	39

4.1.3	Morfogenetik .....	39
4.2	Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian .....	39
4.2.1	Satuan Geomorfologi Perbukitan Rendah Agak Curam Denu dasional .....	40
4.2.2	Satuan Geomorfologi Perbukitan Curam Denudasional .....	41
4.3	Analisis Litologi .....	43
4.3.1	Batulanau .....	43
4.3.2	Batulempung .....	44
4.4	Analisis Jenis Longsor .....	47
4.4.1	Longsoran Rotasi ( <i>Rotational Landslide</i> ) .....	47
4.4.2	Aliran Puing ( <i>Earth Flow</i> ) .....	49
4.4.3	Aliran Debris ( <i>Debris Flow</i> ) .....	50
4.5	Analisis Struktur Geologi .....	53
4.5.1	Kekar Stasiun 1 .....	53
4.5.2	Kekar Stasiun 5 .....	54
4.5.3	Kekar Stasiun 10 .....	54
4.6	Analisis Sifat Fisika Tanah .....	55
4.7	Uji Geser Langsung ( <i>Direct Shear Stress</i> ) .....	55
4.7.1	Uji Geser Langsung Stasiun 1 .....	56
4.7.2	Uji Geser Langsung Stasiun 3 .....	57
4.7.3	Uji Geser Langsung Stasiun 5 .....	57
4.7.4	Uji Geser Langsung Stasiun 10 .....	58
4.7.5	Uji Geser Langsung Stasiun 13 .....	59
4.8	Analisis Faktor Keamanan .....	61
4.8.1	Analisis Faktor Keamanan Lereng Stasiun 1 .....	61
4.8.2	Analisis Faktor Keamanan Lereng Stasiun 3 .....	62



4.8.3	Analisis Faktor Keamanan Lereng Stasiun 5 .....	63
4.8.4	Analisis Faktor Keamanan Lereng Stasiun 10 .....	63
4.8.5	Analisis Faktor Keamanan Lereng Stasiun 13 .....	64
4.9	Nilai Faktor Keamanan lereng .....	65
4.10	Hubungan Geomorfologi, Litologi, Geologi Struktur dan Sifat Fisika Tanah Terhadap Keamanan Lereng Daerah Penelitian .....	67
4.10.1	Hubungan Geomorfologi Terhadap Keamanan Lereng Daerah Penelitian .....	67
4.10.2	Hubungan Litologi Terhadap Keamanan Lereng Daerah Penelitian .....	67
4.10.3	Hubungan Struktur Geologi Terhadap Keamanan Lereng Daerah Penelitian .....	68
4.10.4	Hubungan Sifat Fisika Tanah Terhadap Keamanan Lereng Daerah Penelitian .....	68
4.10.5	Hubungan Nilai Faktor Keamanan Terhadap Keamanan Lereng Daerah Penelitian .....	70
4.11	Mitigasi Bencana Tanah Longsor .....	70
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	73
5.2	Saran .....	75
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Prakiraan Potensi Gerakan Tanah Propinsi Sumatera Barat (BGPVMBG, 2016) .....	2
Gambar 2.1	Fisiograsi Pulau Sumatra (Van Bemmelen, 1949) .....	8
Gambar 2.2	Peta Geologi Regional Daerah Penelitian (Clarke, M. C. G., Kartawa, W., dkk 1982) .....	9
Gambar 3.1	Klasifikasi Batuan Sedimen (Picard, 1971) .....	24
Gambar 3.2	Jenis-Jenis Longsor Longsoran Batuan ( <i>Sliding Failures</i> ) (Highland and Johnson, 2004) .....	26
Gambar 3.3	Jenis-Jenis Longsor Jatuhan Batuan ( <i>Fall Failures</i> ) (Highland and Johnson, 2004) .....	27
Gambar 3.4	Jenis Longsor Jatuhan ( <i>Toppling Failures</i> ) (Highland and Johnson, 2004) .....	27
Gambar 3.5	Jenis-Jenis Longsor Aliran ( <i>Flow Failures</i> ) (Highland and Johnson, 2004) .....	29
Gambar 3.6	Jenis Longsoran Lateral ( <i>Spreading Failures</i> ) (Highland and Johnson, 2004) .....	29
Gambar 3.7	Stereogram Hubungan Antara Jenis Pergerakan Sesar Dengan Kekar tarik, Kekar Gerus dan arah Breksiasi .....	31
Gambar 3.8	Grafik Mohr dan Coulomb (1910) .....	32
Gambar 3.9	Alat Uji Geser Langsung .....	34
Gambar 3.10	Alat Uji Geser Langsung .....	34
Gambar 3.11	Input Data Faktor Keamanan lereng Program Slide 6.0 .....	35
Gambar 3.12	Bagan Alir Penelitian .....	44
Gambar 4.1	Peta Aliran Sungai Sub-Denritik Daerah Penelitian .....	38
Gambar 4.2	Foto Geomorfologi Satuan Geomorfologi Perbukitan Rendah Agak Curam Denudasional .....	48

Gambar 4.3	Foto Geomorfologi Perbukitan Curam Denudasional .....	49
Gambar 4.4	Peta Geomorfologi Daerah Penelitian .....	42
Gambar 4.5	Singkapan Batulanau Daerah Penelitian .....	43
Gambar 4.6	Foto Petrografis Litologi Batulanau Daerah Penelitian...	44
Gambar 4.7	Singkapan Batulempung Lokasi Penelitian .....	45
Gambar 4.8	Foto Petrografis Litologi Batulempung Lokasi Penelitian	45
Gambar 4.9	Peta Sebaran Litologi .....	46
Gambar 4.10	Longsor Rotasi St 10 Kawasan Penelitian .....	47
Gambar 4.11	Aliran Puing St 05 Kawasan penelitian .....	49
Gambar 4.12	Aliran Debris St 06 Kawasan Penelitian .....	51
Gambar 4.13	Analisis Stereonet Kekar Stasiun 1 .....	53
Gambar 4.14	Analisis Stereonet Kekar Stasiun 5 .....	54
Gambar 4.15	Analisis Stereonet Kekar Stasiun 10 .....	55
Gambar 4.16	Uji Geser Langsung Stasiun 1 .....	56
Gambar 4.17	Uji Geser Langsung Stasiun 3 .....	57
Gambar 4.18	Uji Geser Langsung Stasiun 5 .....	58
Gambar 4.19	Uji Geser Langsung Stasiun 10 .....	58
Gambar 4.20	Uji Geser Langsung Stasiun 13 .....	59
Gambar 4.21	Analisis Faktor Keamanan Lereng Stasiun 1 .....	62
Gambar 4.22	Analisis Faktor Keamanan Lereng Stasiun 3 .....	62
Gambar 4.23	Analisis Faktor Keamanan Lereng Stasiun 5 .....	63
Gambar 4.24	Analisis Faktor Keamanan Lereng Stasiun 10 .....	64
Gambar 4.25	Analisis Faktor Keamanan Lereng Stasiun 13 .....	64
Gambar 4.26	Peta Keamanan Lereng Daerah Penelitian .....	66
Gambar 4.27	Ilustrasi Mode Mitigasi <i>Cut Slope</i> .....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jadwal Kegiatan Penelitian .....	6
Tabel 2.1	Tektonostratigrafi Cekungan Sumatra Tengah.....	11
Tabel 2.2	Penggolongan Faktor Keamanan (Ward, 1978) .....	17
Tabel 3.1	Pemeriaan Bentuk Lahan Absolute Berdasarkan Perbedaan Ketinggian (Van Zuidam, 1985).....	19
Tabel 3.2	Pola Pengaliran Dan Karakteristiknya (Van Zuidam, 1985) .....	20
Tabel 3.3	Pola Pengaliran Modifikasi .....	21
Tabel 3.4	Klasifikasi Kemiringan Lereng (Van Zuidam, 1983) .....	23
Tabel 3.6	Klasifikasi Satuan Bentangalam (Van Zuidam, 1985).....	23
Tabel 3.5	Klasifikasi Bentuk Lahan Bentang Alam Struktural (Van Zuidam, 1985) .....	23
Tabel 3.7	Derajat Pelapukan Batuan....(Sadisun, 1998).....	25
Tabel 3.8	Hubungan Antara Kepadatan Dan Sudut Geser Dalam (Begemann, 1965).....	34
Tabel 3.9	Hubungan Antara Konsistensi Dengan Kohesi (Begemann, 1965).....	34
Tabel 3.8	Kelas Erodibilitas Tanah (USDA-SCS 1973 Dalam Dangler Dan El-Swaify, 1976).....	35
Tabel 4.1	Longsoran Rotasi Daerah Penelitian.....	48
Tabel 4.2	Jenis Longsor Aliran Puing Daerah Penelitian .....	50
Tabel 4.3	Jenis Longsor Aliran Debris Daerah Penelitian .....	52
Tabel 4.4	Hasil Analisis Uji Geser Langsung .....	59

Tabel 4.5	Klasifikasi Analisis Nilai Kohesi Daerah Penelitian Terhadap Sifat Fisika Tanah (Erodibilitas dan Konsistensi) .....	60
Tabel 4.6	Klasifikasi Analisis Sudut Geser Dalam Daerah Penelitian Terhadap Sifat Fisika Tanah (Kepadatan) .....	61
Tabel 4.7	Nilai Faktor Keamanan Lereng Lokasi Penelitian .....	65
Tabel 4.8	Penggolongan Nilai Faktor Keamanan Lereng (Ward, 1978) .....	65
Tabel 4.8	Klasifikasi Analisis Nilai Kohesi Daerah Penelitian Terhadap Sifat Fisika Tanah (Erodibilitas dan Konsistensi) .....	69
Tabel 4.9	Klasifikasi Analisis Sudut Geser Dalam Daerah Penelitian Terhadap Sifat Fisika Tanah (Kepadatan) .....	69

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 LATAR BELAKANG

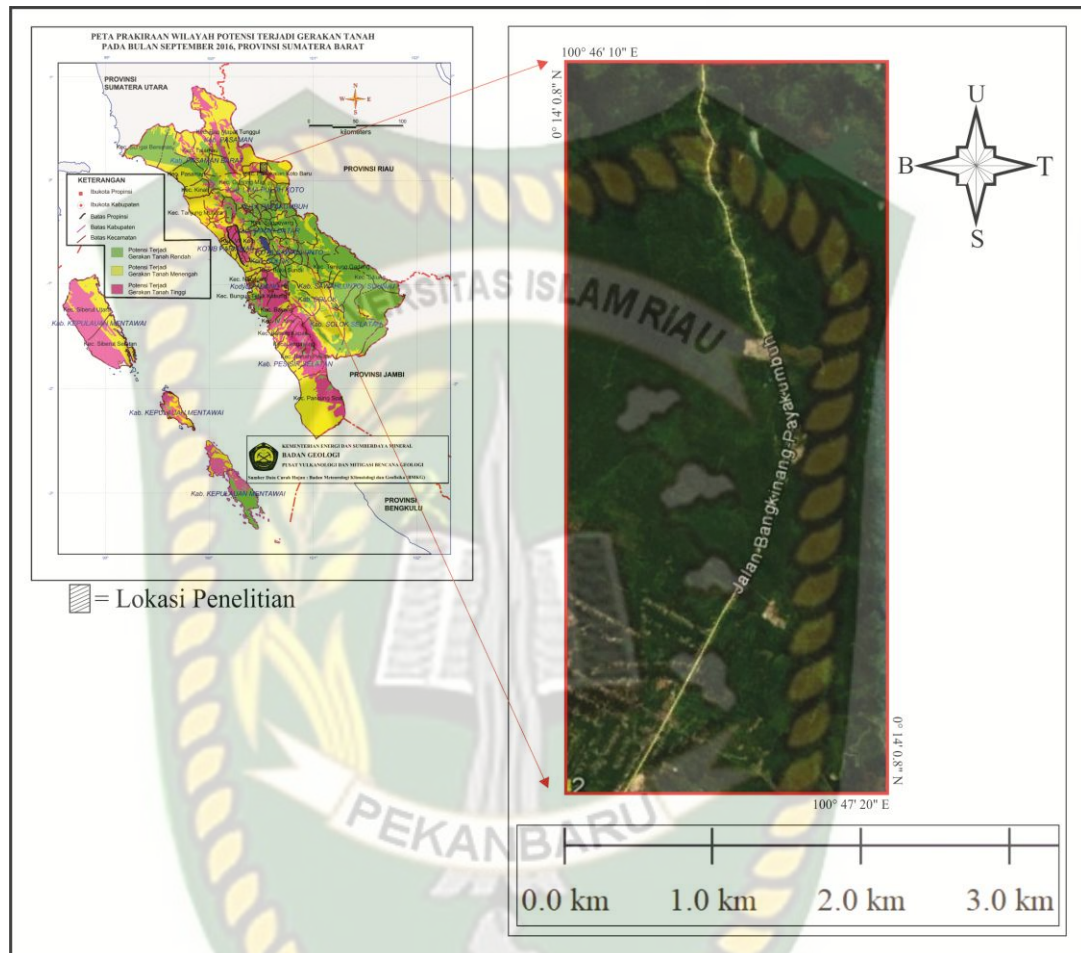
Propinsi Sumatra Barat merupakan daerah yang rawan bencana, ini disebabkan karena propinsi ini terletak antara pertemuan lempeng Eurasia dan Indo-Australia, serta terdapat sebagian besar wilayah yang dilalui struktur seperti Sesar Semangko mulai dari Solok Selatan sampai Pasaman. Selain itu terdapatnya jenis tanah yang mudah longsor membuat Propinsi Sumatra Barat semakin rawan untuk terjadinya bencana.

Salah satu bencana yang mendominasi di Sumatra Barat adalah tanah longsor, tanah longsor merupakan salah satu bentuk hasil gerakan massa (*mass movement*) disepanjang bidang luncurnya (bidang longornya) kritis, dimana terjadinya perpindahan massa batuan, regolit dan tanah dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah karena pengaruh gaya gravitasi (Schuster R.L., 2005).

Berdasarkan peta prakiraan wilayah potensi terjadi gerakan tanah Sumatra Barat yang dirilis oleh Badan Geologi Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (BGPVMBG) pada tahun 2016 (Gambar 1.1) memperlihatkan bahwa hampir 70% dari wilayah Sumatra Barat digolongkan dalam kelas menengah hingga tinggi untuk tingkat rawan bencana gerakan tanah, terutama pada wilayah-wilayah yang langsung berbatasan dengan lembah.

Terjadinya gempa Sumatra menyebabkan lereng di Sumatra Barat merupakan lereng yang rentan terhadap kelongsoran. Selain itu, faktor intensitas hujan turut mempengaruhi tingkat terjadinya kelongsoran terhadap lereng. Sejak gempa Sumatra, berdasarkan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Limapuluh Kota terdapat sekitar 30 titik tebing jalan serta bibir jalan di jalur Sumbar-Riau terutama di kawasan ketinggian Kecamatan Harau hingga Pangkalan Koto Baru, klasifikasi lereng di kawasan ini adalah termasuk dalam kategori tidak

aman atau tidak stabil karena memiliki nilai faktor keamanan yang kecil (Husnul, 2016).



**Gambar 1.1** Peta Prakiraan Potensi Gerakan Tanah Provinsi Sumatra Barat (BGPVMBG, 2016).

Pada tahun 2017 terjadi bencana tanah longsor di wilayah Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Limapuluh Kota. Kerugian yang timbul akibat bencana tersebut di antaranya kerusakan terhadap akses jalan, kerusakan terhadap lahan pertanian atau perkebunan dan kerusakan pemukiman penduduk setempat. Berdasarkan bencana yang terjadi, kajian penelitian meliputi faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor, jenis longsor yang terjadi, hingga cara mitigasi agar dapat meminimalisir dampak bencana.

Berdasarkan beberapa acuan yang terdapat pada latar belakang maka judul yang diangkat dalam penelitian ini adalah *"Investigasi Geologi Dan Pemetaan Potensi Longsor Berdasarkan Sifat Fisika Tanah Di Jalan Lintas Riau–Sumbar Kilometer 16–20 Desa Tanjung Pauh, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Limapuluh Kota, Propinsi Sumatra Barat"*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Mengacu latar belakang tersebut, maka permasalahan yang dapat dirumuskan pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana geomorfologi dan geologi umum kawasan Penelitian?.
2. Bagaimana struktur geologi yang terdapat pada kawasan penelitian?.
3. Bagaimana jenis longsoran tanah pada kawasan penelitian?.
4. Bagaimana sifat fisika tanah kawasan penelitian?.
5. Bagaimana faktor keamanan pada kawasan penelitian.
6. Apa bentuk mitigasi yang diperlukan terhadap kawasan penelitian?.

## 1.3 Batasan Masalah

Agar dalam pelaksanaannya penelitian memiliki arah yang jelas, maka perlu adanya batasan masalah. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Kondisi geomorfologi dan geologi umum.
2. Geologi struktur.
3. Jenis longsoran tanah.
4. Fisika tanah.
5. Faktor keamanan.
6. Mitigasi bencana lokasi penelitian.

## 1.4 Maksud dan Tujuan

Adalah sebagai tugas akhir yang dilakukan dalam memenuhi salah satu syarat lulus dalam program sarjana Teknik Geologi Universitas Islam Riau. Adapun tujuan



penelitian adalah untuk mengetahui daerah telitian berdasar data dilapangan dan di analisis menjadi informasi penelitian berupa peta geomorfologi, peta sebraran litologi dan peta keamanan lereng. Berdasarkan masalah yang dirumuskan. Untuk menjawab rumusan masalah tersebut maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kondisi geomorfologi lokasi penelitian dan keadaan geologi umum kawasan penelitian.
2. Identifikasi dan analisis struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian.
3. Identifikasi jenis longsor tanah yang terdapat di lokasi penelitian.
4. Mengetahui sifat fisik tanah yang mempengaruhi gerakan tanah di lokasi penelitian.
5. Menentukan nilai faktor kemanan di lokasi penelitian.
6. Menentukan bentuk mitigasi yang di perlukan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini di harapkan dapat berguna terhadap masyarakat dan mampu menyadarkan masyarakat dalam upaya antisipasi dan penanggulangan terjadinya tanah longsor. Manfaat penelitian di antaranya :

1. Dapat di jadikan bahan evaluasi bagi masyarakat dan pemerintah setempat dalam penataan lingkungan.
2. Dapat di jadikan bahan evaluasi dalam upaya antisipasi bencana tanah longsor yang dapat terjadi pada masa yang akan datang.
3. Sebagai referensi dalam upaya pengelolaan lingkungan untuk menanggulangi dampak bencana.
4. Sebagai pengetahuan bagi masyarakat setempat akan besarnya potensi bencana gerakan tanah.

### **1.6 Lokasi dan Kesampaian Wilayah**

Daerah penelitian terletak di jalan lintas Riau-Sumbar pada kilometer 16-20 Desa Tanjung Pauh Kecamatan Pangkalan, dimana daerah tersebut masuk kedalam

wilayah administrasi Kabupaten Lima Puluh Kota Propinsi Sumatra Barat (Gambar 2.2). Lokasi penelitian dapat ditempuh dengan menggunakan transportasi darat dan dapat dicapai dengan waktu perjalanan selama lebih kurang empat jam dari Pekanbaru menggunakan kendaraan roda empat atau roda dua.

### **1.7 Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Mei 2018 hingga Oktober 2018. Pengambilan data dilakukan selama lima hari sejak tanggal 21-25 Mei 2018. Penelitian akan dikerjakan dalam tiga tahap :

1. Tahap studi pustaka dan pengajuan izin ke pemerintah setempat, dilaksanakan dan memakan waktu kira-kira satu hari yaitu pada tanggal 17 Mei 2018.
2. Tahap pengambilan data yang dilaksanakan di daerah penelitian selama empat hari dari tanggal 21-25 Mei 2018.
3. Tahap analisa dan pembahasan hasil selama dua bulan dari tanggal 2 Juli-30 Agustus 2018.

Jadwal kegiatan penelitian secara umum dan rincian jadwal kegiatan pengerjaan lapangan dapat ditunjukkan pada (Tabel 1.1).

Tabel 1.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian (Mei-Oktober 2018).

Bulan	Mei				Juni				Juli				Agustus				September				Oktober			
Minggu	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Persiapan dan Studi Pendahuluan	■	■																						
Pengambilan Data Lapangan			■																					
Kegiatan Laboratorium																								
Pengolahan dan Analisis Data																								
Pembuatan Laporan																								
Seminar Hasil / Kolokium																								■

Perpustakaan Universitas Islam Riau  
Dokumen ini adalah Arsip Miliik :

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

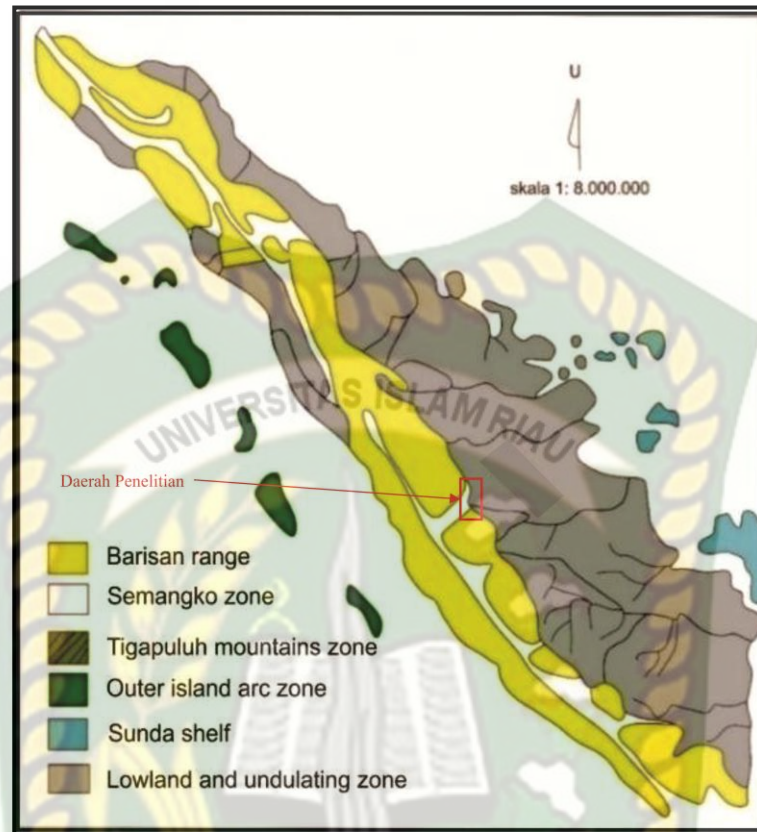
#### 2.1 Fisiografi

Fisiografi Sumatra memiliki arah orientasi Baratlaut-Tenggara yang terbentuk akibat ekstensi dari lempeng benua Eurasia. Di sepanjang bagian barat pulau Sumatra dibentuk oleh Pegunungan Barisan, sementara pada bagian timur Pulau Sumatra di bentuk oleh pengendapan dari formasi Tersier berbentuk perbukitan dan dataran rendah aluvial. Pulau Sumatra berada di sebelah baratdaya kontinen Paparan Sunda yang merupakan jalur konvergen antara Lempeng Hindia-Australia yang menyusup di sebelah barat Lempeng *sundaland* atau Lempeng Eurasia. Pergerakan tersebut menghasilkan subduksi di sepanjang Palung Sunda dan pergerakan lateral dari sistem sesar Sumatra.

Berdasarkan bentuk fisiografi tersebut, Van Bemmelen (1949) membagi pulau Sumatra menjadi enam zona fisiografis, yaitu :

1. Zona Jajaran Barisan.
2. Zona Semangko.
3. Zona Pegunungan Tiga Puluh.
4. Zona Kepulauan Busur Luar.
5. Zona Paparan Sunda.
6. Zona Dataran Rendah dan Berbukit.

Berdasarkan peta geologi regional, daerah penelitian terdiri atas formasi batuan tersier, formasi batuan pra tersier yang merupakan bagian dari zona fisiografi Bukit Barisan. Selain itu daerah penelitian juga dilalui zona fisiografi sistem Sesar Semangko. Hasil intepretasi menunjukkan bahwa daerah penelitian masuk ke dalam fisiografi zona Semangko dan zona jajaran Bukit Barisan.

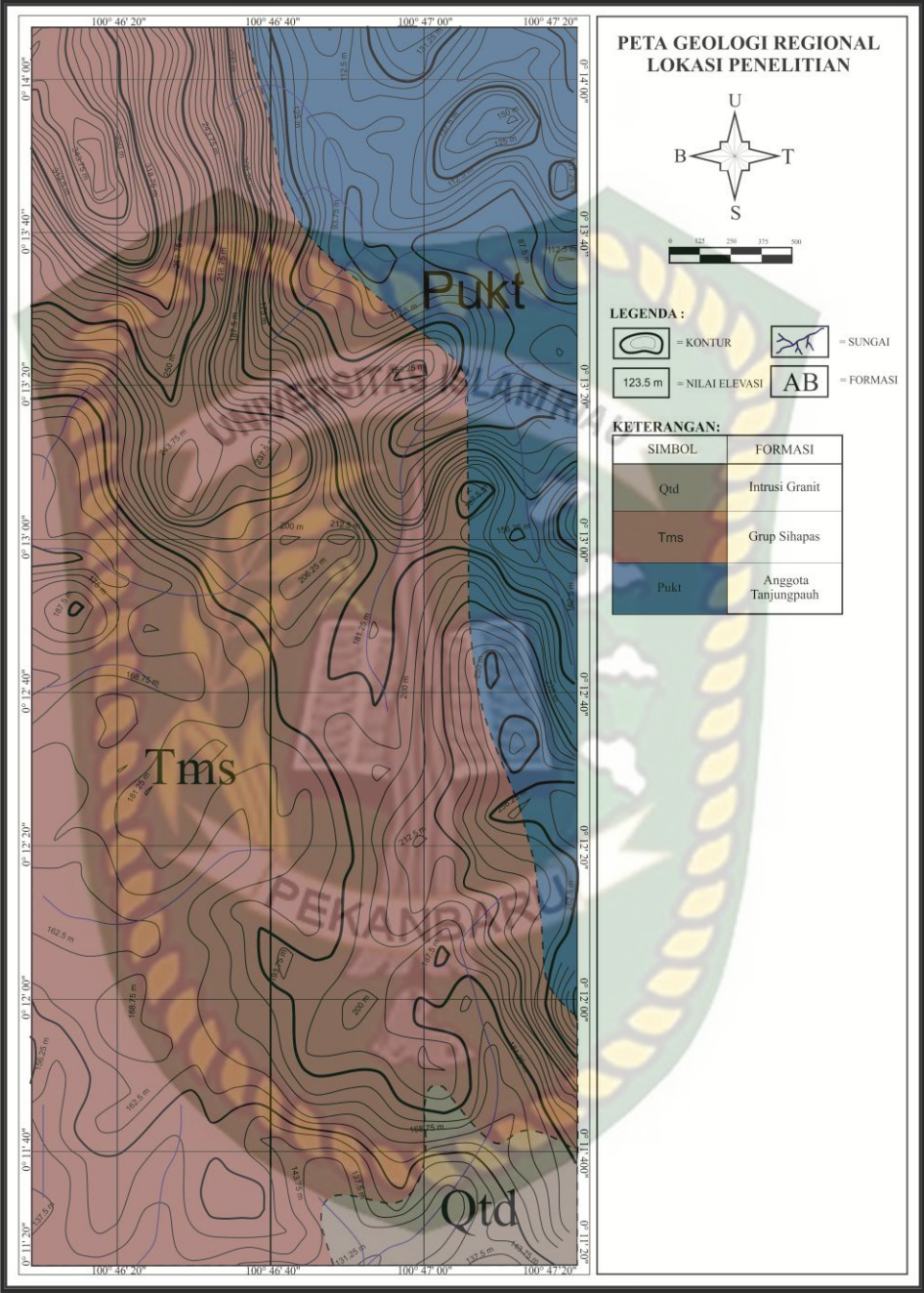


Gambar 2.1 Fisiografi Pulau Sumatra (Van Bemmelen, 1949).

## 2.2 Geologi Daerah Penelitian

Daerah penelitian masuk dalam wilayah Cekungan Sumatra Tengah yang merupakan salah satu dari tiga Cekungan Busur Belakang Sumatra (*sumatra back arc basin*). Cekungan Sumatra Tengah terbentuk selama periode Tersier Awal (Eosen-Oligosen), cekungan ini terbentuk dari pergerakan ekstensif yang berarah Timur-Barat (Heidrick Aulia, 1993). Cekungan Sumatra Tengah memiliki arah orientasi Baratlaut-Tenggara. Bagian barat cekungan memilikih Bukit Barisan, bagian baratlaut memiliki batas Tinggian Tigapuluh sedangkan bagian timurlaut memiliki batas Keraton Sunda. Letak regional daerah penelitian masuk termasuk kedalam Peta Geologi Bersistem Lembar Pekanbaru, Sumatera, Edisi 2, (Skala 1 : 250.000 Ui, 2009). Di tunjukan pada (Gambar 2.2).

Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 2.1 Peta Geologi Daerah Penelitian Berdasarkan Peta Geologi Regional Bersistem Lembar Pekanbaru, Sumatera Edisi 2, Skala 1 : 250.000 (Clarke, M. C. G., Kartawa, W., dkk., 1982).

### 2.2.1 Stratigrafi Daerah Penelitian

Susunan stratigrafi Cekungan Sumatra Tengah terdiri dari unit formasi dan kelompok yaitu batuan dasar (*basement*), Kelompok Pematang, Kelompok Sihapas, Formasi Petani dan Formasi Minas. Mulai terbentuk pada umur Pra-Tesier dimana Batuan Dasar (*basement*) terendapkan, hingga terendapkannya Formasi Minas sebagai endapan kuartar yang sekaligus Formasi Paling muda dalam urutan Stratigrafi Cekungan Sumatera Tengah. Daerah penelitian tersusun atas tiga formasi, yaitu Formasi Anggota Tanjungpauh (Pukt), Grup Sihapas (Tms) dan Intrusi Granit (QTd).

1. Anggota Tanjungpauh (Pukt)

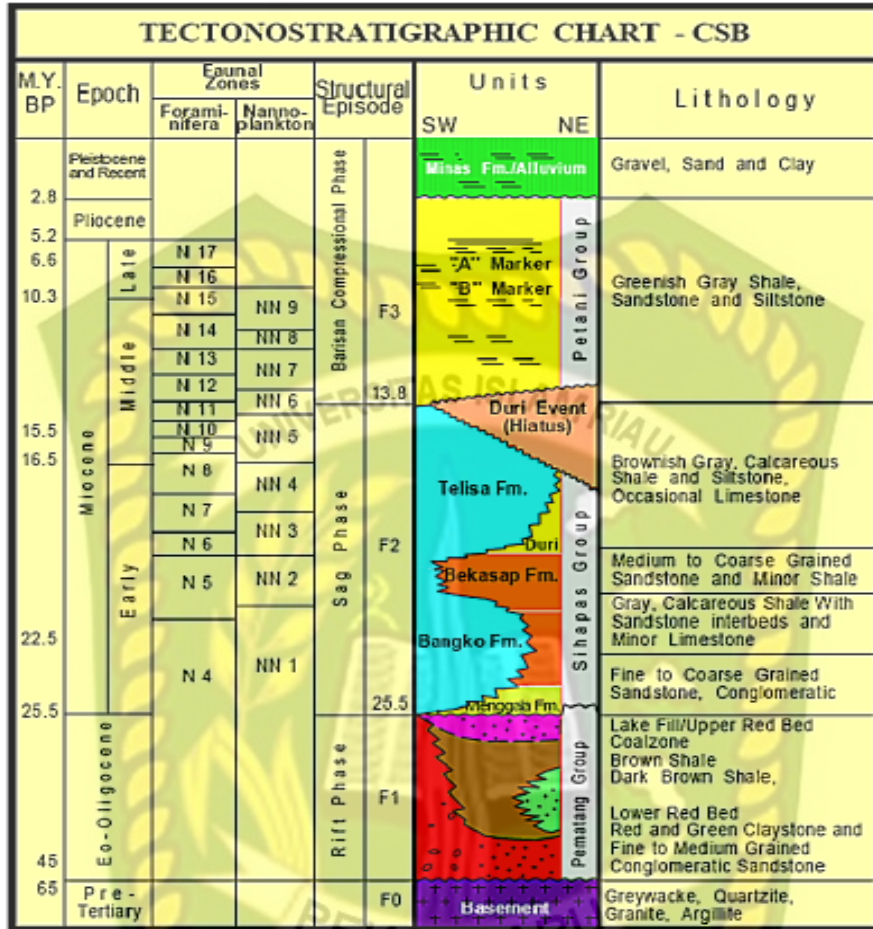
Berdasarkan Stratigrafi Regional, Anggota Tanjungpauh berumur yang paling tua, formasi ini disetarakan sebagai *basement* Cekungan Sumatra Tengah. Formasi ini tersebar di bagian timur daerah penelitian. Formasi Anggota Tanjungpauh berumur Paleozoik Permo-Karbon yang terdiri atas sekis karbonat, dominan muscovit dan klorit.

2. Kelompok Sihapas (Tms)

Adalah Formasi yang berumur Miosen Awal, Kelompok ini terdiri dari Formasi Menggala, Formasi Bangko, Formasi Bekasap, Formasi Duri dan Formasi Telisa. Litologi batuan yang menyusun kelompok ini antara lain batupasir konglomerat, serpih yang mengandung karbon, batulanau dan konglomerat. Formasi Sihapas tersebar di bagian barat laut hingga baratdaya daerah penelitian.

3. Intrusi Granit (QTd)

Adalah urutan Stratigrafi termuda yang terdapat pada lokasi penelitian, intrusi ini berumur Pliosen, tersebar di bagian tenggara daerah penelitian. Intrusi ini mengandung timah dan pegnatit turmalin.



Gambar 2.3 Teknostratigrafi Cekungan Sumatera Tengah (Hendrick dan Aulia, 1993).

### 2.2.2 Struktur Geologi Daerah Penelitian

Pola Struktur Cekungan Sumatera Tengah merupakan hasil tiga fase tektonik, yaitu Orogenesa Mesozoikum Tengah, Tektonik Kapur Akhir-Tersier Awal, dan Orogenesa Plio-Plistosen (De Coster, 1974).

Cekungan Sumatera Tengah mempunyai dua sesar yang memiliki orientasi arah utara-selatan dan baratlaut-tenggara. Sesar dengan arah orientasi Utara-Selatan di perkirakan berumur Paleogen, sedangkan yang memiliki orientasi Baratlaut-Tenggara dipikirkan berumur Neogen Akhir.

Sesar tersebut di perkirakan berulang kali di aktifkan kembali oleh gaya-gaya yang



bekerja di sepanjang periode tersier (Eubank & Makki, 1981).

Berdasarkan tatanan tektonik regional, struktur yang berkembang di daerah Kabupaten Lima Puluh Kota adalah Sesar Normal Kelok Sembilan-Solok Bio Bio, Sesar Normal Batu Balang, Sesar Normal Bukik Bulek Banjar Laweh, Sesar Normal Koto Alam, Sesar Normal Bukik Bapanasan, Sesar Geser Taratak, dan Sesar Geser Suliki. Terdapat stuktur perlipatan di sekitar daerah Gunung Malintang, berupa struktur sinklin ke arah tenggara. Selain itu terdapat struktur kekar (*joint*) berupa kekar silang (*shear joint*) dan kekar tarik (*tension joint*).

### 2.3 Bencana Geologi

Bencana Geologi adalah suatu bencana yang terjadi akibat proses geologi secara alamiah yang siklus kejadiannya dapat terjadi dalam beberapa tahun hingga beberapa ratus hingga jutaan tahun. Klasifikasi bencana geologi meliputi gempa bumi, letusan gunung api, gelombang tsunami, gerakan massa tanah dan batuan atau longsor, serta banjir (Karnawati, 2005).

### 2.4 Tanah Longsor

Tanah Longsor adalah salah satu bentuk erosi dimana adanya perpindahan atau gerakan massa berupa tanah atau batuan, terjadi pada suatu saat dengan volume yang relatif besar. Tanah longsor adalah proses meluncurnya suatu volume tanah diatas lapisan agak kedap air yang jenuh air, lapisan tersebut yang terdiri dari liat atau mengandung kadar liat tinggi yang setelah jenuh air berfungsi sebagai bidang luncur (Arsyad, 2006). Peristiwa tanah longsor dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan atau kombinasinya, sering terjadi pada lereng-lereng alam atau batuan. Proses longsoran tanah adalah proses alam dalam mencari keseimbangan baru akibat adanya faktor gangguan yang mempengaruhi dan menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser pada tanah. Pergerakan tanah longsor di pengaruhi oleh faktor gravitasi.

Potensi suatu lereng untuk terjadinya gerakan tanah di pengaruhi oleh dua gaya, yaitu

gaya penahan dan gaya pendorong, yang termasuk gaya penahan adalah kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong adalah besarnya sudut lereng, tekanan air, beban serta berat jenis tanah atau batuan (PVMBG, 2008). Sitorus (2006) menyatakan bahwa tanah longsor merupakan suatu bentuk erosi yang pengangkutan atau pemindahan tanahnya terjadi pada saat yang relative pendek namun dalam jumlah (volume) yang sangat besar. Berbeda dengan bentuk-bentuk erosi lainnya (erosi lembar, erosi alur, erosi parit) pada tanah longsor pengangkutan tanah terjadi sekaligus dalam periode yang sangat pendek. Tanah longsor merupakan contoh dari proses geologi yang disebut dengan *mass wasting* atau *mass movement*, merupakan perpindahan massa seperti batuan, regolith. Dalam prosesnya, batuan yang mengalami pelapukan akan berpindah (longsor) di pengaruhi oleh gaya gravitasi dan menarik material hasil pelapukan ke tempat yang lebih rendah. Selain karena faktor gravitasi, terdapat pula faktor kemiringan lereng dan tekanan atau kandungan air yang berpengaruh dalam terjadinya proses tanah longsor. Tekanan air pada tubuh lereng dapat menyebabkan terbentuknya suatu bidang luncur dimana air yang mengisi pori sedimen akan memperlemah nilai kohesi antar butir sedimen penyusun lereng sehingga akan mudah untuk mengalami pergeseran.

#### 2.4.1 Jenis-Jenis Gerakan Tanah

Badan pusat vulkanologi dan mitigasi bencana geologi (PVMBG) mengklasifikasikan gerakan tanah menjadi enam klasifikasi, di antaranya :

1. Longsoran Translasi

Longsoran Translasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.

2. Longsoran Rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.

3. Pergerakan Blok

Pergerakan Blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsoran ini disebut juga translasi blok batu.

#### 4. Runtuhan Batu

Runtuhan Batu Terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng terjal hingga menggantung, terutama di daerah pantai. Berdasarkan metrialnya, longsor ini dapat menyebabkan kerusakan yang cukup besar.

#### 5. Rayapan Tanah

Rayapan Tanah adalah jenis pergerakan tanah dengan kecepatan yang sangat lambat. Kebanyakan terjadi pada jenis tanah yang berbutir kasar hingga halus, jenis longsor ini merupakan yang paling sulit dikenali namun dalam jangka waktu yang lama dampaknya mulai diketahui yaitu menyebabkan rumah, pohon, tian-tiang telepon menjadi miring.

#### 6. Aliran Bahan Rombakan

Gerakan tanah jenis aliran, terjadi pada saat massa tanah bergerak yang di akomodasi oleh aliran air. Kecepatannya tergantung pada kemiringan lereng, volume, tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dengan jangkauan dapat mencapai ratusan meter, bahkan bias lebih jauh apabila terjadi di daerah aliran sungai di sekitar gunung api. Longsor jenis ini adalah yang paling berbahaya bagi manusia dikarenakan sudah memakan banyak korban jiwa.

### 2.4.2 Penyebab Tanah Longsor

Secara umum potensi untuk terjadi nya bencana tanah longsor dapat di tinjau dari kecuraman lereng, adanya bidang peluncur (batuan), intensitas curah hujan, adanya pembebanan, vegetasi dll. Namun secara spesifik penyebab tanah longsor dibagi menjadi tiga aspek yaitu aspek geologi, aspek morfologi, dan aspek manusia. (Highland, L. and Johnson, M. 2004). Yaitu :

1. Aspek Geologi
  - a. Material penyusun lereng yang lemah atau sensitif.
  - b. Material penyusun lereng yang telah mengalami proses pelapukan.
  - c. Terdapatnya struktur geologi seperti kekar, sesar dan sebagainya .
  - d. Ketidakselarasan yang berorientasi negatif (perlapisan, kontak batuan kontak, dan lain sebagainya).
  - e. Tingkat permeabilitas batuan penyusun lereng.
2. Aspek Morfologi
  - a. Tektonik atau adanya aktivitas vulkanik.
  - b. Erosi fluvial, ombak, atau glasial pada kaki lereng.
  - c. Erosi bawah tanah.
  - d. Pembebanan lereng atau pada puncaknya.
  - e. Adanya pembekuan dan pelapukan pada lumpur.
3. Aspek Manusia
  - a. Penggalian lereng atau pada kakinya.
  - b. Pembebanan lereng atau pada puncaknya.
  - c. Adanya penggalian (dari reservoir).
  - d. Penebangan terhadap vegetasi.
  - e. Pertambangan.
  - f. Masalah irigasi.
  - g. Adanya kebocoran saluran air.

## 2.5 Keamanan Lereng

Kemantapan dan kermanan suatu lereng sangat bergantung dari perbandingan gaya penggerak dengan gaya penahan. Gaya penggerak adalah gaya yang meningkatkan potensi lereng mengalami longsor sedangkan gaya penahan adalah gaya yang mempertahankan kemantapan lereng tersebut (Mustafiril, 2003).

## 2.6 Faktor Keamanan Lereng

Faktor kewanan lereng merupakan suatu nilai yang di dapat dari hasil perbandingan antara nilai gaya yang penahan dengan nilai gaya yang penggerak (Hardiyatmo, 2006).

$$FK = \frac{\Sigma \text{Gaya Penahan}}{\Sigma \text{Gaya Penggerak}}$$

### 2.6.1 Pembentuk Gaya Penahan

Gaya penahan pada suatu lereng di pengaruhi oleh geometri atau ukuran lereng. Selain itu, pembentuk gaya penahan pada suatu lereng di tentukan oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Jenis Batuan

Batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf pada umumnya memberikan kestabilan yang baik terutama apabila jenis batumannya memiliki sebaran yang luas.

2. Kekuatan Batuan

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

### 2.6.2 Pembentuk Gaya Penggerak

Gaya penggerak suatu lereng dipengaruhi oleh gravitasi dan berat lereng, selain itu terdapat faktor-faktor pembentuk dari gaya penggerak di antaranya :

1. Berat Isi

Dimana batuan dengan berat isi yang lebih besar akan memberikan beban atau gaya yang lebih besar pula terhadap suatu lereng.

2. Tekanan Air

Banyaknya air tanah yang terkandung akan ikut menambah beban pada lereng tersebut.

### 3. Sudut Kecuraman Lereng

Semakin besar sudut lereng akan memberikan volume material atau batuan yang besar. Dimana volume material atau batuan tersebut akan memberikan beban yang lebih besar juga.

#### 2.6.3 Nilai Faktor Keamanan Lereng

Setelah melakukan pengujian antar gaya penahan dan gaya penggerak maka akan didapat hasil berupa nilai faktor keamanan, para ahli telah banyak melakukan studi untuk penggolongan nilai faktor keamanan. Ditinjau dari intensitas kerentanan gerakan tanah, terdapat empat penggolongan suatu nilai faktor keamanan (Ward, 1978), dapat dilihat pada tabel 2.2

**Tabel 2.2** Penggolongan Faktor Keamanan (FK) (Ward, 1978).

Nilai Faktor Keamanan (FK)	Kerentanan Gerakan Tanah
$FK \leq 1,2$	Tinggi : Gerakan Tanah Sering Terjadi
FK 1,2 – 1,7	Menengah : Gerakan Tanah Dapat Terjadi
FK 1,7 – 2,0	Rendah : Gerakan Tanah Jarang Terjadi
$FK > 2,0$	Sangat Rendah : Gerakan Tanah Sangat Jarang Terjadi

Dapat dilihat dari tabel diatas, apabila semakin besar nilai faktor keamanan yang dimiliki suatu lereng maka lereng tersebut maka kecil potensi untuk terjadinya gerakan tanah, apabila nilai faktor keamanan lereng rendah maka kerentanan untuk terjadinya gerakan tanah akan semakin tinggi. Nilai faktor keamanan lereng bergantung pada besaran nilai ketahanan geser dan tegangan geser, dimana keduanya saling bekerja berlawanan arah di sepanjang bidang gelincir. Bidang gelincir tersebut terletak zona terlemah di dalam tubuh lereng.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Objek Penelitian**

Pada pelaksanaannya, objek dari penelitian adalah pengamatan atau pemetaan lapangan meliputi aspek geomorfologi, litologi penyusun pada lereng longsor dan pengambilan data kekar pada litologi lereng. selain itu dilakukan analisis laboratorium seperti analisis petrografi, analisis stereografi, analisis sifat fisika tanah dan analisis nilai faktor keamanan lereng. Rincian dari metode penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.

#### **3.2 Tahap-Tahap Penelitian**

Dalam pelaksanaan penelitian perlu adanya rencana kerja yang tersusun sebelum ke lapangan, selama di lapangan maupun setelah kembali dari lapangan. Rencana kerja tersebut meliputi tahap pendahuluan, tahap penelitian lapangan, tahap pengolahan (analisis) data dan tahap penyusunan laporan penelitian.

##### **3.2.1 Tahap Pendahuluan**

Merupakan tahap sebelum pengambilan data ke daerah penelitian. Tahapan ini meliputi beberapa langkah dimulai dari pemilahan judul penelitian, diskusi dengan dosen pembimbing mengenai rumusan masalah, maksud, tujuan hingga manfaat penelitian, persiapan kelengkapan administrasi dan studi pustaka yang menjadi bahan referensi penelitian.

##### **3.2.2 Tahap Pengumpulan Data**

Adalah tahap pengambilan atau pengumpulan data primer berdasarkan hasil pemetaan langsung di daerah penelitian, jenis data primer di antaranya deskripsi stasiun, pengambilan sampel litologi, pencatatan data kekar dan pengambilan sampel longsor (sampel terganggu), Sementara itu data sekunder yang di gunakan pada tahap

ini adalah peta topografi dan peta geologi regional daerah penelitian.

### 3.3 Tahap Pengolahan Data

Untuk mencapai tujuan penelitian dilakukan beberapa tahap analisis data yaitu, analisis geomorfologi, analisis litologi, analisis petrografi, analisis stereonet, analisis sifat fisika tanah dengan metode *direct shear stress* dan analisis faktor keamanan lereng menggunakan *software slide 6.0*. Selain itu hasil analisis yang diperoleh diturunkan kedalam beberapa peta antara lain peta kerangka litologi, peta kerangka jenis longsor, peta geologi, peta geomorfologi dan peta keamanan lereng.

### 3.4 Analisis Geomorfologi

#### 1. Morfografi

Morfografi adalah kata yang berasal dari bahasa Yunani yaitu morfo yang berarti bentuk dan graphos yang berarti gambaran, sehingga memiliki arti gambaran bentuk rupa permukaan bumi. Gambaran bentuk muka bumi dapat di bedakan menjadi bentuk rupa pedataran, bentuk rupa perbukitan, bentuk rupa gunung api dan lembah. pengelompokan bentuk lahan absolut berdasarkan perbedaan ketinggian dapat dilihat pada (Tabel 3.1).

**Tabel 3.1** Pemerian bentuk lahan absolute berdasarkan perbedaan ketinggian.

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 adalah kumpulan dari suatu jaringan pengaliran di suatu



daerah yang dipengaruhi atau tidak dipengaruhi oleh curah hujan, alur pengaliran tetap pengali. Biasanya pola pengaliran yang demikian disebut sebagai pola pengaliran permanen (tetap). Howard (1967) telah membagi pola pengaliran menjadi pola pengaliran dasar dan pola pengaliran modifikasi.




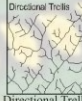


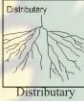
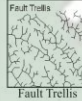

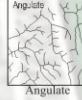


1. Pola pengaliran dasar merupakan suatu pola pengaliran yang mempunyai ciri khas tertentu yang dapat dibedakan dengan pola pengaliran lainnya.
2. Pola pengaliran modifikasi merupakan pola pengaliran yang agak berbeda dan berubah dari pola dasarnya, namun pola umumnya tetap tergantung pada pola dasarnya.

**Tabel 3.2** Pola pengaliran sungai dan karakteristiknya (van Zuidam, 1985).

Pola Pengaliran Dasar	Karakteristik
 <p>Dendritic Dendritik</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>Parallel Paralel</p>	Pada umumnya menunjukkan daerah yang berlereng sedang sampai agak curam dan dapat ditemukan pula pada daerah bentuklahan perbukitan yang memanjang. Sering terjadi pola peralihan antara pola dendritik dengan pola paralel atau tralis. Bentuklahan perbukitan yang memanjang dengan pola pengaliran paralel mencerminkan perbukitan tersebut dipengaruhi oleh perlipatan.
 <p>Trellis Tralis</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 subsekuen.
 <p>Rectangular Keratajuru</p>	Kekar dan / atau sesar yang memiliki sudut kemiringan, tidak memiliki perulangan lapisan batuan dan sering memperlihatkan pola pengaliran yang tidak menerus.
 <p>Radial Radial</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 (menyebarkan ke luar dari titik pusat), berarti bahwa daerah tersebut berbentuk kubah atau kerucut, sedangkan sistem sentripetal (menyebarkan ke arah titik pusat) memiliki arti bahwa daerah tersebut berbentuk cekungan.
 <p>Angular Angular</p>	Struktur kubah / kerucut, cekungan dan kemungkinan retas ( <i>stocks</i> )

Hubungan pola dasar dan pola perubahan (modifikasi) dengan jenis batuan dan struktur geologi sangat erat, tetapi tidak menutup kemungkinan dapat ditambah atau dikurangi.

**Tabel 3.3** Pola Pengaliran Modifikasi.

Pola Pengaliran Modifikasi	Karakteristik	Pola Pengaliran Modifikasi	Karakteristik
 Subdenditik	Umumnya struktural	 Complex	Bentuklah memanjang dan sejajar
 Pinnate	Tekstur batuan halus dan mudah tererosi	 Directional Trellis	Homoklin landai seperti beting gisik
 Anastomatic	Dataran banjir, delta atau rawa	 Joint Trellis	Perlipatan memanjang.
 Distributary	Kipas aluvium dan delta	 Fault Trellis	Percabangan menyatu atau berpecah, sesar paralel
 Subparalel	Lereng memanjang atau dikontrol oleh bentuklah perbukitan memanjang.	 Angulate	Kekar dan / atau sesar pada daerah miring
 Colinear	Kelurusan bentuklah bermaterial halus dan beting pasir.	 Multibasinal	Batugamping

## 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 di kelompokkan 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 2x2cm 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)

Ic = interval kontur

dx = panjang garis potong (cm)

sp = skala peta

Klasifikasi dari kemiringan lereng dapat di lihat pada (Tabel 3.4).

**Tabel 3.4** Klasifikasi Kemiringan Lereng Berdasarkan Van Zuidam (1983).

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

Morfogenetik merupakan proses terbentuknya permukaan bumi sehingga membentuk dataran, perbukitan, pegunungan, gunungapi, plato, lembah, lereng, pola pengaliran.

Proses geologi yang berpengaruh 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 vulkanisme. Proses intrusi akan menghasilkan perbukitan intrusi, proses tektonik akan menghasilkan perbukitan terlipat, tersesarkan dan terkekarkan, proses vulkanisme 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. Berdasarkan proses-proses tersebut, Van Zuidam (1985) mengklasifikasikan bentuk lahan bentang alam struktural berdasarkan proses geomorfologinya (Tabel 3.5) dan klasifikasi satuan bentang alam (Tabel 3.6).

**Tabel 3.5** Klasifikasi Bentuk Lahan Bentang Alam Struktural Van Zuidam (1985).

Proses Geomorologi	Bentuk Asal	Kode	Nama Bentuk Lahan	Warna
Endogen dan Eksogen	Struktural 1	S1	Lembah Antiklin	Ungu
		S2	Lereng Homoklin	
Endogen dan Eksogen	Fluvial	F1	Dataran Alluvial	Hijau

**Tabel 3.6** Klasifikasi Satuan Bentangalam Van Zuidam (1985).

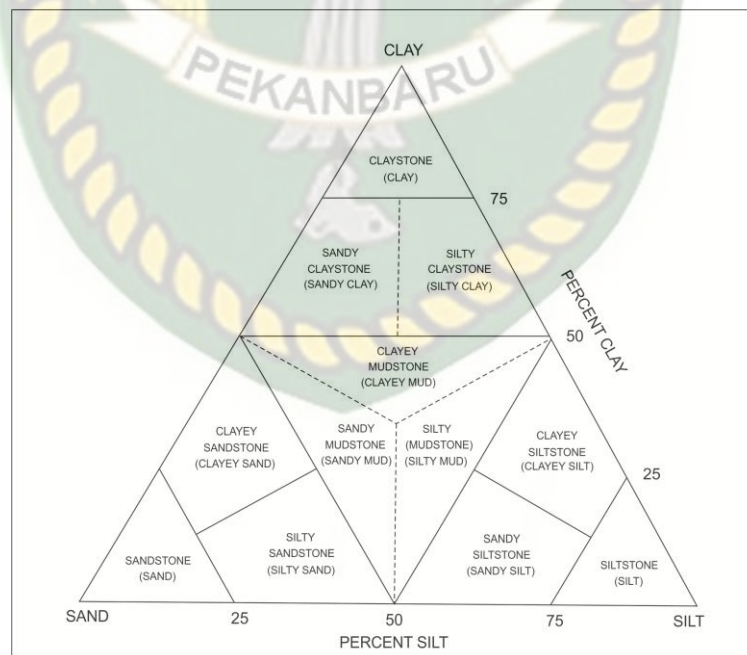
Bentuk Lahan	Simbol	Warna
Struktural	S	Ungu
Gunung api	V	Merah
Denudasional	D	Coklat
Laut	M	Biru Tua
Aluvial	F	Hijau
Angin	A	Kuning
Karst	K	Orange
Glisial	G	Biru Terang

### 3.5 Analisis Litologi

Analisis litologi yang dilakukan adalah berupa pengamatan dan deskripsi terhadap litologi atau batuan penyusun yang ditemukan pada saat pengambilan data di lapangan. Setelah itu, analisis lebih lanjut dilakukan analisis petrografis menggunakan sampel sayatan tipis guna menentukan kandungan mineral dari litologi penyusun.

#### 3.5.1 Analisis Petrografi

Adalah analisis melalui pengamatan mikroskopis meliputi deskripsi optik dan menentukan komposisi mineral penyusun batuan, analisis ini di gunakan sebagai acuan dalam penamaan suatu batuan. Langkah penamaan petrografis batuan adalah berdasarkan presentase komposisi mineral penyusun yang kemudian di plot pada klaisifikasi batuan sesuai dengan jumlah persentase mineral penyusun tersebut. Klasifikasi petrografis yang digunakan sebagai acuan dalam analisis ini adalah klasifikasi batuan sedimen berbutir halus (Picard, 1971).



**Gambar 3.1.** Klasifikasi batuan sedimen berbutir halus menurut Picard (1971).

### 3.6 Derajat Pelapukan

Pelapukan merupakan proses perubahan fisik batuan menjadi tanah (*soil*), proses pelapukan dapat disebabkan oleh proses fisik atau mekanik (disintegrasi) maupun oleh proses kimia (*decomposition*). Pada penelitian ini analisis derajat pelapukan yang digunakan adalah derajat pelapukan fisika. Proses pelapukan ini hanya terjadi perubahan fisik saja. Dari yang semula mempunyai bentuk tubuh batuan besar serta masif, hancur menjadi bentuk-bentuk lebih kecil (disintegrasi). (Tabel 3.7)

**Tabel 3.7** Derajat pelapukan batuan (Sadisun dkk., 1998).

Istilah	Derajat Pelapukan	Kode	Deskripsi
Batuan Segar	I	FR	Tidak ada tanda-tanda agregat mengalami pelapukan. Mungkin ada sedikit perubahan warna pada permukaan bidang lemah.
Lapuk Ringan ( <i>Slightly Weathered</i> )	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 ( <i>Moderately Weathered</i> )	III	MW	Kurang dari setengah agregat terdekomposisi dan atau terdisintegrasi menjadi tanah. Agregat mengalami perubahan warna yang jauh lebih kontras, hingga mencapai bagian yang lebih dalam.
Lapuk Tinggi ( <i>Highly Weathered</i> )	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 ( <i>Completely Weathered</i> )	V	CW	Seluruh massa agregat berubah menjadi tanah oleh dekomposisi kimia atau disintegrasi fisik. Struktur massa asli sebagian masih utuh.
Tanah Residu ( <i>Residual Soil</i> )	VI	RS	Seluruh agregat telah berubah menjadi tanah dimana kemas ( <i>fabric</i> ) agregat asal telah rusak.

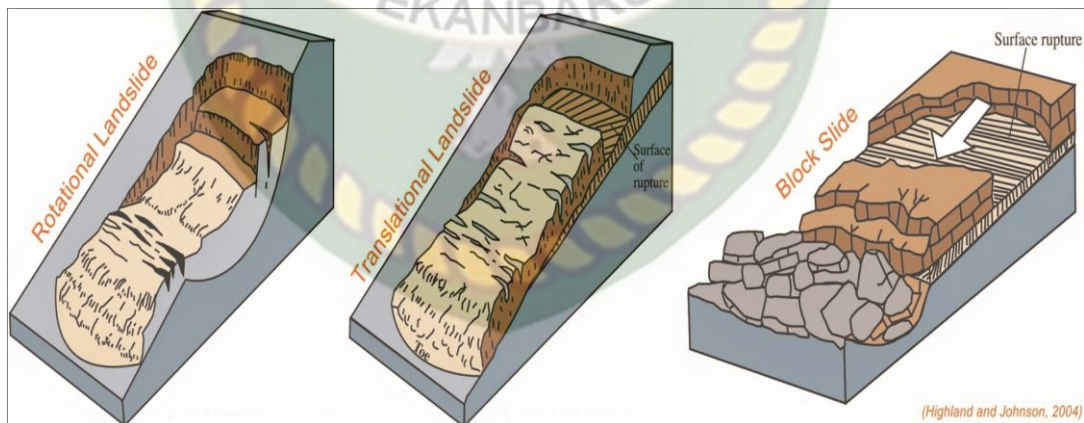
### 3.7 Analisis Klasifikasi Jenis Longsor Tanah

Berbagai jenis tanah longsor dapat di klasifikasikan dari bentuk kelongsoran dan jenis material longsor. Klasifikasi lainnya dapat menggabungkan variabel tambahan seperti tingkat gerakan dan air, udara, atau konten es (Varnes, 1978). menurut Highland and Johnson (2004), jenis-jenis tanah longsor dapat di klasifikasikan ke dalam lima tipe sebagai berikut :

#### 1. Keruntuhan Geser atau Longsor (*Sliding Faiures*)

Pada tipe ini pergerakan massa tanah di sebabkan lapisan tanah, dimana lapisan stabil berada di atas lapisan yang tidak stabil. Jenis-jenis longsor yang masuk dalam klasifikasi ini adalah :

- a. Longsor Rotasi, adalah pergerakan massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung ke atas dan pergerakan longsor secara umum berputar pada satu sumbu yang sejajar dengan permukaan tanah.
- b. Longsor Translasi, adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata dengan sedikit rotasi atau miring ke belakang.
- c. *Block Slide*, adalah pergerakan batuan yang hampir sama dengan longsor translasi, tetapi massa yang bergerak terdiri dari blok-blok yang koheren.



**Gambar 3.2** Jenis-Jenis Longsor Yang Masuk Ke Dalam Klasifikasi *Sliding Failures* (Highland and Johnson, 2004).

2. Runtuhan Batuan (*Fall Failures*)

Runtuhan jenis ini terjadi dalam waktu yang singkat dimana bongkahan batu jatuh dari lereng yang curam atau tebing, pemisahan terjadi disepanjang kekar dan perlapisan batuan. Gerakan dicirikan dengan terjun bebas, mental dan menggelinding. Sangat dipengaruhi oleh gravitasi, pelapukan mekanik dan keberadaan air pada batuan. Jenis longsor yang termasuk ke dalam klasifikasi ini adalah *rockfall*.



**Gambar 3.3** Jenis Longsor Yang Masuk Ke Dalam Klasifikasi Fall Failures. (Highland and Johnson, 2004).

3. Jatuhan (*Toppling Failures*)

Runtuhan (*topples*) dicirikan 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 batuan. Jenis longsor yang masuk kedalam klasifikasi ini adalah *Topples*.



**Gambar 3.4** Jenis Longsor Yang Masuk Ke Dalam Klasifikasi Toppling Failures (Highland and Johnson, 2004).



4. Aliran (*Flows Failures*)

Adalah longSORan material yang menuruni lereng dengan ukuran yang bervariasi mulai dari fragmen tanah halus sampai bongkah yang bercampur dengan air. Ada beberapa jenis longSORan tanah yang masuk ke dalam klasifikasi ini, antara lain :

a. Aliran Debris (*Debris Flow*)

Pada jenis longSOR ini material longSOR adalah campuran material-material berupa tanah lepas, betuan, bahan-bahan organik, udara, serta air yang membentuk massa material menjadi lebih cair. *Debris Flow* biasanya disebabkan oleh aliran permukaan air yang sangat intens, karena hujan lebat atau pencairan salju yang cepat, yang mengikis dan memobilisasi tanah gembur atau batuan pada lereng yang curam.

b. Aliran Bahan Rombakan (*Debris Avalanche*)

Merupakan jenis longSOR yang dengan aliran yang sangat cepat dan dalam massa yang besar.

c. Aliran Tanah (*Earth Flow*)

Memiliki pergerakan memanjang dari material halus atau batuan yang mengandung mineral lempung di lereng yang moderat dan dalam kondisi jenuh air, membentuk mangkuk atau sebuah depresi di bagian atasnya.

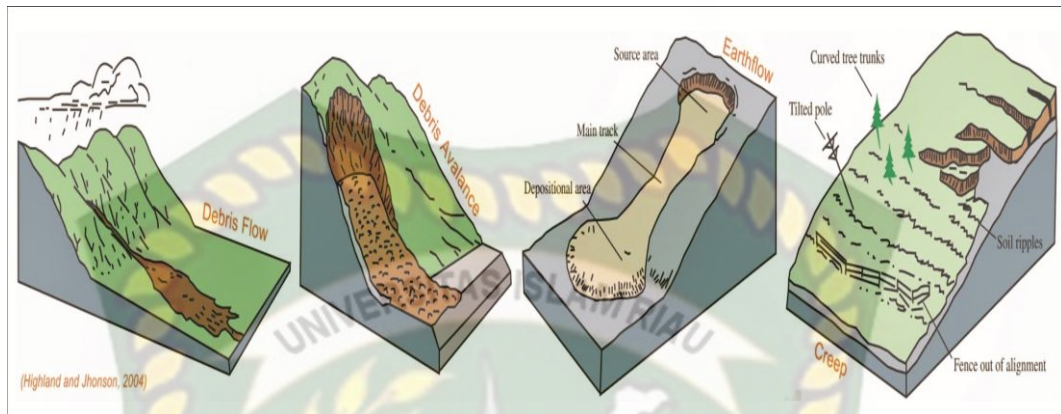
d. Aliran Lumpur (*Mudflow*)

Jenis pergerakan berupa aliran lumpur (hampir sama seperti *earth flow*) terdiri dari material yang cukup basah, mengalir cepat dan terdiri setidaknya 50% pasir, lanau dan partikel berukuran tanah liat.

e. Rayapan Tanah (*Creep*)

Perpindahan tanah atau batuan pada suatu lereng secara lambat dan stabil, gerakan ini disebabkan oleh *shear stress*. Rayapan tanah ditandai dengan adanya batang pohon yang melengkung, pagar atau dinding penahan yang bengkok dan adanya riak tanah kecil. Rayapan tanah pada umumnya terdiri dari

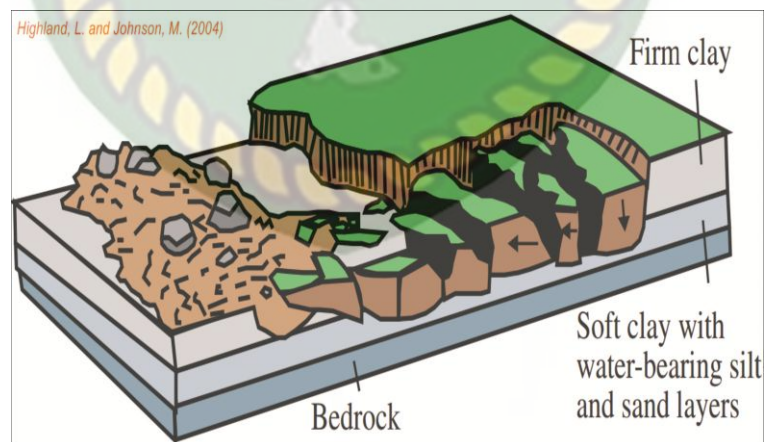
tiga jenis yaitu : *Seasonal*, gerakan yang berada di kedalaman tanah dipengaruhi oleh kelembapan dan suhu yang terjadi secara musiman.



**Gambar 3.5** Jenis-Jenis Longsor Yang Masuk Dalam Klasifikasi Flow Failures (Highland and Johnson, 2004).

#### 5. *Spreading Failures*

Umumnya terjadi pada lereng yang landai atau medan datar. Gerakan utamanya adalah ekstensi lateral yang di ikuti dengan retakan geser dan tarik. Longsoran ini terjadi karena likuifaksi karena kondisi material tanah yang jenuh air, lepas, serta daya lekat sedimen yang rendah sehingga menyebabkan kondisi tanah menjadi cair. Jenis longsoran yang masuk ke dalam klasifikasi *spreading failures* adalah jenis longsoran lateral.



**Gambar 3.6** Jenis Longsor Yang Masuk Dalam Klasifikasi Spreading Failures (Highland and Johnson, 2004).

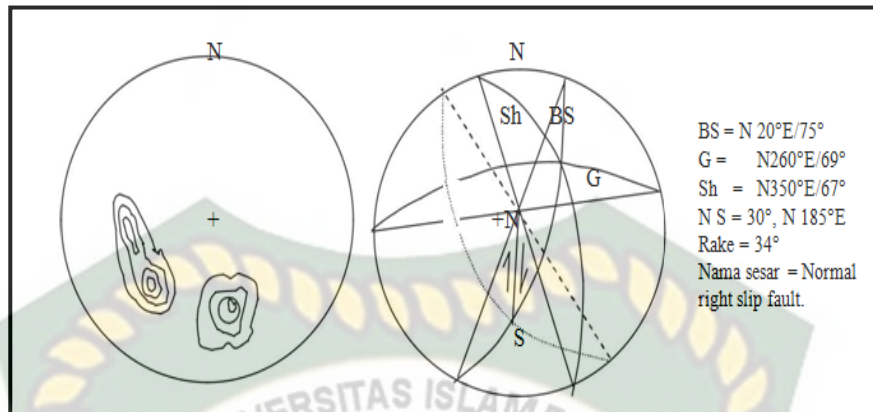
### 3.8 Analisis Struktur Geologi

Struktur batuan adalah kenampakan atau keadaan batuan, termasuk di dalamnya bentuk dan kedudukannya. Proyeksi stereografi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam analisis struktur geologi. Proyeksi stereografi adalah gambaran dua dimensi atau proyeksi dari permukaan sebuah bola sebagai tempat orientasi geometri bidang dan garis (Ragan, 1985).

Proyeksi stereografi dapat membantu dalam menganalisis struktur-struktur geologi dan permasalahan yang berhubungan dengan geometri struktur geologi. Misalnya untuk menginterpretasikan arah tegasan yang bekerja pada suatu area menggunakan perhitungan arah tegasan kekar yang dominan secara statistik, menginterpretasikan plunge dari sebuah lipatan, menginterpretasikan jenis sesar dari data kekar ataupun arah garis gores (*slicken line*) yang terdapat pada singkapan batuan yang ada dilapangan.

Berikut langkah langkah yang dilakukan dalam proyeksi stereografis :

1. Plot proyeksi kutub ke dua jenis kekar pada kalkir diatas polar equal area net.
2. Plot harga kerapatan dengan menghitung titik pada segi enam dari kalsbek accounting net.
3. Buat kontur dengan menggunakan angka data yang sama.
4. Hitung presentase kerapatan, yaitu seper data x 100%. Harga tertinggi dianggap kedudukan umumnya. Kemudian baca kedudukan pada jaring polar equal area net.
5. Tentukan arah umum breksiasi dengan diagram kipas (N20° E).
6. Plot pada data kekar dan arah breksiasi diatas wulf net, tentukan kedudukan net slip.



**Gambar 3.7** Stereogram hubungan antara jenis pergerakan sesar dengan kekar tarik, kekar gerus dan arah breksiasi.

### 3.9 Analisis Sifat Fisika Tanah

Suatu keruntuhan dapat terjadi berdasarkan adanya keadaan kritis yang berasal dari kombinasi tegangan normal dengan tegangan geser (Mohr, 1910). Kombinasi antara dua tegangan tersebut dapat dinyatakan dengan :

$$\tau = f(\sigma)$$

Dimana :

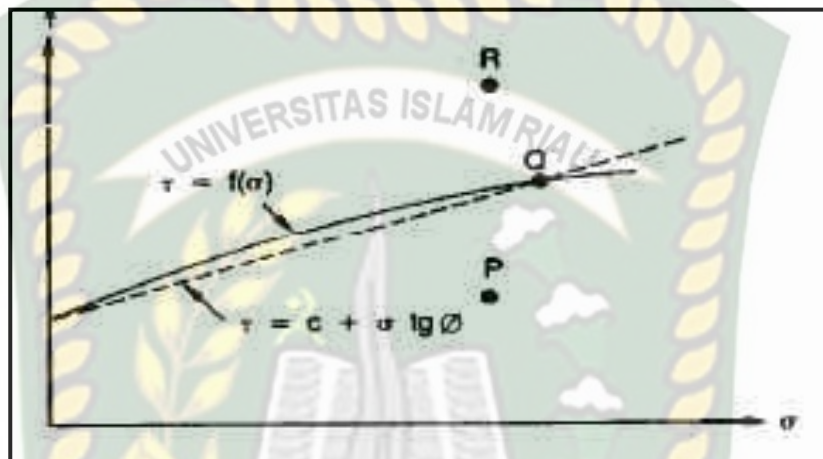
$\tau$  = tegangan geser (kN/m<sup>2</sup>)

$\sigma$  = tegangan normal

Tegangan geser tanah merupakan bentuk gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh :

1. Kohesi tanah merupakan nilai daya ikat antar butir partikel. Besaran nilai kohesi tergantung kepada jenis tanah dan kepadatannya.
2. Gesekan antar butir-butir tanah.

Mohr-Coulomb (1910) menggambarkan proses terjadinya keruntuhan dalam bentuk garis lurus. Jika kedudukan tegangan baru mencapai titik P maka keruntuhan tidak akan terjadi. Jika tegangan telah mencapai titi Q atau lebih maka akan terjadi keruntuhan, ini dikarenakan titik tersebut dinyatakan terletak pada garis kegagalan (Q). Ilustrasi grafik Mohr-Coloumb dapat dilihat pada (Gambar 3.8).



**Gambar 3.8** Grafik Mohr-Coulomb (1910).

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

Dimana :

$\tau$  = Tegangan (kuat) geser tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$c$  = kohesi tanah

$\varphi$  = sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek intern (derajat)

$\sigma$  = tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m<sup>2</sup>)

### 3.9.1 Metode Uji Geser Langsung (*Direct Shear Stress*)

Kekuatan geser tanah (*soil shear strength*) dapat di definisikan sebagai kemampuan maksimum tanah untuk bertahan terhadap usaha perubahan bentuk pada kondisi tekanan (*pressure*) dan kelembapan tertentu (Head,1982). Dalam uji geser langsung, kekuatan geser tanah diperoleh dengan cara menggeser contoh tanah yang diberi beban normal (N). Hubungan antara besarnya gaya geser (T) dan beban normal (N) dipresentasikan untuk menentukan parameter kohesi (c) dan sudut gesek dalam

(Ø). Untuk memperoleh hasil yang lebih akurat maka pengujian dilakukan minimal tiga kali dengan pembebanan normal yang berbeda-beda.

Kuat geser dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Tekanan efektif atau tekanan antar butir.
2. Kemampuan partikel atau kerapatan.
3. Saling keterkuncian antar partikel: partikel-partikel yang bersudut akan lebih saling terkunci dan memiliki kuat geser yang lebih tinggi  $\Phi$  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.

Dalam pelaksanaan uji geser langsung, dilakukan beberapa jenis perhitungan, yaitu :

1. Hitung tekanan normal ( $\sigma$ ) dan tegangan geser ( $\tau$ ) maksimum yang terjadi.
2. Gambar grafik hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser. Kemudian tentukan besaran nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ).
3. Besaran nilai kohesi ( $c$ ) di tentukan dari perpotongan antara garis linear dan ordinat pada tekanan normal ( $\sigma$ ) sebesar nol (0). Sedangkan sudut geser dalam ( $\phi$ ) ditentukan oleh sudut kemiringan antara garis linear yang menghubungkan titik-titik hasil pengujian dan garis sumbu horizontal.

$$\tau = c + \sigma \cdot \text{tg} \cdot \phi$$

Dimana :

- $\tau$  = kuat geser tanah (kN/m<sup>2</sup>).
- $c$  = kohesi tanah.
- $\phi$  = sudut geser dalam tanah atau sudut gesek intern (derajat).
- $\sigma$  = tegangan normal pada suatu bidang runtuh.



**Gambar 3.9** Alat uji geser langsung.



**Gambar 3.10** alat uji geser langsung.

Nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) yang di dapatkan dari analisis uji geser langsung selanjutnya di klasifikasikan ke dalam hubungan kelas kepadatan, kelas konsistensi dan kelas erodibilitas. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat fisika tanah yang telah dilakukan pengujian sebelumnya.

**Tabel 3.7** Hubungan Antara Kepadatan Dan Sudut Geser Dalam (Begemann, 1965).

KEPADATAN	SUDUT GESER DALAM( $\phi^\circ$ )
<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 3.8** Hubungan Antara Konsistensi Dengan Kohesi (Begemann, 1965).

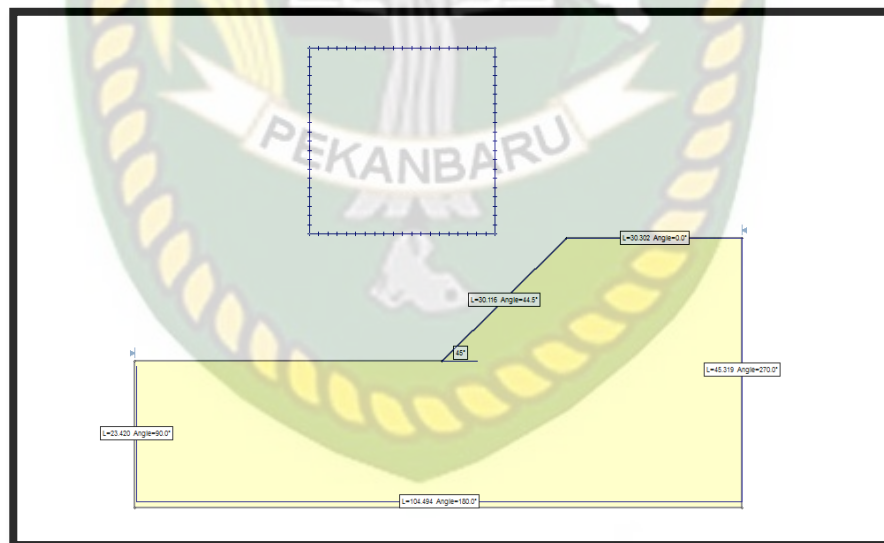
Konsistensi	Kohesi
<i>Very soft</i>	< 1.25
<i>Soft</i>	1.25– 2.50
<i>Medium stiff</i>	2.50– 5.00
<i>Stiff</i>	5.00 – 10.00
<i>Very stiff</i>	10.00– 20.00
<i>Hard</i>	> 20.00

**Tabel 3.9** 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

### 3.11 Faktor Keamanan Lereng

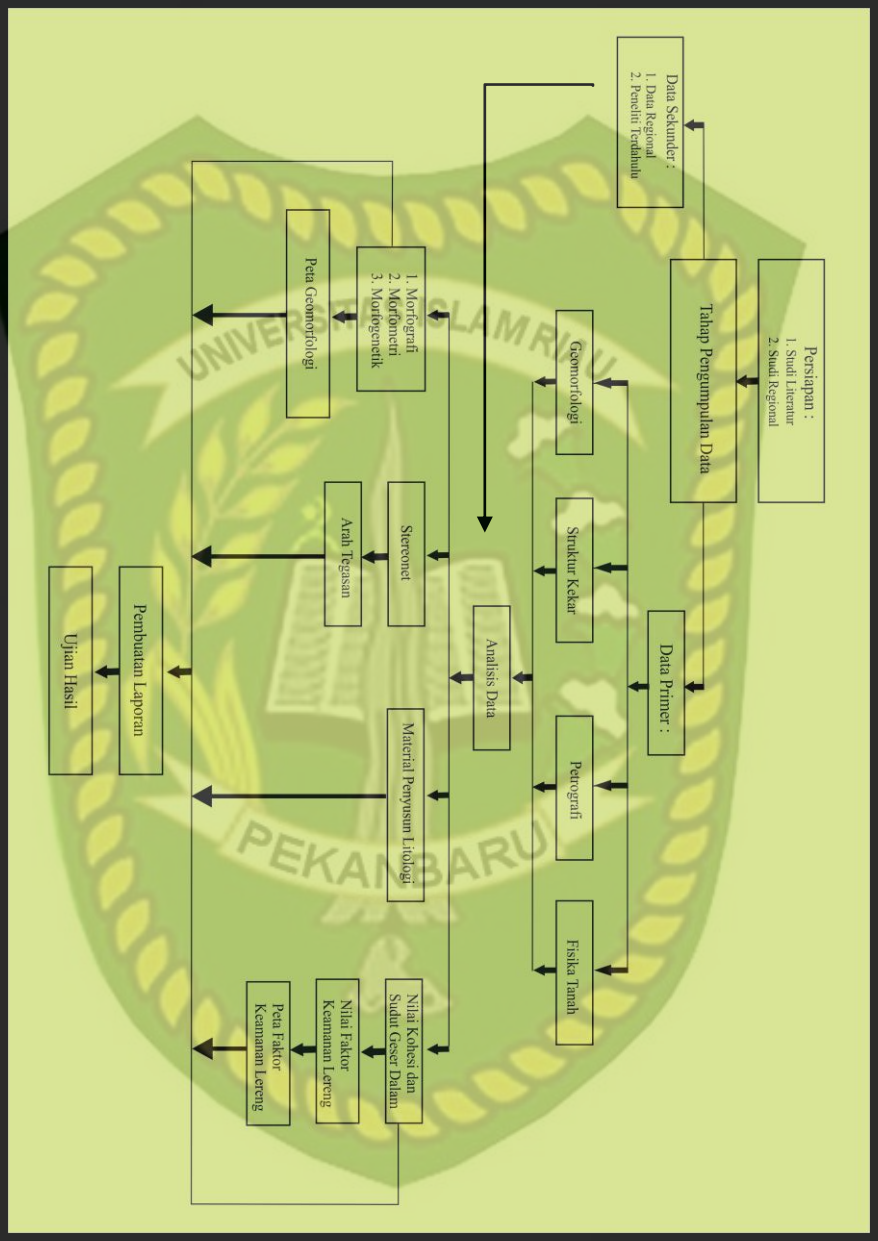
Dalam analisa faktor keamanan lereng digunakan program *software slide 6.0* dengan menggunakan metode *bishop*. Data-data yang dimasukan antara lain berat isi tanah, nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam, serta geometri lereng seperti tinggi dan lebar lereng. Data yang di input dalam program *software slide 6.0* adalah dimensi lereng, tinggi lereng, panjang lereng, sudut lereng dalam sumbu x dan y.



**Gambar 3.12** Input Volume Tanah, Kohesi dan Sudut Geser Dalam Analisis Faktor Keamanan Lereng Menggunakan Program *Software Slide 6.0*.



3.12 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.14 Bagan Alir Penelitian.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab hasil dan pembahasan akan menyajikan hasil interpretasi di lapangan, perhitungan dan analisis laboratorium dari pengambilan data-data lapangan. penyajian data dilakukan secara sistematis sesuai urutan analisis yang dilakukan. Dimulai dari analisis geomorfologi, analisis litologi, analisis jenis longsor, analisis struktur geologi, analisis sifat fisika tanah, uji geser langsung (*direct shear stress*) dan analisis faktor keamanan.

#### 4.1 Analisis Geomorfologi

Dalam analisis geomorfologi, penulis merujuk kepada tiga aspek yaitu aspek morfografi, aspek morfometri dan aspek morfogenetik. Dari aspek-aspek tersebut yang ditinjau adalah bentuk lahan (perbedaan ketinggian), pola pengaliran, relief lereng, litologi penyusun dan bentuk asal. Selanjutnya hasil analisis tersebut di jadikan acuan untuk menentukan satuan geomorfologi daerah penelitian.

##### 4.1.1 Morfografi

Morfografi daerah penelitian tersusun daratan, perbukitan, dan lembah. Berdasarkan perbedaan ketinggian, bentuk lahan (rupa bumi) daerah penelitian dibagi menjadi dua yaitu perbukitan rendah dengan elevasi 80-200mdpl dan perbukitan dengan elevasi 215-365mdpl. Pola pengaliran yang berkembang berjenis sub-denritik (Gambar 4.1), pola ini berkembang diatas litologi penyusun berupa batulempung dan batulanau dengan kekompakan agak keras hingga lunak. Selain itu perkembangan pola pengaliran sub-denritik daerah penelitian turut di pengaruhi oleh aktifitas struktur geologi, hal tersebut di ketahui dengan di temukannya struktur kekar pada litologi penyusun.

Dokumen ini adalah Arsip Milik :  
Perpustakaan Universitas Islam Riau



Gambar 4.1 Pola Aliran Sungai Sub-Denritik Daerah Penelitian.

#### 4.1.2 Morfometri

Berdasarkan analisis morfometri, daerah penelitian dapat di klasifikasikan kedalam dua kelas relief yaitu, satuan relief agak curam dengan persentase kemiringan 15%-28%, derajat kemiringan  $8,5^{\circ}$ - $16,2^{\circ}$  dan beda tinggi berkisar antara 80-200mdpl. Kelas relief yang ke dua adalah kelas relief curam dengan persentase kemiringan 30%-62%, derajat kemiringan  $16,7^{\circ}$ - $35^{\circ}$  dan memiliki beda tinggi antara 215m-365m.

#### 4.1.3 Morfogenetik

Morfogenetik atau bentuk asal daerah penelitian di tentukan berdasarkan intepretasi peta topografi, morfografi, morfometri dan dikorelasikan terhadap kenampakan yang ada di lapangan. dari hasil intepretasi tersebut, di tentukan bahwa daerah penelitian memiliki morfogenetik bentuk asal denudasional.

Morfogenetik bentuk asal denudasional daerah penelitian memiliki karakteristik topografi perbukitan rendah dan perbukitan serta terdapat lembah-lembah, memiliki kelas relief agak curam hingga curam. Pola pengaliran yang terdapat di daerah penelitian adalah sub-denritik yang mengalir di atas litologi penyusun yang di temukan berupa batulempung dan batulanau yang memiliki tingkat resistensi rendah terhadap pelapukan. Selain itu, tidak di temukannya struktur mayor memperkuat intepretasi bahwa bentuk asal daerah penelitian lebih dipengaruhi oleh proses denudasi (pengikisan).

#### 4.2 Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian

Dalam menentukan satuan geomorfologi diperlukan hasil analisa geomorfologi terhadap tiga aspek yaitu aspek morfografi, aspek morfometri dan aspek morfogenetik. Dari hasi analisa ketiga aspek tersebut maka didapatkan satuan geomorfologi lokasi penelitan dapan diklasifikasikan menjadi dua satuan geomorfologi, yaitu satuan geomorfologi perbukitan rendah agak curam denudasional dan satuan geomorfologi perbukitan curam denudasional.

#### 4.2.1 Satuan Geomorfologi Perbukitan Rendah Denudasional

Karakteristik satuan ini adalah bentuk rupa bumi perbukitan rendah dengan elevasi 80-200mdpl, pola pengaliran sungai sub-denritik, memiliki kelas relief agak curam dengan persentase kemiringan 15%-28%, derajat kemiringan  $8,5^{\circ}$ - $16,2^{\circ}$ , dicirikan oleh pola kontur yang memanjang dan renggang. Litologi penyusun batulanau dan Batulempung. Bentuk asal lahan pada satuan ini adalah bentuk asal denudasional. Satuan geomorfologi ini tersebar pada bagian barat, baratdaya hingga ke selatan dan terdapat pada sebagian di timurlaut dengan persentase sebaran 60%. (Gambar 4.2).



**Gambar 4.2** Foto Geomorfologi Satuan Perbukitan Agak Curam Denudasional Daerah Penelitian.

#### 4.2.2 Satuan Geomorfologi Perbukitan Curam Denudasional

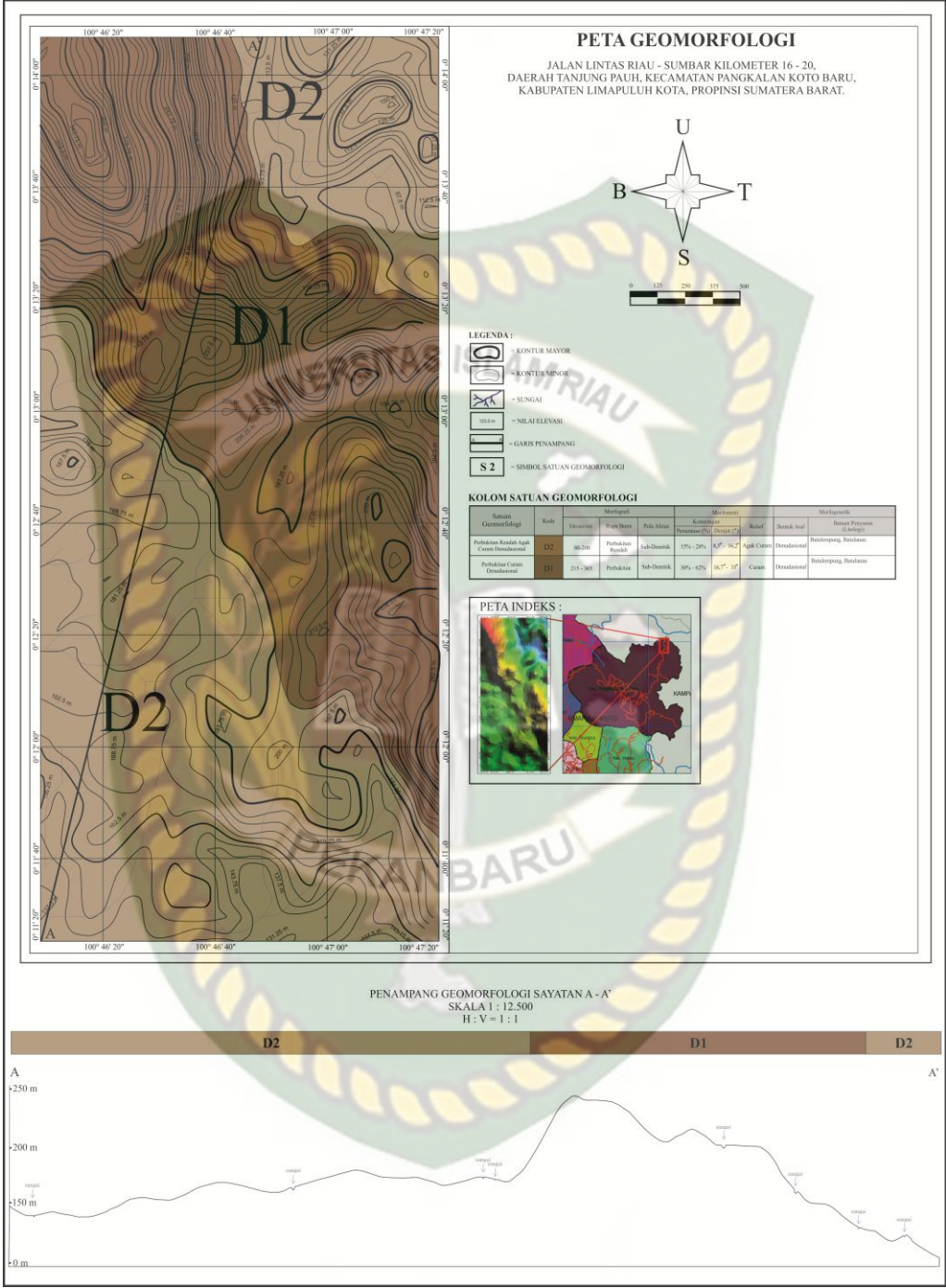
Satuan ini memiliki karakteristik perbukitan elevasi 215-365mdpl, pola pengaliran sungai sub-denritik, kelas relief yang ke dua adalah kelas relief curam dengan persentase kemiringan 30%-62%, derajat kemiringan  $16,7^{\circ}$ - $35^{\circ}$  dan memiliki beda tinggi antara 215m-365m. Ciri-ciri kontur memanjang dan rapat. Litologi

penyusun satuan ini adalah batulempung. Morfogenetik satuan ini memiliki bentuk asal denudasional. Sebaran satuan jenis ini meliputi bagian utara, barat laut yang memanjang ke bagian tenggara hingga ke timur dengan persentase sebaran 40%. (Gambar 4.3).



**Gambar 4.3** Satuan Geomorfologi Perbukitan Curam Denudasional Daerah Penelitian.

Berdasarkan hasil analisis aspek-aspek geomorfologi tersebut, di hasilkan peta geomorfologi daerah penelitian. Dapat dilihat pada (Gambar 4.4).



Gambar 4.4 Peta Geomorfologi Daerah Penelitian.

### 4.3 Analisis Litologi

Analisis litologi yang digunakan adalah deskripsi fisik terhadap litologi penyusun. Objek pengambilan deskripsi adalah litologi penyusun lereng yang mengalami longsoran. Selain deskripsi makroskopis, dilakukan analisis mikroskopis (petrografi) untuk mengetahui komposisi mineral penyusun litologi. Dari pengamatan tersebut di dapatkan bahwa jenis litologi daerah penelitian terdiri atas batulanau dan batulempung.

#### 4.3.1 Batulanau

Litologi batulanau daerah penelitian memiliki deskripsi makroskopis warna segar putih kekuningan, warna lapuk kuning kecoklatan, pemilahan baik, besar butir lanau, kebundaran *sub-rounded*, kekompakan dapat diremas-lunak, permeabilitas buruk. Pelapukan litologi ini di golongan ke dalam kelas lapuk sedang hingga lapuk tinggi. Hal tersebut di cirikan dari keadaan litologi yang hampir sebagian materialnya telah mengalami dekomposisi menjadi tanah, sehingga menyebabkan litologi menjadi material yang heterogen dan bersifat lepas (*loose*). (Gambar 4.5)



**Gambar 4.5** Singkapan Batulanau St 01 Daerah Penelitian.



Berdasarkan analisis mikroskopis terhadap salah satu sampel litologi batulanau, di dapatkan deskripsi optik pada posisi nikol sejajar (PPL) memiliki kenampakan warna abu-abu kecoklatan, posisi nikol silang (XPL) kenampakan warna putih, kuning kecoklatan (*colorless*). Komposisi mineral penyusun yang di temukan saat pengamatan terdiri atas 85% lanau, 5% pasir dengan ukuran 0,02 mm dan 10% lempung dengan hasil penamaan petrografis menurut Picard (1971), nama petrografis dari litologi ini adalah *siltstone*. Foto petrografis dapat dilihat pada (Gambar 4.6).



**Gambar 4.6** Foto Petrografis Litologi Batulanau St.04 Daerah Penelitian.

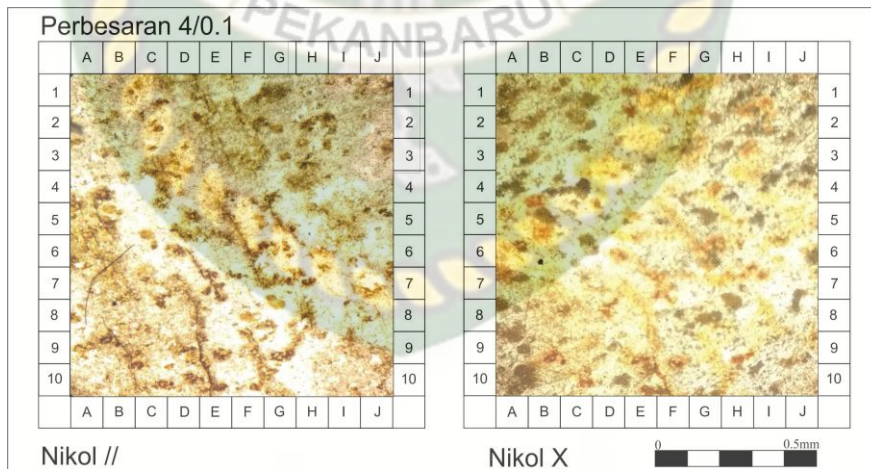
### 4.3.2 Batulempung

Litologi Batulempung daerah penelitian dengan deskripsi makroskopis warna lapuk kuning merah kecoklatan, warna segar abu-abu kekuningan, ukuran butir lempung, pemilahan *well sorted*, tingkat kebundaran *sub-Rounded*, kemas tertutup, tingkat kekompakan keras hingga dapat diremas, permeabilitas buruk. Tingkat pelapukan pada litologi ini tergolong ke dalam kelas lapuk sedang hingga lapuk tinggi. Hal tersebut karena berdasarkan karakteristik litologi hampir setengah agregat sudah mengalami dekomposisi dengan material lain yang menyebabkan litologi menjadi material yang heterogen dan bersifat lepas (*loose*). (Gambar 4.7).

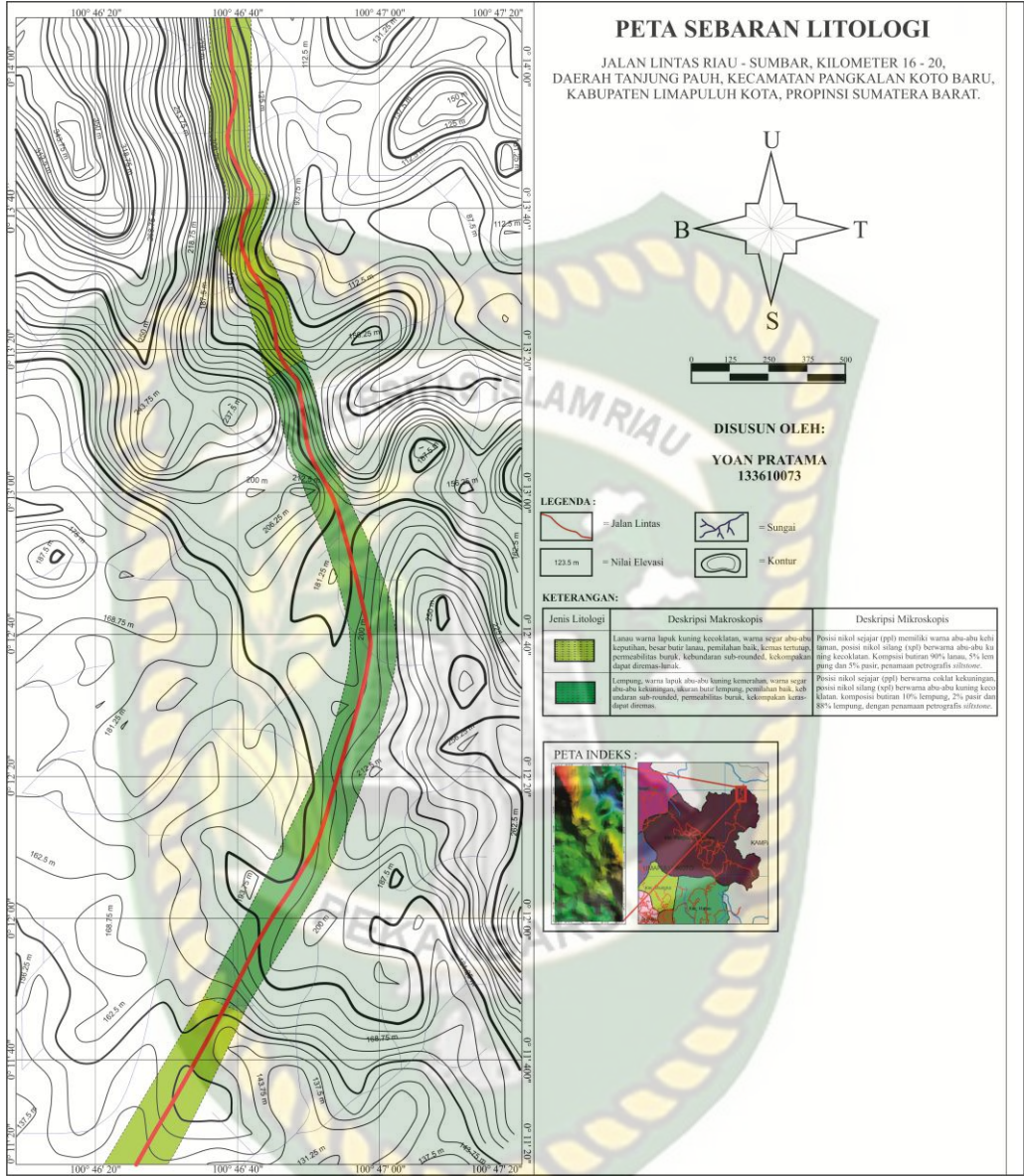


**Gambar 4.7** Singkapan Batulempung St 05 Daerah Penelitian.

Berdasarkan analisis mikroskopis terhadap sampel batulempung lokasi penelitian, pemerian petrografis berupa warna sayatan pada posisi nikol sejajar (PPL) putih, kuning kecoklatan, warna pada posisi nikol silang (XPL) abu-abu kuning kecoklatan. Komposisi mineral terdiri atas 2% pasir, 10% lempung dan 88% lanau dengan hasil penamaan petrografis (Picard, 197) adalah *siltstone*. (Gambar 4.8)



**Gambar 4.8** Foto Petrografis Batulempung St.09 Daerah Penelitian.



Gambar 4.9 Peta Sebaran Litologi Daerah Penelitian Jalan Lintas Riau Sumbar Kilometer 16-20, Desa Tanjung Pauh, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Limapuluh Kota Propinsi Sumatra Barat.

#### 4.4 Analisis Jenis Longsor

Analisis jenis longsor dilakukan pengamatan langsung terhadap lereng longsor yang ada di daerah penelitian. Penentuan jenis longsor dilakukan dengan cara mengamati kondisi fisik lereng, bentuk material jatuhan, hingga proses yang mempengaruhi terjadinya longsor.





##### 4.4.1 Longsoran Rotasi (*Rotational Landslide*)

Longsoran rotasi yang terjadi di daerah penelitian, (Gambar 4.10) memiliki karakteristik bidang longsor berbentuk cekung ke atas, dengan pergerakan longsor terjadi pada bagian badan (*body*) dari lereng. Pergerakan longsor jenis ini berada searah dengan bidang longornya, material longsor yang di jumpai di antaranya adalah litologi penyusun lereng serta material rombakan seperti tanah dan vegetasi. Berdasarkan hasil pengamatan, proses terjadinya longsor di akibatkan oleh pelapukan pada bagian lereng dan adanya pembebanan yang berasal dari vegetasi. Pola longsoran rotasi pada umumnya berarah Baratlaut-Tenggara.



**Gambar 4.10** Longsoran Rotasi Stasiun 10 Daerah Penelitian.

**Tabel 4.1** Longsoran Rotasi Daerah Penelitian.

NO	FOTO	DESKRIPSI
ST 04	<p>( 00° 11'35.39" N / 100° 46'31.78" E )</p> 	<p>Dimensi lereng P=20m, L=15m, T=22m. kecuraman 45°. Litologi penyusun batulempung. Indikasi longsor pelapukan. Material longsor adalah lempung dan bahan rombakan lain.</p>
ST 01	<p>( 00°13'31.03" N / 100°46'42.44" E )</p> 	<p>Dimensi lereng P=30m, L=15m, T=12m, kecuraman 30°. Indikasi longsor : kegagalan terhadap penahan lereng dan pelapukan. Material longsor adalah lempung dan lanau, tanah dan material rombakan lainnya.</p>
ST 03	<p>( 00°13'36.00" N / 100°46'4040" E )</p> 	<p>Dimensi lereng P=30m, L=15m, T=15m, kecuraman 80°. Indikasi longsor karena kegagalan terhadap penahan lereng dan pelapukan litologi penyusun lereng. Material longsor berupa lempung, tanah, vegetasi dan material rombakan lainnya.</p>
ST 07	<p>( 00°13'57.55" N / 100°46'41.08" E )</p> 	<p>Dimensi lereng P=20m, L=15m, T=20m, kecuraman 40°. Material longsor berupa lempung dan lanau serta material rombakan lainnya. Indikasi longsor karena intensitas hujan yang tinggi dan pelapukan.</p>



#### 4.4.2 Aliran Puing (*Earth Flow*)

Tanah longsor jenis aliran puing memiliki karakteristik berupa bidang longsor yang terdapat pada bagian kepala (*head*) lereng, selain itu pada bagian kaki lereng tempat material jatuhan longsor membentuk seperti sebuah mangkuk. Berdasarkan pengamatan, aliran puing yang terjadi di daerah penelitian (Gambar 4.11) memiliki deskripsi berupa bidang longsor yang berada pada bagian kepala lereng, membawa material longsor berupa puing-puing yang berasal dari litologi penyusun lereng. pada bagian kaki lereng, material longsor membentuk seperti mangkuk. Indikasi longsor yang di temukan di antaranya pelapukan litologi penyusun lereng, tekanan air atau curah hujan dan terdapatnya strktur berupa kekar. Peran tekanan air pada terjadinya longSORan ini adalah sebagai penyebab meningkatnya tekanan pada tubuh lereng yang tersusun atas litologi yang lapuk, sedangkan struktur kekar berpesar sebagai celah untuk air masuk ke dalam tubuh lereng.



**Gambar 4.11** Aliran Puing Satasiun 05 Daerah Penelitian.

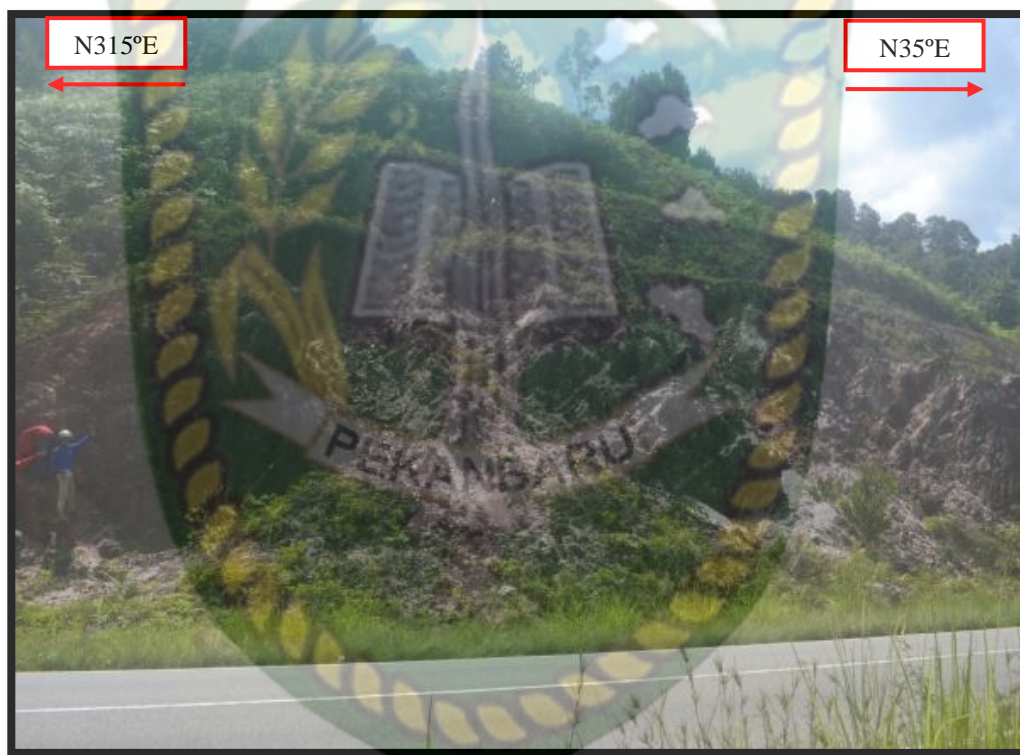
**Tabel 4.2** Jenis Longsor Aliran Puing (*Earth Flow*) Daerah Penelitian.

NO	FOTO	DESKRIPSI
ST 02	<p>( 00°13'34.00" N / 100°46'40.24" E )</p> 	Dimensi lereng P=15m, L=10m, T=18m kecuraman 80°. Material longsor hancuran litologi penyusun lereng, indikasi pelapukan, tekanan air, morfologi lereng terlalu curam.
ST 13	<p>( 00°12'00.00" N / 100°46'44.70" E )</p> 	Dimensi lereng longsor P=9m, L=13, T=10 kecuraman 40°. Material longsor litologi penyusun lereng, material campuran tanah dan vegetasi. Indikasi longsor pelapukan litologi penyusun lereng dan pembebanan yang berasal dari tekanan air dan vegetasi.

#### 4.4.3 Aliran Debris (*Debris Flow*)

Aliran debris adalah salah satu jenis longsor dengan tipe longsorannya berupa aliran (*flow*). Memiliki karakteristik material jatuhan berupa bahan rombakan seperti batuan, tanah, vegetasi, dan air. Karakteristik dari material jatuhan tersebut cenderung bersifat basah, hal tersebut dikarenakan longsor jenis ini biasanya di sebabkan oleh aliran pada permukaan lereng yang intens sehingga dapat memicu penggemburan tanah dan membentuk bidang gelincir pada tubuh lereng.

Longsor aliran puing yang terjadi di daerah penelitian (Gambar 4.12) memiliki karakteristik lereng dengan bidang longsor pada bagian badan (*body*) lereng, kelas pelapukan pada lereng ini tergolong tinggi karena berdasarkan pengamatan, litologi penyusun lereng telah terdekomposisi menjadi tanah. Material jatuhan pada longsor ini adalah bahan rombakan yang berasal dari litologi penyusun lereng, tanah, vegetasi dan air. Indikasi longsor yang di temukan adalah pelapukan dan tekanan air permukaan yang berasal dari tingginya intensitas hujan, hal tersebut di buktikan dari kondisi material jatuhan yang basah.



**Gambar 4.12** Aliran Debris Stasiun 06 Kawasan Penelitian.



**Tabel 4.3** Jenis Longsor Aliran Debris (*Debris Flow*) Daerah Penelitian.

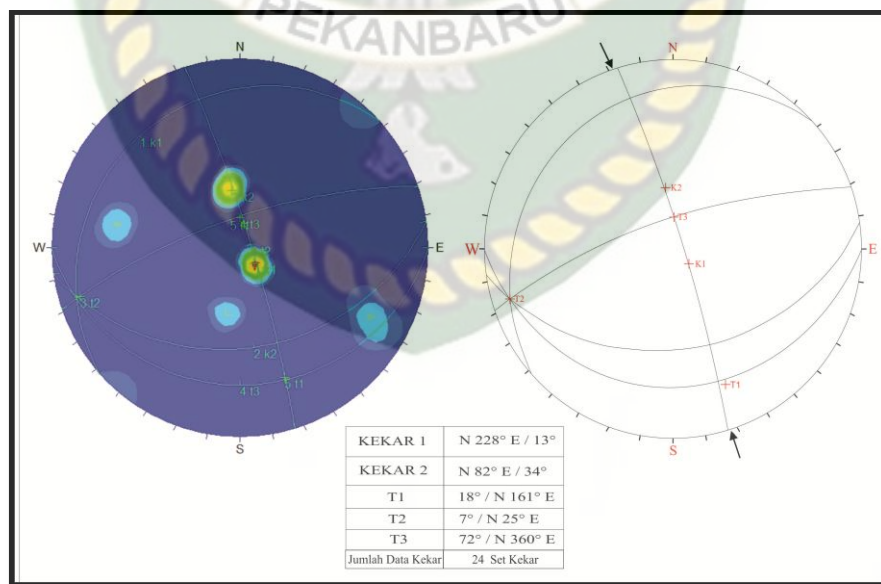
NO	FOTO	DESKRIPSI
ST 11	<p>( 00° 12'13.94" N / 100°46'53.32" E )</p>	<p>Dimensi lereng longsor P=17m, L=8m, T=8m, kecuraman 45°. Material longsor litologi penyusun lereng berupa tanah, lanau, vegetasi dll. Indikasi pembebanan dari vegetasi, air permukaan (hujan).</p>
ST 08	<p>( 00°13'21.84" N / 100°46'42.10" E )</p>	<p>Dimensi lereng P =20m, L =10m, T =12m, kecuraman 45°. Material longsor lempung berwarna kecoklatan serta membawa material rombakan penyusun lereng lainnya. Longsoran ini terindikasi oleh intensitas hujan yang tinggi.</p>
ST 09	<p>( 00°13'17.66" N / 100°46'43.24" E )</p>	<p>Dimensi longsor P=5m, L=4m, T=12m, kecuraman 80°. Material bahan rombakan penyusun lereng. Indikasi longsor adalah tingginya tekanan air terhadap lereng dan kegagalan terhadap mitigasi lereng tersebut.</p>
ST 12	<p>( 00°11'35.39" N / 100°46'31.78" E )</p>	<p>Dimensi lereng P=15m, L=7m, T=8m, tingkat kecuraman lereng 40°. Material longsor bahan rombakan penyusun lereng. Indikasi curah hujan dan pelapukan.</p>

## 4.5 Analisis Struktur Geologi

Jenis struktur geologi yang di analisis pada sub-bab ini adalah struktur geologi berupa kekar yang data kekarnya di catat dari beberapa stasiun saat tahap pengambilan data lapangan. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menentukan arah tegasan yang bekerja dalam pembentukan struktur tersebut dan menginterpretasikan bentuk pengaruh dari struktur kekar terhadap kejadian tanah longsor di daerah penelitian.

### 4.5.1 Kekar Stasiun 1

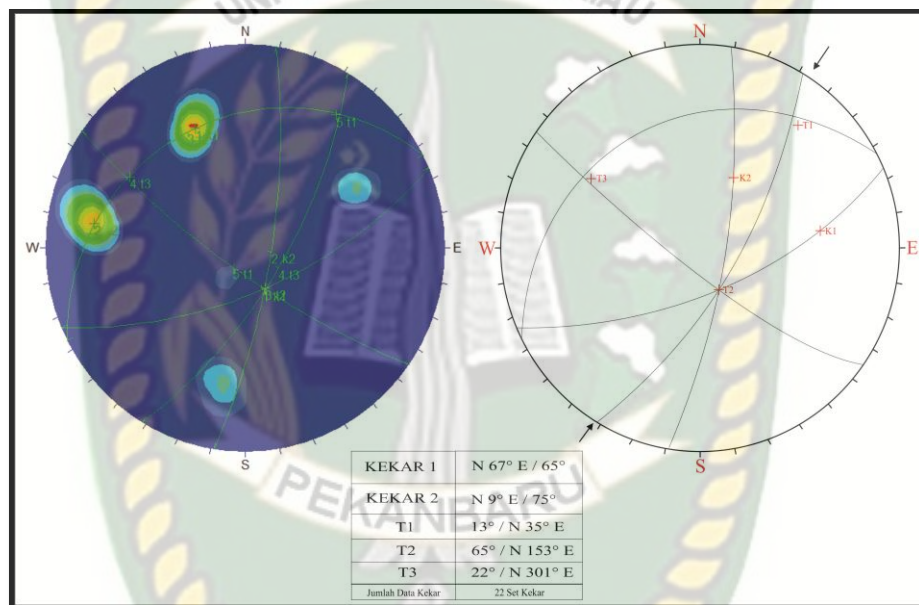
Kekar stasiun 1 terdapat dari jenis litologi batulanau, pengambilan data dilakukan terhadap beberapa set kekar. Setelah itu dilakukan rekonstruksi terhadap data-data kekar, dari hasil rekonstruksi diperoleh bacaan dengan bidang *conjugate joint* kekar 1 N 228° E / 13°, kekar 2 N 82° E / 34°, dengan nilai  $\sigma_1 = 18^\circ / N 161^\circ E$ ,  $\sigma_2 = 7^\circ / N 25^\circ E$ ,  $\sigma_3 = 72^\circ N / 360^\circ E$ . Berdasarkan berdasarkan hasil rekonstruksi, diperoleh bahwa arah tegasan utama yang bekerja pada analisis kekar stasiun 1 relatif mengarah Baratlaut-Tenggara. Arah tegasan tersebut di intepretasikan sebagai arah yang terbentuk saat fase kompresi pada kala Plio-Plistosen. (Gambar 4.13).



Gambar 4.13 Analisis Streonet Kekar Stasiun 1.

#### 4.5.2 Kekar Stasiun 5

Data kekar berasal dari litologi Batulanau, setelah melakukan rekonstruksi stereografi diperoleh bacaan kekar dengan arah bidang *conjugate joint* kekar 1 : N 67° E / 65°, kekar 2 : N 9° E / 75°, dengan bacaan  $\sigma_1$  : 13° / N 35° E,  $\sigma_2$  : 65° / N 153° E,  $\sigma_3$  : 22° / N 301° E. Maka dari rekonstruksi kekar, di dapatkan bahwa arah tegasan utama dari stasiun 5 relatif berarah Timurlaut-Baratdaya. Arah tegasan tersebut di intepretasikan sebagai arah tegasan yang bekerja saat fase ekstensif pada kala Eosen-Oligosen. (Gambar 4.14)



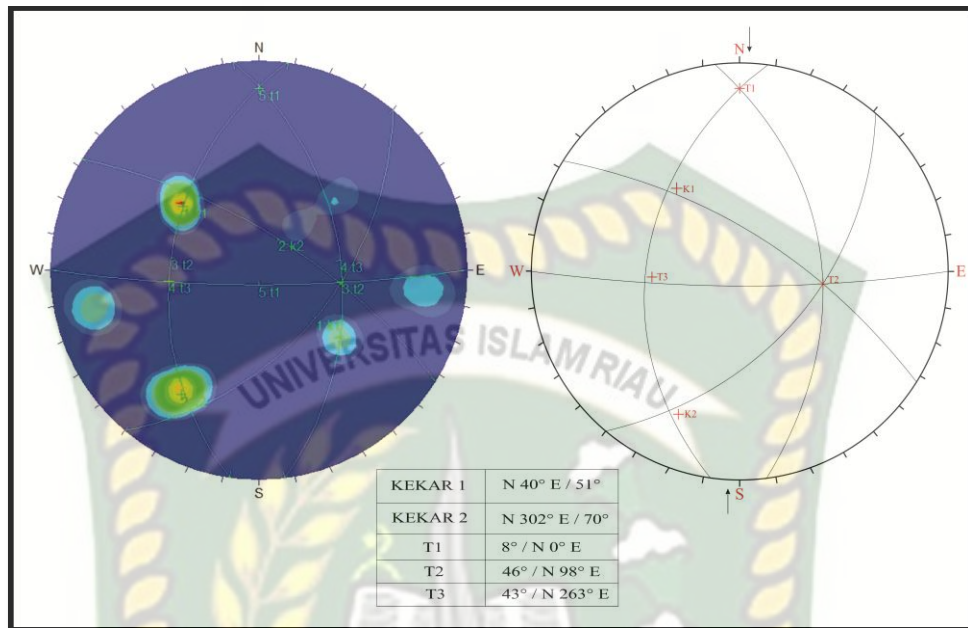
**Gambar 4.14** Analisis Streonet Kekar Stasiun 5.

#### 4.5.4 Analisa Kekar Stasiun 10

Data kekar pada stasiun 10 di dapat dari litologi Batulempung, hasil analisis stereografi di peroleh bacaan kekar dengan arah bidang *conjugate joint* kekar 1: N 40° E / 51° E, kekar 2 : N 302° E / 70° dengan bacaan  $\sigma_1$  : 8° / N 0° E,  $\sigma_2$  46° / N 98° E,  $\sigma_3$  : 43° / N 263° E. Maka dari hasil rekonstruksi yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa arah tegasan utama yang bekerja pada stasiun 10 adalah Utara-Selatan.

Arah tegasan tersebut di intepretasikan sebagai arah yang terbentuk saat fase

kompresi pada kala Plio-Plistosen. (Gambar 4.15)



**Gambar 4.15** Analisa Streonet Kekar Stasiun 10.

#### 4.6 Analisis Sifat Fisika Tanah

Jenis analisis yang dilakukan adalah Uji Geser Langsung (*direct shear stress*). Pengujian dilakukan terhadap lima sampel terganggu (*disturbed*) yang berasal dari sampel stasiun 1,3,5,10 dan 13 dari total keseluruhan stasiun yang ada.

#### 4.7 Uji Geser Langsung (*Direct Shear Stress*)

Analisis uji geser langsung (*direct shear stress*) dilakukan pada sampel tanah adalah untuk mendapatkan nilai kohesi (C) dan sudut friksi ( $\Theta$ ) atau sudut geser dalam. Di pilih lima sampel stasiun yang mewakili dari keseluruhan jumlah stasiun, mewakili bagian utara, tengah dan selatan daerah penelitian yaitu sampel dari stasiun 1, stasiun 3, stasiun 5, stasiun 10 dan stasiun 13.

Mekanisme pengujian yang di pakai pada tiap sampel adalah dengan 3 kali pengujian dengan metode pembebanan pada pengujian pertama seberat 3kg, pengujian ke dua seberat 6kg dan pengujian ke tiga seberat 12kg.

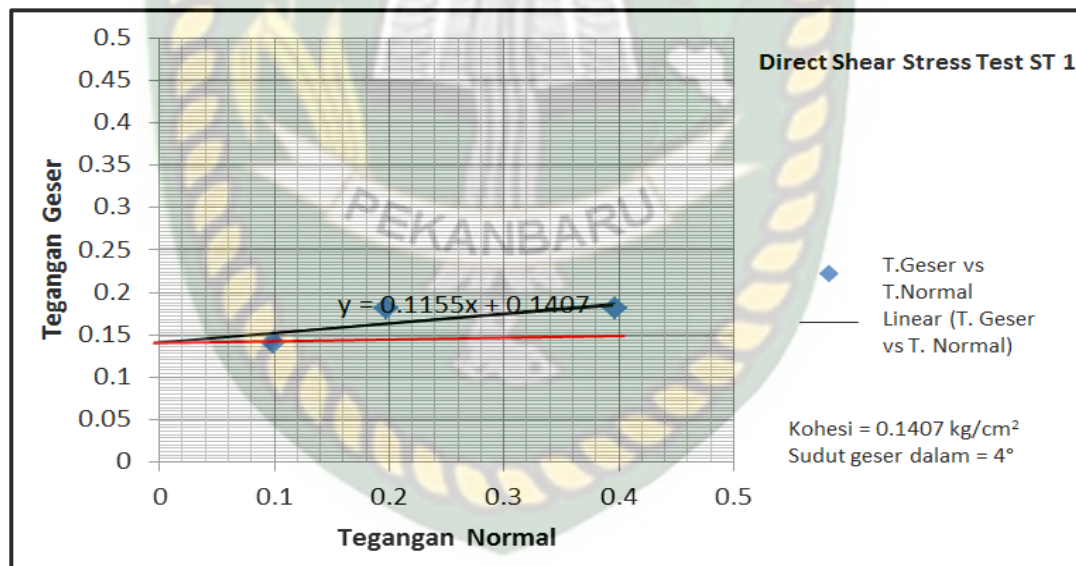
Penentuan nilai kohesi di dapatkan dari nilai tegangan geser ( $\tau$ ) maksimum yang terendah di antara tiga hasil pengujian tersebut, sementara nilai sudut geser

dalam di dapatkan dari sudut yang terbentuk antara garis nilai kohesi dan garis tegangan geser pada titik maksimum dari nilai tegangan geser pengujian ke tiga yang selanjutnya di plot pada grafik.

Hasil analisis nilai kohesi dan sudut geser dalam tersebut selanjutnya di klasifikasikan untuk menentukan sifat fisika tanah pada tiap-tiap sampel uji, sifat fisika tanah yang dimaksud adalah erodibilitas, konsistensi dan kepadatan.

#### 4.7.1 Uji Geser Langsung Stasiun 1

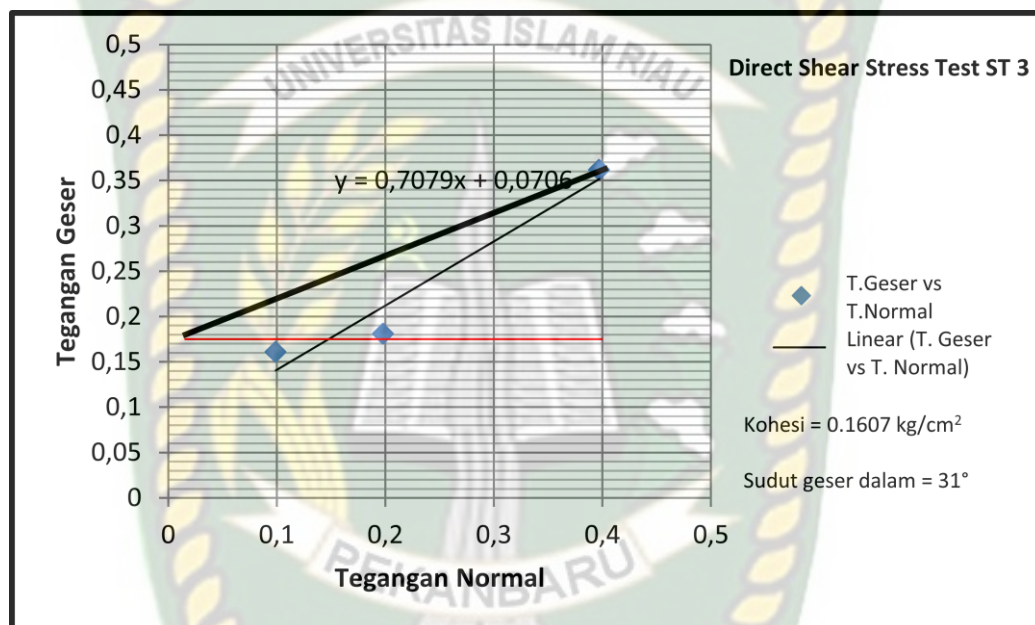
Dari hasil uji geser langsung sampel stasiun 1 di laboratorium, di dapatkan nilai kohesi dari tegangan geser maksimum pada pengujian pertama dengan nilai kohesi (c) = 0.1407kg/cm<sup>2</sup>. Pada pengujian ke tiga, tegangan geser maksimum yang di peroleh adalah 0.1808kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan plotting pada grafik (Gambar 4.16) sudut geser dalam yang terbentuk sebesar 4°.



Gambar 4.16 Grafik Menunjukkan Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 1.

#### 4.7.2 Uji Geser Langsung Stasiun 3

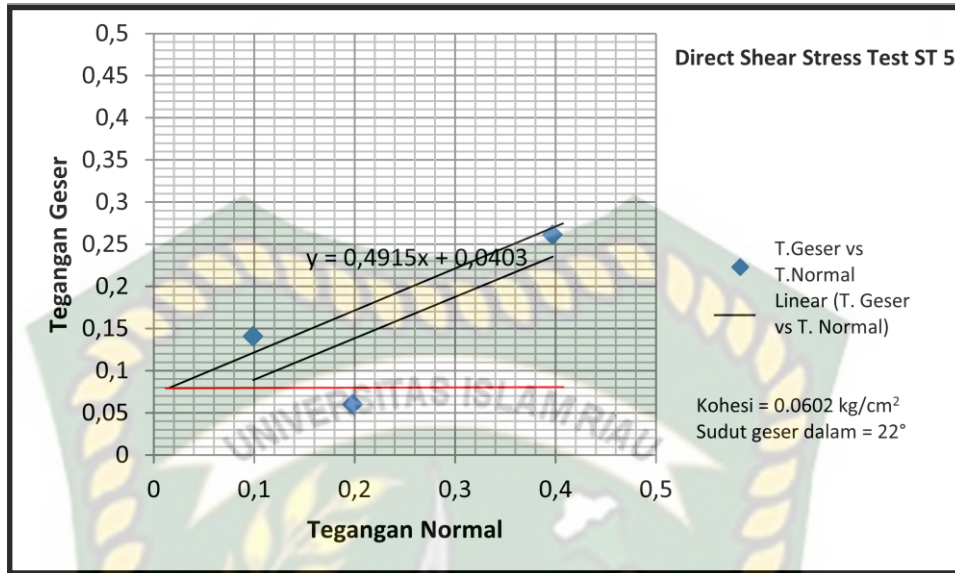
Dari hasil uji geser langsung sampel stasiun 3 di laboratorium, di dapatkan nilai kohesi dari tegangan geser maksimum pada pengujian pertama dengan nilai kohesi ( $c$ ) = 0.1607kg/cm<sup>2</sup>. Pada pengujian ke tiga, tegangan geser maksimum yang di peroleh adalah 0.3616kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan plotting pada grafik (Gambar 4.17) sudut geser dalam yang terbentuk sebesar 31°.



Gambar 4.17 Grafik Menunjukkan Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 3.

#### 4.7.3 Uji Geser Langsung Stasiun 5

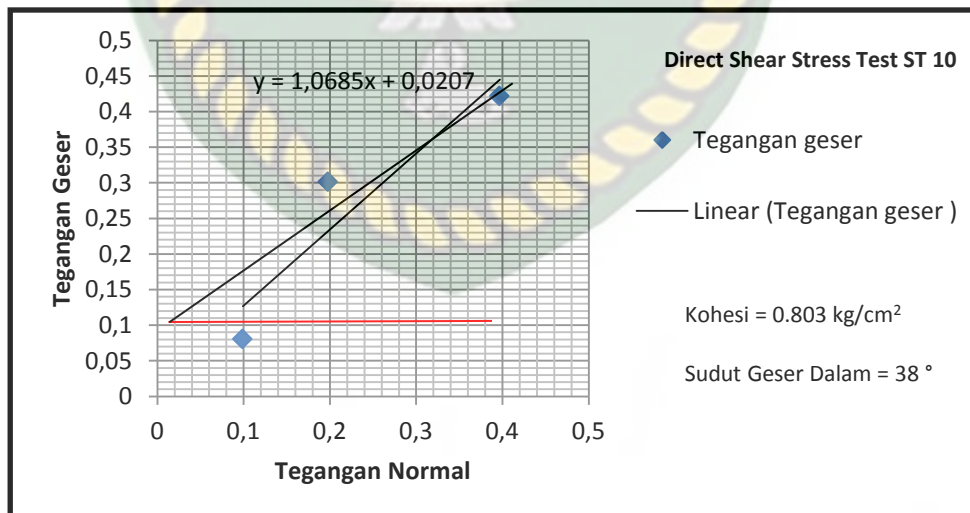
Dari hasil uji geser langsung sampel stasiun 5 di laboratorium, di dapatkan nilai kohesi dari tegangan geser maksimum pada pengujian ke dua dengan nilai kohesi ( $c$ ) = 0.0602kg/cm<sup>2</sup>. Pada pengujian ke tiga, tegangan geser maksimum yang di peroleh adalah 0.2611kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan plotting pada grafik (Gambar 4.18) sudut geser dalam yang terbentuk sebesar 22°.



**Gambar 4.18** Grafik Menunjukkan Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 5.

#### 4.7.4 Uji Geser Langsung Stasiun 10

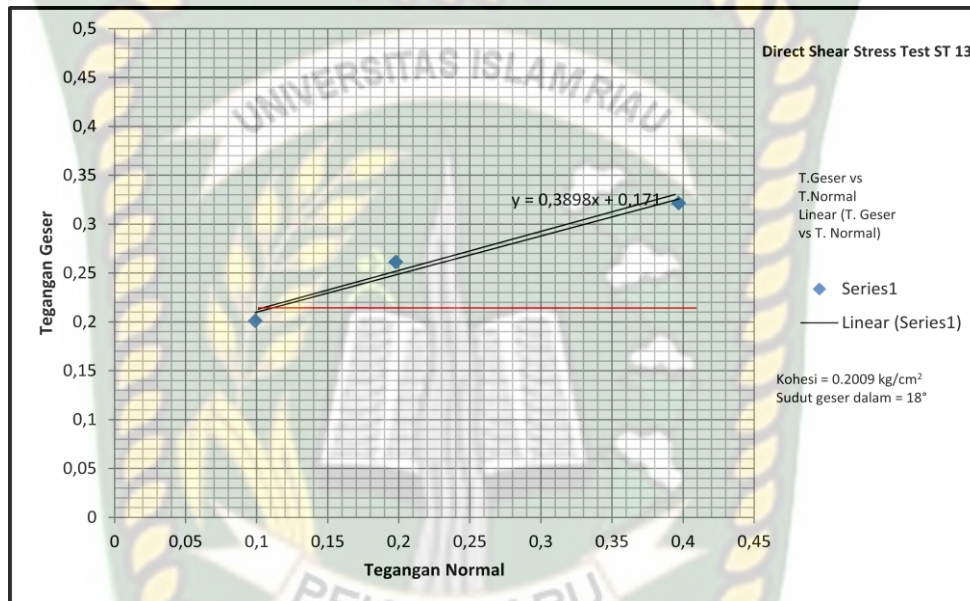
Dari hasil uji geser langsung sampel stasiun 10 di laboratorium, di dapatkan nilai kohesi dari tegangan geser maksimum pada pengujian pertama dengan nilai kohesi (c) = 0.0803kg/cm<sup>2</sup>. Pada pengujian ke tiga, tegangan geser maksimum yang di peroleh adalah 0.4218kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan plotting pada grafik (Gambar 4.19) sudut geser dalam yang terbentuk sebesar 38°.



**Gambar 4.19** Grafik Menunjukkan Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 10.

#### 4.7.5 Uji Geser Langsung Stasiun 13

Dari hasil uji geser langsung sampel stasiun 13 di laboratorium, di dapatkan nilai kohesi dari tegangan geser maksimum pada pengujian pertama dengan nilai kohesi ( $c$ ) = 0.2009kg/cm<sup>2</sup>. Pada pengujian ke tiga, tegangan geser maksimum yang di peroleh adalah 0.3214kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan plotting pada grafik (Gambar 4.20) sudut geser dalam yang terbentuk sebesar 18°.



Gambar 4.20 Grafik menunjukkan hasil Uji Geser Langsung Stasiun 13.

Tabel 4.4 Hasil Analisis Uji Geser Langsung (*Direct Shear Stress*).

No. Sampel	Lokasi	Sifat Mekanik	
		C (kg/cm <sup>2</sup> )	Θ (°)
1 YP	Stasiun 1	0.1407	4°
3 YP	Stasiun 3	0.1607	31°
5 YP	Stasiun 5	0.0602	22°
10 YP	Stasiun 10	0.0803	38 °
13 YP	Stasiun 13	0.2009	18 °



Berdasarkan hasil analisis nilai kohesi dan sudut geser dalam pada uji geser langsung, kemudian di klasifikasikan dengan sifat fisika tanah, di ketahui bahwa :

1. Erodibilitas adalah klasifikasi ketahanan material terhadap erosi. Pada sampel stasiun 5 dan 10 kelas erodibilitas sampel uji masuk dalam kelas sangat rendah, pada sampel uji stasiun 1, 3 dan 13 tergolong ke dalam kelas erodibilitas sangat rendah. Klasifikasi tersebut menunjukan bahwa tiap sampel uji memiliki ketahanan sangat rendah hingga rendah terhadap erosi.
2. Konsistensi adalah klasifikasi ketahanan material terhadap tekanan atau perubahan. Sampel uji stasiun 1, 3, 5, 10 dan 13 di klasifikasikan masuk dalam kelas konsistensi *very soft*. Kelas konsistensi ini menunjukan bahwa sampel uji merupakan material yang rentan terhadap tekanan atau perubahan.
3. Kepadatan adalah klasifikasi kekompakan material. Pada sampel uji stasiun 1, 5 dan 13 di klasifikasikan ke dalam kelas kepadatan *very loose*, klasifikasi ini menunjukan bahwa sampel uji merupakan material yang sangat lepas. Sampel uji stasiun 3 masuk dalam kelas konsistensi *loose*, menunjukan sampel uji merupakan material lepas. Pada sampel uji stasiun 10 kepadatan sampel masuk dalam kelas *medium dense*, menunjukan sampel uji adalah material yang cukup kompak.

**Tabel 4.5** Klasifikasi Analisis Nilai Kohesi Daerah Penelitian Terhadap Sifat Fisika Tanah (Erodibilitas dan Konsistensi).

NO. ST	Uji Geser Langsung (C) (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Sifat Fisika Tanah	
		Erodibilitas	Konsistensi
1.	0.1407	Rendah	<i>Very Soft</i>
3.	0.1607	Rendah	<i>Very Soft</i>
5.	0.0602	Sangat Rendah	<i>Very Soft</i>
10.	0.0803	Sangat Rendah	<i>Very Soft</i>
13.	0.2009	Rendah	<i>Very Soft</i>

**Tabel 4.6** Klasifikasi Analisis Sudut Geser Dalam Daerah Penelitian Terhadap Sifat Fisika Tanah (Kepadatan).

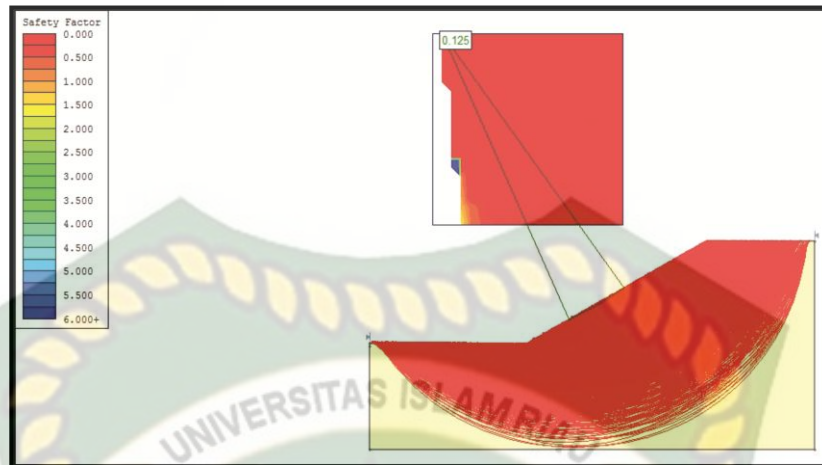
NO. ST	SGD (°)	Kepadatan
1.	4°	<i>Very Loose</i>
3.	31°	<i>Loose</i>
5.	22°	<i>Very Loose</i>
10.	38 °	<i>Medium Dense</i>
13.	18 °	<i>Very Loose</i>

#### 4.8 Analisis Faktor Keamanan

Analisis faktor keamanan daerah penelitian Untuk menentukan faktor keamanan sebuah lereng akan gerakan tanah, dapat digunakan perhitungan dengan metode *bishop*. Yaitu dengan mengetahui geometri lereng, nilai kohesi, sudut geser dalam dan kemiringan lereng. Nilai-nilai tersebut diproses melalui *software* slide 6.0. Berdasarkan kelengkapan data pada tiap stasiun, analisis faktor keamanan lereng dilakukan pada stasiun 1, 3, 5, 10 dan 13.

##### 4.8.1 Analisis Faktor Keamanan Stasiun 1

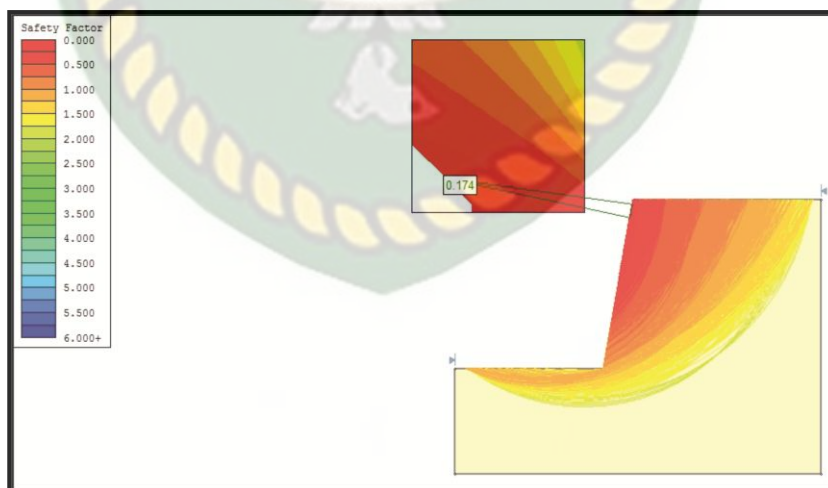
Lereng longsor pada stasiun 1 memiliki dimensi tinggi lereng 12m, lebar lereng 23m, panjang lereng 30m dan kemiringan lereng 30°. Berdasarkan analisis sifat fisika tanah pada sampel stasiun 1 di dapatkan nilai kohesi 0.1407kg/cm<sup>2</sup> dan sudut geser dalam sebesar 4°. Berat isi tanah 8280gr/cc. Data-data tersebut kemudian di input dan di proses melalui program *software slide 6.0*. Setelah proses tersebut didapatkan nilai faktor keamanan lereng longsor pada stasiun 1 adalah sebesar 0.125. Dapat dilihat pada (Gambar 4.21).



**Gambar 4.21** Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng Menggunakan Metode *Bishop* dan *Software Slide 6.0* Pada Stasiun 1.

#### 4.8.2 Analisis Faktor Keamanan Stasiun 3

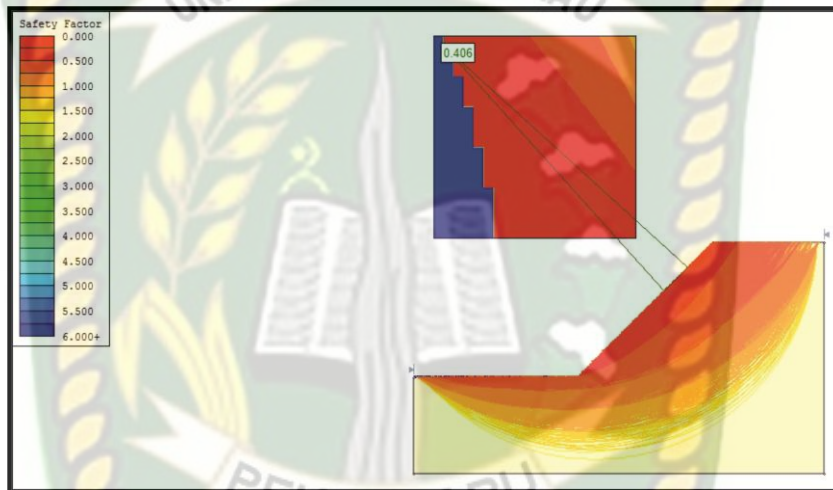
Lereng longsor pada stasiun 3 memiliki dimensi tinggi lereng 15m, lebar lereng 15m, panjang lereng 30m dan kemiringan lereng  $80^\circ$ . Analisis sifat fisika tanah pada sampel stasiun 3 didapatkan nilai kohesi  $0.1607\text{kg/cm}^2$  dan sudut geser dalam sebesar  $31^\circ$ . Berat isi tanah  $6750\text{gr/cc}$ . Data-data tersebut kemudian di input dan di proses melalui program *software slide 6.0*. Setelah proses tersebut didapatkan nilai faktor keamanan lereng longsor pada stasiun 3 adalah sebesar 0.174. (Gambar 4.22).



**Gambar 4.22** Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng Menggunakan Metode *Bishop* dan *Software Slide 6.0* Pada Stasiun 3.

### 4.8.3 Analisis Faktor Kemiringan Lereng Stasiun 5

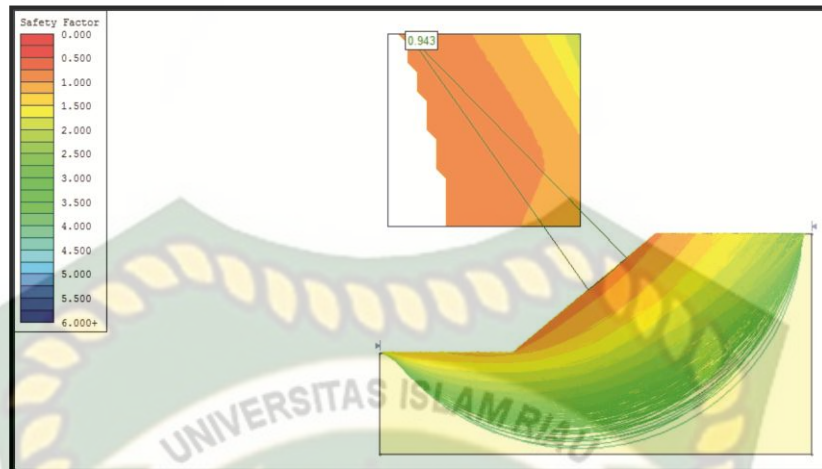
Lereng longsor pada stasiun 5 memiliki dimensi tinggi lereng 14m, lebar lereng 33m, panjang lereng 12m dan kemiringan lereng 45°. Berdasarkan analisis sifat fisika tanah pada sampel stasiun 5 didapatkan nilai kohesi 0.0602kg/cm<sup>2</sup> dan sudut geser dalam sebesar 22°. Berat isi tanah 5544gr/cc. Data-data tersebut kemudian di input dan di proses melalui program *software slide 6.0*. Setelah proses tersebut didapatkan nilai faktor keamanan lereng longsor pada stasiun 5 adalah sebesar 0.406. Dapat dilihat pada (Gambar 4.23).



**Gambar 4.23** Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng Menggunakan Metode *Bishop* dan *Software Slide 6.0* Pada Stasiun 5.

### 4.8.4 Analisis Faktor Keamanan Stasiun 10

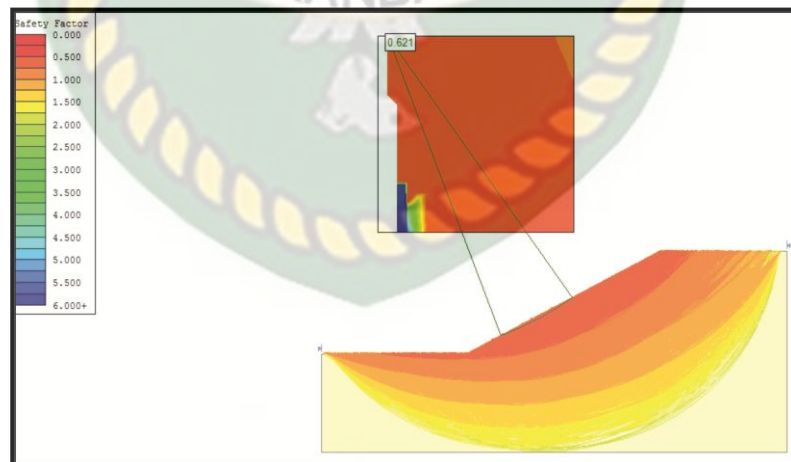
Lereng longsor pada stasiun 10 memiliki dimensi tinggi lereng 12m, lebar lereng 7m, panjang lereng 4m dan kemiringan lereng 40°. Berdasarkan analisis sifat fisika tanah pada sampel stasiun 5 didapatkan nilai kohesi 0.0207kg/cm<sup>2</sup> dan sudut geser dalam sebesar 38°. Berat isi tanah 336gr/cc. Data-data tersebut kemudian di input dan di proses melalui program *software slide 6.0*. Setelah proses tersebut didapatkan nilai faktor keamanan lereng longsor pada stasiun 10 adalah sebesar 0.943. Dapat dilihat pada (Gambar 4.24).



**Gambar 4.24** Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng Menggunakan Metode *Bishop* dan *Software Slide 6.0* Pada Stasiun 10.

#### 4.8.5 Analisis Faktor Keamanan Stasiun 13

Lereng stasiun 13 memiliki dimensi tinggi lereng 10m, lebar lereng 13m, panjang lereng 9m dan kemiringan lereng 40°. Berdasarkan analisis sifat fisika tanah pada sampel stasiun 5 didapatkan nilai kohesi 0.171kg/cm<sup>2</sup> dan sudut geser dalam sebesar 18°. Berat isi tanah 1170gr/cc. Data-data tersebut kemudian di input dan di proses melalui program *software slide 6.0*. Setelah proses tersebut didapatkan nilai faktor keamanan lereng longsor pada stasiun 13 adalah sebesar 0.621. (Gambar 4.25).



**Gambar 4.25** Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng Menggunakan Metode *Bishop* dan *Software Slide 6.0* Pada Stasiun 13.

#### 4.9 Nilai Faktor Keamanan Lereng

Berdasarkan hasil analisis nilai faktor keamanan lereng (Tabel 4.7), di ketahui bahwa lereng masuk dalam kelas labil hingga kritis. Berdasarkan penggolongan nilai faktor kemaan menurut (Ward, 1978), nilai faktor keamanan lereng daerah penelitian di klasifikasikan kedalam kelas tinggi, dimana gerakan tanah dapat sering terjadi.

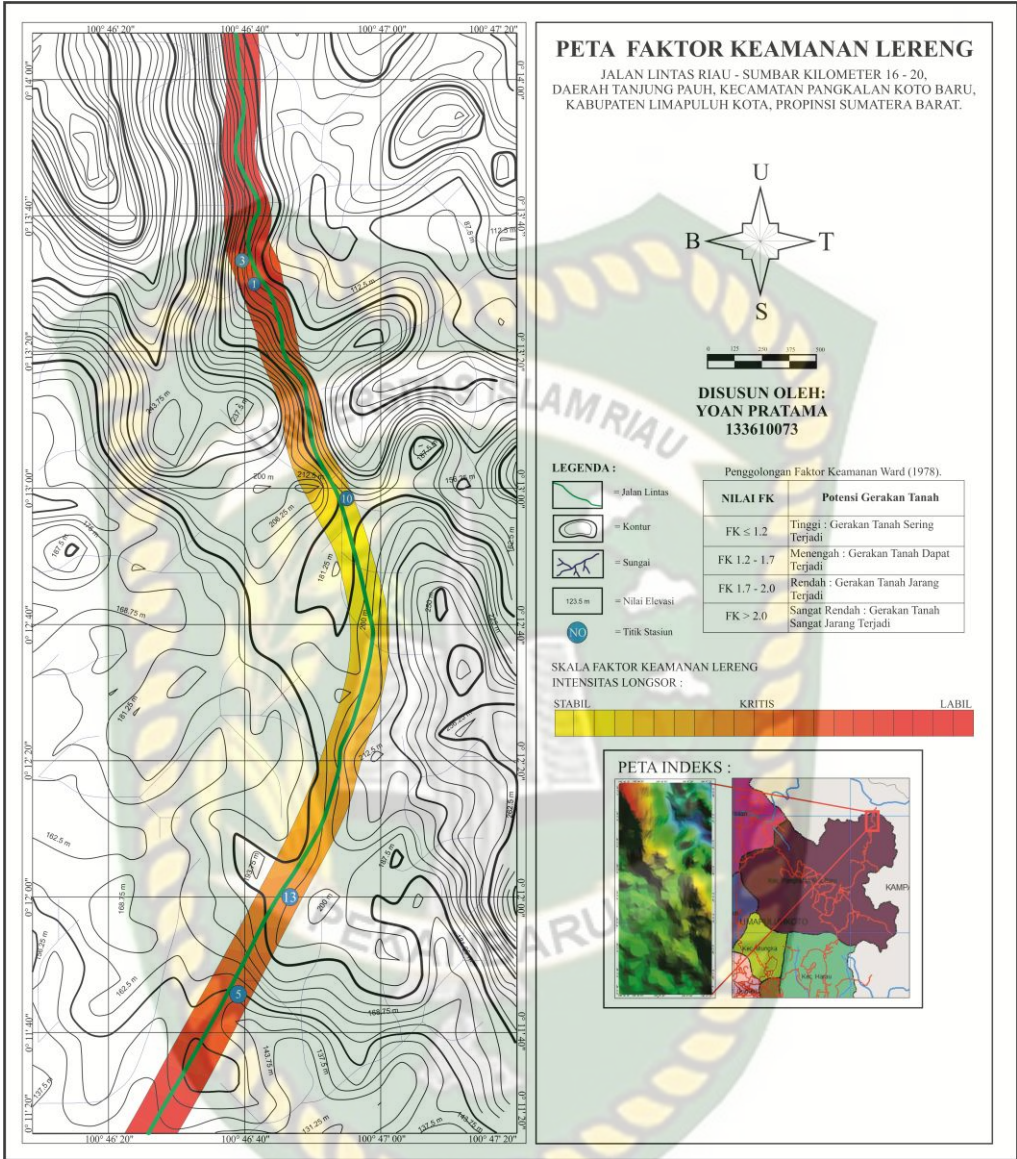
**Tabel 4.7** Nilai Faktor Keamanan Lereng Daerah Penelitian.

No. Stasiun	Nilai Faktor Keamanan Lereng
Stasiun 1	0.125
Stasiun 3	0.174
Stasiun 5	0.406
Stasiun 10	0.943
Stasiun 13	0.621

**Tabel 4.8** Penggolongan Nilai Faktor Keamanan (FK) (Ward, 1978).

Nilai Faktor Keamanan (FK)	Kerentanan Gerakan Tanah
$FK \leq 1,2$	Tinggi : Gerakan Tanah Sering Terjadi.
FK 1,2 – 1,7	Menengah : Gerakan Tanah Dapat Terjadi.
FK 1,7 – 2,0	Rendah : Gerakan Tanah Jarang Terjadi.
$FK > 2,0$	Sangat Rendah : Gerakan Tanah Sangat Jarang Terjadi.

Dari hasil pengujian nilai faktor keamanan, maka selanjutnya dapat dihasilkan peta keamanan lereng daerah penelitian, di sepanjang jalan lintas Riau-Sumbar Kilometer 16-20 Desa Tanjung Pauh, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Limapuluh Kota, Propinsi Sumatra Barat yang di jadikan objek dari penelitian. Peta menunjukan klasifikasi kelas lereng berdasarkan nilai faktor keamanan. Dapat dilihat pada (Gambar 4.26).



Gambar 4.26 Peta Keamanan Lereng Daerah Penelitian, Jalan Lintas Riau-Sumbar Kilometer 16-20, Desa Tanjung Pauh Kecamatan Pangkalan Koto Baru Kabupaten Limapuluh Kota Propinsi Sumatra Barat.

#### **4.10 Hubungan Geomorfologi, Litologi, Geologi Struktur dan Sifat Fisika Tanah Terhadap Keamanan Lereng di Daerah Penelitian**

Setelah melakukan analisis terhadap keadaan geomorfologi, jenis litologi, struktur geologi yang berkembang dan sifat fisika tanah yang terdapat di daerah penelitian. berdasarkan analisis tersebut, di buat suatu intepretasi mengenai pengaruh dari setiap hasil analisis terhadap keamanan lereng daerah penelitian.

##### **4.10.1 Hubungan Aspek Geomorfologi Terhadap Keamanan lereng di Daerah Penelitian**

Aspek geomorfologi yang berpengaruh terhadap keamanan lereng daerah penelitian adalah morfografi lereng berupa perbukitan dengan relief curam, keadaan bentang alam tersebut merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan gaya penggerak dalam mekanisme terjadinya gerakan tanah. Selain itu, daerah penelitian memiliki bentuk asal denudasional dengan litologi penyusun batulanau dan batulempung, hal tersebut dapat di artikan bahwa daerah penelitian dibentuk oleh proses pengikisan, pelapukan dan erosi terhadap litologi yang memiliki resistensi rendah. Dapat di intepretasikan bahwa lereng daerah penelitian cenderung rentan akan gerakan tanah yang di karenakan proses denudasi dan rendahnya resistensi litologi penyusun lereng.

##### **4.10.2 Hubungan Aspek Litologi Terhadap Keamanan Lereng di Daerah Penelitian**

Litologi penyusun lereng daerah penelitian terdiri atas batulanau dan batulempung, memiliki permeabilitas yang buruk dan litologi tersebut telah mengalami pelapukan yang tergolong kelas sedang hingga lapuk tinggi. Litologi batulanau dan batulempung adalah jenis batuan yang memiliki tingkat ketahanan rendah terhadap yang dapat mempengaruhi keamanan lereng. Sifat dari batulanau dan batulempung yang memiliki permeabilitas buruk dapat menyebabkan suatu tubuh lereng menjadi jenuh air dan dapat memicu terbentuknya bidang gelincir pada tubuh



lereng. Lereng yang tersusun atas litologi dengan pelapukan kelas tinggi akan rendah tingkat keamanannya, hal tersebut di karenakan tubuh lereng akan rentan terhadap tekanan atau pembebanan yang berlebih sehingga potensi untuk terjadinya gerakan tanah akan semakin besar.

#### **4.10.3 Hubungan Struktur Geologi Terhadap Keamanan Lereng Daerah Penelitian**

Kekar adalah salah satu jenis struktur geologi berbentuk rekahan namun dengan skala yang kecil, seperti struktur geologi lainnya, struktur kekar dapat aktif apabila gaya tektonik pembentuknya bekerja. Berdasarkan pengamatan lapangan, struktur kekar yang terdapat di tubuh lereng memiliki peran sebagai celah untuk air masuk, menyebabkan tubuh lereng jenuh air, menurunkan faktor keamanan dan memperbesar resiko untuk terjadinya gerakan tanah.

#### **4.10.4 Hubungan Sifat Fisika Tanah Terhadap Keamanan Lereng Daerah Penelitian**

Uji geser langsung yang dilakukan menghasilkan nilai kohesi dan sudut geser dalam dan selanjutnya di klasifikasikan untuk mengetahui sefat fisika tanah diantaranya erodibilitas, konsistensi dan kepadatan. Hubungan sifat fisika tanah terhadap keamanan lereng daerah peneltian di intepretasikan sebagai berikut :

1. Klasifikasi nilai kohesi pada tiap sampel uji terhadap kelas erodibilitas dan konsistensi menunjukkan rendahnya daya ikat antar partikel dan menandakan material yang bersifat lepas. Berdasarkan hal tersebut, dapat di intepretasikan bahwa lereng daerah penelitian sangat rentan terhadap proses erosi yang dapat mempengaruhi tingkat keamanan lereng.
2. Klasifikasi konsistensi sampel uji yang masuk dalam kelas *very soft* menunjukkan bahwa lereng daerah penelitian rentan terhadap tekanan atau perubahan.

**Tabel 4.9** Klasifikasi Analisis Nilai Kohesi Daerah Penelitian Terhadap Sifat Fisika Tanah (Erodibilitas dan Konsistensi).

NO. ST	Uji Geser Langsung (C) (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Sifat Fisika Tanah	
		Erodibilitas	Konsistensi
1.	0.1407	Rendah	<i>Very Soft</i>
3.	0.1607	Rendah	<i>Very Soft</i>
5.	0.0602	Sangat Rendah	<i>Very Soft</i>
10.	0.0803	Sangat Rendah	<i>Very Soft</i>
13.	0.2009	Rendah	<i>Very Soft</i>

3. Tingkat kepadatan tanah sampel uji stasiun 1, 3, 5 dan 13 di klasifikasikan ke dalam kelas *loose-very loose* yang berarti tanah tersebut merupakan material yang sangat lepas, sedangkan sampel uji stasiun 10 masuk ke dalam kelas *medium dense* yang menunjukkan tingkat kepadatan tanah tergolong agak kompak. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa material penyusun lereng daerah penelitian cenderung bersifat lepas dan tidak kompak sehingga berpengaruh kepada kestabilan lereng tersebut.

**Tabel 4.10** Klasifikasi Analisis Sudut Geser Dalam Daerah Penelitian Terhadap Sifat Fisika Tanah (Kepadatan).

NO. ST	SGD (°)	Kepadatan
1.	4°	<i>Very Loose</i>
3.	31°	<i>Loose</i>
5.	22°	<i>Very Loose</i>
10.	38 °	<i>Medium Dense</i>
13.	18 °	<i>Very Loose</i>

#### 4.10.5 Hubungan Nilai Faktor Keamanan Lereng Terhadap Keamanan Lereng Daerah Penelitian

1. Potensi suatu lereng mengalami kegagalan dapat di tinjau dari nilai factor keamanannya. Dari hasil analisis yang telah dilakukan oleh di peroleh nilai faktor keamanan lereng daerah penelitian berkisar antara 0,125-0,943.
2. Berdasarkan nilai faktor keamanan lereng tersebut dapat di klasifikasikan bahwa lereng di sepanjang jalan lintar Riau-Sumbar kilometer 16-20 Daerah Tanjung Pauh, Kecamatan Limapuluh Kota, Propinsi Sumatra Barat yang merupakan fokus dari penelitian ini termasuk kedalam kelas kritis hingga labil.
3. Nilai faktor keamanan yang kecil dari 1,2 menyebabkan potensi terjadinya gerakan tanah pada lereng daerah penelitian dapat sering terjadi.

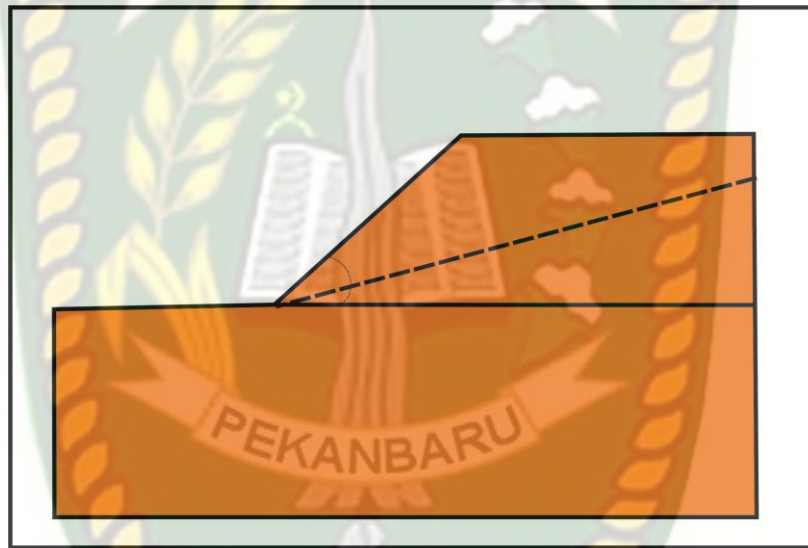
#### 4.11 Mitigasi Bencana Tanah Longsor

Upaya mitigasi yang di maksudkan adalah peneglolaan lingkungan yang bertujuan untuk mengurangi mencegah dan menanggulangi dampak negatif dan meningkatkan dampak positif terhadap suatu gerakan tanah. Model pengelolaan lingkungan di tentukan berdasarkan intepretasi peneliti terhadap keadaan lereng daerah penelitian, di korelasikan dengan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya hingga efektivitas untuk di terapkan. Berdasarkan hal tersebut, model pengelolaan lingkungan yang di rekomendasikan terhadap lereng daerah penelitian dalam mengurangi potensi bencana gerakan adalah model pemotongan lereng dan pengendalian terhadap tekanan air permukaan.

1. Pemotongan lereng.

Hasil analisis geomorfologi menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki relief demgan kelas agak curam hingga curam, memiliki bentuk asal denudasional dan tersusun atas litologi batulanau dan batulempung. hasil anlasisis sifat fisika tanah, litologi penyusun lereng memiliki ketahanan yang rendah terhadap pelapukan, ketahanan yang lemah terhdap tekanan dan terdiri

atas material yang bersifat lepas (*loose*). Berdasarkan hal tersebut, jenis mitigasi (pengelolaan) lingkungan yang tepat adalah metode pemotongan lereng (*cut slope*). Teknik pemotongan lereng yang di rekomendasikan adalah dengan cara mengurangi tingkat kecuraman lereng mendekati nilai sudut geser dalam yang telah di ketahui pada analisis uji geser langsung. Hal tersebut karena faktor keamanan lereng akan meningkat apabila memiliki nilai kemiringan yang tidak berbanding jauh dengan nilai sudut geser dalamnya. Penerapan metode ini akan meningkatkan gaya penahan pada lereng dan dapat berdampak dalam jangka panjang.



**Gambar 4.32** Ilustrasi Model Mitigasi *Cut Slope*.

## 2. Pengendalian Tekanan Air Permukaan

Bentuk pengelolaan ini di rekomendasikan berdasar keadaan litologi penyusun lereng longsor daerah penelitian. Litologi tersebut adalah batulanau dan batulempung. Dari hasil deskripsi, litologi tersebut memiliki sifat permeabilitas yang buruk dan telah mengalami pelapukan fisik kelas sedang hingga tinggi. Permeabilitas litologi penyusun lereng yang buruk dapat menyebabkan tubuh lereng menjadi jenuh air sehingga dapat menyebabkan terbentuknya suatu bidang luncur, sementara itu litologi yang lapuk dapat dengan mudah memicu terjadinya gerakan tanah. Selain itu

pengamatan juga dilakukan terhadap material longsor yang cenderung basah atau jenuh air, hal tersebut menegaskan perlunya pengendalian terhadap air permukaan di daerah penelitian. model pengendalian air permukaan yang di maksud adalah dengan cara membuat saluran air pada bukit-bukit lereng, sehingga dapat menjaga tekanan air yang masuk ke tubuh lereng. Metode ini sangat mudah dan sederhana untuk di terapkan selain itu biaya penerapan nya relatif murah.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari pengambilan data geobencana di jalan lintas Riau-Sumbar kilometer 16-20 daerah Tanjung Pauh, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Limapuluh Kota, Provinsi Sumatera Barat yang dibahas pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Aspek-aspek geomorfologi (morfografi, morfometri dan morfogenetik) kawasan penelitian di bagi atas dua satuan geomorfologi, yaitu Satuan Geomorfologi Perbukitan Agak Curam Denudasional dan Satuan Geomorfologi Perbukitan Curam Denudasional.
2. Pada Satuan Geomorfologi Perbukitan Agak Curam Denudasional, tingkat kecuraman lereng berkisar 15%-30% dengan nilai faktor keamanan lereng antara 0,621-0,643. Sedangkan pada Satuan Geomorfologi Perbukitan Curam Struktural kecuraman lereng berkisar 30%-62% dengan nilai faktor keamanan lereng antara 0,125-0,406.
3. Jenis litologi yang terdapat pada lokasi penelitian adalah Batulanau dan Batulempung yang memiliki kelas lapuk sedang (*moderately weathered*) hingga lapuk tinggi (*highly weathered*)
4. Terdapat dua tipe gerakan tanah yang terjadi di lokasi penelitian yaitu tipe keruntuhan geser (*sliding failures*) dengan jenis longsoran rotasi (*rotational landslide*) dan tipe aliran (*flow failures*) dengan jenis longsoran aliran puing (*earth flow*) dan aliran debris (*debris flow*). Penyebab gerakan tanah yang ditemukan di lokasi penelitian antara lain kondisi geomorfologi, pelapukan litologi penyusun lereng, struktur geologi pada batuan, hujan dan sifat fisika tanah.

5. Dari hasil uji geser langsung (*direct shear stress*) diperoleh nilai kohesi ( $\text{kg/cm}^2$ ) dan sudut geser dalam ( $^\circ$ ) : Stasiun 1 ( $0.1407 \text{ kg/cm}^2$ ,  $4^\circ$ ), Stasiun 3 ( $0.1607 \text{ kg/cm}^2$ ,  $31^\circ$ ), Stasiun 5 ( $0.0602 \text{ kg/cm}^2$ ,  $22^\circ$ ), Stasiun 10 ( $0.0803 \text{ kg/cm}^2$ ,  $38^\circ$ ) dan Stasiun 13 ( $0.2009 \text{ kg/cm}^2$ ,  $18^\circ$ ). Di simpulkan bahwa tingkat kepekaan tanah untuk erosi (*erodibilitas*) masuk ke dalam kelas sangat rendah-rendah. Konsistensi tanah masuk ke dalam kelas sangat lunak (*very soft*). Tingkat kepadatan (*density*) tanah yang masuk ke dalam kelas sangat lepas (*very loose*) hingga agak padat (*medium dense*).
6. Hasil perhitungan nilai faktor keamanan lereng menggunakan software *slide 6.0* : Stasiun 1 (0.125), Stasiun 3 (0.174), Stasiun 5 (0.406), Stasiun 10 (0.943) dan Stasiun 13 (0.621). Dari nilai faktor keamanan yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa lereng yang terdapat pada lokasi penelitian tergolong dalam kriteria labil-kritis ( $\text{FK} < 1.7$ ). Untuk potensi gerakan tanah masuk dalam golongan sering hingga dapat terjadi.
7. Penyebab rendahnya nilai faktor keamanan lereng dan rentannya lereng di lokasi penelitian terhadap gerakan tanah adalah kondisi geomorfologi, pelapukan litologi penyusun lereng dan sifat fisika tanah.
8. Rekomendasi mitigasi bencana tanah longsor yang sesuai di lokasi penelitian adalah pemotongan lereng (*Cut Slope*) dengan cara melandaikan lereng mendekati sudut yang aman yaitu sudut geser dalam tanahnya. Selain itu menerapkan metode pengendalian air permukaan yang bermanfaat untuk menanggulangi lereng dari penjeñuhan dan pembebanan yang dapat disebabkan air permukaan.

## 5.2 SARAN

Dalam analisis sifat fisika tanah, metode penelitian yang di gunakan adalah uji geser langsung dengan jenis sampel uji terganggu (*disturbed*), berdasarkan hal tersebut setidaknya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan metode dan ketersediaan data yang berbeda agar hasil yang di dapatkan lebih bervariasi dan dapat di gunakan sebagai suatu perbandingan dalam klasifikasi sifat fisika tanah dan menntukan nilai faktor keamanan lereng.





## DAFTAR PUSTAKA

- Bagemann, H.K.S (1965), *The Maximum Pulling Force on A Single Tension Pile Calculated on The Basis of Results of The Adhesion Jacket Cone*, proc. Of the 6<sup>th</sup> International conf. SMFE, Paris, Vol.2.,220-223.
- Cahyaningsih, C. (2017). Hydrology Analysis and Rainwater Harversting Effectiveness as an Alternative to Face Water Crisis in Bantan Tua Village Bengkalis District-Riau. *Journal of Dynamics*, 1(1).
- Choanji, T. (2016a). Indikasi Struktur Patahan Berdasarkan Data Citra Satelit dan Digital Elevation Model (DEM) di Sungai Siak, Daerah Tualang dan Sekitarnya Sebagai Pertimbangan Pengembangan Pembangunan Wilayah. *Jurnal Saintis*, 16(2), 22–31.
- Choanji, T. (2016b). Slope Analysis Based On SRTM Digital Elevation Model Data: Study Case On Rokan IV Koto Area And Surrounding. *Journal of Dynamics*, 1(2).
- Choanji, T., & Indrajati, R. (2016). Analysis of Structural Geology based on Sattelite Image and Geological Mapping on Binuang Area, Tapin Region, South Kalimantan. In *GEOSEA XIV AND 45TH IAGI ANNUAL CONVENTION 2016 (GIC 2016) (Vol. 45)*.
- Choanji, T., Rita, N., Yuskar, Y., & Pradana, A. (2018). CONNECTIVITY RELATIONSHIP OF FLUID FLOW ON DEFORMATION BAND: ANALOG STUDY AT PETANI FORMATION, RIAU, INDONESIA. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, 15(3), 193–198.
- Clarke, M. C. G., Kartawa, W., Djunuddin, A., Suganda, E., dan Bagdja, M., 1982, *Peta Geologi Lembar Pekanbaru, Sumatera*, Skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Darsoatmojo, A dan Soedrajat, G. M. 2002. *Bencana Tanah Longsor Tahun 2001. Year Book Mitigasi Bencana Tahun 2001*.
- Das, B. M. 1993. *Mekanika Tanah*. (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid I Penerbit Erlangga, Jakarta.

- Fatriadi, R., Asteriani, F., & Cahyaningsih, C. (2017). Effectiveness of the National Program for Community Empowerment (PNPM) for Infrastructure Development Accelerated and Geoplanology in District of Marpoyan Damai, Pekanbaru. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(1), 53-63.
- Hadian, M. S. D., Waliana, T. Y., Sulaksana, N., Putra, D. B. E., & Yuskar, Y. (2017). Hydrochemistry and Characteristics of Groundwater: Case Study Water Contamination at Citarum River Upstream. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(4), 268-271.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Teknik Pondasi 2*, Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2006, *Mekanika Tanah 1*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hartini S dan A.B. Suriadi M. Arsjad.(2014). Analisis Potensi Risiko Tanah Longsor di Kabupaten Ciamis dan Kota Banjar, Jawa Barat, Volume 16 No. 2
- Highland, L. and Johnson, M. 2004. *Landslide Types and Processes*. USGS Fact Sheet 2004-3072.
- Head, K. H. 1982. *Manual of soil laboratory testing*. Vol. 2: 509-562. John Willey and Sons, New York.
- Jannah, M., Suryadi, A., Zafir, M., Saputra, R., Hakim, I., Ariyuswanto, R., & Yusti, U. (2017). Geological Structure Analysis to Determine the Direction of the Main Stress at Western Part of Kolok Mudik, Barangin District, Sawahlunto, West Sumatera. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(1), 46-52.
- Karnawati, D. 2001. *Bencana Alam Gerakan Tanah Indonesia Tahun 200 (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 Penanganan Bahaya Tanah Longsor, Prosiding Kumpulan Makalah, KMTS UGM, Yogyakarta.
- Karnawato, D. 2005a. *Bencana Alam Derakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia. ISBN 979-95811-3-3.

- KAUSARIAN, H. (2017). Geological mapping and full polarimetric sar analysis of silica sand distribution on the northern coastline of Rupert island, Indonesia (Doctoral dissertation, 千葉大学= Chiba University).
- Kausarian, H. Abdul Rahim Shamsudin, Yuniarti Yuskar. 2014. Geotechnical and Rock Mass Characterization Using Seismic Refraction Method At Kajang Rock Quarry, Semenyih, Selangor Darul Ehsan. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace-Science and Engineering*, 13.
- Kausarian, H., Batara, B., & Putra, D. B. E. (2018). The Phenomena of Flood Caused by the Seawater Tidal and its Solution for the Rapid-growth City: A case study in Dumai City, Riau Province, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 3(1), 39-46.
- Kausarian, H., Choanji, T., Karya, D., Gevisioner, & Willyati, R. (2017). Distribution of Silica Sand on The Muda Island and Ketam Island in The Estuary of Kampar River, Pelalawan Regency, Indonesia. In *Proceedings of Researchfora 2nd International Conference*, Putrajaya, Malaysia (Vol. 2, pp. 5-8).
- Kausarian, H., Sri Sumantyo, J. T., Kuze, H., Aminuddin, J., & Waqar, M. M. (2017). Analysis of Polarimetric Decomposition, Backscattering Coefficient, and Sample Properties for Identification and Layer Thickness Estimation of Silica Sand Distribution Using L-Band Synthetic Aperture Radar. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 43(2), 95-108.
- Kausarian, H., Sumantyo, J. T. S., Kuze, H., Karya, D., & Panggabean, G. F. (2016). Silica Sand Identification using ALOS PALSAR Full Polarimetry on The Northern Coastline of Rupert Island, Indonesia. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 6(5), 568-573.
- Kausarian, H., Sumantyo, J. T. S., Kuze, H., Karya, D., & Wiyono, S. (2016). The Origin And Distribution Of Silica Mineral On The Recent Surface Sediment Area, Northern Coastline Of Rupert Island, Indonesia. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(4), 980-989.
- Kausarian, H., Umar, M., & Wiyono, S. (2013). Silica Sand Potency of Bukit Pelintung as Base Material of Solar Cell. *JOURNAL of OCEAN, MECHANICAL AND AEROSPACE- Science and Engineering-*, 2.

- Lubis, M. Z., Anggraini, K., Kausarian, H., & Pujiyati, S. (2017). Marine Seismic And Side-Scan Sonar Investigations For Seabed Identification With Sonar System. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(2), 166-170.
- Lubis, M. Z., Anurogo, W., Kausarian, H., Surya, G., & Choanji, T. (2017). Sea Surface Temperature and Wind Velocity in Batam Waters Its Relation to Indian Ocean Dipole (IOD). *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(4), 255-263.
- Lubis, M. Z., Kausarian, H., & Anurogo, W. (2017). Seabed Detection Using Application Of Image Side Scan Sonar Instrument (Acoustic Signal). *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(3), 230-234.
- Mairizki, F., & Cahyaningsih, C. (2016). Ground Water Quality Analysis in the Coastal of Bengkalis City Using Geochemistry Approach. *Journal of Dynamics*, 1(2).
- Mustafiril, 2003. *Analisis Stabilitas Lereng Untuk Konservasi Tanah dan Air di Kecamatan Banjarwangi Kabupaten Garut*. Tesis. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Notosiswojo, S., dan Projosumarto. 1984. Pengantar Analisis Kemantapan Lereng. Jurusan Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral. ITB. Bandung.
- Pangular, D., 1985, Petunjuk Penyelidikan & Penanggulangan Gerakan Tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan, Balitbang Departemen Pekerjaan Umum.
- Picard, M.D. (1971). Classification of Fine-Grained Sedimentary Rock. *J. Sediment. Petrol.*, 41, p. 185.
- Putra, D. B. E., & Choanji, T. (2016). Preliminary Analysis of Slope Stability in Kuok and Surrounding Areas. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 1(1), 41-44.
- PUTRA, D. B. E., YUSKAR, Y., & HADIAN, M. S. D. (2017, November). HYDROGEOLOGY ASSESSMENT USING PHYSICAL PARAMETER IN BENGKALIS RIAU. In Proceedings of the 2nd Join Conference of Utsunomiya University and Universitas Padjadjaran (pp. 274-279).

- Pettijohn, F.J (1987). *Sedimentary Rocks*, Harper ang Row Publisher inc., New York.
- Prayitno, B. (2015). Fasies Pengendapan Limnic-Marsh Pada Kondisi Gambut Ombrotrophic-Oligotrophic Rengat Barat Cekungan Sumatra Tengah-Indonesia. *Jurnal Relevansi, Akurasi Dan Tepat Waktu (RAT)*, 4(1), 546-554.
- Prayitno, B. (2016). Limnic Condition In Rheotrophic Peat Type As the Origin of Petai Coal, Central Sumatra Basin, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 1(1), 63-69.
- Prayitno, B., & Ningrum, N. S. (2017). Development of Funginite on Muaraenim and Lower Members of Telisa Formations at Central Sumatra Basin-Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(2), 149-154.
- Ragan, Donal M., 1985, *Structural Geology : An Introducion to Geometrical Techniques*. John Wiley and Sons, United States.
- Sawkins, F.J., 1978. Some Aspect of Metallogeny of Continental Rifting Events. In E. -R. Neumann and I. B. Ramberg, Eds., *Petrology and Geochemistry of Continental Rifts*. Ridel, Dordrecht, 51-54
- Suriadi, A. B., Arsjad, M., & Hartini, S. (2014). Analisis Potensi Resiko Tanah Longsor di Kabupaten Ciamis dan Kota Banjar, Jawa Barat. *Majalah Ilmiah Globe*, 16, 165-172.
- Suryadi, A. (2016). Fault Analysis to Determine Deformation History of Kubang Pasu Formation at South of UniMAP Stadium Hill, Ulu Pauh, Perlis, Malaysia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 1(1), 1-6.
- Suryadi, A., Choanji, T., & Wijayanti, D. (2018). Infiltration Rate of Quarternary Sediment at Rumbio Jaya, Kampar, Riau. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 3(1), 57-62.
- Syam, B., Permana, W., Pradana, A., & Choanji, T. (2007). The Petroleum System of Sibolga Basin Based on Correlation Seismic and Well Log Data.

- USDA. 1968. Soil Interpretation for Recreation : Soil Memorandum 69. Washington: SCS-USDA.
- Van Zuidam, R. A., 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smith Publisher, The Hauge, ITC.
- Varnes, D.J., 1978, Slope movement types and process, Special Report 176 : Landslides : Analysis and Control, Eds : R.L. Schuster dan R.J. Krizek, Transport Research Board, National Research Council, Washigton, DC.
- Ward, S.H. 1990. Resistivity and Induced Polarization Methods Geotechnical and Environment Geophysics. Vol. 1, hal. 147. Tulsa. SEG.
- Yuskar, Y. (2014). Interpretasi Fasies Pengendapan Formasi Tondo, Pulau Buton, Sulawesi Tenggara Berdasarkan Data Pemetaan Geologi dan Potensinya Sebagai Batuan Reservoir Minyakbumi. *Journal of Earth Energy Engineering*, 3(1), 31-40.
- Yuskar, Y. (2014). Stuktur Geologi Dan Model Tektonostratigrafi Daerah Gonda Dan Sekitarnya Kecamatan Sorawolio, Kabupaten Buton Sulawesi Tenggara. *Jurnal Relevansi, Akurasi Dan Tepat Waktu (RAT)*, 3(2), 473-480.
- Yuskar, Y. (2016). Geo-tourism Potential of Sand Bars and Oxbow lake at Buluh Cina, Kampar–Riau, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 1(1), 59-62.
- Yuskar, Y., & Choanji, T. (2016a). Sedimen Deposit of Floodplain Formation Resulting From Lateral Accretion Surfaces on Tropical Area: Study Case at Kampar River, Indonesia. In *IJJSS 7th (Indonesia Japan Joint Scientific Symposium)*.
- Yuskar, Y., & Choanji, T. (2016b). *Sedimentologi Dasar* (1st ed.). Pekanbaru, Indonesia: UIR PRESS.
- Yuskar, Y., & Choanji, T. (2017). Uniqueness Deposit of Sediment on Floodplain Resulting From Lateral Accretion on Tropical Area: Study Case at Kampar River, Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(1), 14–19.

- Yuskar, Y., Harisma, H., & Choanji, T. (2017). Karstifikasi dan Pola Struktur Kuarter Berdasarkan Pemetaan Lapangan dan Citra SRTM Pada Formasi Wapulaka, Pasar Wajo, Buton, Sulawesi Tenggara. *Journal of Earth Energy Engineering*, 6(1), 1–10.
- Yuskar, Y., Putra, D. B. E., Choanji, T., Faiez, Z., & Habibi, M. (2017). SANDSTONE RESERVOIR CHARACTERISTIC BASED ON SURFICIAL GEOLOGICAL DATA OF SIHAPAS FORMATION IN BUKIT SULIGI AREA, SOUTHWEST CENTRAL SUMATRA BASIN. In *ICoSET* (pp. 112–117). Pekanbaru.
- Yuskar, Y., Putra, D. B. E., Suryadi, A., Choanji, T., & Cahyaningsih, C. (2017). Structural Geology Analysis In A Disaster-Prone Of Slope Failure, Merangin Village, Kuok District, Kampar Regency, Riau Province. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 2(4), 249–254.

