

**ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN  
METODE RMR (*ROCK MASS RATING*) PADA JALAN  
DAERAH KOTO LAMO, KECAMATAN KAPUR SEMBILAN,  
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 :

**Muhammad Yusuf**  
**143610327**

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

**2021**

## 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. Pernyataaan 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, 13 Juli 2021  
Yang Bersangkutan Pernyataan

Materai  
6000

Muhammad Yusuf  
NPM : 143610327

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

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

Nama : Muhammad Yusuf  
NPM : 143610327  
Program Studi : Teknik Geologi  
Fakultas : Fakultas Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

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

**“ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN METODE RMR  
(ROCK MASS RATING) PADA JALAN DAERAH KOTO LAMO  
KECAMATAN KAPUR SEMBILAN PROVINSI SUMATERA 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, 13 Juli 2021

Yang Menyatakan

(Muhammad Yusuf)

**ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN METODE RMR  
(ROCK MASS RATING) PADA JALAN DAERAH KOTO LAMO  
KECAMATAN KAPUR SEMBILAN  
PROVINSI SUMATERA BARAT**

**Muhammad Yusuf**

Program Studi Teknik Geologi

**SARI**

Secara geografiis, daerah penelitian terletak pada koordinat 0°21'12."- 0° 22' 50."Lintang Utara dan 00°10'53" - 100°33'44.4620" Bujur Timur. Penelitian terletak di daerah koto lamo dan sekitarnya, Kecamatan Kapur sembilan, Kabupaten Sumatera Barat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng pada daerah penelitian dengan menggunakan metode analisis UCS (*Uniaxial Compressive Strength*) kekuatan batuan utuh, RMR (*Rock Mass Rating*) dan *Stereografis*, dari data lapangan Terdapat 10 *scanline* utama yang menjadi objek penelitian, pada lereng tersebut terdapat batuan batupasir ,dari batuan tersebut analisis UCS (*Uniaxial Compressive Strength*) kekuatan batuan utuh nilai rata – rata dari uji Schmidt Hammer bernilai 13.08, sedangkan nilai densitas sampel batuan nya  $25,86 \text{ KN}/\text{m}^3$  dari hasil tersebut didapatkan nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) sebesar 19 MPa, termasuk dalam bobot 2 dengan kategori lemah (*weak*). Kemudian hasil dari analisis RMR (*Rock Mass Rating*) bernilai 35,4 dengan kelas RMR IV (jelek).

Kata Kunci: Lereng,RMR (*Rock Mass Rating*),RQD (*Rock Quality Designation*),  
*Stereografis*



*Slope Stability Analysis Using RMR Method (Rock Mass Rating) On Koto Lamo area Road, Kapur IX District, West Sumatra Province*

**Muhammad Yusuf**

*Departement Of Geological Engineering*

**ABSTRACT**

*geographically, the research area is located at coordinates 0°21'12."- 0° 22' 50." latitude and 00°10'53" - 100°33'44.4620" longitude. the study is located in the koto lamo and surrounding areas. , kapur sembilan district, west sumatra regency. the purpose of this study was to determine the level of slope stability in the study area using the UCS (Uniaxial Compressive Strength) analysis method for intact rock strength, RMR (Rock Mass Rating) and stereographics, from field data there are 10 scanlines the main object of research, on the slopes there is sandstone, from the rock analysis UCS (Uniaxial Compressive Strength) the strength of intact rock the average value of the schmidt hammer test is 13.08, while the density value of rock samples is 25.86 Kw/m<sup>3</sup> from these results obtained a Uniaxial Compressive Strength (UCS) value of 19 mpa, included in the weight 2 with a weak category (weak).then the results of the RMR (Rock Mass Rating) analysis is worth 35.4 with rmr class iv (poor).*

*keywords: slope, RMR(rock mass rating), RQD (rock quality designation), stereographic*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyusun laporan tugas akhir hingga selesai dengan judul **“ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN METODE RMR (ROCK MASS RATING) PADA JALAN DAERAH KOTO LAMOKECAMATAN KAPUR SEMBILANPROVINSI SUMATERA BARAT”**

Berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini penulis berterima kasih yang tak terhingga kepada Husnul Kausarian, Ph.D yang telah membimbing dan memberi arahan dalam menyusun laporan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada:

1. Orang tua yang selalu berdoa dan memberikan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studi dengan baik.
2. Ketua Prodi dan Sekretaris Prodi, Bapak dan Ibu Dosen Prodi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
3. Teman-teman seperjuangan angkatan 2014.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna dan masih banyak kekurangan, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Selanjutnya penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Pekanbaru, 13 Juli 2021

Muhammad Yusuf

## DAFTAR ISI

|   |            |
|---|------------|
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                         | <b>i</b>   |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN</b> .....     | <b>ii</b>  |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b>         |            |
| <b>PENELITIAN UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....      | <b>iii</b> |
| <b>SARI</b> .....                                       | <b>iv</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                   | <b>v</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                             | <b>vi</b>  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                 | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                              | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                               | <b>xi</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 Manfaat Penelitian .....                            | 3          |
| 1.5 Lokasi Penelitian .....                             | 3          |
| 1.6 Jadwal Penelitian .....                             | 5          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                    | <b>6</b>   |
| 2.1 Geologi Regional Penelitian .....                   | 6          |
| 2.2 Defenisi Dan Klasifikasi Lereng .....               | 7          |
| 2.3 Pengaruh Struktur terhadap Lereng .....             | 7          |
| 2.4 RMR ( <i>Rock Mass Rating</i> ) .....               | 8          |
| 2.5 Analisis Stereografis dalam Kestabilan Lereng ..... | 9          |
| 2.6 Studi Literatur Penelitian Terdahulu .....          | 11         |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....                  | <b>13</b>  |
| 3.1 Objek Penelitian .....                              | 13         |
| 3.2 Langkah Penelitian .....                            | 13         |

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| 3.3                                      | Metode Pengambilan Data Diskontinuitas.....                        | 14        |
| 3.4                                      | Analisis Data.....   | 14        |
| 3.4.1                                    | Analisis RMR ( <i>Rock Mass Rating</i> ).....                      | 14        |
| 3.4.2                                    | Analisis Stereografis .....  | 20        |
| 3.5                                      | Bagan Alir Penelitian.....   | 22        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b> |  | <b>23</b> |
| 4.1                                      | Kondisi Lereng.....  | 23        |
| 4.1.1                                    | <i>Scanline</i> 1.....   | 23        |
| 4.1.2                                    | <i>Scanline</i> 2.....   | 24        |
| 4.1.3                                    | <i>Scanline</i> 3.....   | 24        |
| 4.1.4                                    | <i>Scanline</i> 4.....   | 25        |
| 4.1.5                                    | <i>Scanline</i> 5.....   | 25        |
| 4.1.6                                    | <i>Scanline</i> 6.....   | 26        |
| 4.1.7                                    | <i>Scanline</i> 7.....   | 26        |
| 4.1.8                                    | <i>Scanline</i> 8.....   | 27        |
| 4.1.9                                    | <i>Scanline</i> 9.....   | 27        |
| 4.1.10                                   | <i>Scanline</i> 10.....  | 28        |
| 4.2                                      | Stratigrafi Daerah Penelitian.....                                 | 28        |
| 4.2.1                                    | Litologi.....  | 28        |
| 4.3                                      | Analisis RMR.....  | 29        |
| 4.3.1                                    | Kekuatan Batuan Utuh ( <i>Uniaxial Compressive Strength</i> )..... | 30        |
| 4.3.2                                    | RQD ( <i>Rock Quality Designation</i> ).....                       | 32        |
| 4.3.3                                    | Jarak Antar Diskontinuitas.....                                    | 36        |
| 4.3.4                                    | Kondisi Diskontinuitas.....  | 37        |
| 4.3.5                                    | Kondisi Air Tanah.....   | 38        |
| 4.3.6                                    | Orientasi Diskontinuitas.....                                      | 38        |
| 4.3.7                                    | Total Bobot Tiap <i>Scanline</i> .....                             | 39        |
| 4.3.8                                    | Total Bobot Seluruh <i>Scanline</i> .....                          | 44        |
| 4.4                                      | Analisis Stereografis .....  | 45        |



|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>BAB V PENUTUP</b> .....  | <b>50</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....        | 50        |
| 5.2 Saran.....              | 50        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> ..... | <b>51</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>             |           |



Dokumen ini adalah Arsip Miik :  
Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar   | Halaman |
|--|---------|
| 1.1 Lokasi Penelitian .....  | 4       |
| 2.1 Peta Regional Kota Pekanbaru .....   | 6       |
| 2.2 Bentuk Lereng .....  | 7       |
| 2.3 Peta geologi regional daerah penelitian .....  | 8       |
| 3.1 Hammer Test .....  | 15      |
| 3.2 Diagram Uji Schmidt Hammer .....   | 16      |
| 3.3 Model Streoplot Kondisi Struktur yang Dapat Menyebabkan Jenis –<br>Jenis Longsoran Utama Pada Batuan ..... | 21      |
| 4.1 Lokasi Pengukuran Diskontinuitas <i>Scanline</i> 1 .....   | 23      |
| 4.2 Lokasi Pengukuran Diskontinuitas <i>Scanline</i> 2 .....   | 24      |
| 4.3 Lokasi Pengukuran Diskontinuitas <i>Scanline</i> 3 .....   | 24      |
| 4.4 Lokasi Pengukuran Diskontinuitas <i>Scanline</i> 4 .....   | 25      |
| 4.5 Lokasi Pengukuran Diskontinuitas <i>Scanline</i> 5 .....   | 25      |
| 4.6 Lokasi Pengukuran Diskontinuitas <i>Scanline</i> 6 .....   | 26      |
| 4.7 Lokasi Pengukuran Diskontinuitas <i>Scanline</i> 7 .....   | 26      |
| 4.8 Lokasi Pengukuran Diskontinuitas <i>Scanline</i> 8 .....   | 27      |
| 4.9 Lokasi Pengukuran Diskontinuitas <i>Scanline</i> 9 .....   | 27      |
| 4.10 Lokasi Pengukuran Diskontinuitas <i>Scanline</i> 10 .....   | 28      |
| 4.11 Peta Kerangka Penelitian .....  | 29      |
| 4.12 Diagram Hasil Nilai Schmidt Hammer .....  | 31      |
| 4.13 Hasil plot data set diskontinuitas .....  | 46      |
| 4.14 Hasil pemodelan lereng daerah penelitian .....  | 49      |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b> | <b>Halaman</b>   |
|--------------|--|
| 1.1          | Jadwal Penelitian..... 5                                       |
| 2.1          | Studi Literatur Penelitian Terdahulu..... 11                   |
| 3.1          | Indeks Klasifikasi UCS..... 17                                 |
| 3.2          | Indeks Nilai RQD..... 17                                       |
| 3.3          | Jarak Antar (Spasi) Diskontinuitas (Bieniawski,1989)..... 17   |
| 3.4          | Panduan Klasifikasi Kondisi Kekar Bieniawski (1976)..... 18    |
| 3.5          | Indeks Klasifikasi Air Tanah..... 19                           |
| 4.1          | Data uji Schmidt Hammer..... 30                                |
| 4.2          | Nilai kekuatan batuan utuh tiap <i>scanline</i> ..... 32       |
| 4.3          | Nilai RQD <i>scanline</i> 1..... 32                            |
| 4.4          | Nilai RQD <i>scanline</i> 2..... 33                            |
| 4.5          | Nilai RQD <i>scanline</i> 3..... 33                            |
| 4.6          | Nilai RQD <i>scanline</i> 4..... 33                            |
| 4.7          | Nilai RQD <i>scanline</i> 5..... 34                            |
| 4.8          | Nilai RQD <i>scanline</i> 6..... 34                            |
| 4.9          | Nilai RQD <i>scanline</i> 7..... 35                            |
| 4.10         | Nilai RQD <i>scanline</i> 8..... 35                            |
| 4.11         | Nilai RQD <i>scanline</i> 9..... 35                            |
| 4.12         | Nilai RQD <i>scanline</i> 10..... 36                           |
| 4.13         | Nilai jarak antar diskontinuitas tiap <i>scanline</i> ..... 36 |
| 4.14         | Nilai kondisi diskontinuitas tiap <i>scanline</i> ..... 37     |
| 4.15         | Nilai kondisi air tanah tiap <i>scanline</i> ..... 38          |
| 4.16         | Nilai orientasi diskontinuitas tiap <i>scanline</i> ..... 38   |
| 4.17         | Total bobot RMR <i>scanline</i> 1..... 39                      |
| 4.18         | Total bobot RMR <i>scanline</i> 2..... 39                      |
| 4.19         | Total bobot RMR <i>scanline</i> 3..... 40                      |
| 4.20         | Total bobot RMR <i>scanline</i> 4..... 40                      |
| 4.21         | Total bobot RMR <i>scanline</i> 5..... 41                      |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 4.22 | Total bobot RMR <i>scanline</i> 6.....        | 41 |
| 4.23 | Total bobot RMR <i>scanline</i> 7.....        | 42 |
| 4.24 | Total bobot RMR <i>scanline</i> 8.....        | 43 |
| 4.25 | Total bobot RMR <i>scanline</i> 9.....        | 43 |
| 4.26 | Total bobot RMR <i>scanline</i> 10.....       | 44 |
| 4.27 | Total bobot RMR seluruh <i>scanline</i> ..... | 45 |





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Masalah kestabilan lereng pada batuan merupakan suatu hal yang menarik, sifat-sifat dan perilakunya yang berbeda dengan kestabilan lereng pada tanah. Kestabilan lereng pada batuan lebih ditentukan oleh adanya bidang-bidang yang disebut dengan bidang diskontinuitas, tidak demikian halnya dengan lereng-lereng pada tanah.

Gerakan massa tanah pada umumnya dapat terjadi karena kestabilan lereng berkurang akibat degradasi tanah, yaitu menurunnya sifat keteknikan tanah baik oleh factor alam seperti meningkatnya curah hujan, adanya pelapukan atau akibat aktivitas manusia. Bencana ketidakstabilan lereng sering menimbulkan kerugian infrastruktur dan terganggunya system perekonomian karena kerugian material yang cukup besar, dan bahkan dapat mengakibatkan korban jiwa yang tidak sedikit jumlahnya.

Kestabilan lereng pada batuan lebih ditentukan oleh adanya bidang-bidang lemah yang disebut dengan bidang diskontinuitas. Seperti penggalian pada suatu lereng akan menyebabkan terjadinya perubahan gaya-gaya pada lereng tersebut, sehingga menyebabkan lereng tersebut longsor (Hariadi, Sundek; Wahyudhi, 2016). Gerakan massa adalah perpindahan massa batuan, regolit dan tanah dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah karena pengaruh gaya gravitasi (Priyono, 2015).

Lereng yang terdapat pada pembangunan jalan daerah Koto Lamo Kecamatan Kapur Sembilan, Provinsi Sumatra Barat yang merupakan jalur alternatif yang menghubungkan dua provinsi. Lereng-lereng yang terdapat pada jalan Koto Lamo – Kapur Sembilan yang berbeda, sehingga apabila terjadinya kegagalan lereng maka jalur alternative ini bisa terputus dan nantinya akan merugikan masyarakat, karena masyarakat sekitar harus melewati jalan lain yang

jauh dan waktu perjalanan yang lama untuk menuju ke Kapur Sembilan, selain itu perekonomian seperti pengiriman bahan pokok nantinya juga akan terganggu. Oleh sebab itu lereng tersebut perlu dilakukan analisis kestabilan lereng, data kestabilan lereng ini nantinya sangat diperlukan sebagai parameter apakah lereng yang terdapat di daerah penelitian termasuk dalam kondisi stabil atau tidak stabil, dengan diketahuinya tingkat kestabilan lereng tersebut dapat dijadikan sebagai sumber data bagi pemerintah dan dinas terkait dalam mengantisipasi pase kegagalan lereng yang terjadi pada jalan Koto Lamo – Kapur Sembilan.

Adapun penelitian ini merujuk kepada dua analisis kestabilan lereng yang meliputi analisis berdasarkan geologi teknik dengan menggunakan metode RMR (*Rock Mass Rating*) dan *Stereografis* di lokasi penelitian.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang di uraikan diatas, maka permasalahan yang muncul pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana tingkat kestabilan lereng pada daerah penelitian berdasarkan analisis RMR (*Rock Mass Rating*) dan *Stereografis* yang telah dilakukan?
2. Apa saja kemungkinan jenis longsor yang terjadi danarah penyebaran di daerah penelitian?
3. Bagaimana hubungan antara analisis kestabilan lereng dengan menggunakan metode RMR (*Rock Mass Rating*) dan *Stereografis* di daerah penelitian?
4. Bagaimana solusi yang digunakan dalam menjaga kestabilan lereng di daerah penelitian?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin di capai dari penelitian ini untuk menyusun laporan Tugas Akhir mengenai stabilitas lereng terhadap bahaya kegagalan lereng. Tujuan utama dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng pada daerah penelitian berdasarkan analisis RMR (*Rock Mass Rating*) dan *Stereografis* yang telah dilakukan?

2. Untuk mengetahui kemungkinan jenis longsoran yang terjadi dan arah penyebaran di daerah penelitian?
3. Untuk mengetahui hubungan antara analisis kestabilan lereng dengan menggunakan metode RMR (*Rock Mass Rating*) dan *Stereografis* di daerah penelitian?
4. Untuk mengetahui solusi yang digunakan dalam menjaga kestabilan lereng di daerah penelitian?

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Menambah pengetahuan mengenai studi geologi keteknikan dan khususnya dalam analisis kestabilan lereng.
2. Memperkuat pemahaman mengenai penerapan aplikasi geologi keteknikan.
3. Kemampuan mengintegrasikan analisis data-data yang diperoleh dari lapangan dalam analisis geologi keteknikan.
4. Melengkapi dan menambah hasil studi maupun data-data yang belum terlengkapi dari penelitian terdahulu, khususnya yang terkait dengan daerah penelitian sehingga data hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi pemerintah atau dinas terkait dalam mencegah terjadinya kegagalan lereng pada daerah penelitian tersebut.
5. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memajukan dunia pendidikan yang terkait dengan ilmu kebumihan, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, Riau umumnya

#### 1.5 Lokasi Penelitian

Secara administrasi lokasi penelitian terletak pada pembangunan jalan Koto Lamo – Kapur Sembilan, Desa, Koto Lamo, Kabupaten Kapur Sembilan Provinsi Sumatera Barat. Daerah penelitian ini berjarak sekitar 164 Km dengan waktu tempuh kurang lebih 3 - 4 jam dari kota Pekanbaru. Secara geografis daerah penelitian terletak pada koordinat  $00^{\circ}10'53''$  LS /  $100^{\circ}33'44.46''$  BT (Gambar 1.1).





**Gambar 1.1** Lokasi Penelitian



### 1.6 Jadwal Penelitian

Waktu penelitian akan dilaksanakan pada bulan Januari 2019 – Juli 2021 dengan jadwal penelitian yang telah dibuat terlebih dahulu (Tabel 1.1).

**Tabel 1.1** Jadwal Penelitian

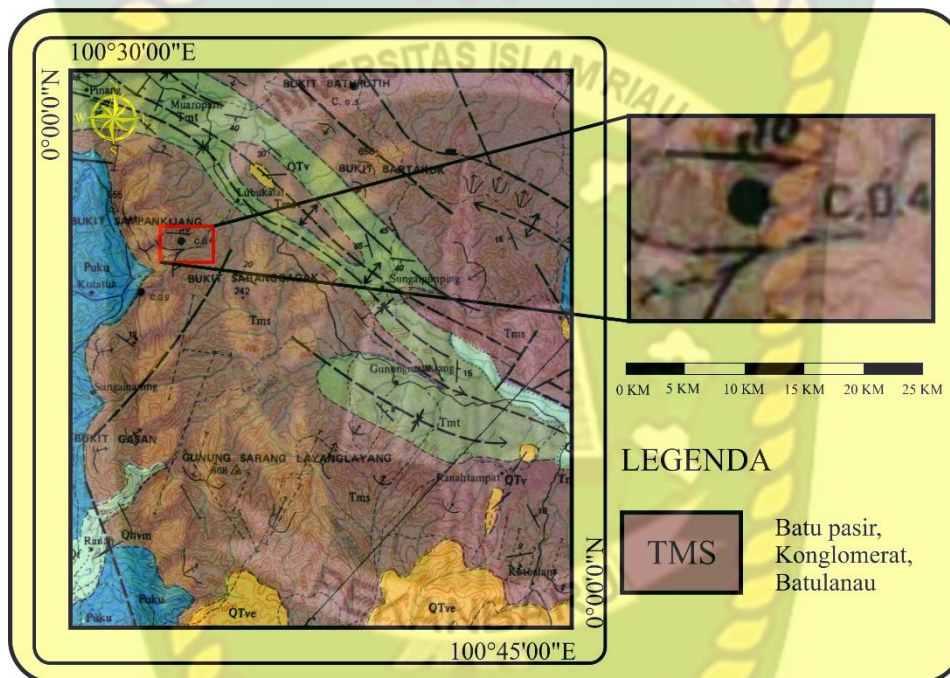
| Bulan                                | Januari |   |   |   | Februari |   |   |   | Maret |   |   |   | April |   |   |   | Mei |   |   |   | Juni |   |   |   | Juli |   |   |
|--------------------------------------|---------|---|---|---|----------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-----|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|
| 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 | 1    | 2 | 3 |
| Studi Literatur                      |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |     |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |
| Pembuatan Proposal dan Pengurusan SK |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |     |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |
| Pengambilan Data Lapangan            |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |     |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |
| Analisis Data                        |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |     |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |
| Penyusunan Laporan                   |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |     |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |
| Bimbingan                            |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |     |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |
| Seminar Tugas Akhir                  |         |   |   |   |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |     |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Geologi Regional Penelitian

Secara regional daerah Penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Pekanbaru, , Skala 1 : 250.000 (M.C.G Clarke et al,1982).



**Gambar 2.1** Geologi Regional Kota Pekanbaru (M.C.G Clarke et al,1982.)

Daerah penelitian merupakan bagian dari Cekungan Sumatera Tengah, salah satu dari tiga cekungan busur belakang Sumatera (*Sumatera back arc basin*) yang terbentuk selama periode Tersier Awal (Eosen – Oligosen), terdiri dari rangkaian blok horst dan graben yang terbentuk sebagai respon ekstensi busur belakang. Ketebalan sedimen dalam cekungan ini mencapai 2,5 – 3 km, terdiri dari sekuen-sekuen *syn-rift* dan *post-rift*.

Daerah penelitian termasuk kedalam Formasi Sihapas, berupa Batupasir kuarsa, Serpih berkarbon, batulanau, dan konglomerat. Formasi ini berumur Miosen Tengah (N8-N23) yang diendapkan selaras diatas Pematang Grup.

## 2.2 Defenisi dan Klasifikasi Lereng

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horisontal dan tidak terlindungi (Das 1985). Lereng yang ada secara umum dibagi menjadi dua kategori lereng tanah, yaitu lereng alami dan lereng buatan. Lereng alami terbentuk secara alamiah yang biasanya terdapat di daerah perbukitan. Sedangkan lereng buatan terbentuk oleh manusia biasanya untuk keperluan konstruksi, seperti tanggul sungai, bendungan tanah, tanggul untuk badan jalan kereta api.



Gambar 2.2 Bentuk Lereng

## 2.3 Pengaruh Struktur Terhadap Lereng

Struktur geologi merupakan bidang lemah (diskontinuitas) yang berkembang di dalam massa batuan dan dapat menurunkan kestabilan suatu lereng. Struktur geologi yang berpengaruh terhadap kestabilan lereng antara lain sesar (*fault*), kekar (*joint*), lipatan (*fold*), rekahan (*crack*), dan bidang perlapisan (*bedding plane*) (Yunita, 2012). Struktur menjadi sangat penting di daerah penelitian karena lokasi tersebut terletak pada zona lemah dari sesar aktif di Pulau Sumatra yaitu zona patahan Sumatra (Yuskar, et. al, 2017). Pola struktur geologi kekar dan sesar terhadap lereng akan sangat berpengaruh dalam menentukan tipe kegagalan, arah kegagalan, serta geometri kegagalan. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh struktur geologi yang tersingkap saat ini dengan



menggunakan analisis stabilitas lereng. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan kondisi kestabilan lereng aktual dan dapat meminimalisir terjadinya kegagalan batuan.

#### 2.4 RMR (*Rock Mass Rating*)

Pada Saat ini telah berkembang berbagai metode klasifikasi massa batuan. Di antara metode klasifikasi itu, ada yang digunakan untuk kepentingan perancangan empiris, dan ada pula yang digunakan hanya sebagai data masukan untuk klasifikasi massa batuan yang lain.

Menurut (Bieniawski,1989) pembuatan klasifikasi massa batuan bertujuan untuk :

1. Mengidentifikasi parameter-parameter penting yang mempengaruhi perilaku massa batuan.
2. Membagi formasi massa batuan kedalam grup yang mempunyai perilaku sama menjadi kelas massa batuan.
3. Memberikan dasar-dasar untuk pengertian karakteristik dari setiap kelas massa batuan.
4. Menghubungkan pengalaman dari kondisi massa batuan di satu lokasi dengan lokasi lainnya.
5. Mengambil data kuantitatif dan pedoman untuk rancangan rekayasa (engineering).

Memberikan dasar umum untuk kemudahan komunikasi diantara para insinyur. Agar dapat dipergunakan dengan baik maka klasifikasi massa batuan harus mempunyai beberapa sifat seperti berikut (Bieniawski, 1989):

1. Sederhana, mudah diingat dan dimengerti.
2. Sifat-sifat massa batuan yang penting harus disertakan.
3. Parameter dapat diukur dengan mudah dan murah.
4. Pembobotan dilakukan secara relatif.
5. Menyediakan data-data kuantitatif.



Klasifikasi massa batuan dapat dikelompokkan berdasarkan bentuk dan tipe dari klasifikasi massa batuan tersebut. Pengelompokan menurut bentuk berkaitan dengan data masukan dari klasifikasi massa batuan. Sedangkan pengelompokan berdasarkan tipe, berhubungan dengan penerapan dari klasifikasi massa batuan tersebut (Palmstorm, 1995).

Bieniawski (1976) mempublikasikan suatu klasifikasi massa batuan yang disebut Klasifikasi Geomekanika atau lebih dikenal dengan Rock Mass Rating (RMR). Setelah bertahun-tahun, klasifikasi massa batuan ini telah mengalami penyesuaian dikarenakan adanya penambahan data masukan sehingga Bieniawski membuat perubahan nilai rating pada parameter yang digunakan untuk penilaian klasifikasi massa batuan tersebut (Bieniawski, 1989).

### **2.5 Analisis Stereografis Dalam Kestabilan Lereng**

Analisis stereografis merupakan metode yang digunakan pada tahap awal dalam melakukan analisis kestabilan lereng sebelum melangkah ketahap perhitungan faktor keamanan. Dengan melakukan analisis kinematik, dapat diketahu arah umum longsor dan jenis longsor yang mungkin terjadi di lokasi penelitian. Metode analisis stereografis (stereonet) hanya dipakai untuk batuan yang mempunyai bidang lemah atau bidang diskontinuitas seperti perlapisan, kekar, sesar, dan sebagainya. Data yang berupa bidang perlapisan dan bidang kekar diperoleh dengan melakukan pengukuran arah kemiringan (dip/dip direction) bidang perlapisan dan bidang kekar dengan menggunakan kompas geologi dan rol meter. Analisis kekar dilakukan untuk mengetahui arah umum dan kemiringannya serta untuk memperkirakan jenis dan potensi longsor yang mungkin terjadi pada suatu lereng.

Analisis stereografis dilakukan untuk Menentukan kemungkinan mode kegagalan dalam kemiringan lereng batuan. Hubungan sudut antara diskontinuitas dan permukaan lereng juga diterapkan untuk mengidentifikasi potensi dan model kegagalan (Putra B.E.P dan Choanji T, 2016).

Berdasarkan jenis longsor dan prosesnya, dibedakan menjadi empat macam untuk longsor batuan (Hoek and Bray,1981) yaitu :

1. Longsor Bidang (Plane Failure) Adalah longsor yang terjadi karena pada bidang luncurnya rata. Seperti pada sesar, kekar maupun bidang perlapisan batuan. Longsor bidang terjadi karena syarat syarat berikut:
  - a) Jurus (strike) mendekati sejajar atau hampir sejajar terhadap arah permukaan lereng (tidak lebih  $20^\circ$ ).
  - b) kemiringan bidang luncur kurang dari kemiringan bidang permukaan lereng
  - c) Sudut geser dalam lebih kecil dari kemiringan bidang luncur.
  - d) Bidang gelincir berpotongan dengan permukaan atas lereng atau dianggap sebagai retakan tarikan (tension crack).
2. Longsor Baji (Wedge Failure), longsor Baji terjadi karena syarat-syarat sebagai berikut :
  - a. Terdapat dua bidang lemah atau lebih yang berpotongan sedemikian rupa sehingga membentuk baji terhadap lereng.
  - b. Sudut lereng lebih besar daripada sudut garis potong kedua bidang lemah.
  - c. Sudut garis potong kedua bidang lemah lebih besar daripada sudut geser dalamnya.
3. Longsor Geser Melengkung, longsor dengan bidang gelincir berbentuk melengkung atau *circular failure* merupakan keruntuhan yang terbentuk pada kondisi massa batuan yang terkekarkan kuat dengan orientasi diskontinuitas yang menyebar atau pada batuan yang sangat lapuk. Kegagalan ini merupakan kegagalan dengan tipe *soil-like* atau menyerupai tanah.
4. Longsor Guling (Toppling Failure), Beberapa kondisi yang dapat menyebabkan keruntuhan tipe jungkiran adalah jurus dari bidang diskontinuitas harus paralel atau mendekati paralel dengan jurus permukaan lereng (perbedaan arah maksimal  $20^\circ$ ). Sudut kemiringan bidang diskontinuitas harus sama besar dengan kemiringan permukaan lereng.

Plunge dari bidang gelincir harus lebih kecil dari kemiringan permukaan lereng dikurangi sudut geser dalam dari bidang gelincir tersebut (Goodman, 1980).

## 2.6 Studi Literatur Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah hasil penelitian kestabilan lereng menggunakan metode Slope Mass Rating dan Stereografis oleh peneliti terdahulu, yaitu :

**Tabel 2.1** Studi Literatur Penelitian Terdahulu

| Peneliti Terdahulu                    | Judul Penelitian   | Hasil Penelitian  |
|---------------------------------------|--|---|
| Marlinus Martius Lollong et al (2019) | Analisis Kestabilan Lereng dengan menggunakan metode Rock Mass Rating dan metode Slope Mass Rating pada penambangan batupasir daerah BukitPinang Kecamatan Samarinda Ulu Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. | Nilai klasifikasi massa batuan berdasarkan metode RMR yaitu 67 masuk kedalam kelas massa batuan nomor II. Nilai klasifikasi massa batuan berdasarkan metode SMR terbagi menjadi 3 dikarenakan pada lokasi penelitian terdapat 3 jenis longsoran yang kemungkinan terjadi, yaitu : a. Longsoran bidang terjadi pada joint set 1 terhadap lereng. Nilai SMR pada longsoran bidang ini adalah 50,2 termasuk kedalam kelas massa batuan nomor III. b. Longsoran Baji terjadi pada joint set 2 dan 3 terhadap lereng. Nilai SMR pada longsoran baji ini adalah 43 termasuk kedalam kelas massa batuan nomor III. c. Longsoran Guling terjadi pada beding plane terhadap lereng. Nilai SMR pada longsoran guling ini adalah 49,5 termasuk kedalam kelas massa batuan nomor III. |
| Audah et al (2017)                    | Analisis Kestabilan Lereng menggunakan metode Slope Mass Rating dan metode Stereografis pada PIT Berenai PT. Dwinad Nusa Sejahtera (Sumatera Copper and Gold), Kabupaten Musi                                      | Kondisi Lereng berdasarkan analisis klasifikasi Slope Mass Rating, dapat disimpulkan bahwa kondisi lereng pada dinding barat berada dikelas II, ini berarti bahwa lereng pada lokasi penelitian dalam keadaan stabil. Setelah dilakukan   |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | Rawas Utara, Provinsi Sumatra Selatan.   | analisis stereografis dengan bantuan software Dips V 6 kemungkinan longsor yang terjadi dilokasi penelitian adalah longsor baji karena adanya perpotongan antar bidang lemah dan menghadap ke lereng. Untuk lokasi 1 dengan prediksi arah longsor N 232° E, lokasi 2 dengan prediksi arah longsor N 28° E, dan lokasi 3 dengan prediksi arah longsor N 256° E. |
| Riyan Subekti dan Dewandra Bagus E.P (2017) | Geomechanical Analysis On Slopes Using Rock Mass Rating (RMR).   | Dari penelitian didapatkan hasil Lereng 1 termasuk dalam nomor kelas V ( <i>Very Poor Rock</i> ), Lereng 2 dan Lereng 3 termasuk dalam nomor kelas IV ( <i>Poor Rock</i> ).  |
| M. Arif Fadhilah (2017)                     | Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Slope Mass Rating (SMR) Pada jalan lintas Riau-Sumbar KM 83 Kecamatan Kuok Kabupaten Kampar, Riau. | Dari penelitian dapat diketahui dalam kelas III (normal) dengan kondisi lereng stabil sebagian ( <i>partially stable</i> ).  |



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Objek Penelitian

Pada penelitian ini, yang menjadi objek atau materi penelitian adalah lereng yang berada di daerah penelitian dengan meneliti dua unsur, yaitu:

1. Karakteristik geologi dan geoteknik meliputi jenis batuan pada daerah penelitian.
2. Klasifikasi massa batuan dan jenis kegagalan lereng pada lokasi penelitian.

#### 3.2 Langkah Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini perlu adanya rencana kerja yang terprogram sebelum kelapangan, selama di lapangan maupun setelah kembali dari lapangan. Rencana kerja tersebut meliputi lima tahap.

Tahap pertama yaitu studi pustaka dari peneliti terdahulu. Studi pustaka dilakukan untuk mengetahui dengan jelas geologi regional daerah penelitian, cara analisis kestabilan lereng dengan menggunakan dua analisis yaitu analisis RMR dan analisis stereografis.

Tahap kedua yaitu kerja lapangan. Pada saat di lapangan dilakukan pengambilan, contoh batuan dan penghitungan diskontinuitas massa batuan yang tersingkap di permukaan lereng.

Tahap ketiga yaitu analisis data. Data lapangan yang telah diproses selanjutnya dilakukan analisis data. Analisis data dilakukan menggunakan satu metode, yaitu analisis RMR (*Rock Mass Rating*) dan analisis stereografis.

Tahap yang terakhir yaitu pembuatan laporan. Data yang telah dihasilkan dianalisis selanjutnya disajikan dalam bentuk laporan lengkap.

### 3.3 Metode Pengambilan Data Diskontinuitas

Pada metode ini pengambilan data dilakukan dengan secara sistematis dengan menggunakan metode scanline sampling. Dalam metode ini, pencatatan atribut diskontinuitas dilakukan sepanjang garis pengamatan dengan batasan 10 meter dari tiap garis pengamatan. Diskontinuitas yang dicatat dan diobservasi adalah diskontinuitas yang memotong garis pengamatan dan berada pada jarak tertentu. Salah satu ujung dari garis pengamatan menjadi datum dalam pengukuran jarak diskontinuitas yang lainnya (Aris, 2007). Pada pengukuran dilapangan kebanyakan jarak diskontinuitas yang terukur pada scanline merupakan jarak semu.

### 3.4 Analisis Data

Adapun analisis data yang harus dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.4.1 Analisis RMR ( *Rock Mass Rating* )

Pada penelitian ini, klasifikasi massa batuan yang digunakan adalah klasifikasi massa batuan versi tahun 1989 (Bieniawski, 1989). Parameter yang digunakan dalam klasifikasi massa batuan menggunakan sistem RMR yaitu:

- a. Kekuatan batuan utuh
- b. Rock Quality Designation (RQD)
- c. Spasi bidang diskontinuitas.
- d. Kondisi bidang diskontinuitas
- e. Kondisi air tanah
- f. Orientasi/arah bidang diskontinuitas.

RMR dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$RMR = R1 + R2 + R3 + R4 + R5$$

Keterangan:

$R_1$  = Rating kekuatan batuan utuh

$R_2$  = Rating RQD

$R_3$  = Rating spasi bidang diskontinuitas

R<sub>4</sub> = Rating kondisi diskontinuitas

R<sub>5</sub> = Rating kondisi airtanah

Beberapa parameter utama dalam metode RMR adalah:

1. Kekuatan Batuan Utuh (*UCS*)

Kekuatan batuan utuh (*intact rock*) dalam RMR dinyatakan dengan *Uniaxial Compressive Strength* (*UCS*). Untuk mendapatkan nilai *UCS* ini menggunakan metode Schmidt Hammer test dan densitas batuan. Langkah kerja metode Schmidt Hammer test (*British standart*) sebagai berikut :

- a. Siap kan sampel dengan ukuran maksimum 300 mm persegi.
- b. Tembakan hammer dengan arah tegak lurus kepermukaan sampel sebanyak 9 sampai 25 kali.
- c. Hitung nilai rata-rata nilai pantulnya
- d. Setelah didapat kan nilai rata-rata uji Schmidt Hammer selanjutnya dikorelasikan dengan nilai densitas sampel batuan kedalam diagram Schmidt Hammer (*Gambar 3.2*). Densitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan :

$\rho$  = massa jenis

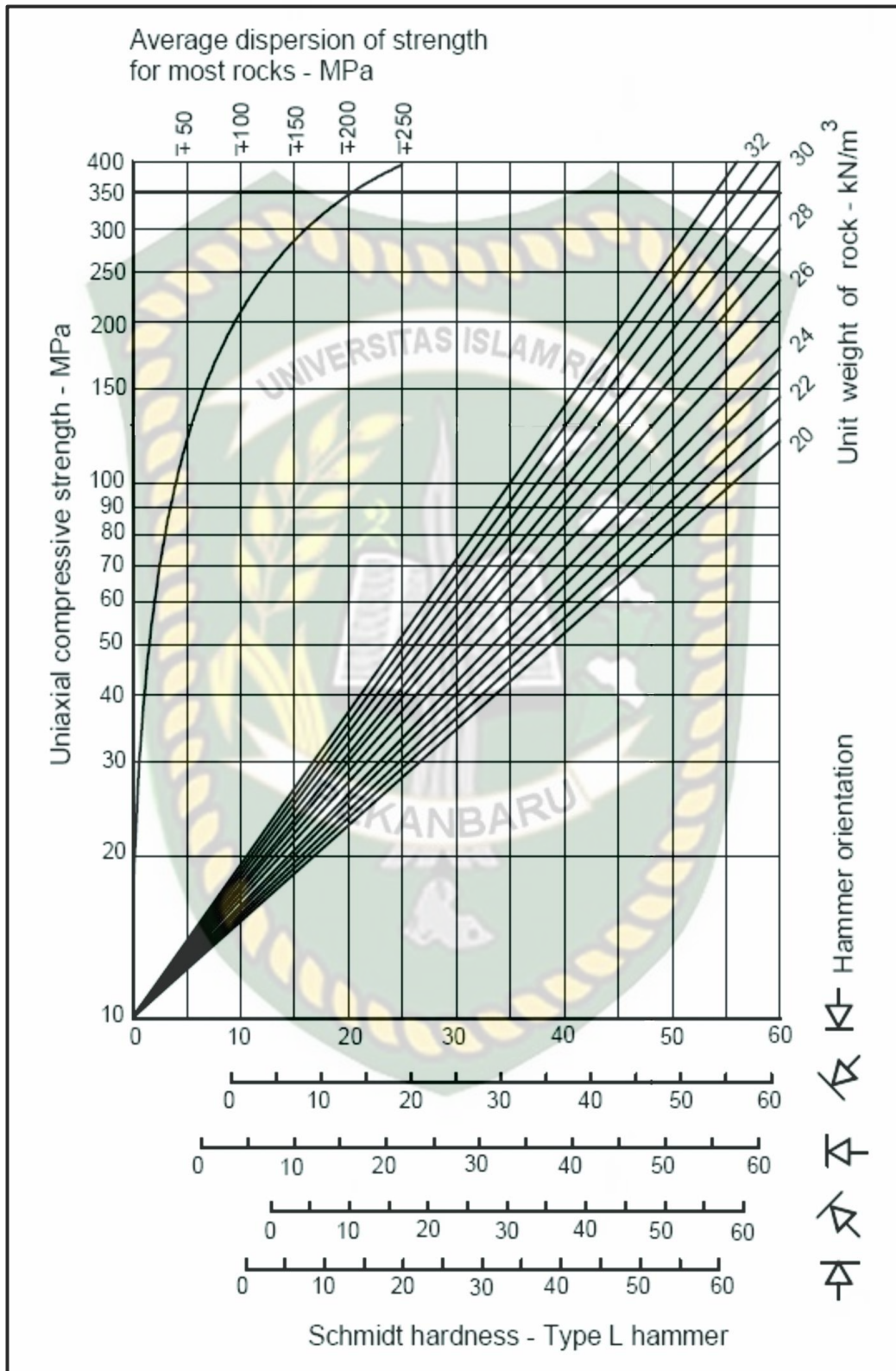
m = massa

V = volume



**Gambar 3.1** Hammer test





Gambar 3.2 Diagram uji Schmidt Hammer



**Tabel 3.1** Indeks klasifikasi UCS

| Deskripsi Kualitatif                               | UCS (MPa) | Rating |
|--|-----------|--------|
| Sangat kuat sekali ( <i>exceptionally strong</i> ) | >250      | 15     |
| Sangat kuat ( <i>very strong</i> )                 | 100-250   | 12     |
| Kuat ( <i>strong</i> )                             | 50-100    | 7      |
| Sedang ( <i>average</i> )                          | 25-50     | 4      |
| Lemah ( <i>weak</i> )                              | 5-25      | 2      |
| Sangat lemah ( <i>very weak</i> )                  | 1-5       | 1      |
| Sangat lemah sekali ( <i>extremely weak</i> )      | <1        | 0      |

2. RQD (*Rock Quality Designation*)

RQD didefinisikan sebagai persentase dari perolehan intibor (*core*) yang secara tidak langsung didasarkan pada jumlah bidang lemah dan jumlah bagian yang lunak dari massa batuan yang diamati dari intibor (*core*). Dalam menghitung nilai RQD, metode langsung digunakan apabila *core log* tersedia. Metode RQD yang dilakukan adalah metode tidak langsung karena *core log* yang tidak tersedia. Metode perhitungan RQD menurut Palmstrom (1982) adalah sebagai berikut:

$$RQD = 115 - 3,3 J_v$$

Dimana  $J_v$  merupakan jumlah total kekar per *scanline*

**Tabel 3.2** Indeks nilai RQD

| Nilai RQD  | Kualitas batuan | Rating |
|------------|-----------------|--------|
| 90% - 100% | Sangat baik     | 20     |
| 75% - 90%  | Baik            | 17     |
| 50% - 75%  | Sedang          | 13     |
| 25% - 50%  | Buruk           | 8      |
| < 25%      | Sangat buruk    | 3      |

3. Jarak antar diskontinuitas (*Spacing of Discontinuities*)

Pada perhitungan nilai RMR, parameter jarak antar (spasi) kekar diberi bobot berdasarkan nilai spasi kekaranya.

**Tabel 3.3** Jarak antar (spasi) diskontinuitas (Bieniawski, 1989)

| Deskripsi                         | Spasi diskontinuitas | Bobot |
|-----------------------------------|----------------------|-------|
| Sangat lebar ( <i>very wide</i> ) | >2 m                 | 20    |
| Lebar ( <i>wide</i> )             | 0.6 – 2 m            | 15    |

|                                    |              |    |
|------------------------------------|--------------|----|
| Sedang ( <i>moderate</i> )         | 200 - 600 mm | 10 |
| Rapat ( <i>close</i> )             | 60 – 200 mm  | 8  |
| Sangat rapat ( <i>very close</i> ) | <60 mm       | 5  |

4. Kondisi Diskontinuitas (*Condition of Discontinuities*)

Kondisi diskontinuitas ditentukan dari deskripsi tiap bidang diskontinuitas. Terdapat lima karakteristik yang masuk dalam pengertian kondisi diskontinuitas, yaitu kemenerusan (*persistence*), jarak antar permukaan diskontinuitas atau celah (*separation / aperture*), kekasaran kekar (*roughness*), material pengisi (*infilling / gouge*), dan tingkat kelapukan (*weathering*). Karakteristik tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Kekasaran (*Roughness*), kekasaran permukaan bidang diskontinuitas merupakan parameter yang penting untuk menentukan kondisi bidang diskontinuitas.
- b. Bukaan (*Separation*), merupakan jarak antara kedua permukaan bidang diskontinuitas. Bukaan dapat diisi oleh material lainya (*filling material*) diisi oleh air atau tidak memiliki bahan pengisi.
- c. Kemenerusan (*Continuity*), kemenerusan merupakan panjang dari suatu bidang diskontinuitas.
- d. Pelapukan (*Weathering*), menunjukkan derajat kelapukan permukaan diskontinuitas.
- e. Material pengisi (*Infilling*), material pengisi antara dua permukaan bidang diskontinuitas mempengaruhi stabilitas bidang diskontinuitas dilihat dari ketebalan, konsistensi dan sifat material pengisitersebut.

**Tabel 3.4** Panduan Klasifikasi Kondisi Kekar Bieniawski (1976)

| Parameter   | Bobot        |          |               |         |              |
|---|--------------|----------|---------------|---------|--------------|
|   | < 1m         | 1-3 m    | 3-10 m        | 10-20 m | > 20m        |
| Panjang diskontinuitas ( <i>Persistence continuity</i> )            | 6            | 4        | 2             | 1       | 0            |
| Jarak antar permukaan diskontinuitas ( <i>separation aperture</i> ) | Tidak ada    | < 0,1 mm | 0,1-1 mm      | 1-5 mm  | > 5 mm       |
|   | 6            | 5        | 4             | 1       | 0            |
| Kekasaran diskontinuitas  | Sangat kasar | Kasar    | Sedikit kasar | Halus   | Slickensided |

|  |             |               |              |              |              |
|--|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| ( <i>Roughness</i> )                     | 6           | 5             | 3            | 1            | 0            |
| Material pengisi<br>( <i>infilling</i> ) | Tidak ada   | Keras < 5 mm  | Keras > 5 mm | Lunak < 5 mm | Lunak > 5 mm |
|  | 6           | 4             | 2            | 2            | 0            |
| Pelapukan ( <i>weathering</i> )          | Tidak lapuk | Sedikit lapuk | Lapuk        | Sangat lapuk | Hancur       |
|  | 6           | 5             | 3            | 1            | 0            |

5. Kondisi air tanah (*Condition of Groundwater*)

Airtanah sangat berpengaruh terhadap lubang bukaan suatu lereng, sehingga posisi muka air tanah terhadap posisi lubang bukaan sangat perlu diperhatikan. Kondisi air tanah dapat dinyatakan secara umum, yaitukering (*dry*), lembab (*damp*), basah (*wet*), menetes (*dripping*), dan mengalir (*flowing*).

**Tabel 3.5** Indeks Klasifikasi air tanah

| Kondisi Air Tanah                   | Bobot |
|-------------------------------------|-------|
| Kering<br>( <i>completely dry</i> ) | 15    |
| Lembab ( <i>wamp</i> )              | 10    |
| Basah ( <i>wet</i> )                | 7     |
| Menetes<br>( <i>dripping</i> )      | 4     |
| Mengalir<br>( <i>flowing</i> )      | 0     |

6. Orientasi Diskontinuitas (*Orientation of Discontinuity*)

Orientasi diskontinuitas merupakan strike/dip diskontinuitas (*dip/dip direction*). Orientasi bidang diskontinuitas sangat mempengaruhi kestabilan lubang bukaan terowongan, terutama apabila adanya gaya deformasi yang mengakibatkan berkurangnya suatu kuatgeser .Orientasi bidang diskontinuitas yang tegak lurus sumbu lintasan terowongan, sangat menguntungkan.Sebalikny aorientasi bidang diskontinuitas yang sejajar dengan sumbu lintasan terowongan, akan sangat tidak menguntungkan.Di lapangan, orientasi bidang diskontinuitas dapat diperoleh dengan mengukur strike/dip kekar menggunakan kompas geologi. Begitu pula dengan arah lintasan terowongan, dapat diperoleh dengan mengukur azimuth arah lintasan terowongan menggunakan kompas geologi.

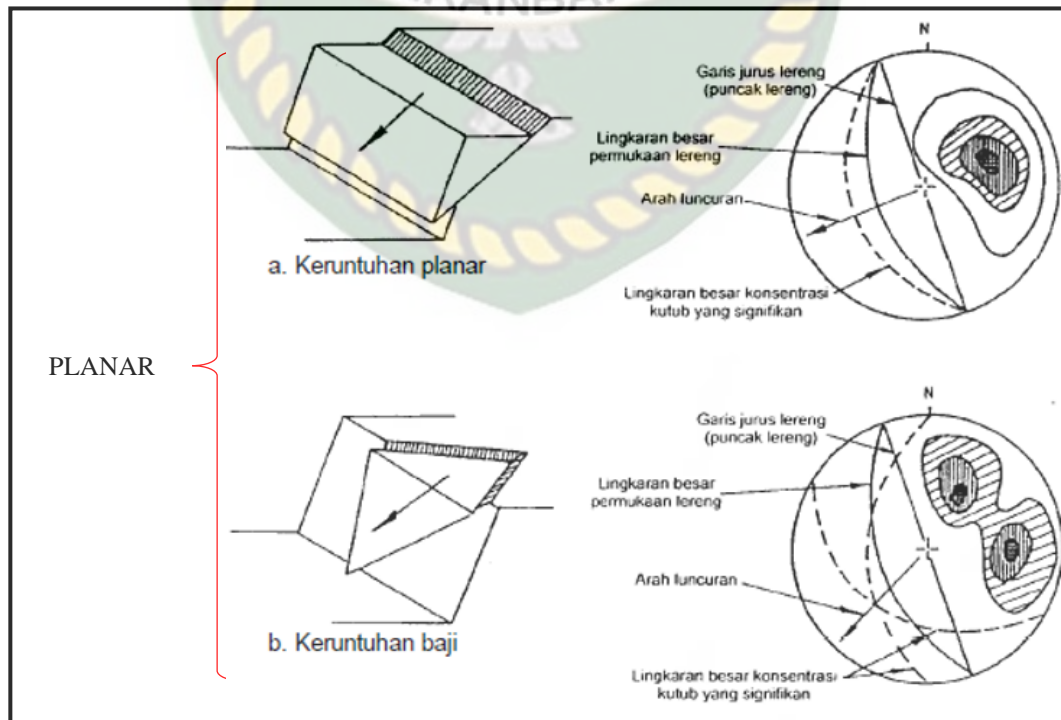


### 3.4.2 Analisis Stereografis

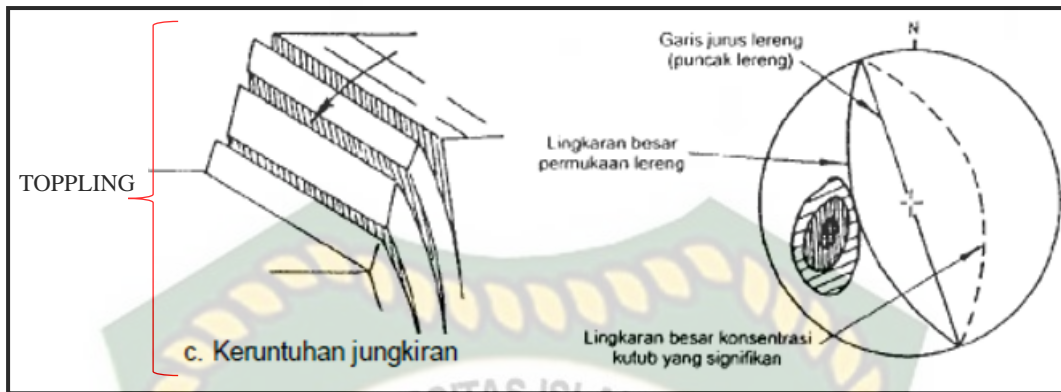
Pada metode Stereografis ini data-data yang digunakan merupakan data-data perhitungan kekar dengan menggunakan kompas geologi dan rol meter yang didapat dilapangan, semua data kekar akan diolah menggunakan dips, setelah semua di input didalam dips nanti akan diketahui arah tegasan dan arah kemungkinan terjadinya longsor pada lereng tersebut. Pada analisis Stereografis, terdapat beberapa jenis potensi kegagalan yang dibentuk oleh kedudukan lereng dengan kedudukan diskontinuitas, diantaranya adalah kegagalan geser planar, kegagalan geser baji, kegagalan jungkiran atau blok runtuh.

Dalam memperhitungkan kestabilan lereng batuan, data kedudukan bidang bidang diskontinuitas hasil pengukuran scanline sampling digambarkan di dalam stereonet atau menggunakan aplikasi Dips. Pada umumnya, jika data struktur geologi tersebut telah diplot, beberapa pakonsentrasi kutub yang signifikan dapat hadir di dalam stereonet atau aplikasi Dips tersebut.

Romana (1985) & Hoek (2000) telah membuat grafik untuk RMR yang dapat memberikan gambaran kapan terjadinya longsor tersebut (gambar 3.3).

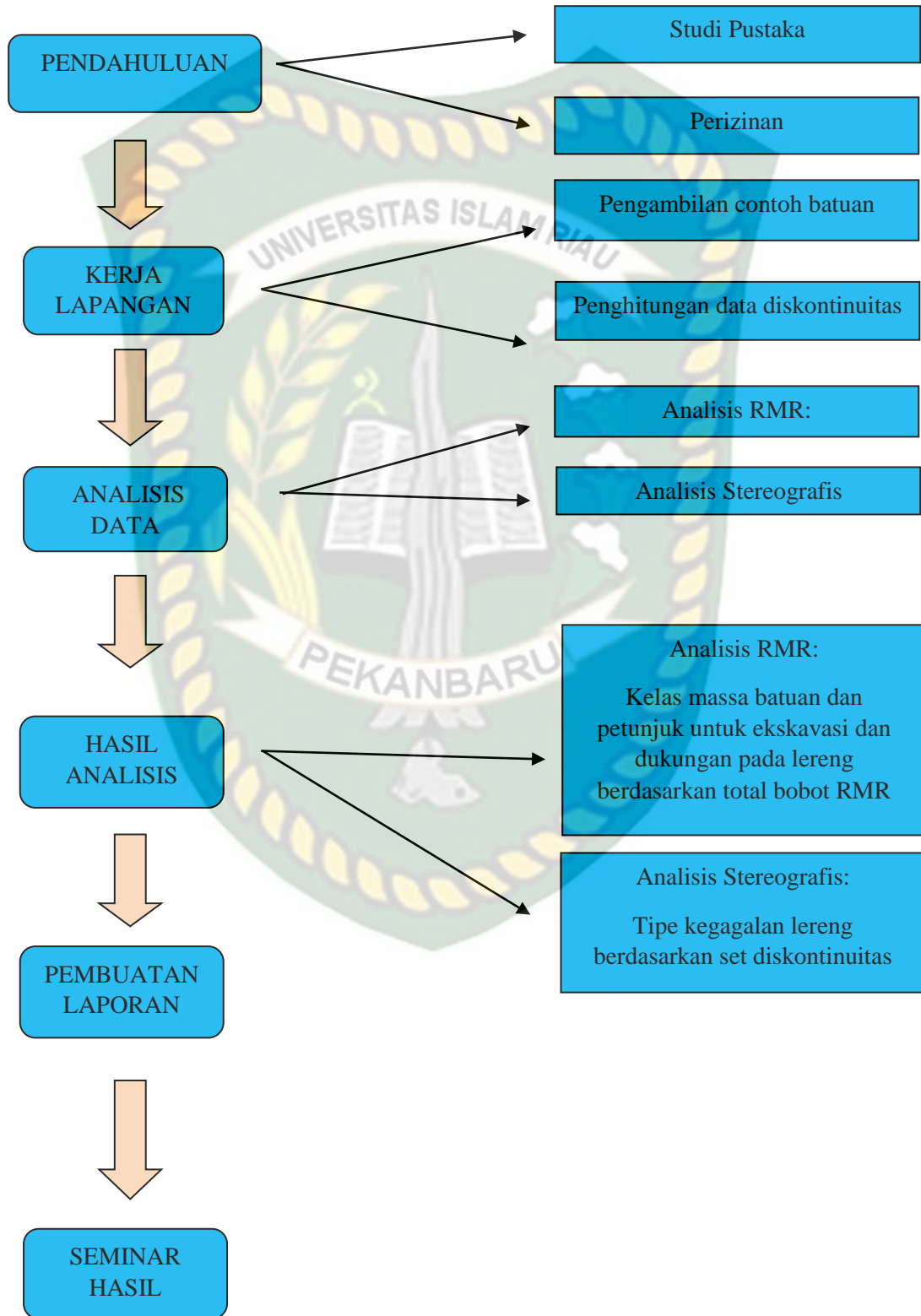






**Gambar 3.3** Model stereoplot kondisi struktur yang dapat menyebabkan jenis-jenis longsoran utama pada batuan (Modifikasi Hoek,2000).

### 3.5 Diagram Alir Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Kondisi Lereng

Lereng yang dijadikan objek penelitian terletak pada jalan daerah koto lamo kecamatan kapur sembilan ,provinsi sumatra barat. Pada lereng tersebut banyak ditemukan diskontinuitas yang dikhawatirkan akan menyebabkan terjadinya kegagalan. Maka dari itu dilakukan analisis RMR (*Rock Mass Rating*) dan Stereografis terhadap lereng di lokasi penelitian. Terdapat 10 *scanline* utama yang menjadi objek penelitian pada lereng tersebut.

##### 4.1.1 *Scanline* 1

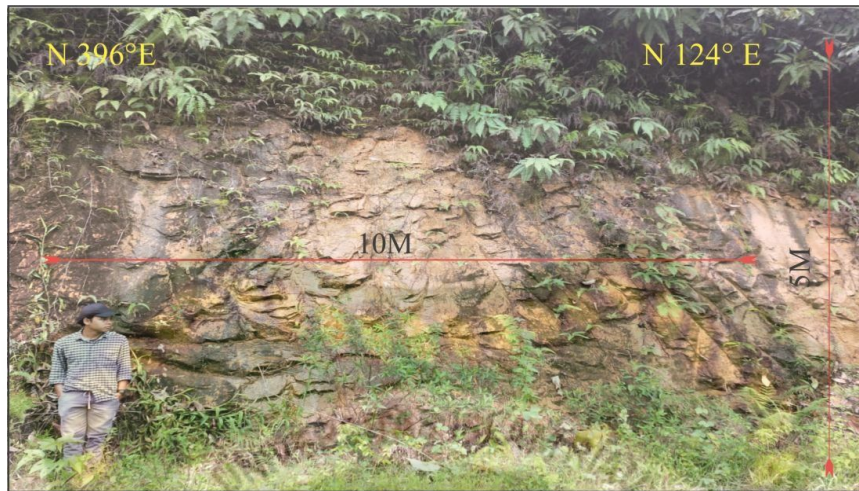


**Gambar 4.1** Lokasi pengukuran diskontinuitas *scanline* 1

Dari pengukuran dan pengamatan lapangan, didapatkan data panjang lereng 10 m dan ketinggian lereng 4 m. Data diskontinuitas pada *scanline* 1 hanya berupa data kekar. dimana terdapat 20 data kekar. Jenis litologi pada *scanline* 1 adalah batupasir.



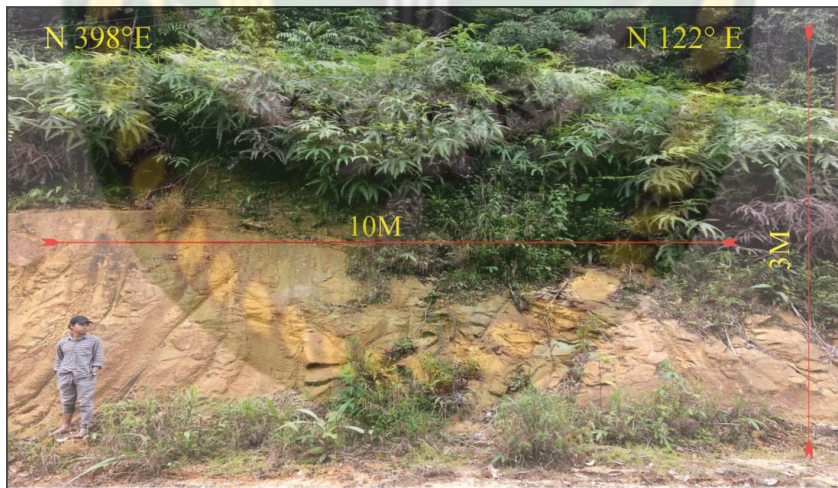
#### 4.1.2 Scanline 2



**Gambar 4.2** Lokasi pengukuran diskontinuitas *scanline 2*

Dari pengukuran dan pengamatan lapangan, didapatkan data panjang lereng 10 m dan ketinggian lereng 5 m. Data diskontinuitas pada *scanline 2* hanya berupa data kekar. dimana terdapat 12 data kekar. Jenis litologi pada *scanline 2* adalah batupasir.

#### 4.1.3 Scanline 3



**Gambar 4.3** Lokasi pengukuran diskontinuitas *scanline 3*

Dari pengukuran dan pengamatan lapangan, didapatkan data panjang lereng 10 m dan ketinggian lereng 3 m. Data diskontinuitas pada *scanline 3* hanya berupa data kekar. dimana terdapat 15 data kekar. Jenis litologi pada *scanline 3* adalah batupasir.



#### 4.1.4 Scanline 4



**Gambar 4.4** Lokasi pengukuran diskontinuitas *scanline* 4

Dari pengukuran dan pengamatan lapangan, didapatkan data panjang lereng 10 m dan ketinggian lereng 15 m. Data diskontinuitas pada *scanline* 4 hanya berupa data kekar. dimana terdapat 20 data kekar. Jenis litologi pada *scanline* 4 adalah batupasir.

#### 4.1.5 Scanline 5

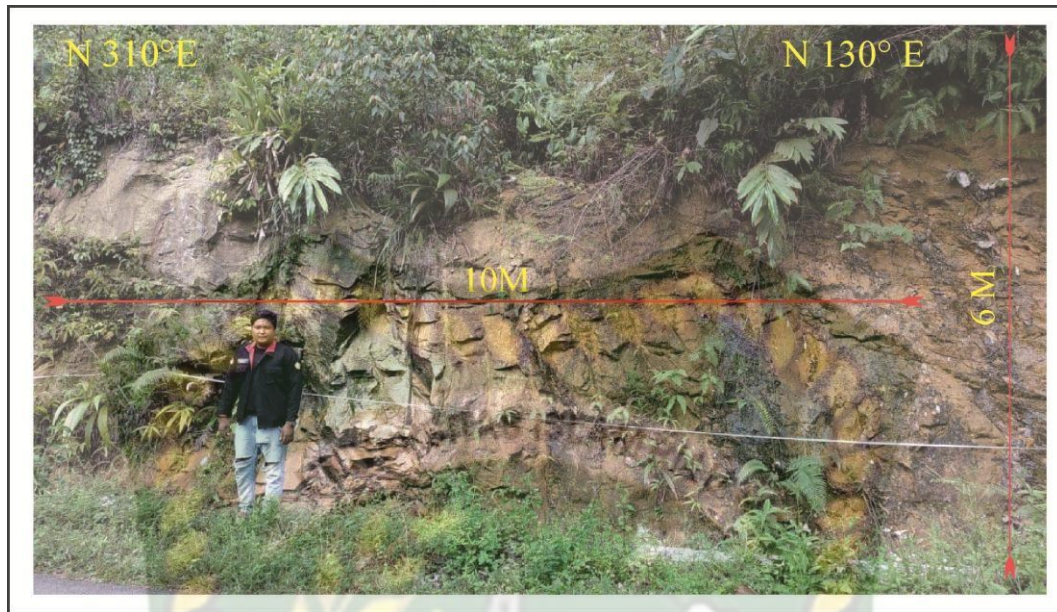


**Gambar 4.5** Lokasi pengukuran diskontinuitas *scanline* 5

Dari pengukuran dan pengamatan lapangan, didapatkan data panjang lereng 10 m dan ketinggian lereng 10 m. Data diskontinuitas pada *scanline* 5 hanya berupa data kekar. dimana terdapat 15 data kekar. Jenis litologi pada *scanline* 5 adalah batupasir.



#### 4.1.6 Scanline 6



**Gambar 4.6** Lokasi pengukuran diskontinuitas *scanline* 6

Dari pengukuran dan pengamatan lapangan, didapatkan data panjang lereng 10 m dan ketinggian lereng 6 m. Data diskontinuitas pada *scanline* 6 hanya berupa data kekar. Dimana terdapat 20 data kekar. Jenis litologi pada *scanline* 6 adalah batupasir.

#### 4.1.7 Scanline 7



**Gambar 4.7** Lokasi pengukuran diskontinuitas *scanline* 7

Dari pengukuran dan pengamatan lapangan, didapatkan data panjang lereng 10 m dan ketinggian lereng 12 m. Data diskontinuitas pada *scanline* 7 hanya



berupa data kekar. dimana terdapat 15 data kekar. Jenis litologi pada *scanline* 7 adalah batupasir.

#### 4.1.8 *Scanline* 8



**Gambar 4.8** Lokasi pengukuran diskontinuitas *scanline* 8

Dari pengukuran dan pengamatan lapangan, didapatkan data panjang lereng 10 m dan ketinggian lereng 10 m. Data diskontinuitas pada *scanline* 8 hanya berupa data kekar. dimana terdapat 18 data kekar. Jenis litologi pada *scanline* 8 adalah batupasir.

#### 4.1.9 *Scanline* 9



**Gambar 4.9** Lokasi pengukuran diskontinuitas *scanline* 9



Dari pengukuran dan pengamatan lapangan, didapatkan data panjang lereng 10 m dan ketinggian lereng 7 m. Data diskontinuitas pada *scanline* 8 hanya berupa data kekar. Dimana terdapat 20 data kekar. Jenis litologi pada *scanline* 8 adalah batupasir.

#### 4.1.10 *Scanline* 10



**Gambar 4.10** Lokasi pengukuran diskontinuitas *scanline* 10

Dari pengukuran dan pengamatan lapangan, didapatkan data panjang lereng 10 m dan ketinggian lereng 7 m. Data diskontinuitas pada *scanline* 8 hanya berupa data kekar. Dimana terdapat 10 data kekar. Jenis litologi pada *scanline* 8 adalah batupasir.

## 4.2 Stratigrafi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan serta interpretasi dan analisis laboratorium, diperoleh tatanan stratigrafi dan litologi penyusun daerah penelitian dari yang tua hingga muda yaitu sebagai berikut :

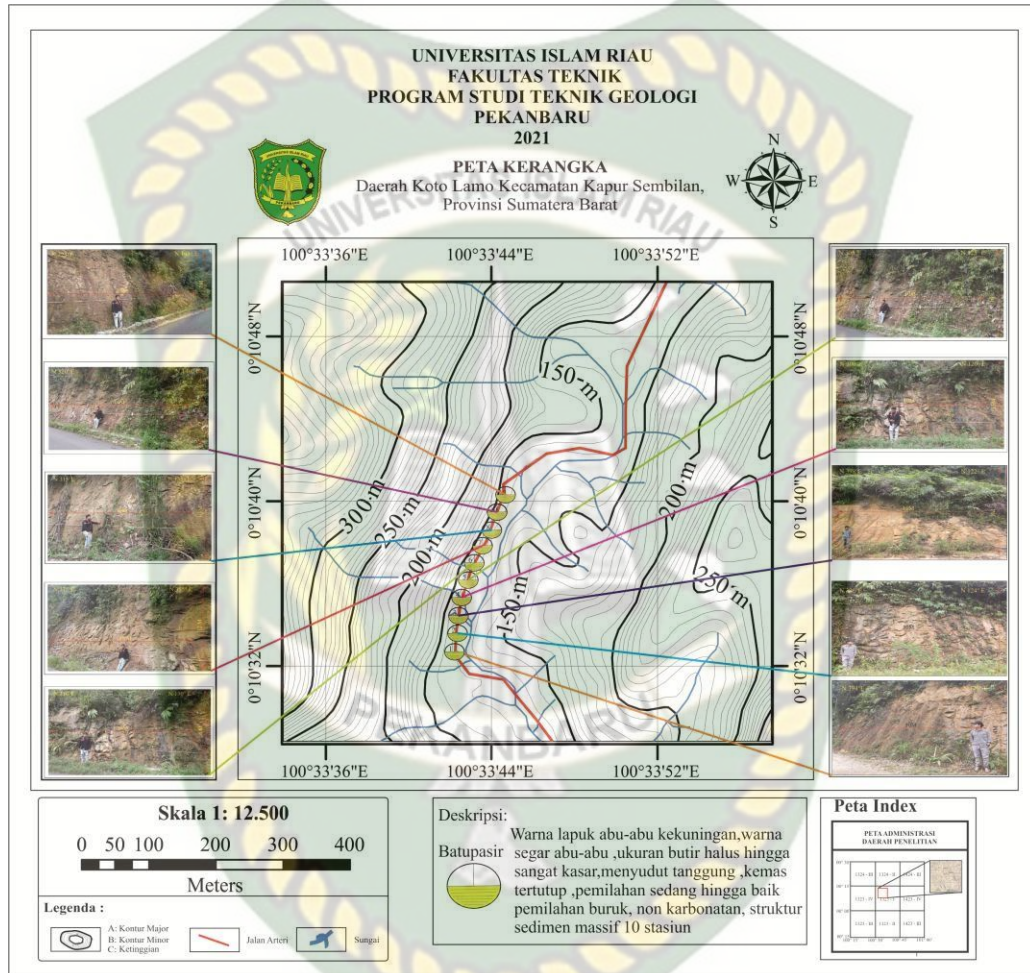
### 4.2.1 Litologi

Satuan Batupasir ini memiliki satu jenis litologi yaitu batupasir, dimana analisis litologi dibagi menjadi dua yaitu analisis makroskopis. Analisis litologi tersebut dijelaskan sebagai berikut



### A. Analisis Makroskopis

Batupasir ini berwarna lapuk abu-abu kekuningan, warna segar abu-abu kehijauan, besar butir pasir halus, hingga sangat kasar, menyudut tanggung, kemas tertutup, pemilahan sedang hingga baik, pemilahan buruk, non- karbonatan, struktur sedimen massif, 10 stasiun.



**Gambar 4.11** Peta Kerangka Penelitian

### 4.3 Analisis RMR

#### 4.3.1 Kekuatan Batuan Utuh (*Uniaxial Compressive Strength*)

Dari hasil pengujian sampel yang diambil dilapangan dengan menggunakan *Schmidt Hammer Test* dan densitas sampel batuan, sehingga didapatkan hasil *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) sebagai berikut :

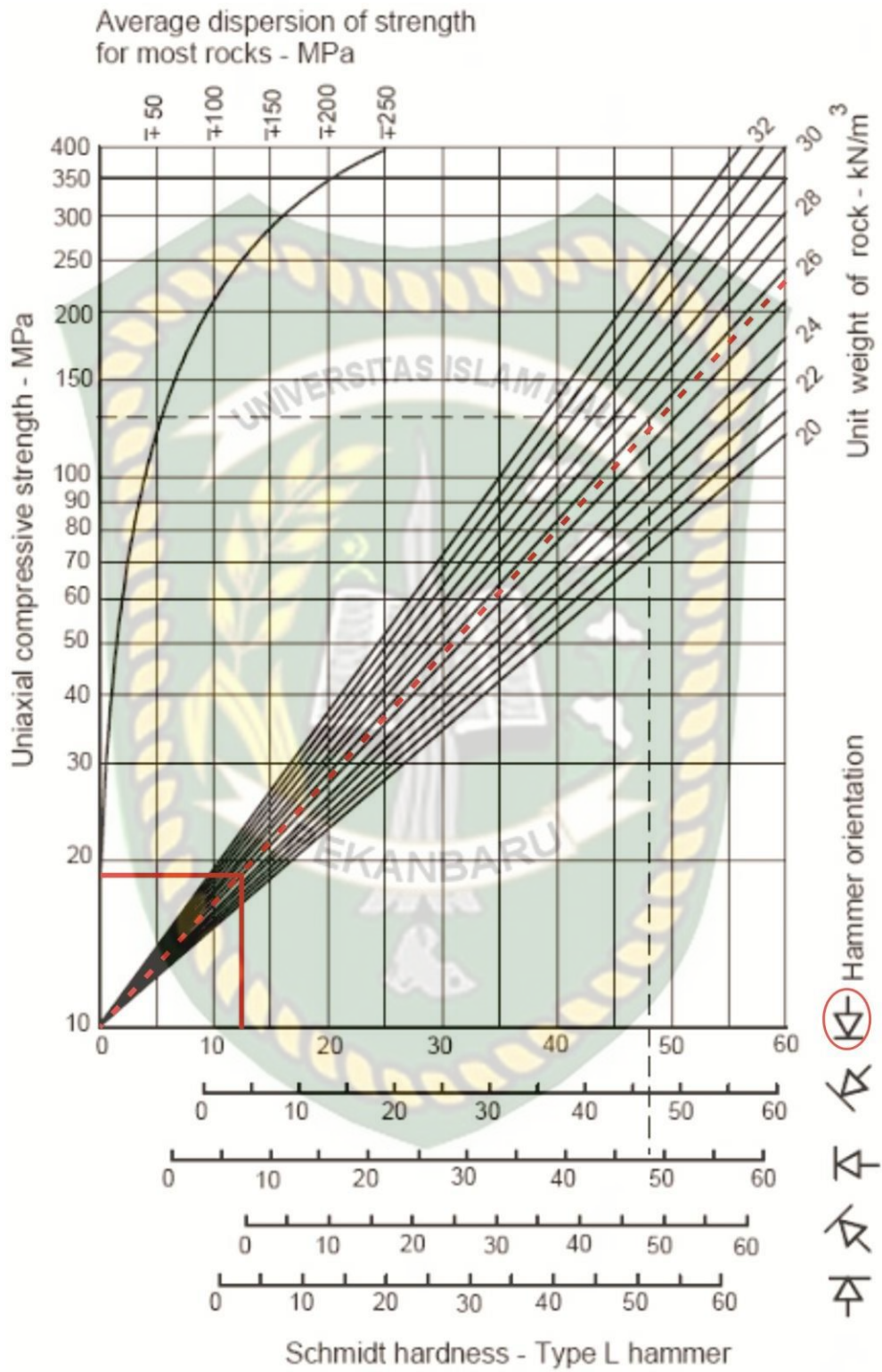
**Tabel 4.1** Data uji Schmidt Hammer

| No | Data | No | Data | No | Data | No | Data |
|----|------|----|------|----|------|----|------|
| 1  | 13   | 9  | 14   | 17 | 16   | 25 | 16   |
| 2  | 11   | 10 | 14   | 18 | 12   |    |      |
| 3  | 12   | 11 | 13   | 19 | 18   |    |      |
| 4  | 12   | 12 | 10   | 20 | 17   |    |      |
| 5  | 12   | 13 | 12   | 21 | 14   |    |      |
| 6  | 10   | 14 | 10   | 22 | 15   |    |      |
| 7  | 9    | 15 | 10   | 23 | 17   |    |      |
| 8  | 12   | 16 | 14   | 24 | 14   |    |      |

Maka nilai rata-rata dari uji Schmidt Hammer adalah 13.08. Rata-rata ini akan digunakan untuk korelasi pada diagram Schmidt Hammer untuk mendapatkan nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS). Sedangkan untuk nilai densitas sampel batuan adalah sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1,582 \text{ Kg}}{0.0006 \text{ m}^3} = 2.636,7 \text{ Kg/m}^3 = 25,86 \text{ KN/m}^3$$

Setelah didapat nilai rata-rata uji Schmidt Hammer dan densitas sampel batuan, maka dikorelasikan kedalam diagram Schmidt Hammer untuk mendapatkan nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) dapat dilihat pada **Gambar 4.12**. Berdasarkan hasil nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) didapatkan nilai dengan 19 MPa, termasuk dalam bobot 2 dan termasuk dalam kategori lemah (dapat dilihat pada tabel 4.2).



Gambar 4.12 Diagram hasil nilai Schmidt Hammer



**Tabel 4.2** Nilai kekuatan batuan utuh tiap *scanline*

| Deskripsi Kualitatif                               | UCS (MPa) | Rating |
|--|-----------|--------|
| Sangat kuat sekali ( <i>exceptionally strong</i> ) | >250      | 15     |
| Sangat kuat ( <i>very strong</i> )                 | 100-250   | 12     |
| Kuat ( <i>strong</i> )                             | 50-100    | 7      |
| Sedang ( <i>average</i> )                          | 25-50     | 4      |
| Lemah ( <i>weak</i> )                              | 5-25      | 2      |
| Sangat lemah ( <i>very weak</i> )                  | 1-5       | 1      |
| Sangat lemah sekali ( <i>extremely weak</i> )      | <1        | 0      |

#### 4.3.2 RQD (*Rock Quality Designation*)

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai RQD di seluruh *scanline* berkisar antara 49% - 82%. Dari hasil rata-rata nilai tersebut, maka lereng di lokasi penelitian memiliki empat bobot hasil perhitungan RQD yang berbeda, yaitu 8,13 dan 17.

1. Perhitungan RQD *scanline* 1 sebagaiberikut:

$$\begin{aligned}
 \text{RQD} &= 115 - 3.3 J_v \\
 &= 115 - 3.3 \times 66 \\
 &= 49 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, RQD pada *scanline* 1 berada pada rentang 25% - 50% dengan bobot sebesar 8 (**Tabel 4.3**).

**Tabel 4.3** Nilai RQD *scanline* 1

| Nilai RQD  | Rating |
|------------|--------|
| 90% - 100% | 20     |
| 75% - 90%  | 17     |
| 50% - 75%  | 13     |
| 25% - 50%  | 8      |
| < 25%      | 3      |

2. Perhitungan RQD *scanline* 2 sebagaiberikut:

$$\begin{aligned}
 \text{RQD} &= 115 - 3.3 J_v \\
 &= 115 - 3.3 \times 39 \\
 &= 75,4 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, RQD pada *scanline* 2 berada pada rentang 50% - 75 % dengan bobot sebesar 13 (**Tabel 4.4**).

**Tabel 4.4** Nilai RQD *scanline 2*

| Nilai RQD  | Rating |
|------------|--------|
| 90% - 100% | 20     |
| 75% - 90%  | 17     |
| 50% - 75%  | 13     |
| 25% - 50%  | 8      |
| < 25%      | 3      |

3. Perhitungan RQD *scanline 3* sebagaiberikut:

$$\begin{aligned}
 \text{RQD} &= 115 - 3.3 J_v \\
 &= 115 - 3.3 \times 49,5 \\
 &= 65,5 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, RQD pada *scanline 3* berada pada rentang 50% - 75% dengan bobot sebesar 13 (**Tabel 4.5**).

**Tabel 4.5** Nilai RQD *scanline 3*

| Nilai RQD  | Rating |
|------------|--------|
| 90% - 100% | 20     |
| 75% - 90%  | 17     |
| 50% - 75%  | 13     |
| 25% - 50%  | 8      |
| < 25%      | 3      |

4. Perhitungan RQD *scanline 4* sebagaiberikut:

$$\begin{aligned}
 \text{RQD} &= 115 - 3.3 J_v \\
 &= 115 - 3.3 \times 66 \\
 &= 49,9 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, RQD pada *scanline 4* berada pada rentang 25% - 50% dengan bobot sebesar 8 (**Tabel 4.6**).

**Tabel 4.6** Nilai RQD *scanline 4*

| Nilai RQD  | Rating |
|------------|--------|
| 90% - 100% | 20     |
| 75% - 90%  | 17     |
| 50% - 75%  | 13     |
| 25% - 50%  | 8      |
| < 25%      | 3      |

5. Perhitungan RQD *scanline* 5 sebagaiberikut:

$$\begin{aligned}
 \text{RQD} &= 115 - 3.3 J_v \\
 &= 115 - 3.3 \times 49,5 \\
 &= 65,5 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, RQD pada *scanline* 5 berada pada rentang 50% - 75% dengan bobot sebesar 13 (**Tabel 4.7**).

**Tabel 4.7** Nilai RQD *scanline* 5

| Nilai RQD  | Rating |
|------------|--------|
| 90% - 100% | 20     |
| 75% - 90%  | 17     |
| 50% - 75%  | 13     |
| 25% - 50%  | 8      |
| < 25%      | 3      |

6. Perhitungan RQD *scanline* 6 sebagaiberikut:

$$\begin{aligned}
 \text{RQD} &= 115 - 3.3 J_v \\
 &= 115 - 3.3 \times 66 \\
 &= 49 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, RQD pada *scanline* 6 berada pada rentang 25% - 50% dengan bobot sebesar 8 (**Tabel 4.8**).

**Tabel 4.8** Nilai RQD *scanline* 6

| Nilai RQD  | Rating |
|------------|--------|
| 90% - 100% | 20     |
| 75% - 90%  | 17     |
| 50% - 75%  | 13     |
| 25% - 50%  | 8      |
| < 25%      | 3      |

7. Perhitungan RQD *scanline* 7 sebagaiberikut:

$$\begin{aligned}
 \text{RQD} &= 115 - 3.3 J_v \\
 &= 115 - 3.3 \times 49,5 \\
 &= 65,5 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, RQD pada *scanline* 7 berada pada rentang 50% - 75% dengan bobot sebesar 13 (**Tabel 4.9**).



**Tabel 4.9** Nilai RQD *scanline 7*

| Nilai RQD  | Rating |
|------------|--------|
| 90% - 100% | 20     |
| 75% - 90%  | 17     |
| 50% - 75%  | 13     |
| 25% - 50%  | 8      |
| < 25%      | 3      |

8. Perhitungan RQD *scanline 8* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{RQD} &= 115 - 3.3 J_v \\
 &= 115 - 3.3 \times 59,4 \\
 &= 55,6 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, RQD pada *scanline 8* berada pada rentang 50% - 75% dengan bobot sebesar 13 (**Tabel 4.10**).

**Tabel 4.10** Nilai RQD *scanline 8*

| Nilai RQD  | Rating |
|------------|--------|
| 90% - 100% | 20     |
| 75% - 90%  | 17     |
| 50% - 75%  | 13     |
| 25% - 50%  | 8      |
| < 25%      | 3      |

9. Perhitungan RQD *scanline 9* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{RQD} &= 115 - 3.3 J_v \\
 &= 115 - 3.3 \times 66 \\
 &= 49 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, RQD pada *scanline 8* berada pada rentang 25% - 50% dengan bobot sebesar 8 (**Tabel 4.11**).

**Tabel 4.11** Nilai RQD *scanline 9*

| Nilai RQD  | Rating |
|------------|--------|
| 90% - 100% | 20     |
| 75% - 90%  | 17     |
| 50% - 75%  | 13     |
| 25% - 50%  | 8      |
| < 25%      | 3      |

10. Perhitungan RQD *scanline* 10 sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{RQD} &= 115 - 3.3 J_v \\
 &= 115 - 3.3 \times 33 \\
 &= 82 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, RQD pada *scanline* 8 berada pada rentang 75% - 90% dengan bobot sebesar 17 (**Tabel 4.12**).

**Tabel 4.12** Nilai RQD *scanline* 10

| Nilai RQD  | Rating |
|------------|--------|
| 90% - 100% | 20     |
| 75% - 90%  | 17     |
| 50% - 75%  | 13     |
| 25% - 50%  | 8      |
| < 25%      | 3      |

Dari hasil nilai rata – rata RQD di setiap *scanline* adalah 60,55 % yang di kategorikan dalam kelas sedang (*moderate*).

#### 4.3.3 Jarak Antar Diskontinuitas

Untuk analisis jarak spasi diskontinuitas data yang digunakan adalah data lapangan yang diambil dari rata-rata jarak diskontinuitas di semua *scanline* dengan jarak 82.5 – 185.7 milimeter dengan deskripsi rapat, sehingga dari data tersebut didapati bobot nilai sebesar 10 (**Tabel 4.13**).

**Tabel 4.13** Nilai jarak antar diskontinuitas tiap *scanline*

| Deskripsi                          | Spasi diskontinuitas | Bobot |
|------------------------------------|----------------------|-------|
| Sangat lebar ( <i>very wide</i> )  | >2 m                 | 20    |
| Lebar ( <i>wide</i> )              | 0.6 – 2 m            | 15    |
| Sedang ( <i>moderate</i> )         | 200 - 600 mm         | 10    |
| Rapat ( <i>close</i> )             | 60 – 200 mm          | 8     |
| Sangat rapat ( <i>very close</i> ) | <60 mm               | 5     |

#### 4.3.4 Kondisi Diskontinuitas

Pada analisis ini data yang digunakan adalah data yang diambil dari lapangan yang meliputi panjang, bukaan, kekasaran, material pengisi, dan pelapukan dari diskontinuitas. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, didapatkan kondisi diskontinuitas dari beberapa parameter berupa:

- Panjang diskontinuitas berkisar antara 0.0115 – 1.135 m. Dari nilai tersebut didapatkan bobot yakni 6.
- Bukaan yang terdapat pada lokasi penelitian ini adalah berkisar antara none - < 5 mm. Dari nilai tersebut didapatkan bobot yakni 6, 5, 4 dan 1 .
- Kekasaran diskontinuitas yang didapatkan adalah Halus, sehingga didapatkan bobot sebesar 1.
- Rata – rata tidak adanya bahan pengisi pada bukaan, sehingga didapatkan bobot yakni sebesar 6.
- Pelapukan yang terjadi pada lokasi penelitian berada pada tingkat sedikit terlupakan. Dari tingkat tersebut, didapatkan bobot penilaian sebesar 5.

Dari keseluruhan data parameter kondisi diskontinuitas didapatkan bobot nilai sebesar 24 (**Tabel 4.14**).

**Tabel 4.14** Nilai kondisi diskontinuitas tiap *scanline*

| Parameter   | Bobot        |               |               |              |              |
|---|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
|   | < 1m         | 1-3 m         | 3-10 m        | 10-20 m      | > 20m        |
| Panjang diskontinuitas<br>( <i>Persistence continuity</i> )               | 6            | 4             | 2             | 1            | 0            |
| Jarak antar permukaan<br>diskontinuitas<br>( <i>separation aperture</i> ) | Tidak ada    | < 0,1 Mm      | 0,1-1 mm      | 1-5 mm       | > 5 mm       |
|   | 6            | 5             | 4             | 1            | 0            |
| Kekasaran diskontinuitas<br>( <i>Roughness</i> )                          | Sangat kasar | Kasar         | Sedikit kasar | Halus        | Slickensided |
|   | 6            | 5             | 3             | 1            | 0            |
| Material pengisi<br>( <i>infilling</i> )                                  | Tidak ada    | Keras < 5 mm  | Keras > 5 mm  | Lunak < 5 mm | Lunak > 5 mm |
|   | 6            | 4             | 2             | 2            | 0            |
| Pelapukan ( <i>weathering</i> )   | Tidak lapuk  | Sedikit Lapuk | Lapuk         | Sangat lapuk | Hancur       |
|   | 6            | 5             | 3             | 1            | 0            |
| Total bobot   | 24           |               |               |              |              |



### 4.3.5 Kondisi Air Tanah

Kondisi air tanah yang berada pada lereng pengamatan tiap *scanline* adalah kering (*completely dry*) karena pada lereng ini tidak dijumpai air mengalir ataupun membasahi permukaan lereng sehingga didapatkan bobot nilai sebesar 15 (Tabel 4.15).

**Tabel 4.15** Nilai kondisi airtanah tiap *scanline*

| Kondisi Air Tanah                | Bobot |
|----------------------------------|-------|
| Kering ( <i>completely dry</i> ) | 15    |
| Lembab ( <i>wamp</i> )           | 10    |
| Basah ( <i>wet</i> )             | 7     |
| Menetes ( <i>dripping</i> )      | 4     |
| Mengalir ( <i>flowing</i> )      | 0     |

### 4.3.6 Orientasi Diskontinuitas

Lereng berada pada arah jurus tegak lurus sumbu terowongan dan nilai kemiringan sebesar  $45^{\circ}$ - $90^{\circ}$  dengan maju berlawanan arah kemiringan, maka diskontinuitas yang terdapat di lokasi penelitian secara keseluruhan adalah sedang (maju berlawanan arah kemiringan) dan lokasi penelitian ini adalah sebuah lereng. Dari hasil tersebut didapatkan bobot nilai sebesar -25 (Tabel 4.16).

**Tabel 4.16** Nilai orientasi diskontinuitas tiap *scanline*

| Orientasi Diskontinuitas ( <i>Slopes</i> ) | Bobot |
|--|-------|
| Sangat Menguntungkan                       | 0     |
| Menguntungkan                              | -5    |
| Sedang                                     | -25   |
| Tidak Menguntungkan                        | -50   |
| Sangat Tidak Menguntungkan                 | -     |

#### 4.3.7 Total Bobot Tiap Scanline

Dari hasil pengamatan dan perhitungan dari beberapa parameter terhadap lereng di lokasi penelitian, maka didapatkan hasil bobot RMR dari tiap *scanline* pada tabel berikut :

**Tabel 4.17** Total bobot RMR *scanline* 1

| Parameter                | Nilai / Kondisi                                     | Bobot                             |
|--------------------------|---|-----------------------------------|
| Kekuatan batuan          | 21 Mpa  | 2                                 |
| RQD                      | 49 %  | 8                                 |
| Jarak diskontinuitas     | 70.07 mm  | 8                                 |
| Kondisi diskontinuitas   | Kasar,tidak ada renggangan,tidak ada isi,agak lapuk | 25                                |
| Kondisi air tanah        | Kering  | 15                                |
| Orientasi diskontinuitas | Sedang (lereng)                                     | -25                               |
| Jumlah bobot             |   | 33                                |
| Kelas masa batuan        |   | IV                                |
| Deskripsi                |   | Jelek                             |
| Average stand-up time    |   | 10 jam untuk span 2.5 m           |
| Kohesi (kPa)             |   | 100 - 200                         |
| Sudut geser dalam        |   | 15 <sup>0</sup> – 25 <sup>0</sup> |

*Scanline* 1 dengan total bobot RMR sebesar 33 termasuk dalam kelas IV dan bersifat Jelek. Stand-up time pada *scanline* 1 sekitar 10 jam untuk span 2.5 m, dengan nilai kohesi 100 – 200 kPa dan nilai sudut geser dalam 15<sup>0</sup> – 25<sup>0</sup>.

**Tabel 4.18** Total bobot RMR *scanline* 2

| Parameter                | Nilai / Kondisi              | Bobot |
|--------------------------|------------------------------|-------|
| Kekuatan batuan          | 21 Mpa                       | 2     |
| RQD                      | 75.4 %                       | 17    |
| Jarak diskontinuitas     | 600.33 mm                    | 15    |
| Kondisi diskontinuitas   | Halus,bukaan >5mm,agak lapuk | 16    |
| Kondisi air tanah        | Kering                       | 15    |
| Orientasi diskontinuitas | Sedang (lereng)              | -25   |
| Jumlah bobot             |                              | 40    |
| Kelas masa batuan        |                              | IV    |
| Deskripsi                |                              | Jelek |

|                       |                                   |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Average stand-up time | 10 jam untuk span 2.5 m           |
| Kohesi (kPa)          | 100 - 200                         |
| Sudut geser dalam     | 15 <sup>0</sup> – 25 <sup>0</sup> |

*Scanline 2* dengan total bobot RMR sebesar 40 termasuk dalam kelas IV dan bersifat Jelek. Stand-up time pada *scanline 2* sekitar 10 jam untuk span 2.5 m, dengan nilai kohesi 100 – 200 kPa dan nilai sudut geser dalam 15<sup>0</sup> – 25<sup>0</sup>.

**Tabel 4.19** Total bobot RMR *scanline 3*

| Parameter                | Nilai / Kondisi                                     | Bobot                             |
|--------------------------|---|-----------------------------------|
| Kekuatan batuan          | 21 Mpa  | 2                                 |
| RQD                      | 65,5 %  | 17                                |
| Jarak diskontinuitas     | 249,3 mm  | 10                                |
| Kondisi diskontinuitas   | Halus,tidak ada bukaan,agak lapuk,tidak ada pengisi | 20                                |
| Kondisi air tanah        | lembab  | 10                                |
| Orientasi diskontinuitas | Sedang (lereng)                                     | -25                               |
| Jumlah bobot             |   | 31                                |
| Kelas masa batuan        |   | IV                                |
| Deskripsi                |   | Jelek                             |
| Average stand-up time    |   | 10 jam untuk span 2.5 m           |
| Kohesi (kPa)             |   | 100 - 200                         |
| Sudut geser dalam        |   | 15 <sup>0</sup> – 25 <sup>0</sup> |

*Scanline 3* dengan total bobot RMR sebesar 31 termasuk dalam kelas IV dan bersifat Jelek. Stand-up time pada *scanline 3* sekitar 10 jam untuk span 2.5 m, dengan nilai kohesi 100 – 200 kPa dan nilai sudut geser dalam 15<sup>0</sup> – 25<sup>0</sup>.

**Tabel 4.20** Total bobot RMR *scanline 4*

| Parameter              | Nilai / Kondisi  | Bobot |
|------------------------|--|-------|
| Kekuatan batuan        | 21 Mpa   | 2     |
| RQD                    | 49 %   | 8     |
| Jarak diskontinuitas   | 342.3 mm   | 10    |
| Kondisi diskontinuitas | Agak kasar,tidak ada bukaan,agak lapuk,tidak ada pengisi | 22    |
| Kondisi air tanah      | mengalir   | 0     |



|                          |                 |                        |
|--------------------------|-----------------|------------------------|
| Orientasi diskontinuitas | Sedang (lereng) | -25                    |
| Jumlah bobot             |                 | 17                     |
| Kelas masa batuan        |                 | V                      |
| Deskripsi                |                 | Sangat Jelek           |
| Average stand-up time    |                 | 30 menit untuk span 1m |
| Koehesi (kPa)            |                 | <100                   |
| Sudut geser dalam        |                 | <15 <sup>0</sup>       |

*Scanline* 4 dengan total bobot RMR sebesar 17 termasuk dalam kelas V dan bersifat Jelek. Stand-up time pada *scanline* 4 sekitar 30 menit untuk span 1 m, dengan nilai koehesi <100 kPa dan nilai sudut geser dalam <15<sup>0</sup>.

**Tabel 4.21** Total bobot RMR *scanline* 5

| Parameter                | Nilai / Kondisi  | Bobot                             |
|--------------------------|--|-----------------------------------|
| Kekuatan batuan          | 21 Mpa   | 2                                 |
| RQD                      | 65.5%  | 8                                 |
| Jarak diskontinuitas     | 470 mm   | 10                                |
| Kondisi diskontinuitas   | Halus,tidak ada bukaan, sedikit kasar, pengisi tidak ada, pelapukan sedang | 24                                |
| Kondisi air tanah        | Kering   | 15                                |
| Orientasi diskontinuitas | Sedang (lereng)  | -25                               |
| Jumlah bobot             |  | 34                                |
| Kelas masa batuan        |  | IV                                |
| Deskripsi                |  | Jelek                             |
| Average stand-up time    |  | 10 jam untuk span 2.5 m           |
| Koehesi (kPa)            |  | 100 - 200                         |
| Sudut geser dalam        |  | 15 <sup>0</sup> – 25 <sup>0</sup> |

*Scanline* 5 dengan total bobot RMR sebesar 34 termasuk dalam kelas IV dan bersifat Jelek. Stand-up time pada *scanline* 5 sekitar 10 jam untuk span 2.5 m, dengan nilai koehesi 100 – 200 kPa dan nilai sudut geser dalam 15<sup>0</sup> – 25<sup>0</sup>.

**Tabel 4.22** Total bobot RMR *scanline* 6

| Parameter            | Nilai / Kondisi | Bobot |
|----------------------|-----------------|-------|
| Kekuatan batuan      | 21 Mpa          | 2     |
| RQD                  | 49 %            | 8     |
| Jarak diskontinuitas | 540 mm          | 10    |

|                          |   |                         |
|--------------------------|---|-------------------------|
| Kondisi diskontinuitas   | Tidak ada bobot,tidak ada bukaan, sedikit kasar, tingkat pelapukan sedang | 24                      |
| Kondisi air tanah        | Kering  | 15                      |
| Orientasi diskontinuitas | Sedang (lereng)   | -25                     |
| Jumlah bobot             |   | 34                      |
| Kelas masa batuan        |   | IV                      |
| Deskripsi                |   | Jelek                   |
| Average stand-up time    |   | 10 jam untuk span 2.5 m |
| Koehesi (kPa)            |   | 100 - 200               |
| Sudut geser dalam        |   | $15^0 - 25^0$           |

*Scanline 6* dengan total bobot RMR sebesar 34 termasuk dalam kelas IV dan bersifat Jelek. Stand-up time pada *scanline 6* sekitar 10 jam untuk span 2.5 m, dengan nilai koehesi 100 – 200 kPa dan nilai sudut geser dalam  $15^0 - 25^0$ .

**Tabel 4.23** Total bobot RMR *scanline 7*

| Parameter                | Nilai / Kondisi                                      | Bobot                   |
|--------------------------|--|-------------------------|
| Kekuatan batuan          | 21 Mpa   | 2                       |
| RQD                      | 65.5 %   | 13                      |
| Jarak diskontinuitas     | 640 mm   | 15                      |
| Kondisi diskontinuitas   | Sedikit kasar, tidak ada bukaan, sedikit terlapukkan | 24                      |
| Kondisi air tanah        | lembab   | 10                      |
| Orientasi diskontinuitas | Sedang (lereng)                                      | -25                     |
| Jumlah bobot             |  | 39                      |
| Kelas masa batuan        |  | IV                      |
| Deskripsi                |  | Jelek                   |
| Average stand-up time    |  | 10 jam untuk span 2.5 m |
| Koehesi (kPa)            |  | 100 - 200               |
| Sudut geser dalam        |  | $15^0 - 25^0$           |

*Scanline 7* dengan total bobot RMR sebesar 39 termasuk dalam kelas IV dan bersifat Jelek. Stand-up time pada *scanline 7* sekitar 10 jam untuk span 2.5 m, dengan nilai koehesi 100 – 200 kPa dan nilai sudut geser dalam  $15^0 - 25^0$ .

**Tabel 4.24** Total bobot RMR *scanline* 8

| Parameter                | Nilai / Kondisi                                      | Bobot                             |
|--------------------------|--|-----------------------------------|
| Kekuatan batuan          | 21 Mpa   | 2                                 |
| RQD                      | 55.6%  | 13                                |
| Jarak diskontinuitas     | 740 mm   | 15                                |
| Kondisi diskontinuitas   | Sedikit kasar, tidak ada bukaan, sedikit terlapukkan | 24                                |
| Kondisi air tanah        | Kering   | 15                                |
| Orientasi diskontinuitas | Sedang (lereng)                                      | -25                               |
| Jumlah bobot             |  | 44                                |
| Kelas masa batuan        |  | III                               |
| Deskripsi                |  | Sedang                            |
| Average stand-up time    |  | 1 minggu untuk span 5 m           |
| Kohesi (kPa)             |  | 200 - 300                         |
| Sudut geser dalam        |  | 25 <sup>0</sup> – 35 <sup>0</sup> |

*Scanline* 8 dengan total bobot RMR sebesar 44 termasuk dalam kelas III dan bersifat Sedang. Stand-up time pada *scanline* 8 sekitar 1 minggu untuk span 5 m, dengan nilai kohesi 200 – 300 kPa dan nilai sudut geser dalam 25<sup>0</sup> – 35<sup>0</sup>.

**Tabel 4.25** Total bobot RMR *scanline* 9

| Parameter                | Nilai / Kondisi                                      | Bobot                             |
|--------------------------|--|-----------------------------------|
| Kekuatan batuan          | 21 Mpa   | 2                                 |
| RQD                      | 49%  | 8                                 |
| Jarak diskontinuitas     | 880 mm   | 15                                |
| Kondisi diskontinuitas   | Sedikit kasar, tidak ada bukaan, sedikit terlapukkan | 24                                |
| Kondisi air tanah        | Kering   | 15                                |
| Orientasi diskontinuitas | Sedang (lereng)                                      | -25                               |
| Jumlah bobot             |  | 39                                |
| Kelas masa batuan        |  | IV                                |
| Deskripsi                |  | Jelek                             |
| Average stand-up time    |  | 10 jam untuk span 2.5m            |
| Kohesi (kPa)             |  | 100-200                           |
| Sudut geser dalam        |  | 15 <sup>0</sup> – 25 <sup>0</sup> |



*Scanline* 9 dengan total bobot RMR sebesar 39 termasuk dalam kelas IV dan bersifat Sedang. Stand-up time pada *scanline* 9 sekitar 10 jam untuk span 2.5m, dengan nilai kohesi 100 – 200 kPa dan nilai sudut geser dalam  $15^{\circ} - 25^{\circ}$ .

**Tabel 4.26** Total bobot RMR *scanline* 10

| Parameter                | Nilai / Kondisi                                      | Bobot                     |
|--------------------------|--|---------------------------|
| Kekuatan batuan          | 21 Mpa   | 2                         |
| RQD                      | 82%  | 17                        |
| Jarak diskontinuitas     | 582 mm   | 10                        |
| Kondisi diskontinuitas   | Sedikit kasar, tidak ada bukaan, sedikit terlapukkan | 24                        |
| Kondisi air tanah        | Kering   | 15                        |
| Orientasi diskontinuitas | Sedang (lereng)                                      | -25                       |
| Jumlah bobot             |  | 43                        |
| Kelas masa batuan        |  | III                       |
| Deskripsi                |  | Sedang                    |
| Average stand-up time    |  | 1 minggu untuk span 5 m   |
| Kohesi (kPa)             |  | 200 - 300                 |
| Sudut geser dalam        |  | $25^{\circ} - 35^{\circ}$ |

*Scanline* 10 dengan total bobot RMR sebesar 43 termasuk dalam kelas III dan bersifat Sedang. Stand-up time pada *scanline* 10 sekitar 1 minggu untuk span 5 m, dengan nilai kohesi 200 – 300 kPa dan nilai sudut geser dalam  $25^{\circ} - 35^{\circ}$

#### 4.3.8 Total Bobot Seluruh *Scanline*

Dari hasil pengamatan dan perhitungan dari beberapa parameter terhadap lereng di lokasi penelitian, didapatkan total bobot RMR yang berkisar antara 27 – 43. Pada total bobot tersebut, lereng di lokasi penelitian rata-rata berada di kelas IV dan termasuk pada kategori Jelek yang mana lereng pada kelas IV memiliki Stand-up time sekitar 10 jam untuk span 2.5 m., dengan nilai kohesi 100 - 200 kPa dan nilai sudut geser dalam  $15^{\circ} - 25^{\circ}$  (**Tabel 4.27**).

**Tabel 4.27** Total bobot RMR seluruh scanline

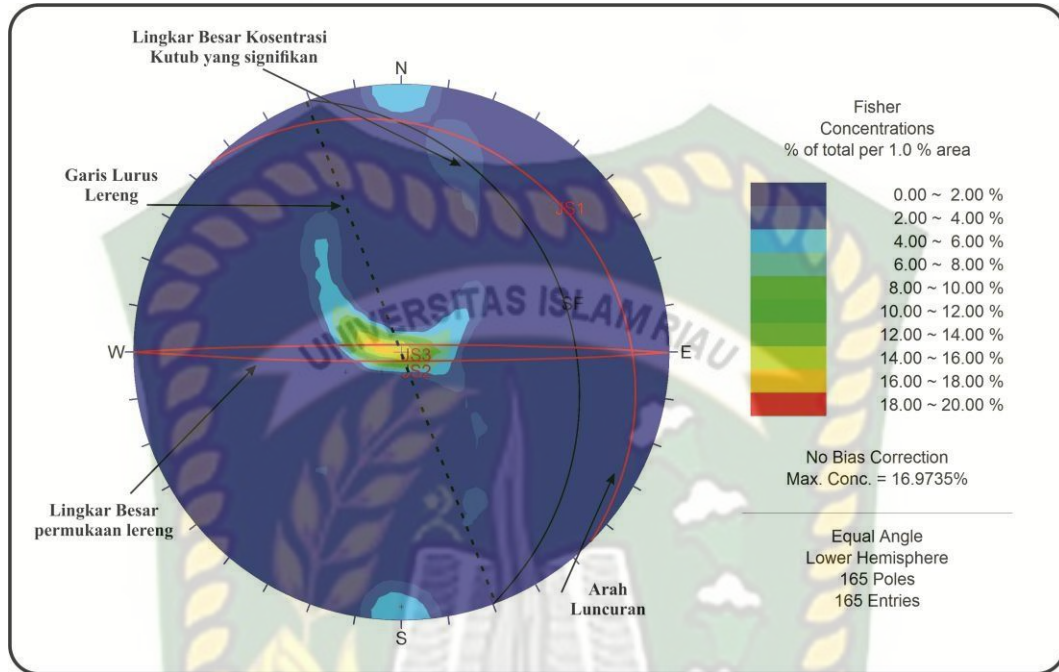
| Parameter                    | Scanline                |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                        |                         |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
|                              | 1                       | 2                       | 3                       | 4                       | 5                       | 6                       | 7                       | 8                       | 9                      | 10                      |
| Kekuatan batuan              | 2                       | 2                       | 2                       | 2                       | 2                       | 2                       | 2                       | 2                       | 2                      | 2                       |
| RQD                          | 8                       | 17                      | 17                      | 8                       | 8                       | 8                       | 13                      | 13                      | 8                      | 17                      |
| Jarak diskontinuitas         | 8                       | 15                      | 10                      | 10                      | 10                      | 10                      | 15                      | 15                      | 15                     | 10                      |
| Kondisi diskontinuitas       | 25                      | 16                      | 20                      | 22                      | 24                      | 24                      | 24                      | 24                      | 24                     | 24                      |
| Kondisi air tanah            | 15                      | 15                      | 10                      | 0                       | 15                      | 15                      | 10                      | 15                      | 15                     | 15                      |
| Orientasi diskontinuitas     | -25                     | -25                     | -25                     | -25                     | -25                     | -25                     | -25                     | -25                     | -25                    | -25                     |
| Total bobot                  | 33                      | 40                      | 31                      | 17                      | 34                      | 34                      | 39                      | 44                      | 39                     | 43                      |
| Kelas                        | IV                      | IV                      | IV                      | V                       | IV                      | IV                      | IV                      | III                     | IV                     | III                     |
| Deskripsi                    | Jelek                   | Jelek                   | Jelek                   | sangat Jelek            | Jelek                   | Jelek                   | Jelek                   | Sedang                  | Jelek                  | Sedang                  |
| <i>Average stand-up time</i> | 10 jam untuk span 2.5 m | 10 jam untuk span 2.5 m | 10 jam untuk span 2.5 m | 10 menit untuk span 1 m | 10 jam untuk span 2.5 m | 10 jam untuk span 2.5 m | 10 jam untuk span 2.5 m | 1 minggu untuk span 5 m | 10 jam untuk span 2.5m | 1 minggu untuk span 5 m |
| Kohesi (kPa)                 | 100 - 200               | 100 - 200               | 100 - 200               | <100                    | 100 - 200               | 100 - 200               | 100 - 200               | 200 - 300               | 100 - 200              | 200 - 300               |
| Sudut geser dalam            | 15 - 25                 | 15 - 25                 | 15 - 25                 | <15                     | 15 - 25                 | 15 - 25                 | 15 - 25                 | 25 - 35                 | 15 - 25                | 25 - 35                 |
| RMR Total                    | 354                     |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                        |                         |
| RMR <sub>Basic</sub>         | 35.4                    |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                        |                         |
| Deskripsi Kelas RMR          | IV (Jelek)              |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                        |                         |

Dari hasil penentuan kelas masa batuan RMR, terdapat cara – cara support yang akan dilakukan terhadap lereng penelitian yang diharapkan dapat meminimalisir dan mengantisipasi terjadinya kegagalan pada lokasi penelitian yaitu *ekskavasi, rock bolts, scotcrete dan steel sets*.

#### 4.4 Analisis Stereografis

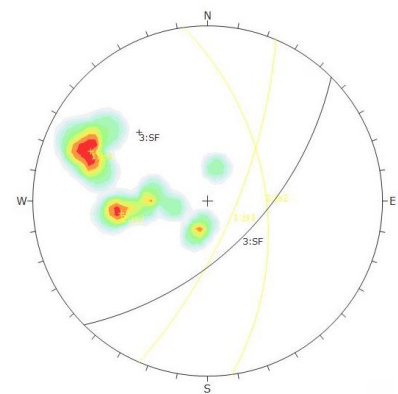
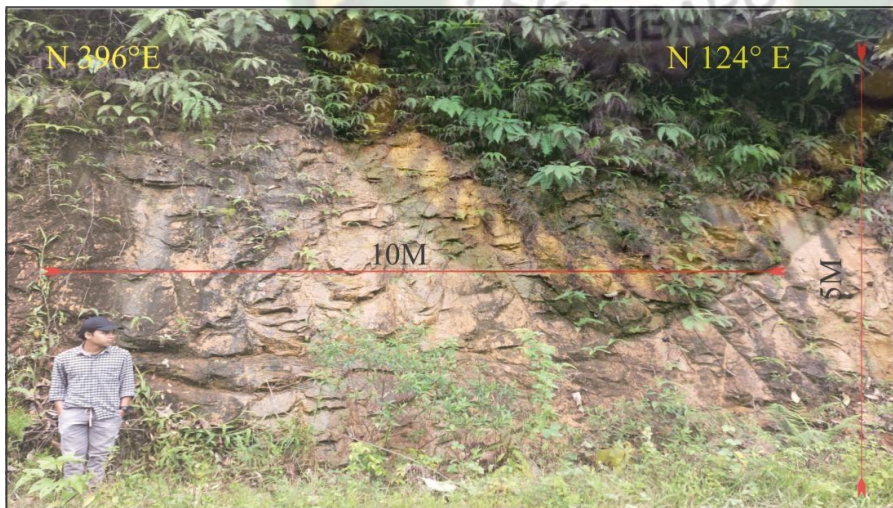
Dari hasil data diskontinuitas *scanline* 1 – *scanline* 10 di dapat data rekahan yang melewati garis pengamatan, dari proses pengelompokkan seluruh set diskontinuitas dari tiap *scanline* dengan menggunakan bantuan *software Dips v.5.1*. didapatkan satu set diskontinuitas yaitu JS1 & JS2 dengan nilai dip/dipdirection  $12^{\circ}/ N 45^{\circ} E/$  dan  $86^{\circ} N 180^{\circ} E/$  dan dari perhitungan di

lapangan didapatkan nilai *slope face* yaitu  $25^{\circ} N 75^{\circ} E$ . Jenis kegagalan yang didapatkan ialah keruntuhan *Wedges* (Gambar 4.12).



Gambar 4.13 Hasil plot data set diskontinuitas

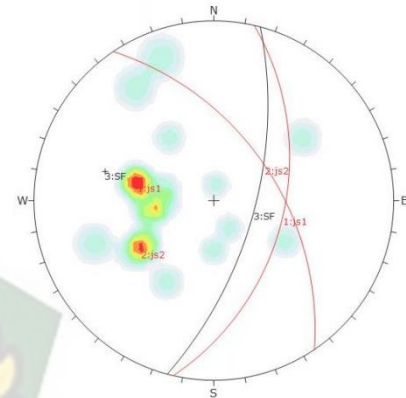
Scanline 2



Pada scanline 2 terdapat jumlah data kekar sebanyak 12 pasang. Mempunyai nilai  $js1 N 23^{\circ} E / 72^{\circ}$   $Js2 N 352^{\circ} E / 53$ , dan mempunyai Nilai  $SF N 45^{\circ} E / 58^{\circ}$ . sehingga dapat di interpretasikan bahwa jenis Longsor pada lereng ini ialah *Wedges*

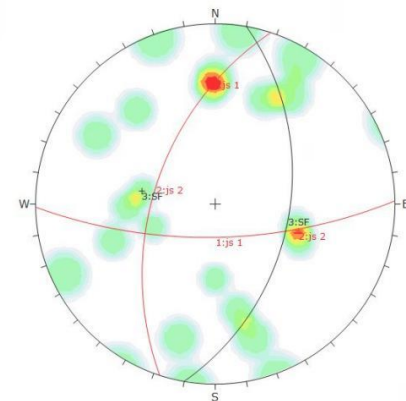
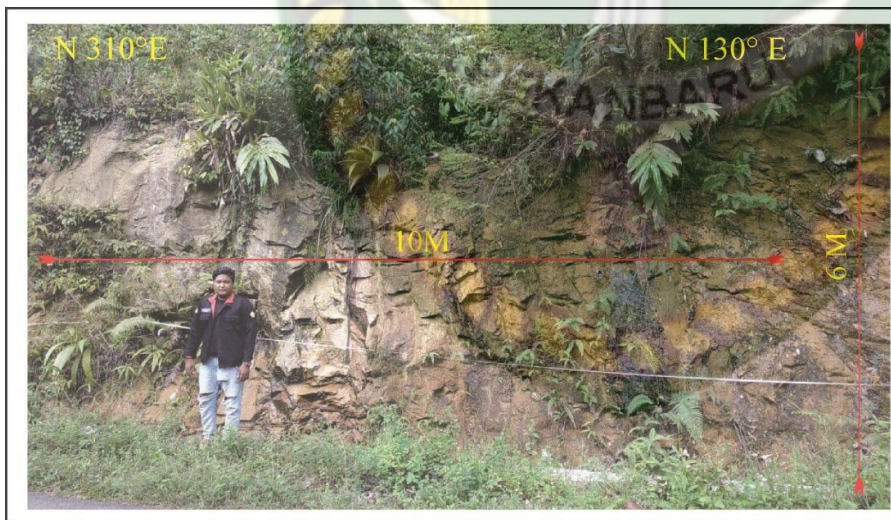


### Scanline 4



Pada scanline 4 terdapat jumlah data kekar sebanyak 20 pasang , Mempunyai nilai js1 N 13<sup>0</sup> E/ 47<sup>0</sup> Js2 N 326<sup>0</sup> E/ 52<sup>0</sup> , dan mempunyai Nilai SF N 15<sup>0</sup> E/ 64<sup>0</sup> . sehingga dapat di interpetasikan bahwa jenis Longsor pada lereng ini ialah *Wedges*.

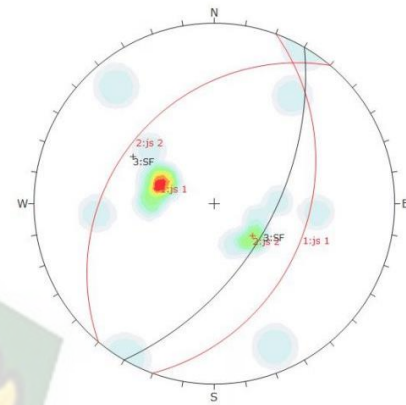
### Scanline 6



Pada scanline 6 terdapat jumlah data kekar sebanyak 20 pasang , Mempunyai nilai js1 N 89<sup>0</sup> E/ 69<sup>0</sup> Js2 N 198<sup>0</sup> E/ 52<sup>0</sup> , dan mempunyai Nilai SF N 10<sup>0</sup> E/ 45<sup>0</sup> . sehingga dapat di interpetasikan bahwa jenis Longsor pada lereng ini ialah *Wedges*.

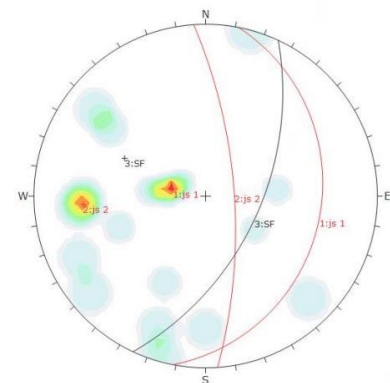


### Scanline 8

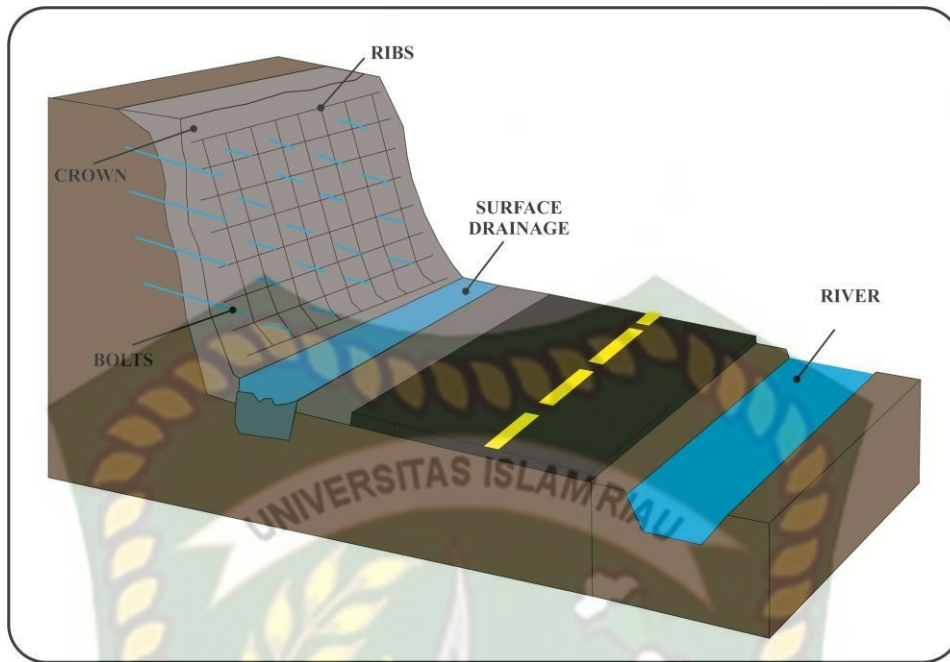


Pada scanline 8 terdapat jumlah data kekar sebanyak 18 pasang , Mempunyai nilai js1 N 20<sup>0</sup> E/ 35<sup>0</sup> Js2 N 220<sup>0</sup> E/ 31<sup>0</sup> , dan mempunyai Nilai SF N 30<sup>0</sup> E/ 55<sup>0</sup>. sehingga dapat di interpetasikan bahwa jenis Longsor pada lereng ini ialah *Wedges*.

### Scanline 9



Pada scanline 9 terdapat jumlah data kekar sebanyak 20 pasang , Mempunyai nilai js1 N 11<sup>0</sup> E/ 22<sup>0</sup> Js2 N 356<sup>0</sup> E/ 71<sup>0</sup> , dan mempunyai Nilai SF N 25<sup>0</sup> E/ 55<sup>0</sup>. sehingga dapat di interpetasikan bahwa jenis Longsor pada lereng ini ialah *Wedges*.



**Gambar 4.14** Hasil pemodelan lereng daerah peneli

Dari pemodelan diatas dilakukan *support* RMR karena *support* RMR lebih cocok dan mendukung bagi lereng tersebut, dapat dijelaskan bahwa lereng tersebut awalnya dilakukan (*re-excavation*) penggalian kembali pada sebagian lereng pada (*top heading*) atas lereng dan (*bench*) 1 -1,5 m. pemberian (*support*) dukungan bersamaan dengan penggalian, 10 m dari permukaan. setelah dilakukan penggalian lalu dilakukan sistematis *rock bolts* diameter 20 mm, ditanam penuh dengan panjang 1 – 1,5 m, pada *crown* dan dinding dengan kawat, kemudian menggunakan semenisasi (*shotcrete*) 100 – 150 mm di sisi, dan 50 mm pada permukaan. Dan terakhir menggunakan rangka jaring (*steel set*) yaitu *ribs* sedang sampai berat dengan diberi jarak 0,75 m dengan baja dan *forepoling* jika ini sangat di perlukan untuk di lakukan.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Daerah penelitian merupakan satu lereng yang dibagi menjadi 10 titik pengamatan mulai dari *scanline* 1 hingga *scanline* 10.
2. Berdasarkan hasil perhitungan RMR<sub>basic</sub> didapatkan kisaran nilai rata – rata keseluruhan adalah 35,4. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa lereng tersebut termasuk kedalam kelas IV (*poor rock*) dengan nilai kohesi 100 – 200 kPa dan nilai sudut geser dalam sebesar  $15^{\circ} - 25^{\circ}$ .
3. Berdasarkan analisis stereografis, lereng di daerah penelitian memiliki dua set diskontinuitas yaitu JS1 (N  $45^{\circ}$  E /  $12^{\circ}$  ), JS2 (N  $180^{\circ}$  E /  $86^{\circ}$ ) dengan muka lereng N  $70^{\circ}$  E /  $25^{\circ}$  sehingga lereng ini termasuk kedalam tipe longsoran Wedges.
4. Dari hasil penelitian di dapati bahwa lereng yang berada di daerah penelitian termasuk kedalam kondisi lereng yang tidak stabil (Buruk).

#### 5.2 Saran

Berdasarkan beberapa kesimpulan di atas, maka di dapatkan beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai acuan yaitu sebagai berikut :

1. Sangat diperlukan untuk melakukan pengawasan dan perawatan agar mengurangi potensi kegagalan pada lereng penelitian dengan berdasarkan petunjuk ekskavasi dan dukungan dari total hasil perhitungan RMR.
2. Tidak dilakukannya penambangan liar karena lereng berada di pinggir jalan Koto Tuo dan Kapur Sembilan dapat membahayakan para pengguna jalan.
3. Perlu dilakukannya penelitian yang berkelanjutan pada lereng tersebut dan sekitarnya agar dapat terus dipantau sehingga potensi kegagalan pada lereng – lereng tersebut dapat diminimalisir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N.M., Muttaqin., Husaini. 2017. Analisis Deformasi dan Retakan Struktur Terowongan Dengan Pemodelan *Pseudoshell*. Jurnal Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala. 6 (3), 243 – 250. ISSN 2088-9321 & ISSN e-2502-5295.
- Arief, S. 2007. Dasar – Dasar Analisis Kestabilan Lereng. PT INCO: Sorowako.
- Audah et al., 2017. Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Slope Mass Rating dan Metode Stereografis Pada PIT Berenai PT. Dwinad Nusa Sejahtera (Sumatera Copper and Gold), Kabupaten Musi Rawas Utara, Provinsi Sumatra Selatan.
- Bieniawski, Z.T., 1976. *Rock Mass Classification in Rock Engineering*. In: Bieniawski, Z.T., Ed., *Symposium Proceedings of Exploration for Rock Engineering*, 1, 97-106.
- Bieniawski, Z. T., 1989. *Engineering Rock Mass Classification*. Mining and Mineral Resources Research Institute. The Pennsylvania State University.
- BSI 0-1. 2002. *Uniaxial Compressive Strength*. British Standart, Britania. *BS4408 pt.4 atau ASTM G80S-89*.
- Clark, B.C., Baird, A.K., Weldon, R.J., Tsusaki, D.M., Schabel, L. and Candelaria, M.P. 1982. Chemical composition of martian fines. *Journal of Geophysical Research* 87: 10,059-10,067.
- Clarke, M.C.G. Kartawa, W.dkk., 1982. Peta Geologi Regional Pekanbaru, Sumatera, Peta Geologi bersistem Sumtera.
- Fadhillah, M.A. 2017. Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode *Slope Mass Rating* Pada Jalan Lintas Riau – Sumbar KM 83 Kecamatan Kuok, Kabupaten Kampar, Riau.
- Goni, Griffith, “Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Struktur Bangunan dengan Menggunakan *Hammer Test* dan Sampel Benda Uji Kubus dengan

- Menggunakan Mesin Uji Kuat Tekan”, Skripsi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Hariadi, Sundek; Wahyudhi, A., 2016. Kajian Stabilitas Lereng Timbunan Pada PT. Kayan Kaltara Coal Job Site PT. Nata Energi Resources Kabupaten Bulungan Propinsi Kalimantan Utara. J. Geol. Pertamb. 1
- Hoek, E. and Brown, E.T. 1980. *Empirical strength criterion for rock masses*. J. Geotech. Engng Div., ASCE 106(GT9), 1013-1035.
- Hoek, E. dan Bray, J. W., 1981. *Rock Slope Engineering : 3rd Edition*. Institution of Mining and Metallurgy, London. 402 hal.
- Hoek, E., 2000. *Rock Engineering : Course Note*. Evert Hoek Consulting Engineering Inc. Vancouver, Kanada.
- Hoek, E and Bray. J.W. 2005. *Rock Slope Engineering. 4rd. ed.* New York: Taylor & Francis e-Library.
- Karundeng, Vilty Stilvan, “Penerapan Metode Schimdt *Hammer Test* dan *Core Drilled Test* untuk Evaluasi Kuat Tekan Beton pada Ruang IGD RSGM UNSRAT Guna Alih Fungsi Bangunan”, Skripsi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Marlinus,M,L, et al., 2019. Analisis Kestabilan Lereng dengan Menggunakan Metode *Rock Mass Rating* dan Metode *Slope Mass Rating* Pada Penambangan Batupasir Daerah Bukit Pinang Kecamatan Samarinda Ulu Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur.
- Mawardi, Lubis, 2003, Pengujian Struktur Beton dengan Metode *Hammer Test* dan Metode Uji Pembebanan (*Load Test*), USU Digital Library.
- Palmström, A. 1982. *The volumetric joint count - a useful and simple measure of the degree of rock jointing*. Proc. 4th congr. Int. Assn Engng Geol., Delhi 5, 221-228.



- Putra, A.P., Septanto, D., Praja,S,W. 2018. Penanganan Daerah Rawan Longsor Dengan Menggunakan Metode *Shotcrete*. Jurnal Perkerataapian Indonesia V 2 No.2. ISSN 2550 – 1127.
- 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.
- Romana, M., 1985. *New Adjustment Rating for Application of Bieniawski Classification, International Syposium on the Role of Rock Mechanics*, Zacatecas.
- Romana, M., Seron, J.B (2003)., Montalar, E., “*SMR Geomechanics Classification: aplication, Experince and Validation ISMR, Technology roadmap for rock mechanics*”, South African Institute of Mining and Metallurgy.
- Sharpe (1938, dalam Hansen, 1984). Definisi longsor (*landslide*) menurut adalah luncuran atau gelinciran (*sliding*) atau jatuhan (*falling*) dari massa batuan/tanah atau campuran keduanya.
- Subekti, Riyan., & Putra, D. B. E. 2017. *Geomechanical Analysis on Slopes Using Rock Mass Rating (RMR)*.The 12th SEATUC Symposium. Yogyakarta.
- 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*. Proceeding of International Conference on Science Engineering and Technology, 1(1), 112– 117.