

**KAJIAN GEOLOGI BENCANA DAN KOHESIFITAS TANAH  
TERHADAP TANAH LONGSOR DI JALAN LINTAS RIAU -SUMBAR,  
KILOMETER 21-25 DESA TANJUNG ALAI, KECAMATAN PANGKALAN  
KOTO BARU, KABUPATEN LIMA PULUH KOTA, PROVINSI  
SUMATRA BARAT**

**TUGAS AKHIR**

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



Oleh :

**Reyhan Sofyan**  
**133610047**

**PRODI TEKNIK GEOLOGI FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU**

**2019**

**KAJIAN GEOLOGI BENCANA DAN KOHESIFITAS TANAH  
TERHADAP TANAH LONGSOR DI JALAN LINTAS RIAU -SUMBAR,  
KILOMETER 21-25 DESA TANJUNG ALAI, KECAMATAN PANGKALAN  
KOTO BARU, KABUPATEN LIMA PULUH KOTA, PROVINSI  
SUMATRA BARAT  
TUGAS AKHIR**

**STUDI : GEOBENCANA**

Oleh :

**Reyhan Sofyan**  
**133610047**

**PRODI TEKNIK GEOLOGI FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU**

**2019**

# HALAMAN PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

**KAJIAN GEOLOGI BENCANA DAN KOHESIFITAS TANAH TERHADAP TANAH  
LONGSOR DI JALAN LINTAS RIAU SUMBAR, KILOMETER 21 – 25 DESA  
TANJUNG ALAI, KECAMATAN PANGKALAN KOTO BARU ,  
KABUPATEN 50 KOTA, PROVINSI SUMATRA BARAT**

**DISUSUN OLEH :**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**  
**REYHAN SOFYAN**

**133610047**

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

**Disetujui Oleh :**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

*Am.* **Catur C, B.Sc (Hons) , M.Sc**  
**NIDN:1021128903**

**Adi Suryadi, B.Sc (Hons) , M.Sc**  
**NIDN: 1023099301**

**Disahkan Oleh :**

**Dekan Fakultas Teknik**

**Pekanbaru, Desember 2019**  
**Ka. Prodi Teknik Geologi**

**Ir. H. Abdul Kudus, MT., Ms.Tr**  
**NIP: 10130076202**

**Dewandra B.E.P, B.Sc (Hons) , M.Sc**  
**NIDN: 1021128902**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan :

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

Pekanbaru, November 2019

Yang Bersangkutan Pernyataan

Materai

6000

Reyhan Sofyan

NPM : 133610047



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
PENELITIAN UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

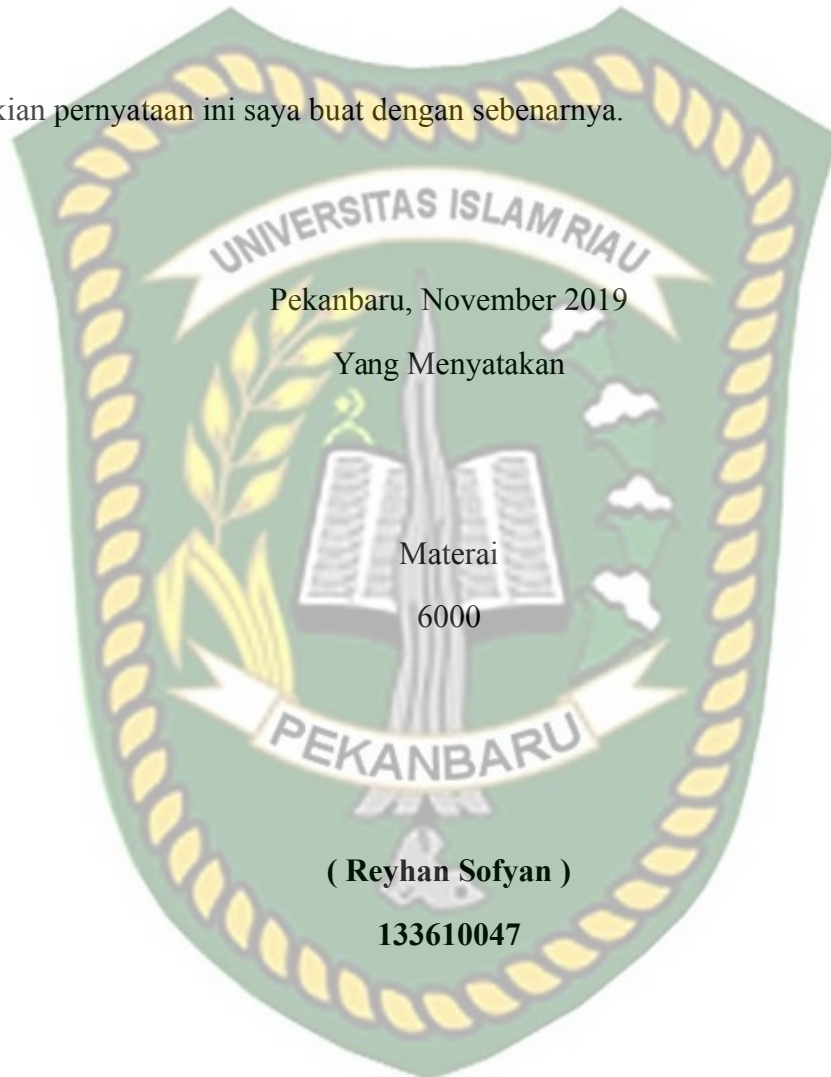
Nama : Reyhan Sofyan  
Npm : 133610047  
Program Studi : Teknik Geologi  
Fakultas : Fakultas Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

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

**KAJIAN GEOLOGI BENCANA DAN KOHESIFITAS TANAH  
TERHADAP TANAH LONGSOR DI JALAN LINTAS RIAU – SUMBAR  
KILOMETER 21 – 25 DESA TANJUNG ALAI, KECAMATAN  
PANGKALAN KOTO BARU, KABUPATEN LIMA PULUH KOTA,  
PROVINSI SUMATRA BARAT**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Pekanbaru, November 2019

Yang Menyatakan

Materai  
6000

( Reyhan Sofyan )

133610047

## SARI

**KAJIAN GEOLOGI BENCANA DAN KOHESIFITAS TANAH  
TERHADAP TANAH LONGSOR DI JALAN LINTAS RIAU – SUMBAR  
KILOMETER 21 – 25 DESA TANJUNG ALAI, KECAMATAN  
PANGKALAN KOTO BARU, KABUPATEN LIMA PULUH KOTA,  
PROVINSI SUMATRA BARAT**

Oleh:

Reyhan Sofyan

Prodi Teknik Geologi, Universitas Islam Riau

Daerah penelitian berada di daerah Tanjung Alai, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. Berada di sepanjang jalan lintas Riau – Sumatra Barat kilometer 20 – 25 dan Secara geografi daerah penelitian berada pada koordinat  $00^{\circ}14'12''$  LU -  $0^{\circ}16'52''$  LU dan  $100^{\circ}45'52''$  BT -  $100^{\circ}47'45''$  BT. Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi kondisi geologi, geomorfologi, kohesifitas tanah, petrografi batuan, jenis longsoran tanah, struktur geologi, dan faktor keamanan pada daerah penelitian. Metode yang digunakan adalah metode analisis geomorfologi, analisis litologi, analisis petrografi, Atterberg Limit, Uji Geser Langsung, analisis faktor keamanan lereng, dan analisis jenis longsoran. Daerah penelitian memiliki bentang alam dklasifikasikan menjadi Satuan Geomorfologi Perbukitan Curam Struktural (S2) dan Satuan Geomorfologi Perbukitan Agak Curam Denudasional (D3). Litologi penyusun terdiri dari batusabak, batulanau dan batupasir. Pola pengaliran sungai di klasifikasikan ke dalam pola sungai Subdenritik. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian adalah struktur kekar dengan arah tegasan utama yaitu Timurlaut-Baratdaya. Nilai kohesi dan sudut geser dalam yang diperoleh dari Uji Geser Langsung (*Direct Shear Stress*) pada Stasiun 1 ( $0,301\text{kg/cm}^2$ ,  $18^{\circ}$ ), Stasiun 5 ( $0,286\text{ kg/cm}^2$ ,  $21^{\circ}$ ), Stasiun 10 ( $0,261\text{ kg/cm}^2$ ,  $27^{\circ}$ ), Stasiun 12 ( $0,180\text{kg/cm}^2$ ,  $27^{\circ}$ ), Stasiun 17 ( $0,360\text{ kg/cm}^2$ ,  $27^{\circ}$ ) dapat disimpulkan bahwa pada stasiun daerah penelitian dengan aerodibilitas termasuk dalam kelas sedang, konsistensi *Very soft* dan kepadatan *Very loose*. Faktor keamanan termasuk kedalam klasifikasi jenis labil dengan nilai terendah 0,412 dan nilai tertinggi 1,427. Jenis longsoran yang mendominasi pada daerah penelitian adalah *debris avalanche* dan *earth flow*. Rekomendasi mitigasi longsoran yang sesuai di daerah penelitian adalah Dinding Gravitasi (*Gravity Wall*) dipasang melawan arah kekar yang berarah Tenggara-Baratlaut dan pemotongan lereng (*Cut Slope*).

Kata Kunci : Geobencana, Tanah Longsor, Faktor Keamanan, Mikrostruktur, *Direct Shear Stress*.

### ABSTRACT

**KAJIAN GEOLOGI BENCANA DAN KOHESIFITAS TANAH  
TERHADAP TANAH LONGSOR DI JALAN LINTAS RIAU – SUMBAR  
KILOMETER 21 – 25 DESA TANJUNG ALAI, KECAMATAN**

**PANGKALAN KOTO BARU, KABUPATEN LIMA PULUH KOTA,  
PROVINSI SUMATRA BARAT**

By:

**Reyhan Sofyan  
Prodi Teknik Geologi, Universitas Islam Riau**

The study area is located in Tanjung Alai area, Pangkalan Koto Baru Subdistrict, Lima Puluh Kota District, West Sumatera Province. Located along the Riau - West Sumatera highway kilometers 20 - 25 and geographically the research area is at coordinates  $00^{\circ}14'12''$  LU -  $0^{\circ}16'52''$  LU and  $100^{\circ}45'52''$  BT -  $100$  Ber  $47'45''$  BT. The objectives of the study were to identify geological, geomorphological, soil cohesiveness, rock petrography, soil erosion, geological structures, and safety factors in the study area. The method used is geomorphology analysis method, lithology analysis, petrographic analysis, Atterberg Limit, Direct Shear Test, slope safety factor analysis, and landslide type analysis. The study area has a landscape classified into Geomorphological Units of Structural Steep Hills (S2) and Denudational Steep Denominational Geomorphological Units (D3). Composite lithology consists of sabak, silt and sand. River flow patterns are classified as Subdenritik flow. The geological structure that developed in the research area is joint with the main direction of the north-south-east. The value of cohesion and internal shear angle obtained from *Direct Shear Stress* at Station 1 ( $0.301 \text{ kg / cm}^2$ ,  $18^{\circ}$ ), Station 5 ( $0.286 \text{ kg / cm}^2$ ,  $21^{\circ}$ ), Station 10 ( $0.261 \text{ kg / cm}^2$ ,  $27^{\circ}$ ), Station 12 ( $0,180 \text{ kg / cm}^2$ ,  $27^{\circ}$ ), Station 17 ( $0,360 \text{ kg / cm}^2$ ,  $27^{\circ}$ ) can be concluded that at station research area with credibility included in medium class, consistency *Very soft* and density *Very loose*. Security factors include into the classification of labile types with the lowest value of 0.412 and the highest value of 1.427. The types of landslide that dominate in the research area are *avalanche debris* and *earth flow*. The appropriate avalanche mitigation recommendation in the study area is Gravity Wall mounted against the Middle East-North and North-bound slope direction (*Cut Slope*).

Keywords: Geohazard, Landslide, Safety Factor, Microstructure, *Direct Shear Stress*.

**KATA PENGANTAR**



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya. Penulis dapat mengerjakan Karya Tulis Ilmiah dengan judul *“Kajian Geologi Bencana dan Khosifitass Tanah Terhadap Tanah Longsor Di Jalan Lintas Riau – Sumbar , Kilometer 21 – 25 Desa Tanjung Alai , Kecamatan Pangkalan Koto Baru , Kabupaten 50 Kota , Provinsi Sumatra Barat ”* dapat terselesaikan dengan lancar.

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

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

Pekanbaru, November 2019

Reyhan Sofyan

HALAMAN PERSEMBAHAN

**Yang utama dari segalanya...**

*Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang Mu telah memberikan kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini terselesaikan*

*Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terimakasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Alm. Ayah dan Ibu yang telah memberi kasih sayang, dukungan dan cinta kasih yang tiada mungkin dapat ku balas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini langkah awal untuk membuat Alm. Ayah dan Ibumahagia..*

*Teruntuk adik-adikku, tiada yang paling mengharukan saat kumpul bersama kalian, walaupun sering bertengkar tapi hal itu menjadi warna yang tak bisa tergantikan,*

*Tak kan terlupa untuk dosen pembimbing tugas akhir Ibu Catur Cahyaningsih, B.Sc (Hons)., M.Sc dan Bapak Adi Suryadi, B.Sc (Hons)., M.Sc yang sudah membantu, menasehati dan mengajari selama ini..*

*Trimakasih atas bantuan, doa, nasehat, dan semangat tim lereng yaitu Puja, Seon, Irfan, Yoan, Randi dan tidak lupa kuucapkan kepada keluarga besar geologi 2013 atas dukungan, doanya dan kenangan yang diberikan selama masa kuliah Semoga silaturahmi kita tetap terjalin, dan Allah senantiasa memudahkan urusan kita...*

*Keberhasilan ini tak lepas juga dari orang yang selalu ada dan dekat selama ini yaitu Nadya Wulandari terimakasih banyak telah membersamai, mengajari, menasehati dan mengisi hari-hari ku yang membuat semangat dan terus berusaha untuk semua ini.*



**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PENELITIAN UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....</b>	<b>iii</b>
<b>SARI.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Lokasi Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
1.7 Waktu Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Geologi Regional Umum.....	6
2.1.1 Fisiografi Regional.....	6
2.1.2 Geologi Daerah Penelitian.....	7
2.3.1 Tatanan Tektonik.....	7

2.2 Geobencana.....	8
2.2.1 Tanah Longsor.....	9
2.2.2 Kelerengan.....	10
2.2.3 Faktor Tanah.....	10
2.2.4 Faktor Geologi.....	10
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>11</b>
3.1 Objek Penelitian.....	11
3.2 Persiapan Dan Alat.....	11
3.3 Pengolahan Dan Analisis Data.....	11
3.3.1 Analisis Geomorfologi.....	11
3.3.2 Analisis Litologi.....	15
3.3.3 Analisis Petrografi.....	15
3.3.4 Analisis Struktur Geologi.....	16
3.3.5 Analisis Mekanika Tanah.....	17
3.3.6 Analisis Jenis Longsoran.....	21
3.3.7 Derajat Pelapukan.....	22
3.3.8 Analisis Stabilitas Lereng.....	23
3.4 Penyusunan Laporan.....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1 Geomorfologi.....	27
4.1.1 Morfografi.....	27
4.1.2 Morfometri.....	28
4.1.3 Morfogenetik.....	29
4.1.4 Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian.....	29
4.1.4.1 Satuan Geomorfologi Perbukitan Agak Curam Denudasional.....	29
4.1.4.2 Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Curam Struktural.....	30
4.2 Litologi Daerah Penelitian.....	30
4.2.1 Sabak.....	30
4.2.2 Batulanau.....	31
4.2.3 Batupasir.....	32
4.3 Struktur Geologi Daerah Penelitian.....	34
4.3.1 Kekar Stasiun4.....	34

4.3.2	Kekar Stasiun5.....	35
4.3.3	Kekar Stasiun 6.....	36
4.3.4	Kekar Stasiun 9.....	37
4.4	Analisis Mekanika Tanah.....	38
4.4.1	Uji Geser Langsung.....	38
4.4.1.1	Uji Geser Langsung Stasiun1.....	39
4.4.1.2	Uji Geser Langsung Stasiun 5.....	39
4.4.1.3	Uji Geser Langsung Stasiun 10.....	40
4.4.1.4	Uji Geser Langsung Stasiun 12.....	40
4.1.4.5	Uji Geser Langsung Stasiun 17.....	41
4.5	Jenis Longsor Dan Sebarannya.....	41
4.5.1	Analisis Longsor Stasiun 1.....	41
4.5.2	Analisis Longsor Stasiun 5.....	42
4.5.3	Analisis Longsor Stasiun 10.....	43
4.5.4	Analisis Longsor Stasiun 12.....	44
4.5.5	Analisis Longsor Stasiun 17.....	45
4.6	Keamanan Lereng.....	46
4.7	Hubungan Antara Geomorfologi, Geologi Struktur Dan Mekanika Tanah Terhadap Keamanan Lereng Daerah Penelitian.....	47
4.8	Mitigasi Bencana Tanah Longsor.....	47
4.8.1	Metode Pemakuan Lereng.....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>49</b>
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>51</b>
<b>LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR GAMBAR

**Gambar****Halaman**

1.1 Peta Wilayah Administrasi Lima Puluh Kota.....	3
2.1 Peta Geologi Regional Daerah Penelitian.....	6
2.2 Kerangka Tektonik Regional Cekungan Tengah.....	8
3.1 Pola Dasar Pengaliran Sungai Menurut Zenith.....	13
3.2 Klasifikasi Batupasir Menurut Pettijohn.....	16
3.3 Klasifikasi Batuan Sedimen Menurut Picard.....	16
3.4 Grafik Mohr Dan Coloumb.....	18
3.5 Alat Uji Geser Langsung.....	20
3.6 Alat Uji Geser Langsung.....	20
3.7 Grafik Kekuatan Geser.....	24
3.8 Input Volume Tanah, Kohesi, Dan Sudut Geser Dalam Menggunakan Analisi Faktor Keamanan Lereng Dalam Program Slide 6.0.....	25
3.9 Diagram Alir Penelitian.....	26
4.1 Pola Penaliran Daerah Penelitian.....	28
4.2 Fotogeologi Satuan Geomorfologi Perbukitan Agak Curam Denusasional.....	29
4.3 Fotogeologi Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Curam Struktural....	30
4.4 Fotogeologi Singkapan Sabak.....	31
4.5 Foto Mikrograf Sabak.....	31
4.6 Fotogeologi Batulanau.....	32
4.7 Foto Mikrograf Batulanau.....	32
4.8 Fotogeologi Batupasir.....	33

4.9 Foto Mikrograf Batupasir.....	33
4.10 Analisis Streonet Stasiun 4.....	34
4.11 Analisis Streonet Stasiun 5.....	35
4.12 Analisis Streonet Stasiun 6.....	36
4.13 Analisis Streonet Stasiun 9.....	37
4.14 Grafik Hasil Uji Geser Stasiun 1.....	38
4.15 Grafik Hasil Uji Geser Stasiun 5.....	38
4.16 Grafik Hasil Uji Geser Stasiun 10.....	39
4.17 Grafik Hasil Uji Geser Stasiun 12.....	39
4.18 Grafik Hasil Uji Geser Stasiun 17.....	40
4.19 Fotogeologi Gerakan Tanah Stasiun 1.....	40
4.20 Analisa Faktor Keamanan Lereng Stasiun 1.....	41
4.21 Fotogeologi Gerakan Tanah Stasiun 5.....	41
4.22 Analisa Faktor Keamanan Lereng Stasiun 5.....	42
4.23 Fotogeologi Gerakan Tanah Stasiun 10.....	42
4.24 Analisa Faktor Keamanan Lereng Stasiun 10.....	43
4.25 Fotogeologi Gerakan Tanah Stasiun 12.....	43
4.26 Analisa Faktor Keamanan Lereng Stasiun 12.....	44
4.27 Fotogeologi Gerakan Tanah Stasiun 17.....	44
4.28 Analisa Faktor Keamanan Lereng Stasiun 17.....	45
4.29 Peta Tingkat Keamanan Lereng Daerah Penelitian.....	46
4.30 Metode Stabilitas Lereng.....	48



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	
<b>Halaman</b>	
1.1 Pelaksanaan Waktu Kegiatan.....	5
3.1 Klasifikasi Bentuk Lahan Van Zuidam.....	12
3.2 Pola Pengaliran Dan Karakteristiknya.....	12
3.3 Klasifikasi Kemiringan Lereng Van Zuidam.....	14
3.4 Warna Satuan Geomorfo Aspek Genetik Van Zuidam.....	15
3.5 Hubungan Antara Konsistensi Dengan Kohesi.....	19
3.6 Hubungan Antara Kepadatan Dengan Sudut Geser Dalam.....	19
3.7 Kelas Erodibilitas Tanah.....	20
3.8 Jenis-Jenis Longsoran.....	21
3.9 Derajat Pelapukan.....	22
3.10 Faktor Keamanan Dan Kejadian.....	25
3.11 Faktor Keamanan Bowles.....	25
4.1 Hasil Analisis Uji Geser Langsung.....	37



**BAB 1****PENDAHULUAN****1.1 Latar Belakang**

Bencana merupakan peristiwa alami yang diakibatkan oleh berbagai fenomena yang dapat mengancam dan mengganggu kehidupan manusia, dimana dapat disebabkan oleh faktor alam atau faktor manusia itu sendiri, yang mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian material dan dampak psikologis. Indonesia merupakan negara kepulauan, dimana tiga lempeng besar bertemu, yaitu Lempeng Indo – Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik, sehingga interaksi antar lempeng-lempeng tersebut lebih lanjut menempatkan Indonesia sebagai wilayah yang memiliki aktivitas kegunungapian dan kegempaan yang cukup tinggi (Kusnoto, 2008).

Tanah longsor terjadi akibat peralihan dari musim kemarau ke musim hujan, dimana penyebab tanah longsor berkaitan dengan hujan, yakni hujan berintensitas tinggi dalam waktu singkat yang menerpa daerah yang kondisi tanahnya labil. Kondisi lain adalah akumulasi curah hujan dimusim penghujan pada tebing terjal yang menyebabkan terjadinya longsor.

Daerah penelitian dilakukan kajian geobencana dan mitigasi tanah longsor di sepanjang jalan lintas Provinsi Riau dan Provinsi Sumatra Barat, tepatnya di Kilometer 21 – 25 Desa Tanjung Alai, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota. Penelitian dilakukan berdasarkan data yang ditemukan di lapangan, apabila datang musim penghujan mengakibatkan fenomena alam seperti banjir dan tanah longsor (Sistem & Geografi, 2013).

Oleh karena itu, untuk mengetahui potensi tersebut maka dilakukan penelitian lapangan berupa pengumpulan data, analisis data dan interpretasi data lapangan, yaitu melakukan survei kestabilan lereng dan struktur daerah

penelitian, agar dapat dijadikan patokan untuk meminimalisir tingkat resiko bencana longsor yang selalu terjadi pada di jalan lintas Sumatra Barat dan Riau.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi geologi dan geomorfologi daerah penelitian yang berpengaruh terhadap geobencana tanah longsor?
2. Bagaimana sebaran litologi berdasarkan analisis petrologi dan petrografi daerah penelitian?
3. Apa saja jenis longsor yang ada pada daerah penelitian serta pengaruhnya?
4. Apakah struktur geologi mempengaruhi kegagalan lereng pada daerah penelitian?
5. Bagaimana faktor keamanan lereng pada daerah penelitian?

## 1.3 Tujuan Penelitian

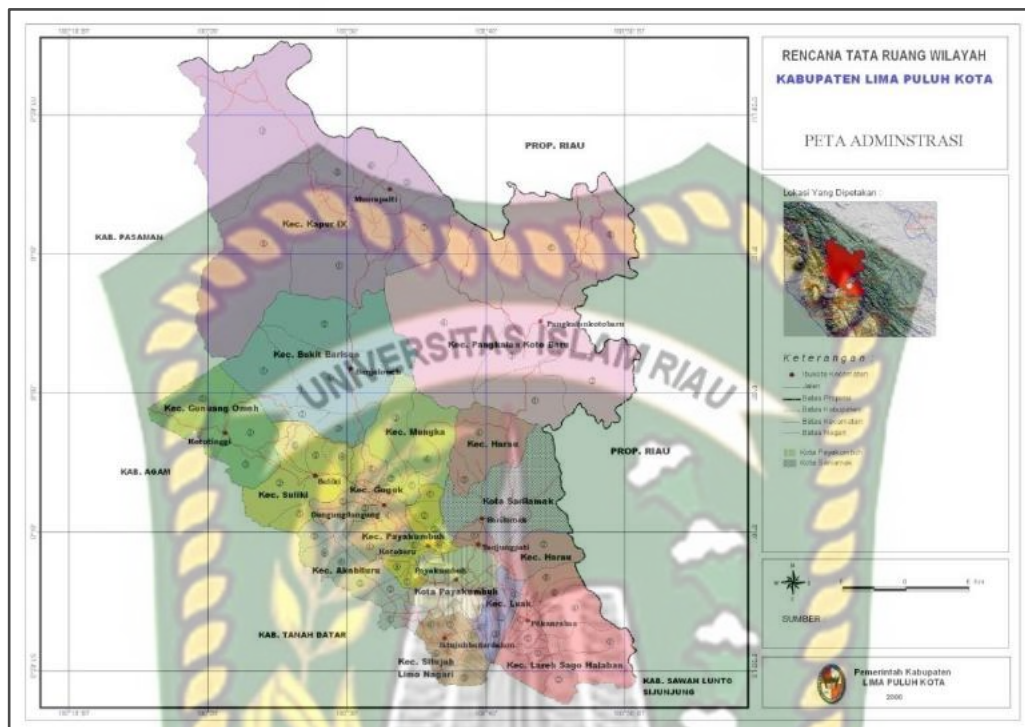
1. Mengetahui kondisi geologi dan geomorfologi yang berpengaruh terhadap potensi geobencana tanah longsor pada daerah penelitian.
2. Mengetahui sebaran petrologi dan petrografi daerah penelitian.
3. Mengetahui jenis longsor tanah, sebaran longsor dan memetakan kawasan longsor daerah penelitian.
4. Mengetahui struktur geologi yang mempengaruhi pergerakan tanah pada daerah penelitian.
5. Mengetahui faktor keamanan daerah penelitian.

## 1.4 Lokasi Penelitian

Daerah penelitian terletak di daerah jalan lintas Riau – Sumatra Barat, tepatnya di Kilometer 21 – 25 Desa Tanjung Alai, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatra Barat. Terletak pada koordinat  $00^{\circ}14'12''$  -  $00^{\circ}16'52''$  LU dan  $100^{\circ}45'52''$  –  $100^{\circ}47'45''$  BT, dengan luas daerah penelitian kurang lebih  $5 \times 3.5$  Km. Daerah penelitian berbatasan dengan:

- Sebelah Utara : Kabupaten Kampar, Riau
- Sebelah Selatan : Kecamatan Harau

- Sebelah Barat : Kecamatan Pangkalan Koto Baru dan Bukit Barisan



Gambar 1.1 Peta Administratif Kabupaten Lima Puluh Kota Provinsi Sumatra Barat

### 1.5 Batasan Masalah

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

1. Kondisi geologi dan geomorfologi.
2. Petrografi (mikrostruktur).
3. Jenis longsor dan penyebabnya.
4. Geologi struktur.
5. Faktor keamanan lereng.

### 1.6 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui kondisi litologi dan geomorfologi yang berpengaruh pada geobencana tanah longsor daerah penelitian.
2. Mengetahui petrografi batuan daerah penelitian.
3. Mengetahui jenis longoran dan penyebabnya dengan terciptanya peta tingkat keamanan. Secara tidak langsung dapat memberikan solusi kepada pemerintah dan masyarakat mengenai cara penanggulangan longoran tanag daerah penelitian.

4. Mengetahui struktur geologi yang mempengaruhi kegagalan lereng dan longsoran tanah daerah penelitian.
5. Mengetahui stabilitas lereng pada daerah penelitian.

### **1.7 Waktu Penelitian dan Kelancaran Kerja**

Pelaksana penelitian ini dilakukan selama 6 bulan, dari bulan Mei 2018 sampai Oktober 2018, dengan jadwal penelitian yang telah dibuat terlebih dahulu (Tabel 1.1).



Tabel 1.1 Pelaksanaan Waktu Kegiatan

Bulan Minggu	Mei				Juni				Juli				Agustus				September				Oktober			
	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																								■

Perpustakaan Universitas Islam Riau  
 Dokumen ini adalah Arsip Milik :

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Geologi Regional dan Umum

Secara regional daerah penelitian termasuk kedalam Peta Geologi Bersistem Lembar Pekanbaru, Sumatra, Edisi 2, Skala 1 : 250.000 (UI, 2019) yang ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



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

#### 2.1.1 Fisiografi Regional

Secara administratif daerah penelitian terletak di Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatra Barat. Secara geografis daerah penelitian terletak pada koordinat  $00^{\circ}14'$  -  $00^{\circ}16'$  LU dan  $100^{\circ}45'$  -  $100^{\circ}47'$  BT. Elevasi daerah penelitian berdasarkan peta topografi sekitar 50 mdpl - 375 mdpl.

### 2.1.2 Geologi Regional Daerah Penelitian

Berdasarkan stratigrafi daerah penelitian terdiri dari 2 formasi berdasarkan geologi regional. Batuan tertua yaitu Formasi Kuantan (Puku) dan Formasi Sihapas (Tms).

#### 1. Formasi Kuantan (Puku)

Batuan yang ada pada formasi ini terdiri dari sabak, kuarsit, dan arenit meta kuarsa, yang berumur Paleozoik Permo – Karbon. Pada lapisan Mesozoikum dan Paleozoikum terdiri dari batuan meta-gunung api hornfel, batusabak dan sedikit batugamping yang berumur Permo – Karbon sampai Jura.

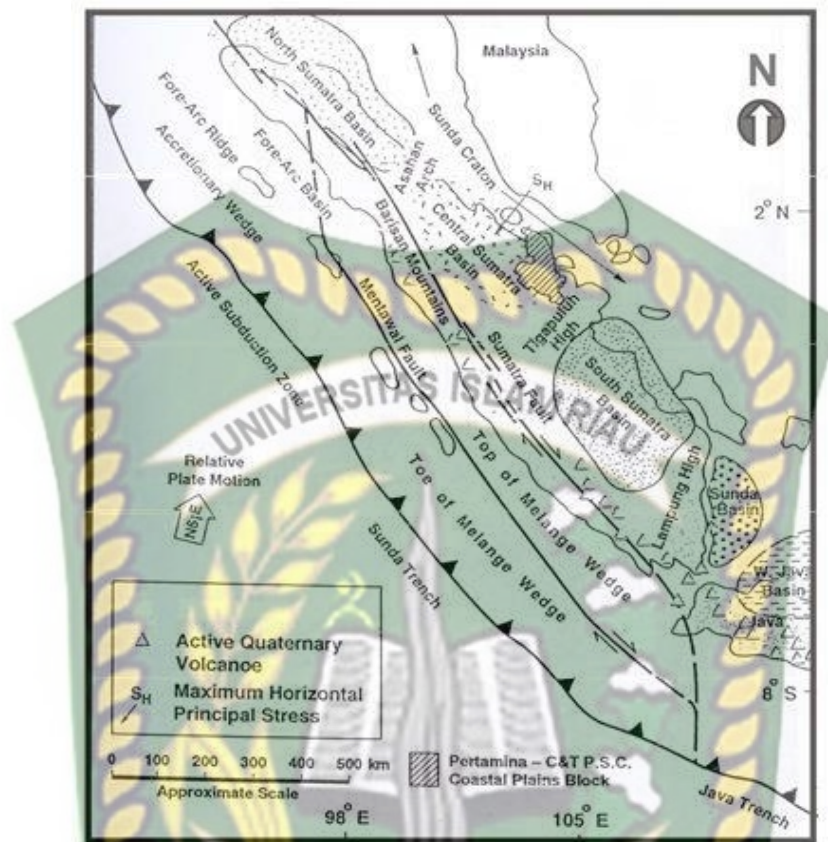
#### 2. Formasi Sihapas (Tms)

Batuan yang ada pada formasi ini terdiri dari batupasir kuarsa bersih, serpih berkarbon, batulanau dan konglomerat yang berumur Miosen awal.

### 2.1.3 Tatanan Tektonik

Cekungan Sumatra Tengah mempunyai dua set sesar yang berarah Utara–Selatan dan Baratlaut–Tenggara. Sesar-sesar yang berarah Utara–Selatan diperkirakan berumur Paleogen, sedangkan yang berarah Baratlaut–Tenggara diperkirakan berumur Neogen Akhir. Kedua set sesar tersebut berulang kali diaktifkan kembali sepanjang Tersier oleh gaya-gaya yang bekerja (Eubank & Makki, 1981).

Ditinjau dari tatanan tektonik regional Kabupaten Lima Puluh Kota berada pada rangkaian perbukitan yang dikenal dengan Bukit Barisan dan merupakan bagian dari tatanan *Volcanic Arc* atau kerangka tektonik lempeng di Sumatra. Struktur geologi daerah termasuk kedalam Cekungan Payakumbuh yang memiliki struktur sesar atau patahan berupa struktur sesar normal (sesar turun) dan sesar geser yang merupakan refleksi dari *basement* daerah berupa *Block Faulting System* (Sistem Sesar Bongkah).



Gambar 2.1 Kerangka Tektonik Regional Cekungan Sumatra Tengah (Modifikasi Yarmanto Dkk, 1997)

Struktur geologi regional dipengaruhi oleh tatanan dari geologi Sumatra, dimana pada daerah penelitian memiliki struktur berupa sesar atau patahan, sesar yang berkembang pada daerah penelitian terdiri dari Sesar Normal Kelok Sembilan – Sesar 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. Sedangkan struktur lain yang berkembang adalah kekar yaitu Kekar Silang (*Shear Joint*) dan Kekar Tarik (*Tension Joint*).

## 2.2 Geobencana

Geobencana merupakan jenis bencana alam yang melibatkan dan diakibatkan oleh proses-proses geologi bersifat endogenik maupun eksogenik yang dapat menimbulkan bahaya bagi kehidupan manusia (Djauhi Noor,2011). Berikut contoh geobencana:



## 2.2.1 Tanah Longsor (*Landslide*)

Gerakan tanah (tanah longsor) adalah suatu produk dari proses gangguan keseimbangan lereng yang menyebabkan bergeraknya massa tanah dan batuan ke tempat yang lebih rendah. Gaya yang menahan massa tanah dipengaruhi oleh sifat fisik tanah dan sudut dalam tahanan geser tanah yang bekerja disepanjang lereng.

### 2.2.1.1 Tipe Longsor

Tipe longsor berdasarkan kecepatan gerakannya (Naryanto, 2002) yaitu:

1. Aliran, longsor bergerak serentak/mendadak dengan kecepatan tinggi.
2. Longsor, bergerak lamban dengan bekas longsor berbentuk tapal kuda.
3. Majemuk, longsor runtuh yang berkembang menjadi aliran.
4. Runtuhan, material biasanya berupa batu atau tanah yang bergerak cepat sampai sangat cepat pada tebing.
5. Amblesan (penurunan tanah), terjadi pada penambang bawah tanah, penyedotan air berlebihan, proses pengikisan tanah serta daerah yang dilakukan proses pemadatan tanah.

### 2.2.1.2 Penyebab Tanah Longsor

Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2005), pemicu tanah longsor yaitu:

#### 1. Faktor alam

1. Kondisi geologi, batuan lapuk, kemiringan lapisan, sisipan lapisan batulempung, lereng yang terjal yang diakibatkan oleh struktur sesar atau kekar, gempa bumi, stratigrafi, dan gunung api.
2. Keadaan tanah: erosi dan pengikisan, adanya daerah longsor lama, ketebalan tanah pelapukan bersifat lembek, butiran halus, tanah jenuh karena air hujan.
3. Iklim: curah hujan yang tinggi.
4. Keadaan topografi: lereng yang curam.
5. Tutupan lahan yang mengurangi tahanan geser.

6. Keadaan tata air: kondisi drainase yang tersumbat, akumulasi massa air, erosi dalam, pelarutan dan tekanan hidrostatiska, susut air cepat, banjir, aliran bawah tanah pada sungai lama.

## 2. Faktor Manusia

1. Pemotongan tebing dilereng terjal.
2. Penimbunan tanah didaerah lereng
3. Perubahan tata lahan.
4. Sistem drainase yang tidak baik.
5. Kegagalan struktur dinding penahan.
6. Sistem pertanian yang tidak melihat irigasi yang aman.

### 2.2.2 Kelerengan (Slope)

Ada 3 tipologi lereng yang rentang untuk bergerak atau longsor yaitu:

1. Lereng yang tersusun oleh tumpukan tanah gembur dialasi oleh batuan atau tanah yang lebih kompak.
2. Lereng yang tersusun oleh pelapisan batuan miring searah lereng.
3. Lereng yang tersusun oleh blok-blok batuan.

Kemantapan suatu lereng tergantung pada gaya pergerak dan gaya penahan yang ada pada lereng, dimana jika gaya penahan lebih besar dari pada gaya penggerak, maka lereng tersebut tidak akan mengalami gangguan atau lereng tersebut mantap.

### 2.3 Faktor Tanah

Jenis tanah sangat mempengaruhi terjadinya potensi erosi dan longsor. Tanah yang gembur berpotensi longsor dibanding dengan tanah yang padat (*massive*) seperti tanah bertekstur liat. Nilai kepekaan tanah (K) menunjukkan mudah tidaknya tanah mengalami erosi berdasarkan sidat fisik dan kimia tanah, sehingga semakin kecil nilai K maka semakin tidak peka suatu tanah terhadap erosi.

### 2.4 Faktor Geologi

Faktor geologi yang mempengaruhi pergerakan tanah yaitu struktur geologi, sifat batuan, hilangnya perekat tanah karena proses alami (pelarutan), dan gempa. Struktur geologi yang mempengaruhi gerakan tanah yaitu kontak batuan dasar dengan pelapukan batuan, retakan/rekahan, perlapisan batuan, dan patahan.

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Objek Penelitian

Pemecahan masalah dapat dilakukan dengan perencanaan sebagai persiapan sebelum memulai pekerjaan, agar masalah yang timbul dapat diselesaikan secara efisien dan efektif.

### 3.2 Persiapan dan Alat

Kegiatan yang dilakukan dalam tahap persiapan yaitu:

1. Studi pustaka terkait judul penelitian.
2. Membuat agenda penelitian. Analisis laporan dengan menjalankan pemetaan pemetaan menggunakan data mekanika tanah dan geomorfologi.
3. Survei dan pengumpulan data Lapangan dengan melakukan penilaian pembobotan terhadap parameter yang mempengaruhi terjadinya longsor.
4. Analisis geostruktur, kemiringan, dan stabilitas lereng, penggunaan lahan, jenis tanah, dan curah hujan.

Alat yang diperlukan yaitu kompas, GPS, lup, palu beku dan sedimen, peta topografi, buku catatan lapangan, alat tulis, HCL, komperator batuan beku dan sedimen, pita ukur, clipboard, plastik sampel.

### 3.3 Pengolahan dan Analisis Data

Tahap pengolahan data adalah tahap analisis data dan analisis sampel batuan untuk mengetahui aspek-aspek geologi daerah penelitian yang meliputi aspek geomorfologi, litologi, petrografi, struktur geologi, fisika tanah, mekanika tanah.

#### 3.3.1 Analisis Geomorfologi

Analisis ini dilakukan berdasarkan aspek geomorfologi yang terdiri dari aspek morfografi, aspek morfometri dan aspek morfogenetik

##### 1. Aspek Morfometri

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

- a) Bentuk lahan pedataran
- b) Bentuk lahan perbukitan atau pegunungan
- c) Bentuk lahan gunung api dan lembah

**Tabel 3.1** Klasifikasi bentuk lahan menurut Van Zuidam (1983, dalam Hindartan, 1994).

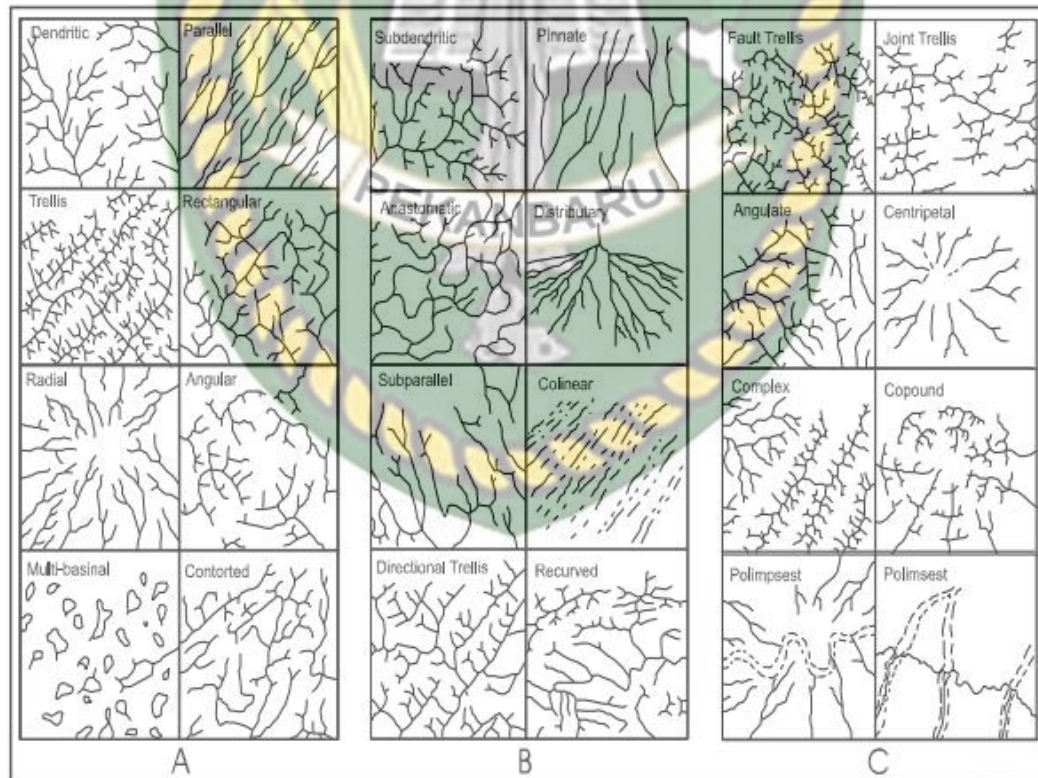
Ketinggian ( m )	Keterangan
< 50	Dataran rendah
50 – 100	Dataran rendah pedalaman
100 – 200	Perbukitan rendah
200 – 500	Perbukitan
500 – 1500	Perbukitan tinggi
1500 – 3000	Pegunungan
> 3000	Pegunungan tinggi

Selain itu, terdapat beberapa aspek pendekatan atau pengenalan dalam pemetaan geologi seperti bentuk lereng, pola punggung dan pola pengaliran. Howard (1967) telah membagi pola pengaliran menjadi pola pengaliran dasar dan pola pengaliran modifikasi.

**Tabel 3.2** Pola pengaliran dasar dan karakteristiknya (Howard, 1967 dalam Van Zuidam, 1985).

Pola Pengaliran Dasar	Karakteristik
Dendritik	Bentuk umum seperti daun, berkembang pada batuan dengan kekerasan relatif sama, batuan sedimen relatif datar serta tahan akan pelapukan, kemiringan landai, kurang dipengaruhi struktur geologi.
Parallel	Bentuk umum cenderung sejajar, berlereng sedang sampai agak curam, dipengaruhi oleh struktur geologi, terdapat pada perbukitan memanjang, dipengaruhi perlipatan, merupakan transisi pola dendritik dan pola trellis.
Trellis	Bentuk memanjang sepanjang arah jurus perlapisan batuan sedimen, induk sungai sering membentuk lengkungan menganan memotong kepanjangan dari alur-alur punggungannya. Biasanya dikontrol oleh struktur lipatan, batuan vulkanik serta batuan metasedimen berderajat rendah dengan perbedaan pelapukan yang jelas. Jenis pola pengalirannya berhadapan pada sisi sepanjang aliran subsekuen.
Rektangular	Induk sungai dengan anak sungai memperlihatkan arah lengkungan menganan, pengontrol struktur atau sesar yang memiliki sudut

	kemiringan, tidak memiliki perulangan perlapisan batuan, dan sering memperlihatkan pola pengaliran yang tidak menerus
Radial	Bentuk menyebar dari satu pusat, biasanya terjadi pada kubah intrusi, kerucut vulkanik serta sisa-sisa erosi. Memiliki dua sistem, sentrifugal dengan arah penyebaran keluar dari pusat (berbentuk kubah) dan sentripetal dengan arah penyabaran kearah pusat (cekungan)
Angular	Bentuk seperti cincin yang disusun oleh anak-anak sungai, sedangkan induk sungai memotong anak sungai hamper tegak lurus. Mencirikan kubah dewasa yang telah terpotong atau terkikis, disusun perselingan batuan keras dan lunak
Multibasinal	Endapan permukaan berupa gumuk hasil longoran dengan perbedaan penggerusan atau perataan batuan dasar, merupakan daerah gerakan tanah, vulkanisme, pelarutan gamping, serta lelehan salju atau <i>permafrost</i> .
Contorted	Terbentuk pada batuan metamorf dengan intrusi dike, urat yang menunjukkan daerah yang relatif keras batuannya, anak sungai yang relatif panjang kearah lengkungan subsekuen, umumnya merupakan pembeda antara penunjaman antiklin dan sinklin.



Gambar 3.1 (A) Pola dasar pengaliran sungai menurut Zenith (1932), (B Dan C) pola modifikasi pengaliran sungai menurut A.D.Howard (1967).

## 2. Aspek Morfometri

Morfometri merupakan penilaian kuantitatif dari bentuk lahan sebagai aspek pendukung dari morfografi dan morfogenetik. Variasi dari nilai kemiringan yang didapat kemudian dikelompokkan berdasarkan kemiringan lereng menurut Van Zuidam (1983, dalam Hindartan, 1994) sehingga diketahui kelas lerengnya. Untuk menghitung kemiringan lereng dari peta topografi digunakan rumus:

$$S = \frac{(n-1).ik}{D.sp} \times 100\%$$

Dimana :S = Kemiringan Lereng

n = Jumlah Kontur yang Terpotong

ik = Interval Kontur

D = Jarak Mendatar pada Peta

Sp = Skala Peta

**Tabel 3.3** Klasifikasi kemiringan lereng berdasarkan Van Zuidam (1983, dalam Hindartan, 1994)

Klasifikasi	Kemiringan		Beda tinggi (m)
	Persen (%)	Derajat (°)	
Datar	0 - 2	0 - 1,15	< 5 m
Agak Landai	2 - 7	1,15 - 4	5 - 25 m
Landai	7 - 15	4 - 8,5	25 - 75 m
Agak curam	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
Sangat Terjal	> 140	> 54,5	> 1000 m

## 3. Aspek Morfogenetik

Morfogenetik merupakan proses terbentuknya permukaan bumi. Proses yang berkembang terhadap permukaan bumi tersebut yaitu dipengaruhi oleh kekuatan dari dalam kerak bumi, dan proses eksogenik seperti iklim, erosi, buatan manusia, vegetasi. Dilihat dari genesis control utama pembentukannya, bentuk lahan dapat dibedakan menjadi bentuk asal lahan structural, vuklanik, fluvial, marine, karst, Aeolian dan denudasional.

**Tabel 3.4** Warna yang direkomendasikan untuk dijadikan simbol satuan geomorfologi berdasarkan aspek genetis (Van Zuidam, 1985).

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

### 3.3.2 Analisis Litologi

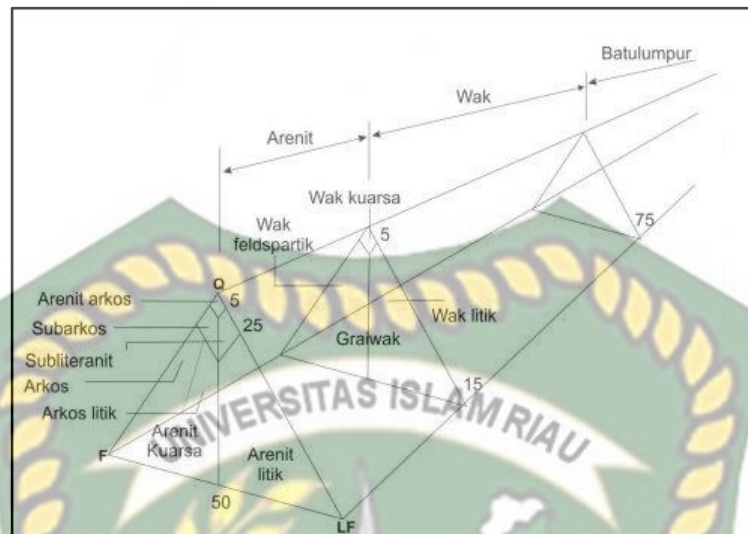
Analisis ini digunakan sebagai pengontrol dalam menentukan batas-batas dari satuan geomorfologi. Dimana litologi dapat mempengaruhi morfologi sungai dan jaringan topologi yang memudahkan terjadinya pelapukan dan ketahanan batuan terhadap erosi.

### 3.3.3 Analisis Petrografi

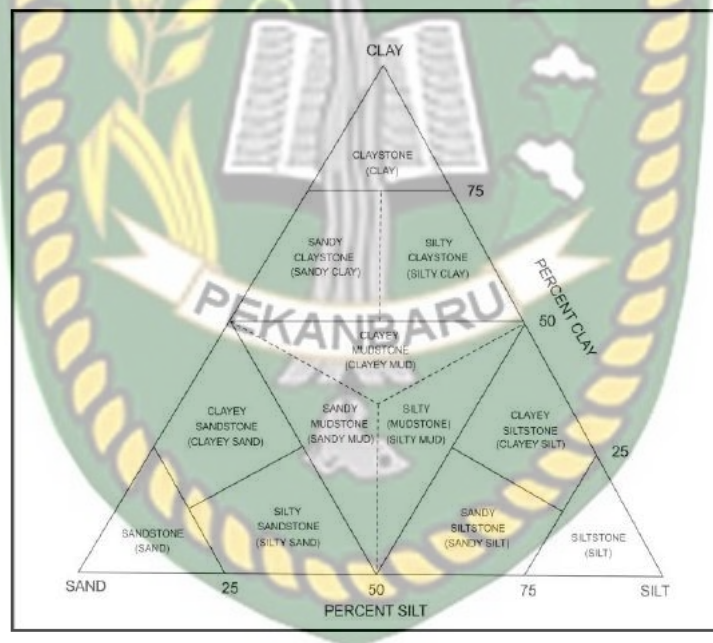
Analisis petrografis batuan dilakukan untuk penamaan jenis batuan dengan pendekatan kuantitatif. Hasil persentase mineral yang telah didapat diplot kedalam *chart* klasifikasi batuan.

#### 1. Batuan Sedimen

Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk sebagai hasil pemadatan endapan yang berupa bahan lepas. Menurut (Pettijohn, 1975) batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk dari akumulasi material hasil perombakan batuan yang sudah ada sebelumnya atau hasil aktivitas kimia maupun organisme, yang di endapkan lapis demi lapis pada permukaan bumi yang kemudian mengalami pembatuan. Berikut penjelasan batuan sedimen berdasarkan pada klasifikasi Pettijohn (1975).



**Gambar 3.2** Klasifikasi Batupasir menurut Pettijohn (1975)



**Gambar 3.3.** Klasifikasi batuan sedimen berbutir halus menurut Picard (1971)

### 3.3.4 Analisis Struktur Geologi

Analisis ini dilakukan untuk memperkirakan gaya atau deformasi yang terjadi pada batuan disuatu singkapan. Untuk menganalisa struktur geologi diperlukan beberapa metode seperti hukum v, pola jurus, dan streonet. Pola jurus pada dasarnya ialah perlapisan batuan yang merupakan kontur dari strike/dip (kesamaan arah jurus dan kemiringan batuan).



### 1. Jurus dan Kemiringan

Untuk mengukur komponen arah yang harus diperhatikan yaitu *bulls eye*, jarum kompas, klinometer dan lingkaran pembagian derajat. Untuk pengukuran arah kemiringan lapisan caranya tempelkan bagian belakang kompas (bagian bawah engsel cermin) pada bidang lapisan paling atas dengan posisi kompas tegak lurus.

### 2. Kekar

Kekar digunakan untuk membantu menentukan pola tegasan dengan anggapan bahwa kekar-kekar tersebut terbentuk sebelum atau pada saat pembentukan sesar.

### 3.3.5 Analisis Mekanika Tanah

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar pengertian ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh (Hardiyatmo, 2002) :

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

Rumus menurut Coulomb (1776) , grafik dapat dilihat pada **Gambar 3.4** :

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

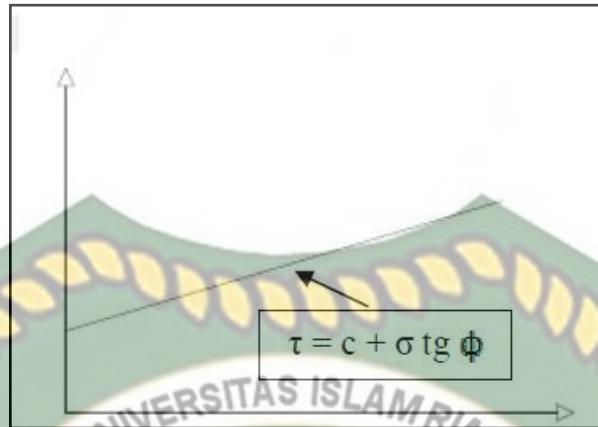
Dimana :

$\tau$  = 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>)



Gambar 3.4 Grafik Mohr dan Coulomb

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

Uji geser langsung merupakan pengujian sederhana dan langsung. Pengujian ini dilakukan dengan menempatkan contoh tanah kedalam kotak geser. Kemudian kotak terbelah, dengan setengah bagian yang bawah merupakan bagian yang tetap dan bagian atas mudah bertranslasi. Kotak ini tersedia berbagai ukuran, biasanya berdiameter 6.4 cm atau 5,0 cm x 5,0 cm. Faktor yang mempengaruhi kuat geser yaitu:

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

Perhitungan pada pengujian kuat geser langsung:

1. Hitung gaya geser  $P_h : P_v = \text{bacaan arloji} \times \text{kalibrasi proving ring}$
2. Hitung kekuatan geser
3. Hitung tegangan normal ( $\sigma_n$ )
4. Gambarkan grafik hubungan  $\Delta B/B$  versus  $\tau$ , kemudian dari masing – masing benda uji didapatkan  $\tau_{max}$ .
5. Gambarkan garis lurus melalui titik-titik hubungan  $\tau$  versus  $\sigma_n$  dapatkan pula parameter  $c$  dan  $\Phi$ .

6. Untuk mendapatkan parameter  $c$  dan  $\Phi$  dapat diselesaikan dengan cara matematis (persamaan regresi linear). Rumus kekuatan geser yaitu:

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

Dimana :

- $\tau$  = kuat geser tanah (kN/m<sup>2</sup>)
- $c$  = kohesi tanah
- $\Phi$  = sudut gesek dalam tanah atau gesek intern (derajat)

Kekuatan geser tanah terdiri dari 2 komponen, yaitu:

1. Gesekan dalam, sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang sesar.
2. Kohesi yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, digolongkan menjadi:
  - a. Tanah berkohesi atau berbutir halus (lempung)
  - b. Tanah tidak berkohesi atau berbutir kasar (pasir)
  - c. Tanah berkohesi gesekan ada  $c$  dan  $\Phi$  (lanau)

**Tabel 3.5.** Hubungan antara Konsistensi dengan kohesi (Begemann, 1965)

Kosistensi	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 3.6.** 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 3.7.** 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

Berikut dapat dilihat alat uji geser langsung



**Gambar 3.5** Alat Uji Geser Langsung (*Direct shear stress*)



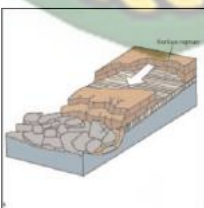



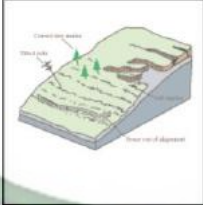

**Gambar 3.6** Alat Uji Geser Langsung

### 3.3.6 Analisis Jenis Longsoran

Menurut Subowo (2003) jenis longsoran terdiri dari longsoran translasi, longsoran rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah dan aliran bahan rombakan. Longsoran yang sering terjadi di Indonesia yaitu longsoran translasi dan longsoran rotasi karena tingkat pelapukan batuan yang tinggi, sehingga tanah yang terbentuk cukup tebal. Sedangkan longsor yang menelan banyak korban jiwa manusia, harta, benda yaitu aliran bahan rombakan karena jenis ini dapat menempuh jarak yang cukup jauh yaitu mencapai ratusan bahkan ribuan meter, terutama daerah aliran sungai disekitar gunung api.

**Tabel 3.8** Jenis-jenis longsoran oleh Subowo ( 2003 )

No.	Jenis Longsoran	Sketsa	Keterangan
1.	Longsoran Translasi		Longsoran translasi adalah bergerakanya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.
2.	Longsoran Rotasi		Longsoran rotasi adalah bergerakanya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.
3.	Pergerakan Blok		Pergerakan blok adalah bergerakanya batuan pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsoran ini disebut longsoran translasi blok batu
4.	Runtuhan Batu		Runtuhan batu adalah runtuhnya sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung.

5.	Rayapan Tanah		Rayapan tanah adalah jenis gerakan tanah yang bergerak lambat. Jenis gerakan tanah ini hampir tidak dapat dikenali. Rayapan tanah ini bisa menyebabkan tiang telepon, pohon, dan rumah miring.
6.	Aliran Bahan Rombakan		Gerakan tanah ini terjadi karena massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran dipengaruhi kemiringan lereng, volume dan tekanan air, serta jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ribuan meter.

### 3.3.7 Derajat Pelapukan

Pelapukan adalah proses perubahan batuan menjadi tanah (*soil*) baik oleh proses fisik atau mekanik (*disintegrasi*) maupun proses kimia (*decomposition*). Proses *decomposition* menyebabkan terjadinya mineral-mineral baru. Pelapukan secara fisika (*physical weathering*) atau pelapukan mekanik merupakan proses pelapukan yang terjadi karena perubahan fisik saja secara mekanik, tidak disertai perubahan kimia, sehingga komposisi kimia tetap.

**Tabel 3.9** Derajat pelapukan batuan

Istilah	Derajat Pelapukan	Singkatan	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.

### 3.3.8 Analisis Stabilitas Lereng

Analisis ini didasarkan pada konsep keseimbangan batas (*General Limit Equilibrium*) untuk menghitung faktor keamanan (SF) yang melawan gaya runtuh pada stabilitas lereng. Faktor keamanan digambarkan dimana pergeseran tanah harus dikurangi dengan massa tanah pada daerah batas keseimbangan sepanjang longsor.

$$SF = \frac{S_f}{S_d}$$

Dengan :

SF = Angka kematian terhadap kekuatan tanah

$S_f$  = kekuatan geser rata-rata dari tanah ( $\text{kN/m}^2$ )

$S_d$  = Tegangan geser rata-rata yang bekerja sepanjang bidang longsor ( $\text{kN/m}^2$ )

Kekuatan geser tanah menurut Coulomb yaitu “perlawanan gesekan tidak mempunyai suatu nilai yang tetap akan tetapi berbeda – beda besarnya nilai tegangan normal yang bekerja pada bidang geser”. Anggapan yang digunakan adalah:

1. Besarnya perlawanan kohesi dianggap mempunyai nilai yang tetap dan tidak tergantung dari tegangan yang bekerja.
2. Kohesi terbagi merata pada luas permukaan geser, artinya mempunyai nilai yang tetap untuk tipe tanah tertentu, kadar air dan kondisi uji tertentu.

Kekuatan geser tanah terdiri dari kohesi dan geseran, dimana Coulumb menyatakan suatu persamaan yang berupa suatu garis lurus dalam suatu sistem koordinat dengan sumbu tegak  $S_r$  dan sumbu horizontal, dapat dilihat dengan rumus:

$$S_f = C + \sigma \tan \varphi$$

Dimana :

- $S_f$  = kekuatan geser tanah/tegangan geser pada keruntuhan ( $\text{kN/m}^2$ )
- $c$  = kohesi ( $\text{kN/m}^2$ )
- $\varphi$  = sudut geser tanah
- $\sigma$  = tegangan normal rata pada permukaan bidang longsor ( $\text{kN/m}^2$ )

Besarnya nilai kohesi dan sudut geser tanah ( $c$  dan  $\varphi$ ) merupakan parameter efektif, mempengaruhi lokasi daerah kritis longsoran dengan keadaan faktor keamanan yang minimum, dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3.7 Grafik kekuatan geser

Persamaan kuat geser dalam tinjauan tegangan efektif dapat dikerahkan tanah, hingga tercapainya kondisi keseimbangan batas dengan faktor aman (Hardiyanto & Hary Christady,1992) :

$$\tau = \frac{c}{F} + (\sigma - u) \frac{tg\phi}{F}$$

Dimana  $\tau$  adalah tegangan normal pada bidang longsor dan  $u$  adalah tekanan air pori. Persamaan faktor aman adalah:

$$F = \frac{1}{\Sigma W \sin \alpha} \Sigma [cb + (W - ub)\tan\phi] \frac{\sec \alpha}{1 + (\tan \phi \tan \alpha)/F}$$



**Tabel 3.10** Faktor Keamanan dan Kejadian pada metode Bishop (Braja M. Das, 1993)

F	Kejadian
$F < 1.07$	Keruntuhan Bisa Terjadi
$F 1.07 < 1.25$	Keruntuhan Pernah Terjadi
$F > 1.25$	Keruntuhan Jarang Terjadi

Umumnya, faktor keamanan stabilitas lereng atau faktor aman terhadap kuat geser tanah diambil lebih besar atau sama dengan 1,2-1,5. Menurut Bowles (1989) nilai dari faktor keamanan berdasarkan intensitas kelongsorannya .

**Tabel 3.11** Faktor Keamanan menurut Bowles, 1989.

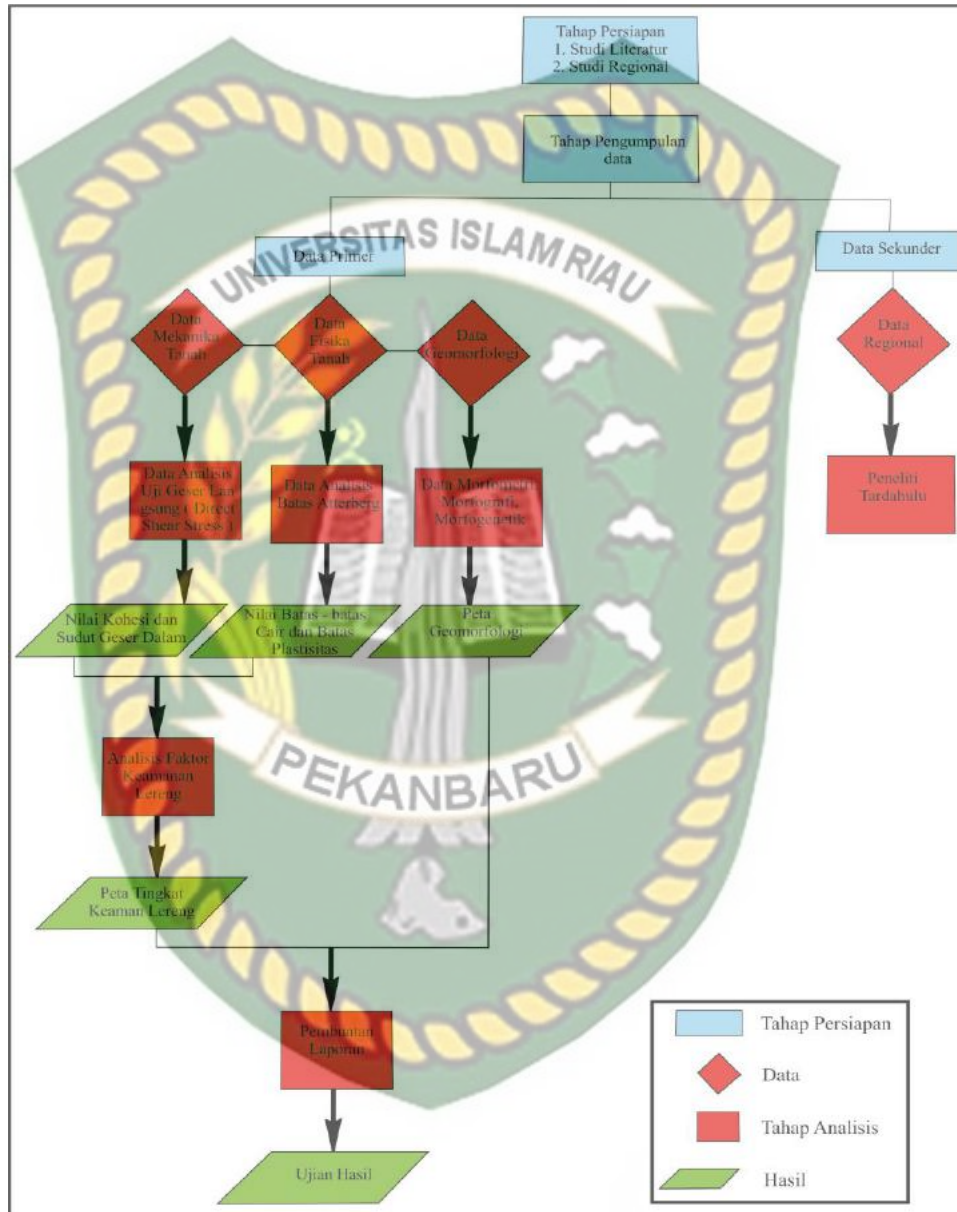
Nilai Faktor Keamanan	Kejadian / Intensitas Kelongsoran
FK kurang dari 1.07	Longsor terjadi biasa / sering (lereng stabil)
Fk antara 1.07 – 1,25	Longsor pernah terjadi (lereng kritis)
Fk diatas 1,25	Longsor jarang terjadi (lereng relatif stabil)

Analisis faktor keamanan lereng dilakuakn menggunakan program slide 6.0 dengan metode *bishop*. Data-data yang dimasukkan yaitu berat isi tanah, kohesi, dan sudut geser dalam serta geometri lereng seperti tinggi dan lebar lereng.

**Gambar 3.8** Input volume tanah, kohesi, dan sudut geser dalam menggunakan analisis faktor keamanan lereng dalam program slide 6.0

### 3.4 Penyusunan Laporan

Tahap akhir dari seluruh kegiatan penelitian yang telah dilakukan disajikan dalam bentuk laporan dan peta yang merangkum semua permasalahan yang diangkat penulis beserta hasil analisis guna menjawab permasalahan diatas. Pada tahap ini hasil penelitian yang meliputi interpretasi dan rekonstruksi data yang diperoleh dari lapangan serta hasil dari analisis laboratorium disajikan dalam bentuk laporan tugas akhir.



Gambar 3.9 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

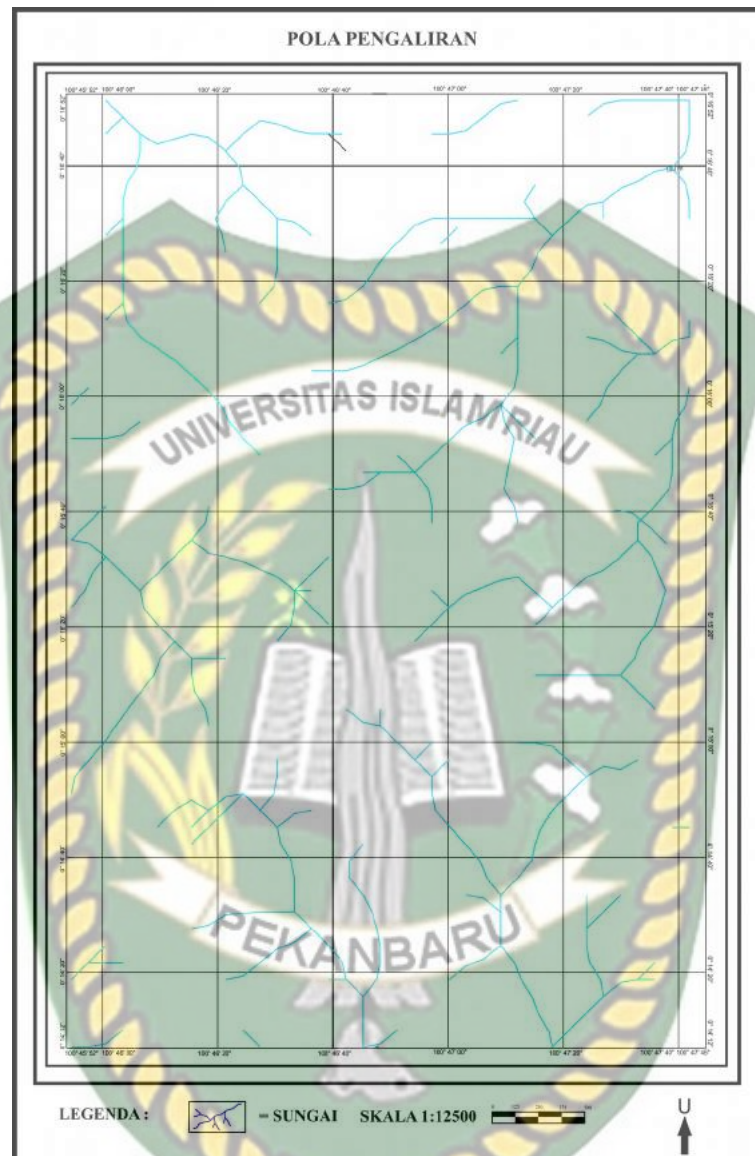
#### 4.1 Geomorfologi

Dalam analisis geomorfologi, aspek yang digunakan yaitu aspek morfografi, aspek morfometri, dan aspek morfogenetik. Dalam ketiga aspek tersebut peneliti meninjau bentuk lahan (perbedaan ketinggian), kemiringan lereng, litologi penyusun daerah tersebut, serta pola pengaliran yang berkembang di daerah penelitian.

##### 4.1.1 Morfografi

Daerah penelitian tersusun oleh bentuk lahan dengan nilai elevasi berkisar antara 50 –375 mdpl, dengan lembah berbentuk U dan V, dan satu jenis pola pengaliran yaitu Subdenritik. Berdasarkan bentuk lahan pada daerah penelitian terbagi menjadi dua yaitu perbukitan curam dan perbukitan agak curam. Jenis pola pengaliran yang mendominasi di daerah penelitian adalah Subdenritik. Hulu sungai daerah penelitian mendominasi di bagian Barat daya terutama pada daerah yang mempunyai kelereng curam dengan nilai elevasi berkisar 100-281 m dan mengalir ke arah hilir sungai yang berarah Timur Laut berlereng agak curam dengan nilai elevasi berkisar 125-212 m. Beberapa sungai utama kemudian menyatu di bagian tengah daerah penelitian dan mengalir ke arah Utara dengan nilai elevasi berkisar 118-131m, ditunjukkan pada (Gambar 4.1).

Litologi yang ada pada pola aliran ini juga didominasi oleh batu lanau, batu sabak, dan batu pasir, dengan ukuran mulai dari halus sampai sangat halus, Pola aliran Subdenritik. Daerah penelitian memiliki bentuk lahan dengan kemiringan yang curam. Struktur dan litologi yang terdapat pada daerah penelitian ini sangat mempengaruhi proses terbentuknya pola aliran ini.



Gambar 4.1 Pola Aliran Daerah Penelitian Subdenritik

#### 4.1.2 Morfometri

Berdasarkan hasil analisis morfometri bentuk lahan daerah penelitian diklasifikasikan menjadi dua kelas relief yaitu: relief perbukitan agak curam dan relief perbukitan tinggi struktural. Relief perbukitan agak curam memiliki nilai persentase kemiringan lereng 15-25 % dan memiliki derajat 8,5-16,7, sedangkan Relief perbukitan tinggi struktural memiliki nilai persentase kemiringan lereng 50-62% dan memiliki derajat 16,7-54,5.

### 4.1.3 Morfogenetik

Morfogenetik daerah penelitian terdiri dari bentuk asal lahan struktural dan bentuk asal lahan denudasional. Lahan struktural ditemukannya bentuk relief yang memanjang dan rapat, kemiringan lereng yang tergolong curam sampai sangat curam, dan terdapat struktur kekar pada tubuh batuan. Sedangkan bentuk asal lahan denudasional dicirikan dengan perbedaan relief yang sangat jelas antara lembah, lereng dan pola pengaliran sungai. Selain itu litologi penyusun terdiri dari sabak yang memiliki derajat pelapukan batuan kelas 6, dimana derajat pelapukan merupakan salah satu faktor yang bekerja dalam proses terbentuknya bentuk asal lahan denudasional.

### 4.1.4 Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian

Satuan geomorfologi daerah penelitian terdiri dari Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Curam Struktural dan Satuan Geomorfologi Perbukitan Agak Curam Denudasional.

#### 4.1.4.1 Satuan Geomorfologi Perbukitan Agak Curam Denudasional

Berdasarkan aspek morfografi satuan ini memiliki elevasi 50m – 187m dengan pemerian morfografi yaitu perbukitan, sedangkan aspek morfometri memiliki nilai kemiringan lereng 15% - 25% dan beda tinggi 137m dengan topografi agak curam, serta morfogenetik denudasional dengan tingkat pelapukan tinggi. Litologi penyusun satuan ini adalah batupasir dan sabak.



**Gambar 4.2** Foto Geologi Menunjukkan Satuan Geomorfologi Perbukitan Agak Curam Denudasional

#### 4.1.4.2 Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Curam Struktural

Berdasarkan aspek morfografi satuan ini memiliki elevasi 106m – 306m dengan pemerian morfografi yaitu perbukitan tinggi, sedangkan aspek morfometri memiliki kemiringan lereng 62% - 125% dengan topografi curam, serta morfogenetik struktural. Litologi penyusun satuan ini adalah batulanau dan sabak



**Gambar 4.2** Foto Geologi menunjukkan Satuan Geomorfologi Perbukitan Tinggi Curam Struktural

#### 4.2 Litologi Daerah Penelitian

Litologi yang ada pada daerah penelitian terdiri dari:

##### 4.2.1 Sabak

Berdasarkan pengamatan secara petrografi memiliki ciri-ciri berupa warna lapuk coklat tua kekuningan, dengan warna segar pada batuan kuning kecoklatan, pemilahan baik, terdiri dari butiran penyusun berukuran lempung-lanau, kemas tertutup, tingkat kekerasan pada batuan agak keras yang di tunjukkan pada **Gambar 4.4**.

Sedangkan berdasarkan pengamatan mikroskopis memiliki warna nikol sejajar (PPL) kuning putih kecoklatan dan warna nikol silang (XPL) coklat abu-abu kemerahan, struktur foliasi, bentuk anhedral, relief sedang, pemadaman wavy dan komposisi terdiri dari kuarsa 20%, alkali feldspar 40% dan lempung 40%, berdasarkan tabel metamof sabak berasal dari batuan asal tuf dan serpih ditunjukkan pada **Gambar 4.5**.



**Gambar 4.4** Foto Geologi Menunjukkan Singkapan Sabak Yang Menunjukkan Longsor Pada Stasiun 06 Daerah Penelitian.



**Gambar 4.5** Foto Mikrograf menunjukkan hasil Analisis Petrologi Sayatan Batu Sabak

#### 4.2.2 Batu Lanau

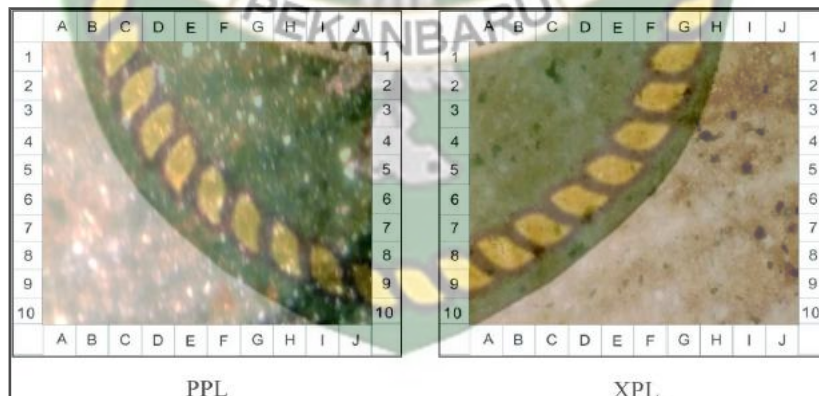
Berdasarkan pengamatan secara petrografi memiliki ciri-ciri dengan warna lapuk coklat kehitaman dan warna segar coklat muda, besar butir sangat halus, pemilahan baik, kemas tertutup dan permeabilitas baik, kekompakan lunak - dapat di remas. Batulanau yang terdapat di kawasan penelitian umum nya hasil pelapukan, dilihat dari keadaan litologi nya tidak ideal dan segar, ditunjukkan pada **Gambar 4.6**.

Sedangkan berdasarkan pengamatan mikroskopis, memiliki warna nikol sejajar (PPL) kuning putih dan warna nikol silang (XPL) coklat kehitaman,

struktur pada mineral lempung terdapat fracture, bentuk anhedral, pepadaman paralel, pilokrisma ada, relief jelas dan komposisi yang terbentuk batuan ini adalah kuarsa 48%, alkali feldspar 50% dan olivin 2%, dengan penamaan Greiwak litik, yang ditunjukkan pada **Gambar 4.7**.



**Gambar 4.6** Foto Geologi Menunjukkan Singkapan Batu Lanau yang menunjukkan Longsor pada Stasiun 1 Daerah Penelitian.



**Gambar 4.7** Foto Mikrograf menunjukkan hasil Analisis Petrografi Sayatan Batu Lanau pada Stasiun 1 dengan penamaan Greiwak Litik.

#### 4.2.3 Batu Pasir

Berdasarkan pengamatan secara petrografi memiliki ciri-ciri warna lapuk coklat tua kehitaman dan warna segar coklat terang, struktur masif, terdiri dari butiran dan matriks, kemas terbuka, pemilahan sedang, pada beberapa tempat

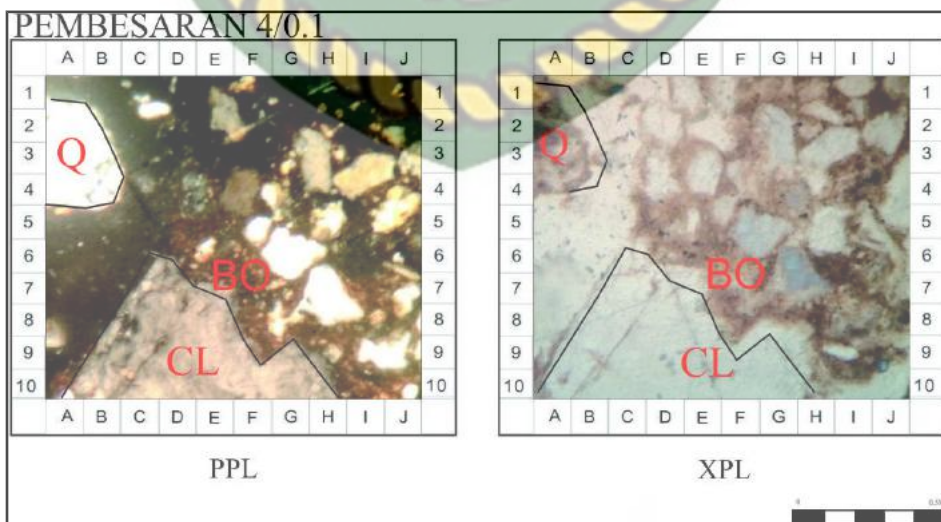


litologi ini di temukan dengan kondisi terlapukan, yang ditunjukkan pada **Gambar 4.8**.



**Gambar 4.8** Foto Geologi menunjukkan singkapan Batu Pasir yang menunjukkan Longsoran pada Stasiun 4 Daerah Penelitian

Sedangkan berdasarkan pengamatan mikroskopis, memiliki warna nikol sejajar (PPL) kuning putih kecoklatan dan warna nikol silang (XPL) abu-abu kemerahan, struktur fraktur, bentuk anhedral, pemadaman wavy dan komposisi terdiri dari kuarsa dan feldspar 30% , lempung 70% dan besi oksidasi dengan penamaan greiwak feldspar, ditunjukkan pada **Gambar 4.9**.



**Gambar 4.9** Foto Mikrograf menunjukkan hasil Analisis Petrologi Sayatan Batuan Pasir pada Stasiun 4, dengan Penamaan Greiwak Feldspar

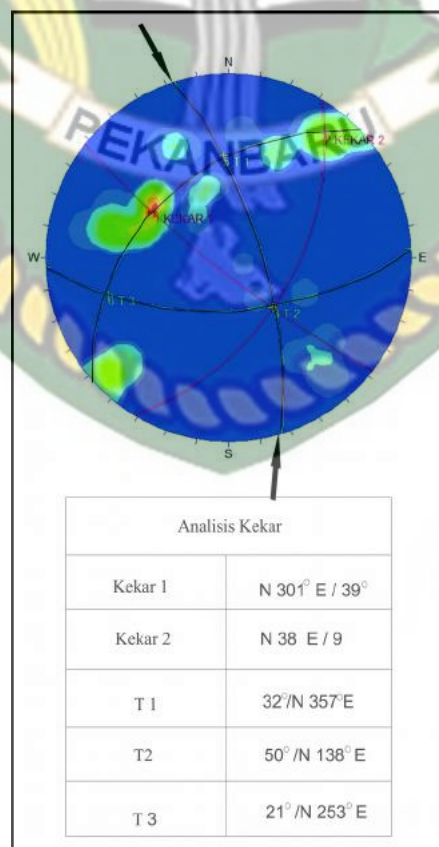
### 4.3 Struktur Geologi Daerah Penelitian

Struktur geologi yang ditemukan pada daerah penelitian berupa struktur kekar pada stasiun 4, stasiun 5, stasiun 6 dan stasiun 9 dilitologi batupasir dan sabak.

#### 4.3.1 Kekar Stasiun 4

Pada stasiun ini memiliki litologi batupasir. pengambilan data kekar dilakukan dengan pengukuran arah kekar yang saling berpasangan, dimana hasil akhir akan diketahui arah tegasan utama yang bekerja ketika mengalami deformasi.

Berdasarkan interpretasi jaring stereografi pada stasiun 4 diperoleh data kekar dengan arah bidang kekar 1 N 301° E/ 39° dan arah bidang kekar 2 N 38° E/ 9°, dengan nilai  $\sigma_1$  : 32°, N 357° E,  $\sigma_2$  : 50°, N 138° E,  $\sigma_3$  : 21°, N 253° E dengan arah tegasan utama relatif berarah Utara – Selatan

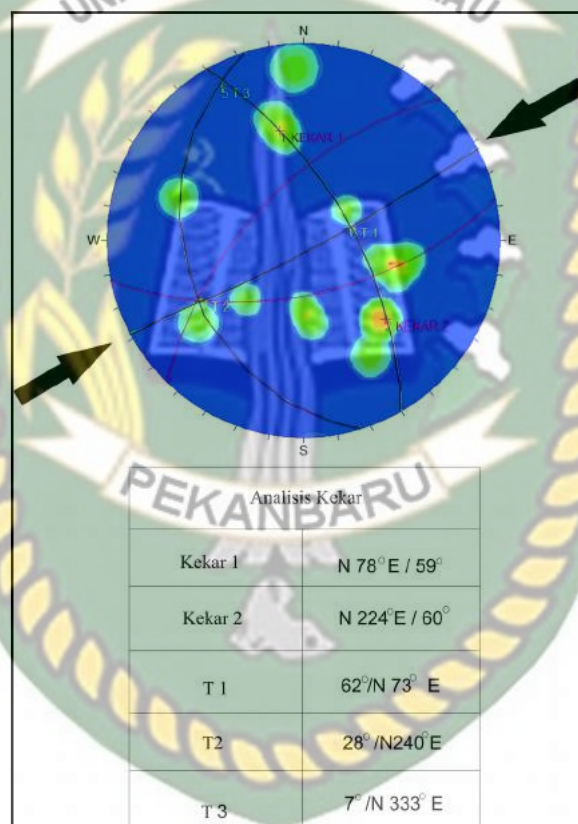


Gambar 4.10 Analisis Streonet Struktur kekar Pada Stasiun 4

#### 4.3.2 Kekar Stasiun 5

Pada stasiun ini memiliki litologi batupasir. pengambilan data kekar dilakukan dengan pengukuran arah kekar yang saling berpasangan, dimana hasil akhir akan diketahui arah tegasa utama yang bekerja ketika mengalami deformasi.

Berdasarkan interpretasi jaring stereografi pada stasiun 5 diperoleh data kekar dengan arah bidang kekar 1 N 78° E/ 59° dan arah bidang kekar 2 N 224° E/ 60°, dengan nilai  $\sigma_1$  : 62°, N 73° E,  $\sigma_2$  : 28°, N 240° E,  $\sigma_3$  : 7°, N 333° E dengan arah tegasan utama relatif berarah Timur Laut – Barat Daya.

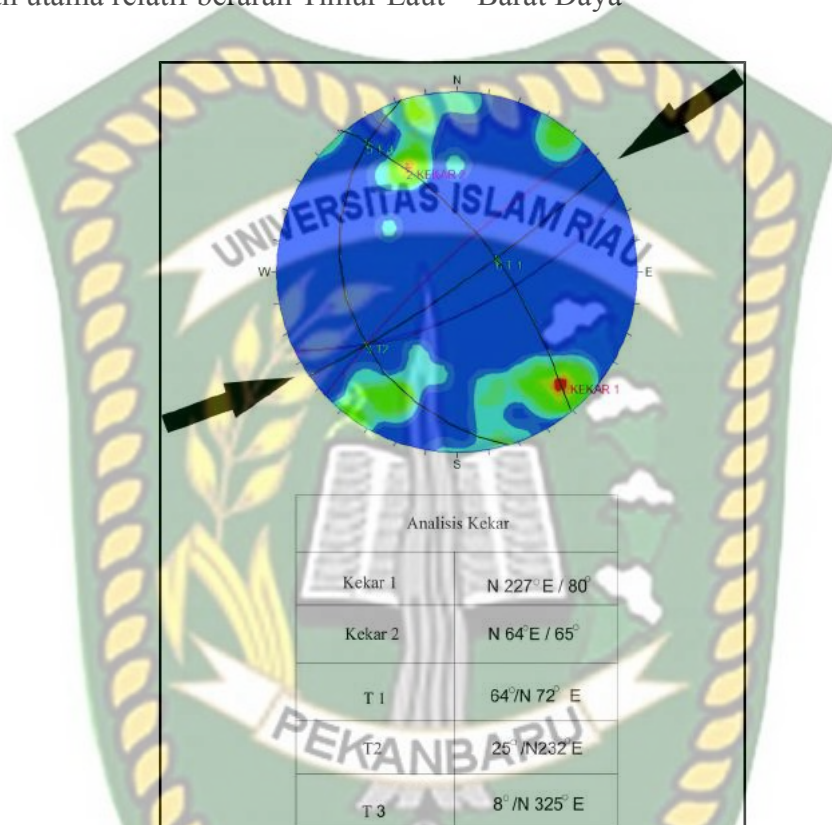


Gambar 4.11 Analisis Streonet Struktur Kekar Pada Stasiun 5

#### 4.3.3 Kekar Stasiun 6

Pada stasiun ini memiliki litologi sabak. Pengambilan data kekar dilakukan dengan pengukuran arah kekar yang saling berpasangan, dimana hasil akhir akan diketahui arah tegasan utama yang berkerja pasa saat batuan mengalami deformasi.

Berdasarkan interpretasi jaring streografi pada stasiun 6 diperoleh data kekar dengan arah bidang kekar 1 N 227° E/ 80° dan arah bidang kekar 2 N 64° E/ 65°, dengan nilai  $\sigma_1$  : 64°, N 72° E,  $\sigma_2$  : 25°, N 232° E,  $\sigma_3$  : 8°, N 325° E dengan arah tegasan utama relatif berarah Timur Laut – Barat Daya.

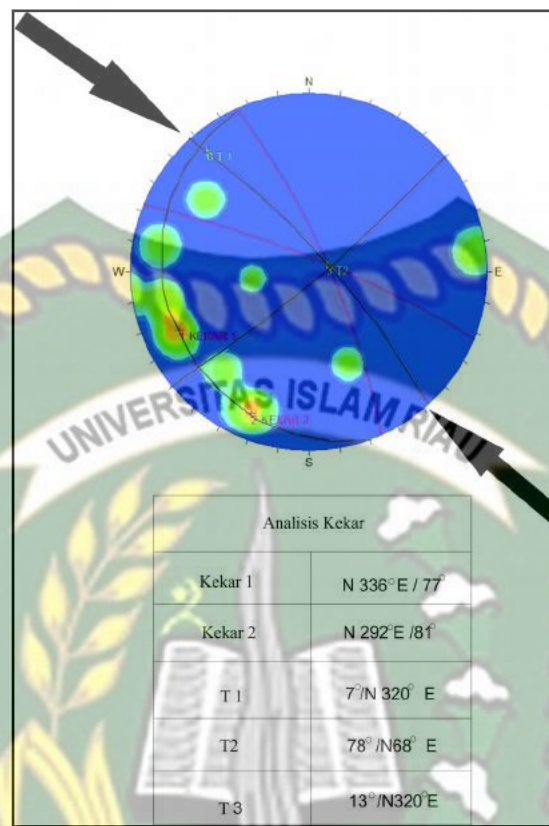


Gambar 4.12 Analisis Streonet Struktur Kekar Pada Stasiun 6

#### 4.3.4 Kekar Stasiun 9

Pada stasiun ini memiliki litologi sabak. Pengambilan data kekar dilakukan dengan pengukuran arah kekar yang saling berpasangan, dimana hasil akhir akan diketahui arah tegasan utama yang berkerja pada saat batuan mengalami deformasi.

Berdasarkan interpretasi jaring streografi pada stasiun 6 diperoleh data kekar dengan arah bidang kekar 1 N 336° E/ 77° dan arah bidang kekar 2 N 292° E/ 81°, dengan nilai  $\sigma_1$  : 7°, N 320° E,  $\sigma_2$  : 78°, N 68° E,  $\sigma_3$  : 13°, N 320° E dengan arah tegasan utama relatif berarah Tenggara – Barat Laut.



**Gambar 4.13** Analisis Streonet Struktur Kekar Pada Stasiun 9

#### 4.4 Analisis Mekanika Tanah

Analisis ini diuji di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil UIR, sehingga didapatkan hasil fisik dan mekanik tanah. Pengujian ini dilakukan pada 5 sampel tanah.

##### 4.4.1 Uji Geser langsung (*Direct Shear Stress*)

Analisis uji geser langsung (*direct shear Stress*) diambil pada stasiun 1, stasiun 5, stasiun 10, stasiun 12 dan stasiun 17. Hasil analisis uji geser langsung (*direct shear Stress*) dari lima Stasiun ditunjukkan pada Tabel 4.1.

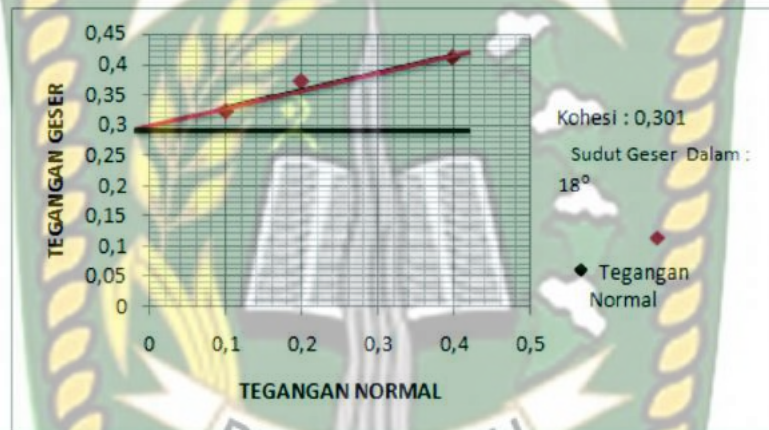
**Tabel 4.1** Hasil Analisis Uji Geser Langsung (*Direct Shear Stress*)

No. Sampel	Lokasi	Sifat Mekanik	
		C (kg/cm <sup>2</sup> )	Θ (°)
1 RS	Stasiun 1	0,301	18
5 RS	Stasiun 5	0,286	21

10 RS	Stasiun 10	0,261	27
12 RS	Stasiun 12	0,180	27
17 RS	Stasiun 17	0,360	40

#### 4.4.1.1 Uji Geser Langsung Stasiun 1

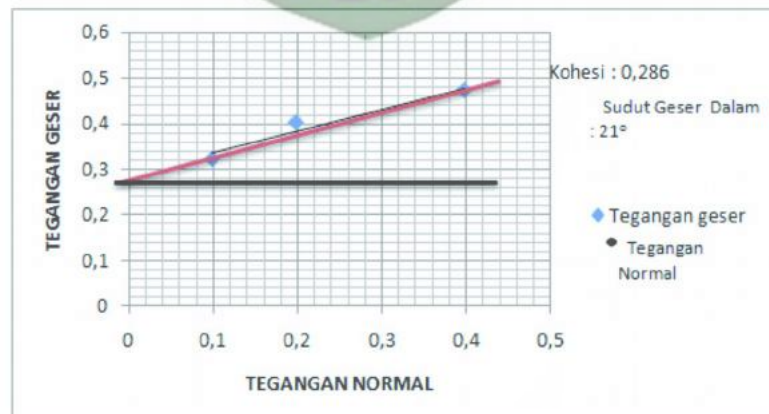
Berdasarkan hasil uji laboratorium pengujian Uji Geser Langsung pada Stasiun 1 di dapatkan nilai kohesi 0,301 dan sudut geser dalam  $18^\circ$ , grafik uji geser langsung Stasiun 1 ditunjukkan pada **Gambar 4.14**



Gambar 4.14 Grafik menunjukkan Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 1

#### 4.4.1.2 Uji Geser Langsung Stasiun 5

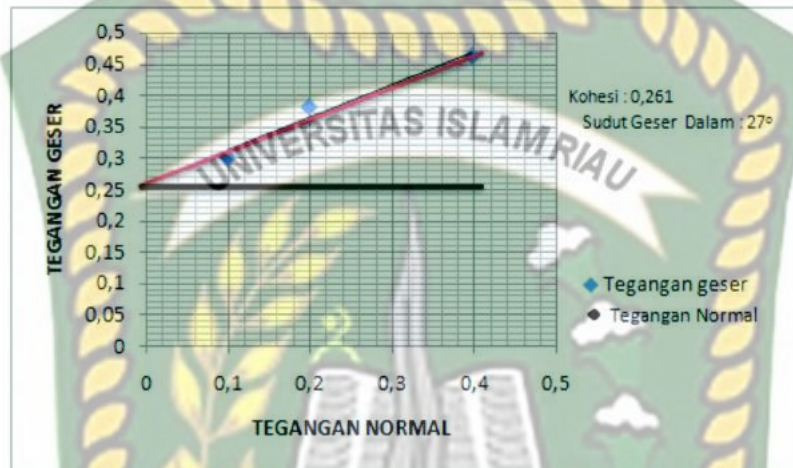
Berdasarkan hasil uji laboratorium pengujian Uji Geser Langsung pada Stasiun 5 di dapatkan nilai kohesi 0,286 dan sudut geser dalam  $21^\circ$ , grafik uji geser langsung Stasiun 5 ditunjukkan pada **Gambar 4.15**.



Gambar 4.15 Grafik menunjukkan Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 5

#### 4.4.1.3 Uji Geser Langsung Stasiun 10

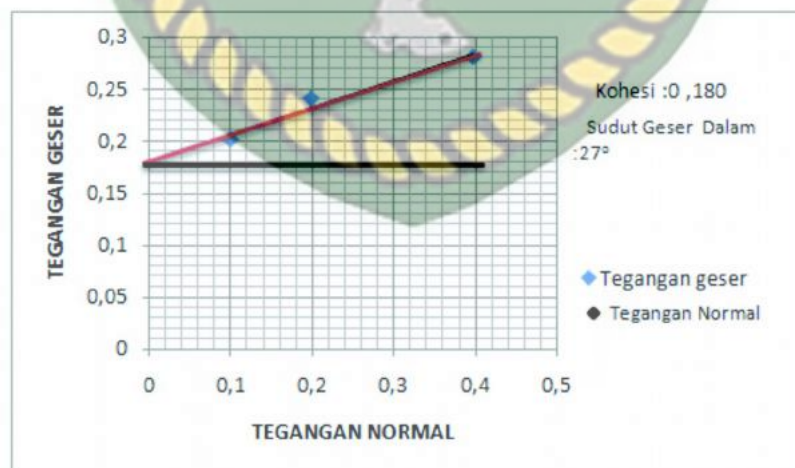
Berdasarkan hasil uji laboratorium pengujian Uji Geser Langsung pada Stasiun 10 di dapatkan nilai kohesi 0,261 dan sudut geser dalam  $27^\circ$ , grafik uji geser langsung Stasiun 10 ditunjukkan pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Grafik menunjukkan Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 10

#### 4.4.1.4 Uji Geser Langsung Stasiun 12

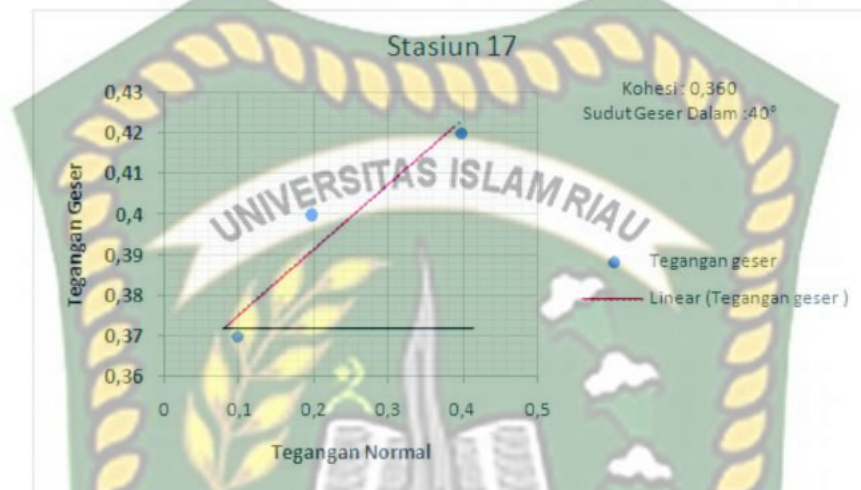
Berdasarkan hasil uji laboratorium pengujian Uji Geser Langsung pada Stasiun 12 di dapatkan nilai kohesi 0,180 dan sudut geser dalam  $27^\circ$ , grafik uji geser langsung Stasiun 12 ditunjukkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Grafik menunjukkan Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 12

#### 4.4.1.5 Uji Geser Langsung Stasiun 17

Berdasarkan hasil uji laboratorium pengujian uji geser langsung pada Stasiun 17 di dapatkan nilai kohesi 0,360 dan sudut geser dalam  $40^\circ$ . grafik uji geser langsung Stasiun 17 ditunjukkan pada **Gambar 4.18**.



**Gambar 4.18** Grafik menunjukkan Hasil Uji Geser Langsung Stasiun 17

#### 4.5 Jenis-Jenis Longsor dan Sebarannya

Berdasarkan analisis lereng setelah pemetaan dan pengamatan maka lereng yang akan dianalisis terdiri dari 4 lereng yang berbeda, dimana jenis longsor yang mendominasi di daerah penelitian adalah *Debris Avalanche*, *Debris Flow*, *Earth Flow* dan *Transitional Landslid*.

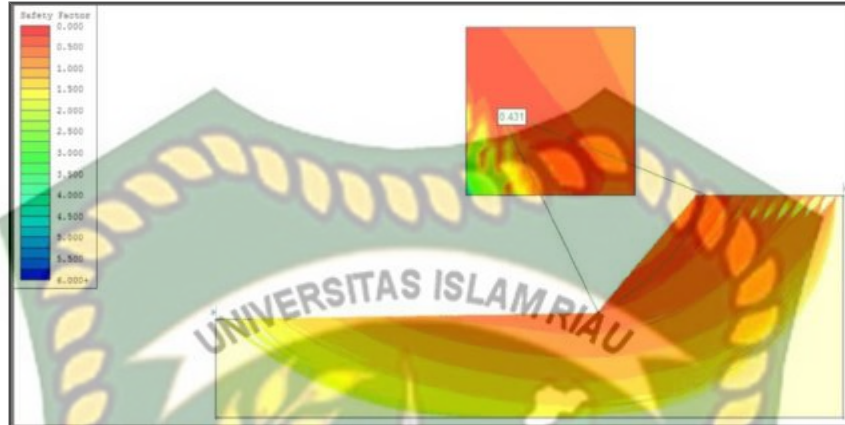
##### 4.5.1 Analisis Longsor Stasiun 1

Jenis gerakan massa tanah pada stasiun 1 termasuk kedalam jenis longsor *Earth Flow*, dengan jenis material longsor berupa material batu lanau.





**Gambar 4.19** Foto Geologi menunjukkan jenis Gerakan Tanah *Earth Flow* pada stasiun 1 dengan arah foto N 270 E



**Gambar 4.20** Analisis Faktor Keamanan Lereng menggunakan Metode Bishop dan *Software Slide 6.0* pada Stasiun 1 diklasifikasikan Kelas Labil

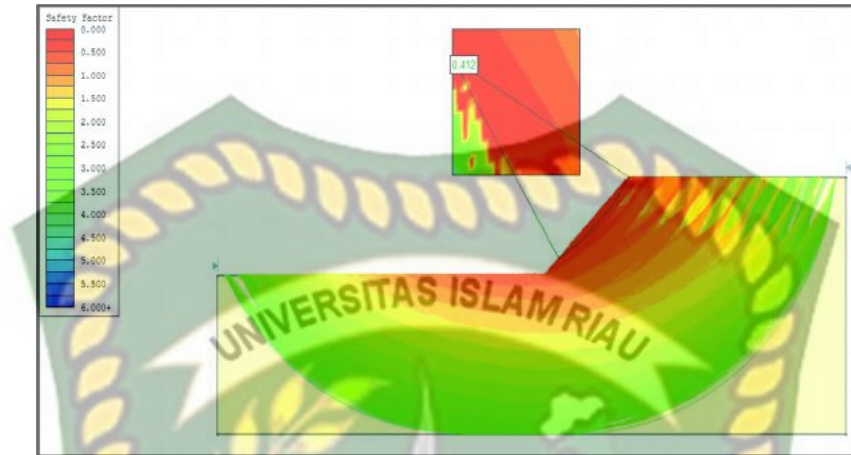
Berdasarkan analisis coring pada stasiun 1, didapat batuan penyusun terdiri dari batupasir halus, membundar, butiran sebanyak 20%, tekstur halus, struktur homogeous, derajat pelapukan 5. Dimensi lereng dengan tinggi lereng 10m, panjang lereng 43m dan kemiringan lereng  $50^{\circ}$ . Sehingga pada uji laboratorium didapat hasil nilai kohesi  $0.301 \text{ kg/cm}^2$ , sudut geser dalam  $18^{\circ}$ , berat isi tanah  $1.800 \text{ gr/cc}$ . Berdasarkan analisis faktor keamanan lereng menggunakan *Software Slide 6.0* didapatkan nilai *factor safety* sebesar 0.431 yang termasuk kelas labil dengan kemungkinan sering terjadi longsor.

#### 4.5.2 Analisis Longsor Stasiun 5

Jenis gerakan massa tanah pada stasiun 5 termasuk kedalam jenis longsor *Earth Flow* dengan jenis material longsor berupa material batu pasir.



**Gambar 4.21** Foto Geologi menunjukkan jenis gerakan tanah *Earth Flow* pada stasiun 5 dengan arah foto N 230° E.

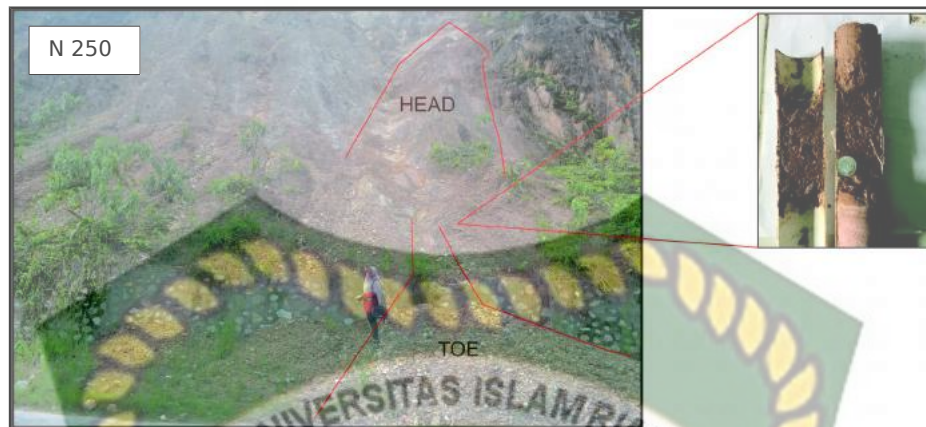


**Gambar 4.22** Analisis Faktor Keamanan Lereng menggunakan metode Bishop dan *Software* Slide 6.0 stasiun 5 diklasifikasikan Kelas Labil 5

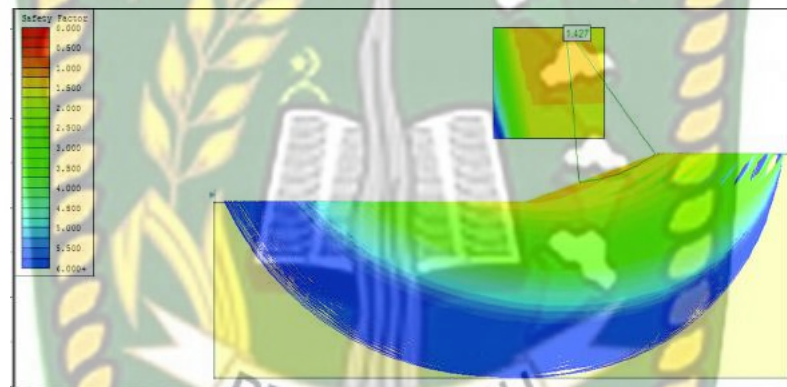
Berdasarkan analisis coring pada stasiun 5, didapat batuan penyusun terdiri dari batupasir halus, dengan warna coklat tua, ukuran butir 30%, struktur homogenous, derajat pelapuka 5. Dimensi lereng dengan tinggi lereng 20m, panjang lereng 110m, kemiringan lereng  $46^{\circ}$ . Sehingga pada uji laboratorium didapat hasil nilai kohesi  $0.286 \text{ kg/cm}^2$ , sudut geser dalam  $21^{\circ}$ , berat isi tanah  $6.732 \text{ gr/cc}$ . Berdasarkan analisis faktor keamanan lereng menggunakan *Software* Slide 6.0 didapatkan nilai *factor safety* sebesar 0.412 yang termasuk kelas labil dengan kemungkinan sering terjadi longsor.

#### 4.5.3 Analisis longsor Stasiun 10

Jenis gerakan massa tanah pada stasiun 10 termasuk kedalam longsor *Earth Flow* dengan jenis material longsor berupa material sabak.



**Gambar 4.23** Foto Geologi menunjukkan jenis gerakan tanah *Earth Flow* pada stasiun 10 dengan arah foto N 250 E



**Gambar 4.24** Analisis Faktor Keamanan Lereng menggunakan metode Bishop dan *SoftwareSlide* 6.0 pada stasiun 10 diklasifikasikan Kelas Stabil

Berdasarkan analisis coring pada stasiun 10, didapat batuan penyusun terdiri dari batupasir halus, dengan warna abu-abu cerah, ukuran butir spotet, rounded, struktur homogenous, derajat pelapuka 5. Dimensi lereng dengan tinggi lereng 40m, panjang lereng 44m, kemiringan lereng  $45^{\circ}$ . Sehingga pada uji laboratorium didapat hasil nilai kohesi  $0.261 \text{ kg/cm}^2$ , sudut geser dalam  $27^{\circ}$ , berat isi tanah  $2.475 \text{ gr/cc}$ . Berdasarkan analisis faktor keamanan lereng menggunakan *Software Slide* 6.0 didapatkan nilai *factor safety* sebesar 1.427 yang termasuk kelas labil dengan kemungkinan sering terjadi longsor.

#### 4.5.4 Analisis longsor Stasiun 12

Jenis gerakan massa tanah pada stasiun 12 termasuk kedalam jenis longsor *Translational landslide* dengan jenis material longsor berupa material batu pasir.



**Gambar 4.25** Foto Geologi menunjukkan jenis gerakan tanah *Translational Landslide* yang diambil pada stasiun 12



**Gambar 4.26.** Analisis faktor keamanan lereng menggunakan metode Bishop dan *Software Slide 6.0* pada stasiun 12 diklasifikasikan Kelas Labil

Berdasarkan analisis coring pada stasiun 12, didapat batuan penyusun terdiri dari batupasir sedang – batupasir kasar, dengan warna coklat muda, ukuran butir menyudut tanggung, tekstur kasar, derajat pelapuka 6. Dimensi lereng dengan tinggi lereng 5m, panjang lereng 2m, kemiringan lereng  $60^{\circ}$ . Sehingga pada uji laboratorium didapat hasil nilai kohesi  $0.180\text{kg/cm}^2$ , sudut geser dalam  $27^{\circ}$ , berat isi tanah  $2.880\text{ gr/cc}$ . Berdasarkan analisis faktor keamanan lereng menggunakan *Software Slide 6.0* didapatkan nilai *factor safety* sebesar 0.532 yang termasuk kelas labil dengan kemungkinan sering terjadi longsor.

#### 4.5.5 Analisis longsor Stasiun 17

Jenis gerakan massa tanah pada stasiun 17 termasuk kedalam jenis longsor *Debris Avalanche* dengan jenis material longsor berupa material batu lanau.

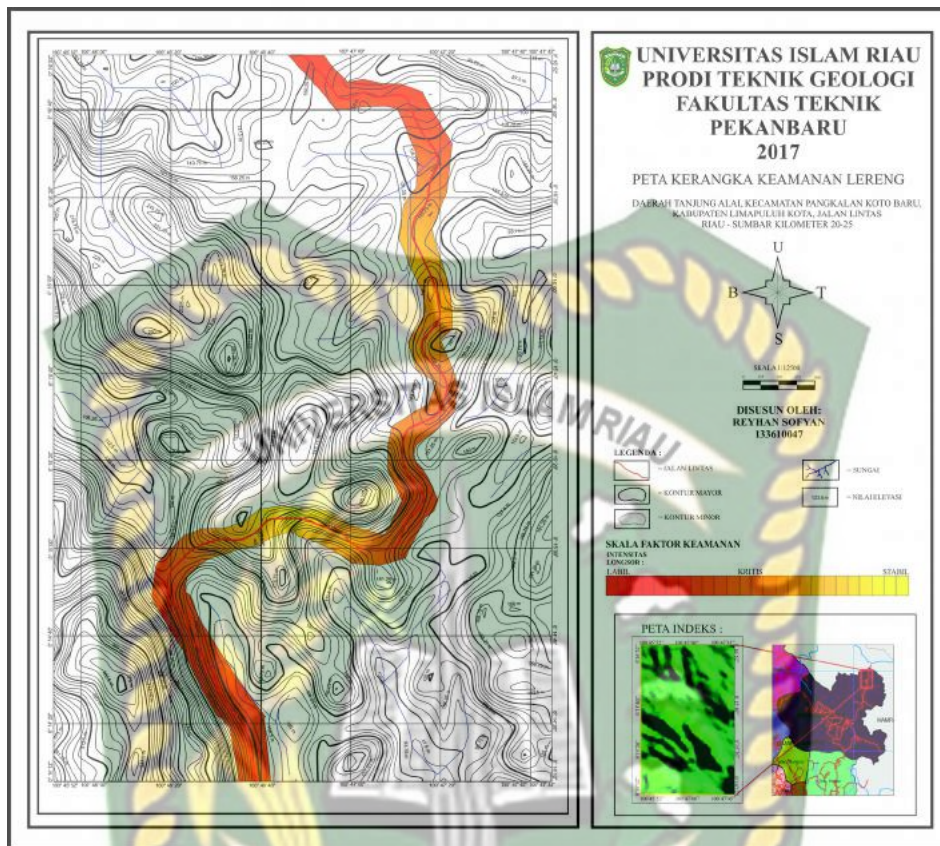


**Gambar 4.27.** Foto Geologi menunjukkan jenis gerakan tanah *Debris Avalanche* pada stasiun 17 dengan Arah Foto N 236° E

Berdasarkan analisis coring pada stasiun 17, didapat batuan penyusun terdiri dari batupasir kasar, dengan warna abu-abu gelap, ukuran butir menyudut tanggung, tekstur kasar, derajat pelapukan 5. Dimensi lereng dengan tinggi lereng 4m, panjang lereng 3m, kemiringan lereng 53°. Sehingga pada uji laboratorium didapat hasil nilai kohesi 0.360kg/cm<sup>2</sup>, sudut geser dalam 40°, berat isi tanah 108.000 gr/cc. Berdasarkan analisis faktor keamanan lereng menggunakan *Software Slide 6.0* didapatkan nilai *factor safety* sebesar 1.105 yang termasuk kelas stabil dengan kemungkinan jarang terjadi longsor.

#### 4.6 Keamanan Lereng

Berdasarkan data keamanan lereng yang didapat, maka dapat disimpulkan tingkat keamanan lereng daerah penelitian diklasifikasikan kelas labil dengan kemungkinan longsor sering terjadi dengan nilai faktor keamanan lereng sangat rendah yaitu 0.412 – 1.427.



Gambar 4.29 Peta tingkat keamanan lereng di sepanjang Jalan Lintas Riau-Sumbar Km 21-25 Daerah Tanjung Alai

#### 4.7 Hubungan antara Gemorfologi, Geologi Struktur dan Mekanika Tanah terhadap Keamanan Lereng di Daerah Penelitian

Geomorfologi daerah penelitian terdiri dari 2 satuan yaitu satuan geomorfologi perbukitan curam struktural dan satuan geomorfologi perbukitan agak curam denudasional, setelah proses analisis didapatkan hasil berupa peta keamanan lereng di sepanjang jalan lintas riau – sumbar daerah tanjung alai pada Gambar 4.27 dengan indikasi daerah rawan akan kegagalan lereng mengisi sebagian besar daerah dengan topografi curam ditandai dengan warna merah dengan nilai faktor keamanan mulai dari 0,412 – 0,532 yang dikelaskan kritis, sementara warna kuning mengisi daerah dengan topografi agak curam dengan menunjukkan nilai faktor keamanan mulai dari 1.105 – 1.427 yang dikelaskan Stabil. pada permasalahan ini warna merah mengindikasikan akan kegagalan

lereng yang sangat rawan (kritis) dan warna kuning mengindikasikan kegagalan lereng cukup stabil (stabil).

Struktur geologi juga turut berperan dalam kegagalan lereng terutama kekar pada daerah penelitian dengan arah tegasan utama berarah Timurlaut – Baratdaya  $\sigma_1$ : 62°, N 73° E,  $\sigma_2$  : 28°, N 240° E,  $\sigma_3$  : 7°, N 333° E. Air sebagai agen pelapukan masuk ke celah batuan sehingga bidang batuan yang terpisahkan oleh kekar terlepas sehingga lereng mengalami kegagalan. Sifat fisik dan mekanika tanah juga berperan akan kegagalan lereng pada daerah penelitian dimana material lereng terdiri dari lanau yang bersifat *loose* atau sebagai material lepas dengan nilai kohesi mulai dari 0.301 – 0.360 yang menunjukkan gaya tarik antar pertikelnya cukup lemah sehingga kegagalan lereng yang terjadi akan cukup tinggi ditambah dengan kemiringan lereng pada daerah penelitian cukup tinggi mulai dari 20°-65° menambah faktor kemungkinan akan terjadinya kegagalan lereng.

#### 4.8 Mitigasi Bencana Tanah Longsor

Dalam upaya penanganan mitigasi terhadap tanah longsor pada daerah penelitian, dandemi keamanan pengguna jalan lintas Riau – Sumbar penulis merekomendasikan beberapa upaya mitigasi dengan biaya yang kecil dan efektif dan cocok diterapkan pada daerah penelitian diantaranya :

##### 4.8.1 Metode Pemakuan Lereng

Metode yang dapat digunakan untuk menjadikan lereng lebih stabil terhadap tekanan tanah adalah dengan pemakuan tanah. *Rock anchor* yang dipasang memotong arah tegasan utama kekar yaitu Baratdaya-Timurlaut, *rock anchor* termasuk teknik untuk stabilitas lereng. Dinding penahan tanah yang paling ekonomis karena sistem pengerjaan yang cepat dan tidak membutuhkan tempat yang luas. Pelaksanaan pemakuan tanah cukup menggunakan portable yang mudah di pindah dan di ubah sesuai kebutuhan dan kondisi lapangan, yang di sesuaikan dengan sudut kemiringan dinding lereng. Pada pemakuan lereng untuk penahan galian, tulang-tulangan umumnya terbuat dari batang-batang baja, pipa baja atau batang metal paku-paku atau tulang-tulangan di pasang dengan cara menekan atau mengebor lebih dahulu kemudian di graouting (di tutup dengan

larutan semen) metode ini di tunjukkan pada Gambar 4.30.



**Gambar 4.30.** Metode Stabilisasi Lereng Menggunakan *Rock Anchor*



## BAB V

## KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengambilan data geobencana daerah Tanjung Alai, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Provinsi Riau, jalan lintas Riau-Sumbar kilometer 20-25 dan yang dibahas pada beberapa bab sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Daerah penelitian memiliki 2 satuan geomorfologi/bentang alam, yaitu: Perbukitan Tinggi Curam Struktural (S2), dan Perbukitan Agak Curam denudasional (D3), dan memiliki pola pengaliran sungai yang terdapat pada daerah penelitian di klasifikasikan ke dalam pola pengaliran Subdenritik.
2. Litologi yang terdapat di daerah penelitian adalah sabak, batulanau dan batupasir.
3. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian berupa struktur kekar dengan arah tegasan utama Timur laut dan Barat daya yang saling berhubungan.
4. Analisis *Direct Shear Stress* diperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam, ST 1 (0,301 kg/cm<sup>2</sup>, 18°), ST 5 (0,286 kg/cm<sup>2</sup>, 21°), ST 10 (0,261 kg/cm<sup>2</sup>, 27°), ST 12 (0,180 kg/cm<sup>2</sup>, 27°), ST 17 (0,360 kg/cm<sup>2</sup>, 27°) yang rata-rata termasuk kedalam kelas aerodibilitas sedang, konsistensi *Very loose*, dan kepadatan *Very loose*, sehingga didapat hasil dari analisis faktor keamanan menggunakan software Slide 6.0 sebagai acuan untuk penentuan nilai FK pada ST 1 (FK = 0,431) dan ST 5 (FK = 0,412), pada ST 10 (FK = 1,427) dan ST 12 (FK = 0,532) ST 17 (FK = 1,105). Faktor keamanan dengan kriteria labil (FK < 1,07), disimpulkan bahwa faktor keamanan sepanjang jalan lintas daerah penelitian termasuk kedalam kelas Stabil-kritis.

5. Penyebab gerakan tanah di daerah penelitian terdiri atas: sifat fisik lapukan litologi penyusun, kelerengan, struktur geologi pada batuan.
6. Rekomendasi mitigasi bencana tanah longsor yang sesuai di kawasan penelitian adalah Pemakuan Lereng (*Rock Anchor*).

### 5.2 Saran

Kestabilan lereng pada daerah penelitian masuk dalam kriteria Stabil dan kritis sehingga rentan sekali akan terjadinya gerakan tanah, Untuk memperbaiki kemantapan lereng dapat dilakukan dengan macam-macam metode perbaikan lereng dengan cara merubah geometri lereng, pemakuan dinding lereng (*Rock Anchor*) serta mengendalikan drainase dan rembesan air.



## 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 Jacked Cone*, Proc. Of the 6th International conf. SMFE, Paris, Vol.2., 220-233.
- Boggs Jr, Sam., 1987, *Principles of Sedimentology and Stratigraphy 3rd Edition*. Prentice Hall.
- Bowles, E.J. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. PT. Erlangga. Jakarta.
- 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)*.
- Clarke, M. C. G., Kartawa, W., Djunuddin, A., Suganda, E., dan Bagdja, M., 1982, *Peta Geologi Lembar Pakanbaru, Sumatra*, Skala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Darsoatmojo, A dan Soedradjat, G. M. 2002. *Bencana Tanah Longsor Tahun 2001*. Year Book Mitigasi Bencana Tahun 2001.
- De Coster, G. L., 1974, *The Geology of the Central and South Sumatra Basin*, Proceedings 3rd Annual Convention IPA, Juni 1974, Jakarta.
- Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. 2005. *Manajemen Bencana Tanah Longsor*. Diakses 20 Agustus 2017.
- El-Swaify, S.A., and E.W. Dangler. 1976. Erodibilities of selected tropical soils in relation to structural and hydrological parameters, *dalam* Soil prediction and control, pp 105 - 114. *Soil Conserv. Soc. Am., Ankeney, Iowa*.
- Endarto, D. 2005. *Pengantar Geologi Dasar*. LPP dan UNS Press.
- Eubank, R.T., Makki, A.C., 1981, *Structural Geology of the Central Sumatra Back-arc Basin, Indonesia, Proc. Indonesian Pet. Assoc., 10th Annual Convention Proceeding*.
- Hardiyatmo, H. C., 2002, *Teknik Pondasi 2*, Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyanto H. C., 1992. *Mekanika Tanah 1*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Howard, A.D, 1967, *Drainage Analysis In Geologic Interpretation: A Summation*, AAPG Bulletin, Vol.51 No.11 November 1967, p 2246-2259
- 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*.
- Karnawati, D. 2001. *Bencana Alam Gerakan Tanah Indonesia Tahun 2000 (Evaluasi dan Rekomendasi)*. Jurusan Teknik Geologi. Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

- Karnawati, D. 2001, *Tanah Longsor di Indonesia, Penyebab dan Upaya Mitigasinya*, Prosiding Stadium General Pencegahan dan Pengangan Bahaya Tanah longsor, Prosiding Kumpulan Makalah, KMTS UGM, Yogyakarta.
- 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.
- Moody, J. D. and Hill, M. J., 1956. *Wrench-Fault Tectonics*: Geol. Soc. Am., Bull., v.67, p. 1207 – 1246.
- Mustafiril, 2003. *Analisis Stabilitas Lereng Untuk Konservasi Tanah dan Air di Kecamatan Banjarwangi Kabupaten Garut*. Tesis. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Naryanto, N.S. 2002. *Evaluasi dan Mitigasi Bencana Tanah Longsor di Pulau Jawa Tahun 2001*. BPPT, Jakarta.
- Noor, Djauhari. (2009). *Pengantar Geologi*. Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Pakuan, Bogor.
- Pettijohn, F.J, 1987, *Sedimentary Rocks*, Harper and Row Publisher Inc., New York.
- Picard, M. D. (1971). Classification of Fine-Grained Sedimentary Rock. *J. Sediment.Petrol.*, 41, p. 185.
- Ragan, Donal M., 1985, *Structural Geology: An Introduction to Geometrical Techniques* John Wiley and Sons, United States.
- Sangadji, Ismail. 2003. Formasi Geologi, Penggunaan Lahan, dan Pola Sebaran Aktivitas Penduduk di Jabodetabek. Skripsi. Departemen Tanah Fakultas Pertanian IPB.
- Sitorus, S (2006). Pengembangan Lahan Berpenutupan Tetap sebagai Kontrol Terhadap Faktor Resiko dan Bencana Longsor. Jakarta: Direktorat Jendral Penataan Ruang Departmen Pekerjaan Umum.
- Subowo, E. 2003. Pengenalan Gerakkan Tanah. Bandung : Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral..
- 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.

- Surono. 2003. *Potensi Bencana Geologi di Kabupaten Garut. Prosiding Semiloka Mitigasi Bencana Longsor di Kabupaten Garut*. Pemerintah Kabupaten Garut.
- Sutikno, dkk., 2002, Pengelolaan Data Spasial Untuk Penyusunan Sistem Informasi Penanggulangan Tanah Longsor di kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, *Makalah Seminar Dies Fakultas Geografi UGM ke-38 Tanggal 29 Agustus 2001*, Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Van Zuidam, R. A., 1985. *Aerial Photo – Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smith Publisher, The Hague, ITC.
- Wentworth, C.K. 1922. *A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments*. *Journal of Geology*, Vol. XXX, p. 377-392.
- 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.
- Zakaria, Z., Laboratorium, S., Teknik, G., Kestabilan, A., & Tanah, L. (n.d.). Analisis Kestabilan, 1–39.

