

Studi Geologi Terhadap Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode RMR (*Rock Mass Rating*) Pada Jalan Daerah Koto Lamo, Kecamatan Kapur Sembilan, Sumatera Barat

Husnul Kausarian*, Muhammad Yusuf*, Adi Suryadi*, Pakhrur Razi#, Fitri Mairizki*

* Universitas Islam Riau
Program Studi Teknik Geologi
Jl. Kaharuddin Nasution 113, Pekanbaru 28284, Indonesia
E-mail: husnulkausarian@eng.uir.ac.id

Universitas Negeri Padang
Program Studi Fisika
Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang, West Sumatra, Indonesia

Abstrak

Secara geografis, daerah penelitian terletak pada koordinat $0^{\circ}21'12''$ - $0^{\circ}22'50''$ Lintang Utara dan $00^{\circ}10'53''$ - $100^{\circ}33'44.4620''$ 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 pemetaan geologi, 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. Hasil pemetaan geologi menunjukkan lereng tersebut terdapat batuan batupasir, dari batuan tersebut analisis UCS kekuatan batuan utuh memiliki nilai rata – rata dari uji Schmidt Hammer bernilai 13.08, sedangkan nilai densitas sampel batuan nya $25,86 \text{ KN/m}^3$. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan nilai 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: Pemetaan Geologi, Lereng, RMR (*Rock Mass Rating*), UCS (*Uniaxial Compressive Strength*), Stereografis

Abstract

geographically, the research area is located at coordinates $0^{\circ}21'12''$ - $0^{\circ}22'50''$ latitude and $00^{\circ}10'53''$ - $100^{\circ}33'44.4620''$ longitude. the study is in the koto lamo and surrounding areas, Kapur Sembilan district, West Sumatra Province. 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 stereographic. From the field data, there are 10 scanlines of the main research objects. Geological mapping shows the slopes are 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 KN/m^3 . From these results obtained a Uniaxial Compressive Strength (UCS) value of 19 mpa, included in the weight 2 with a weak category. Then the results of the RMR (*Rock Mass Rating*) analysis are worth 35.4 with RMR class IV (poor).

Keywords: Geological Mapping, Slope, RMR (*Rock Mass Rating*), UCS (*Uniaxial Compressive Strength*), Stereographic

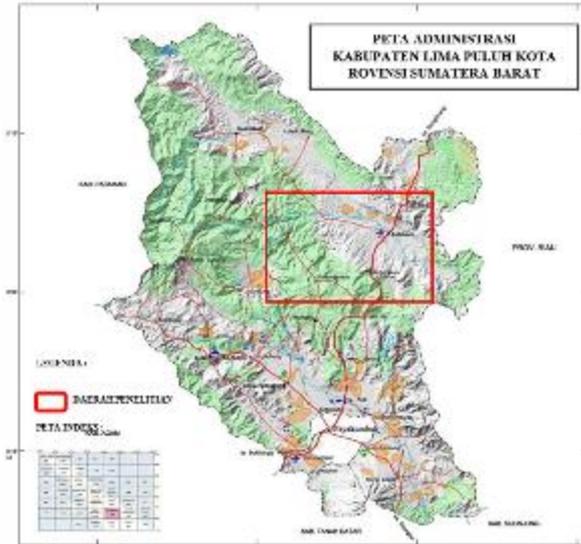
1. Pendahuluan

Kestabilan lereng pada batuan lebih ditentukan oleh adanya bidang-bidang lemah yang disebut dengan

bidang diskontinuitas. Seperti penggalan pada suatu lereng akan menyebabkan terjadinya perubahan gaya-gaya pada lereng tersebut, sehingga menyebabkan lereng tersebut longsor [1] – [3] (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 [4] – [7].

Lereng yang terdapat pada pembangunan jalan daerah Koto Lamo Kecamatan Kapur Sembilan, Provinsi Sumatera Barat (Gambar 1) yang merupakan jalur alternatif yang menghubungkan dua provinsi.



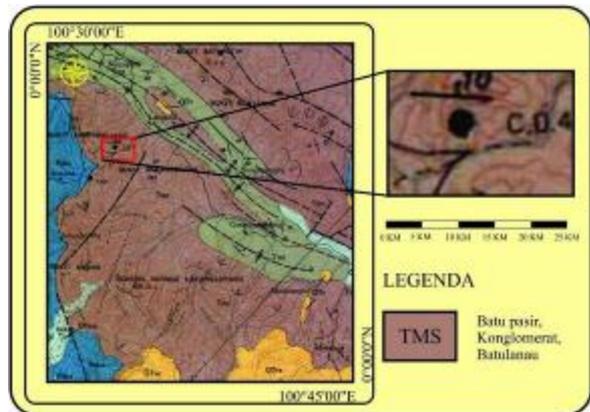
Gambar 1: Lokasi Penelitian

Lereng-lereng yang terdapat pada jalan Koto Lamo – Kapur Sembilan yang berbeda, sehingga apabila terjadinya kegagalan lereng maka jalur alternatif 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*) [8] – [11] dan Stereografis di lokasi penelitian.

Secara regional daerah Penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Pekanbaru (Gambar 2), Skala 1 : 250.000 [12]. 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* [13] – [18].



Gambar 2: Geologi Regional Kota Pekanbaru (M.C.G Clarke et al,1982)

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.

Pada penelitian ini, yang menjadi objek atau materi penelitian adalah lereng yang berada di daerah penelitian dengan meneliti dua unsur, yaitu karakteristik geologi dan geoteknik meliputi jenis batuan pada daerah penelitian, dan klasifikasi massa batuan dan jenis kegagalan lereng pada lokasi penelitian.

2. Metodologi

Pengambilan data geologi dilakukan dengan pemetaan dan kerja lapangan. Pada saat di lapangan dilakukan pengambilan contoh batuan dan penghitungan diskontinuitas massa batuan yang tersingkap di permukaan lereng. Data lapangan yang telah diproses selanjutnya dilakukan analisis data. Analisis data dilakukan menggunakan satu metode, yaitu analisis RMR (*Rock Mass Rating*) dan analisis stereografis.

Metode pengambilan data diskontinuitas/struktur dilakukan dengan secara sistematis dengan menggunakan metode *scanline sampling* dengan 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 [19] – [22]. Pada pengukuran dilapangan kebanyakan jarak diskontinuitas yang terukur pada *scanline* merupakan jarak semu.

Selanjutnya data tersebut diolah dengan tahapan sebagai berikut:

2.1 Analisis RMR (*Rock Mass Rating*)

Pada penelitian ini, klasifikasi massa batuan yang digunakan adalah klasifikasi massa batuan versi tahun 1989 [23]. Parameter yang digunakan dalam klasifikasi massa batuan menggunakan sistem RMR yaitu Kekuatan batuan utuh, Rock Quality Designation (RQD), Spasi bidang diskontinuitas, Kondisi bidang diskontinuitas, kondisi air tanah, orientasi/arah bidang diskontinuitas.

RMR dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$RMR = R1 + R2 + R3 + R4 + R5 \quad (1)$$

Keterangan:

R1 = Rating kekuatan batuan utuh

R2 = Rating RQD

R3 = Rating spasi bidang diskontinuitas

R4 = Rating kondisi diskontinuitas

R5 = Rating kondisi airtanah

Beberapa parameter utama dalam metode RMR adalah:

a. Kekuatan Batuan Utuh (*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)* adalah: Siapkan sampel dengan ukuran maksimum 300 mm persegi, Tembakan hammer dengan arah tegak lurus kepermukaan sampel sebanyak 9 sampai 25 kali, Hitung nilai rata-rata nilai pantulnya, Setelah didapat nilai rata-rata uji Schmidt Hammer selanjutnya dikorelasikan dengan nilai densitas sampel batuan kedalam diagram *Schmidt Hammer*. Densitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho = m/v$$

(2)

Keterangan:

p = massa jenis m = massa

V = volume

b. RQD (*Rock Quality Designation*)

RQD didefinisikan sebagai persentase dari perolehan intibor 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 [24] adalah sebagai berikut:

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

(3)

Dimana J_v : jumlah total kekar per scanline

c. Jarak Antar Diskontinuitas (*Spacing of Discontinuities*)

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

d. 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*).

e. 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 kuat geser. Orientasi bidang diskontinuitas yang tegak lurus sumbu lintasan terowongan, sangat menguntungkan. Sebaliknya 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.

2.2 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 stabilitas 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.

baik, pemilahan buruk, non-karbonatan, struktur sedimen massif, 10 stasiun.

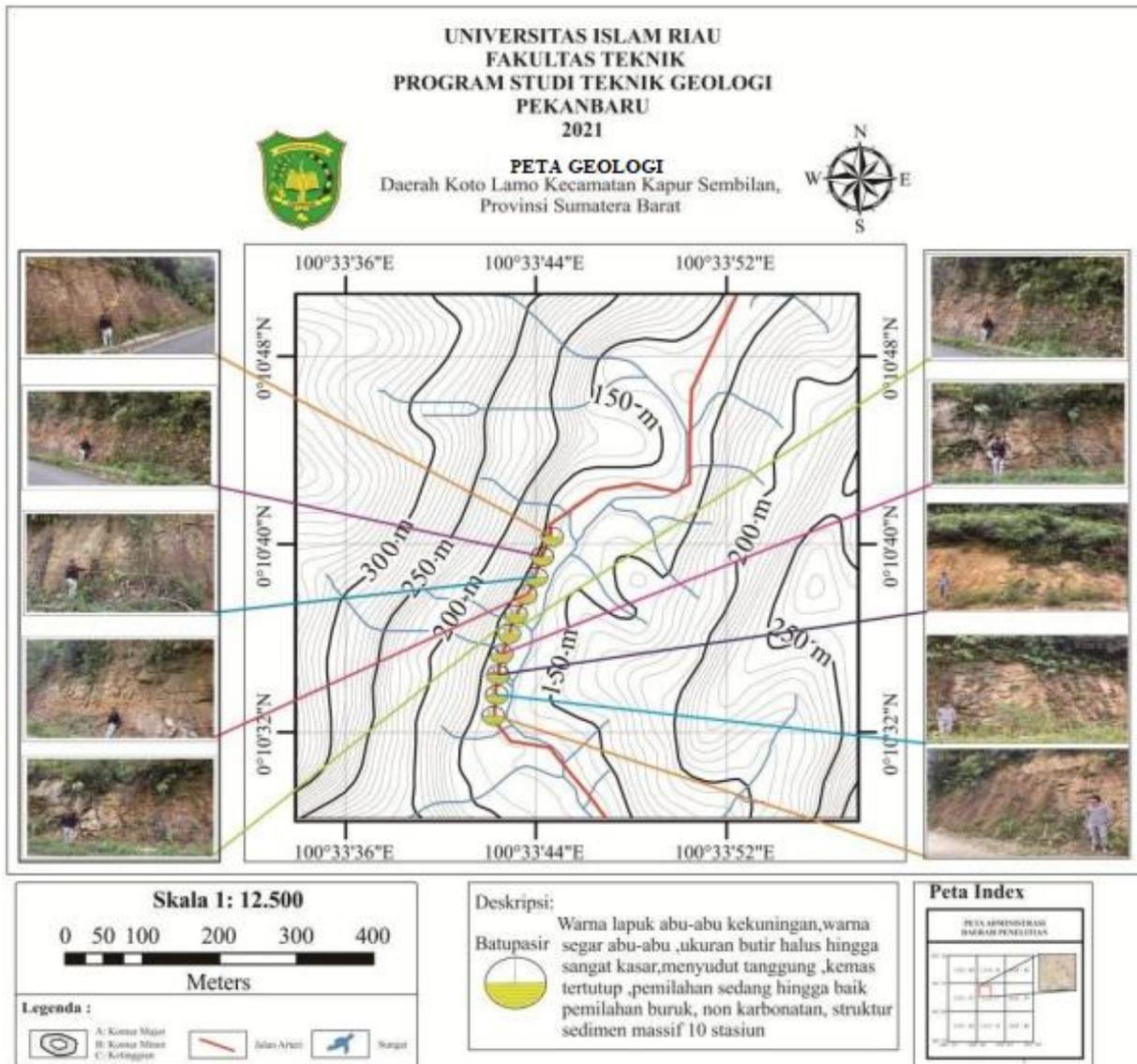
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Geologi

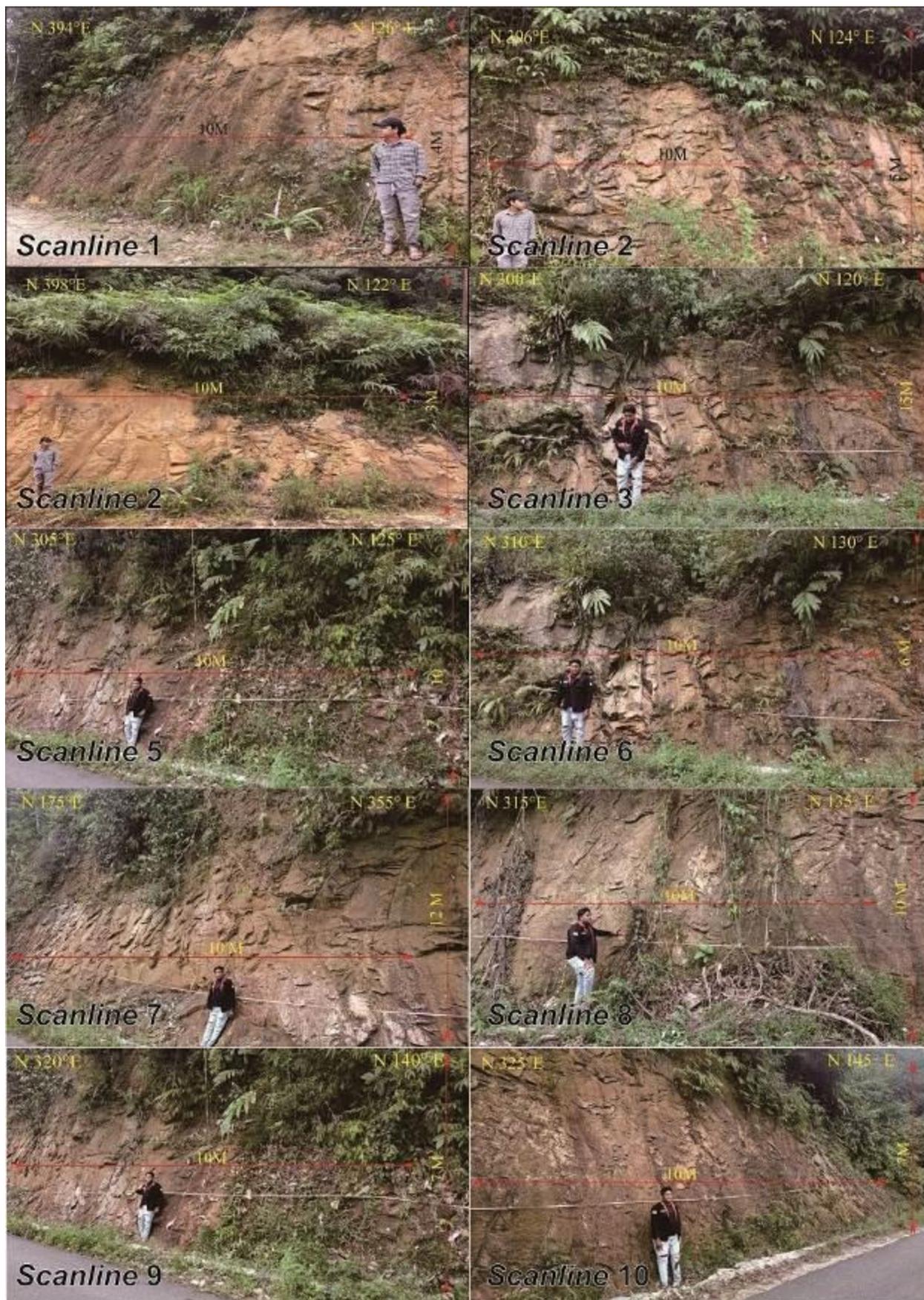
Berdasarkan hasil penelitian di lapangan serta interpretasi dan analisis laboratorium, diperoleh tatanan stratigrafi dan litologi penyusun daerah penelitian dari yang tua hingga muda yaitu Satuan Batupasir (Gambar 3). Batupasir ini berwarna lapuk abu-abu kekuningan, warna segar abu-abu kehijauan, besar butir pasir halus, hingga sangat kasar, menyudut tanggung, kemas tertutup, pemilahan sedang hingga

3.2 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 (Gambar 4) yang menjadi objek penelitian pada lereng tersebut.



Gambar 3: Peta Geologi Lokasi Penelitian



Gambar 4: *Scanline* pengukuran diskontinuitas di lokasi penelitian

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

Dari pengukuran dan pengamatan lapangan, didapatkan data panjang lereng 10 m dan ketinggian lereng 7 m. Data diskontinuitas pada *scanline* 9 hanya berupa data kekar.dimana terdapat 20 data kekar. Jenis litologi pada *scanline* 9 adalah batupasir.

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.

3.3 Analisis Rock Mass Rating (RMR)

a. Kekuatan Batuan Utuh (*Uniaxial Compressive Strength - UCS*)

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

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)*. Berdasarkan hasil nilai *Uniaxial Compressive Strength (UCS)* didapatkan nilai dengan 19 MPa, termasuk dalam bobot 2 dan termasuk dalam kategori lemah (Tabel 1).

TABEL I

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 |

b. Rock Quality Designation (RQD)

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. Hasil penghitungan *scanline* 1 diperoleh nilai RQD sebesar 49%. Merujuk pada table nilai RQD, nilai ini berada pada rentang 25%-50% dan memiliki rating 8.

Hasil penghitungan *scanline* 2 diperoleh nilai RQD sebesar 75.4%. Merujuk pada table nilai RQD, nilai ini berada pada rentang 50% -75% dan memiliki rating 13. Hasil penghitungan *scanline* 3 diperoleh nilai RQD sebesar 65%. Merujuk pada table nilai RQD, nilai ini berada pada rentang 50% -75% dan memiliki rating 13. Hasil penghitungan *scanline* 4 diperoleh nilai RQD sebesar 49.9%. Merujuk pada table nilai RQD, nilai ini berada pada rentang 25% -50% dan memiliki rating 8.

Hasil penghitungan *scanline* 5 diperoleh nilai RQD sebesar 65.35%. Merujuk pada table nilai RQD, nilai ini berada pada rentang 50% -75% dan memiliki rating 13. Hasil penghitungan *scanline* 6 diperoleh nilai RQD sebesar 49%. Merujuk pada table nilai RQD,

nilai ini berada pada rentang 25% -50% dan memiliki rating 8. Hasil penghitungan *scanline* 7 diperoleh nilai RQD sebesar 65.5%. Merujuk pada table nilai RQD, nilai ini berada pada rentang 50% -75% dan memiliki rating 13.

Hasil penghitungan *scanline* 8 diperoleh nilai RQD sebesar 55.6%. Merujuk pada table nilai RQD, nilai ini berada pada rentang 50% -75% dan memiliki rating 13. Hasil penghitungan *scanline* 9 diperoleh nilai RQD sebesar 49%. Merujuk pada table nilai RQD, nilai ini berada pada rentang 25% -50% dan memiliki rating 8. Hasil penghitungan *scanline* 10 diperoleh nilai RQD sebesar 82%. Merujuk pada table nilai RQD, nilai ini berada pada rentang 75%-90% dan memiliki rating 17.

c. Jarak Antar Diskontinuitas (*Spacing of Discontinuities*)

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.

d. 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 terlapukkan. Dari tingkat tersebut, didapatkan bobot penilaian sebesar 5. Dari keseluruhan data parameter kondisi diskontinuitas didapatkan bobot nilai sebesar 24 (Tabel 2).

e. Kondisi Air Tanah

Berdasarkan hasil pengamatan dan pemetaan di lapangan, kondisi air tanah yang diukur adalah dalam keadaan kering atau tidak memiliki air tanah. Bobot yang diberikan untuk kondisi ini adalah kering dengan nilai bobot tertinggi yaitu 15.

f. Orientasi Diskontinuitas

Lereng berada pada arah jurus tegak lurus sumbu terowongan dan nilai kemiringan sebesar 45°-90°

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.

g. Total Bobot Setiap *Scanline*

Dari hasil pengamatan dan perhitungan dari beberapa parameter terhadap lereng di lokasi penelitian, maka didapatkan hasil bobot RMR dari tiap *scanline*. *Scanline* 1 dengan total bobot RMR sebesar 33 termasuk dalam kelas IV dan bersifat Jelek (Table 3). 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 150 – 25°. *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 150 – 25°.

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 150 – 25°. *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 kohesi <100 kPa dan nilai sudut geser dalam <150°. *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 kohesi 100 – 200 kPa dan nilai sudut geser dalam 150 – 25°.

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 kohesi 100 – 200 kPa dan nilai sudut geser dalam 150 – 25°. *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 kohesi 100 – 200 kPa dan nilai sudut geser dalam 150 – 25°. *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 250 – 35°. *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 2.5 m, dengan nilai kohesi 100 – 200 kPa dan nilai sudut geser dalam 150 – 25°. *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 250 – 35°.

Dari hasil pengamatan dan perhitungan dari beberapa parameter terhadap lereng di lokasi penelitian,

TABEL II

NILAI KONDISI DISKONTINUITAS TIAP SCANLINE

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

TABEL III

TOTAL BOBOT RMR SELURUH SCANLINE

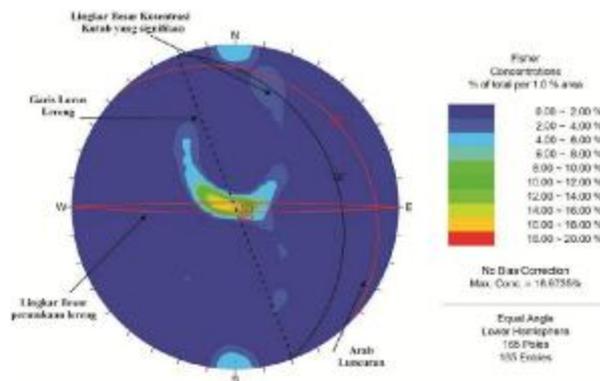
| Parameter | Scanline | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| | 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 5m | 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 | | | | | | | | | |
| RMRBasic | 35.4 | | | | | | | | | |
| Deskripsi Kelas RMR | IV (Jelek) | | | | | | | | | |

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° - 25° .

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, shotcrete dan steel sets*.

3.4 Analisis Stereografis

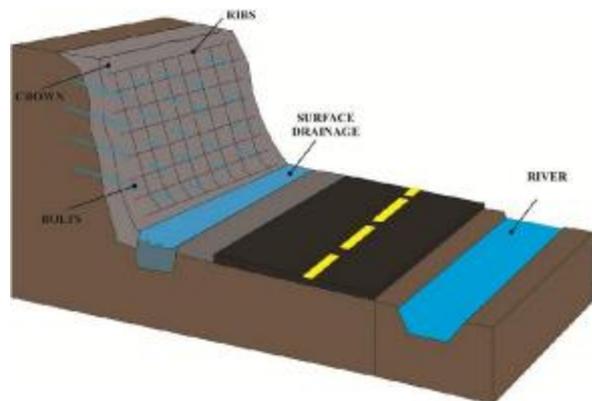
Dari hasil data diskontinuitas scanline 1 – scanline 10 di dapat data rekahan yang melewati garis pengamatan, dari proses pengelompokkan seluruh set diskontinuitas dari tiap scanline dengan menggunakan bantuan software Dips didapatkan satu set diskontinuitas yaitu JS1 & JS2 dengan nilai dip/dipdirection 12° / N 45° E/ dan 86° N 180° E/ dan dari perhitungan di lapangan didapatkan nilai *slope face* yaitu 25° N 75° E. Jenis kegagalan yang didapatkan ialah keruntuhan *Wedges* (Gambar 5).



Gambar 5: Hasil plot data-set diskontinuitas

Dari keseluruhan data tersebut dapat dibuat model penanganan tepat buat lereng yang terdapat di lokasi penelitian ini (Gambar 6). Pemodelan yang dibuat 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 dilakukan.



Gambar 5: Hasil pemodelan lereng daerah penelitian

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa: RMR basic 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° – 25° . Berdasarkan analisis stereografis, lereng di daerah penelitian memiliki dua set diskontinuitas yaitu JS1 (N 45° E / 12°), JS2 (N 180° E / 86°) dengan muka lereng N 70° E / 25° sehingga lereng ini termasuk kedalam tipe longsor *Wedges*. Dari hasil penelitian di dapat bahwa lereng yang berada di daerah penelitian termasuk kedalam kondisi lereng yang tidak stabil (Buruk).

Berdasarkan beberapa kesimpulan di atas, maka di dapatkan beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai acuan yaitu: 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, tidak dilakukannya penambangan liar karena lereng berada di pinggir jalan Koto Tuo dan Kapur Sembilan dapat membahayakan para pengguna jalan, perlu dilakukannya penelitian yang berkelanjutan pada lereng tersebut dan sekitarnya agar dapat terus dipantau sehingga potensi kegagalan pada lereng – lereng tersebut dapat diminimalisir.

Penghargaan

Peneliti ingin menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat terutama Universitas Islam Riau, Universitas Negeri Padang, Pemerintah Provinsi Sumatra Barat, dan Pemerintah Kabupaten Lima Puluh Kota. Penelitian ini terhasil dari Kerjasama yang dilakukan oleh Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau dan

References

- [1] Hariyadi, Sundek. "Kajian Stabilitas Lereng Timbunan Pada Pt. Kayan Kaltara Coal Job Site Pt. Nata Energi Resources Kabupaten Bulungan Propinsi Kalimantan Utara." *Jurnal Geologi Pertambangan (JGP)* 1.19 (2016).
- [2] Syarif, Firman, Husnul Kausarian, and Dewandra Bagus Eka Putra. "Impact of Vibration of Piling Hammer on Soil Deformation: Study Case in Highway Construction Section 5 Pekanbaru-Dumai." (2020).
- [3] Kausarian, Husnul. "Settlement and Capacity Analysis of Land Support Development on Flyover in Large City; Pekanbaru, Indonesia." *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology* 5.2 (2020): 89-95.
- [4] Ihsan, Alfahmi. *Analisis Kestabilan Lereng Pada Pembangunan Jalan Lintas Rokan IV Koto-Pasaman Desa Cipang Kiri Hilir Kecamatan Rokan IV Koto Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau Dengan Menggunakan Metode Slope Mass Rating dan Stereografis*. Diss. Universitas Islam Riau, 2020.
- [5] GUERRA, Antônio José Teixeira, et al. "Slope processes, mass movement and soil erosion: A review." *Pedosphere* 27.1 (2017): 27-41.
- [6] Dominati, E. J., et al. "An ecosystem services approach to the quantification of shallow mass movement erosion and the value of soil conservation practices." *Ecosystem Services* 9 (2014): 204-215.
- [7] Jaboyedoff, Michel, et al. "Preliminary slope mass movement susceptibility mapping using DEM and LiDAR DEM." *Terrigenous mass movements: Detection, modelling, early warning and mitigation using geoinformation technology* (2012): 109-170.
- [8] Ferrari, Federica, Tiziana Apuani, and G P. Giani. "Rock Mass Rating spatial estimation by geostatistical analysis." *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 70 (2014): 162-176.
- [9] Rehman, Hafeezur, et al. "Review of rock-mass rating and tunneling quality index systems for tunnel design: Development, refinement, application and limitation." *Applied sciences* 8.8 (2018): 1250.
- [10] Galende-Hernández, Marta, et al. "Monitor-While-Drilling-based estimation of rock mass rating with computational intelligence: The case of tunnel excavation front." *Automation in Construction* 93 (2018): 325-338.
- [11] Pinheiro, Marisa, et al. "Geostatistical simulation to map the spatial heterogeneity of geomechanical parameters: A case study with rock mass rating." *Engineering geology* 205 (2016): 93-103.
- [12] Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (Indonesia), M. C. G. Clarke, W. Kartawa, A. Djunuddin, E. Suganda, and M. Bagdja. "Peta Geologi Lembar Pekanbaru, Sumatera 1: 250,000," Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1982.
- [13] Rahmat, Adlan. *Analisis Struktur Geologi Pada Lapangan X Cekungan Sumatera Tengah Berdasarkan Data Seismik*. Diss. Universitas Islam Riau, 2018.
- [14] Heidrick, Tom L., and Karsani Aulia. "A structural and tectonic model of the coastal plains block, Central Sumatra Basin, Indonesia." (1993): 285-317.
- [15] Eubank, Roger T., and A. Chaidar Makki. "Structural geology of the Central Sumatra back-arc basin." (1981): 153-196.
- [16] De Coster, George L. "The geology of the central and south Sumatra basins." (1974): 77-110.
- [17] Nukman, Mochamad, and Inga Moeck. "Structural controls on a geothermal system in the Tarutung Basin, north central Sumatra." *Journal of Asian Earth Sciences* 74 (2013): 86-96.
- [18] Lange, Dietrich, et al. "Structure of the central Sumatran subduction zone revealed by local earthquake travel-time tomography using an amphibious network." *Solid Earth* 9.4 (2018): 1035-1049.
- [19] Sturzenegger, M., and D. Stead. "Close-range terrestrial digital photogrammetry and terrestrial laser scanning for discontinuity characterization on rock cuts." *Engineering Geology* 106.3-4 (2009): 163-182.
- [20] Slob, Siefko, et al. "Method for automated discontinuity analysis of rock slopes with three-dimensional laser scanning." *Transportation Research Record* 1913.1 (2005): 187-194.
- [21] Firpo, Giacomo, et al. "Use of digital terrestrial photogrammetry in rocky slope stability analysis by distinct elements numerical methods." *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 48.7 (2011): 1045-1054.

- [22]Zheng, Jun, et al. "Estimation of the three-dimensional density of discontinuity systems based on one-dimensional measurements." *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 94 (2017): 1-9.
- [23]Bieniawski, Zdzisław Tadeusz. *Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering*. John Wiley & Sons, 1989.
- [24]Palmstrom, Arild. "The volumetric joint count—a useful and simple measure of the degree of rock mass jointing." *International Association of Engineering Geology. International congress*. 4. 1982.