

# ANALISIS KUAT TEKAN UNIAKSIAL PADA BATU TUF MENGUNAKAN *POINT LOAD INDEX* UNTUK MENENTUKAN *ROCK MASS RATING* DAN *SLOPE MASS RATING*

Sepri Sihite <sup>1</sup>, Hizkia Simangunsong <sup>2</sup>

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral  
Institut Sains dan Teknologi T.D. Pardede, Medan

Email : [seprisihite98@gmail.com](mailto:seprisihite98@gmail.com)<sup>1</sup>. [Hizkiasimangunsong99@gmail.com](mailto:Hizkiasimangunsong99@gmail.com)<sup>2</sup>.

## ABSTRAK

Desa Sibolangit dan sekitarnya adalah daerah perbukitan sehingga rawan akan longsoran, terutama pada bagian lereng jalan Jamin Ginting km 37-39 yang menuju ke kota Brastagi. Penelitian ini menggunakan uji beban titik atau Point Load Index sebagai pengujian laboratorium mengetahui mekanik batuan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan, geometri lereng, klasifikasi Rock Mass Rating, dan Slope Mass Rating. Metode penelitian ini adalah Rock Mass Rating, klasifikasi massa batuan untuk mengetahui kualitas massa batuan dengan 5 parameter yaitu, Kuat tekan batuan, Rock Quality Designation (RQD), jarak spasi kekar, kondisi kekar, kondisi air tanah. Nilai RMR ini sebagai klasifikasi *Slope Mass Rating*, arah (*dip direction*) dari permukaan lereng ( $\alpha_s$ ), arah (*dip direction*) bidang diskontinuitas ( $\alpha_j$ ), sudut kemiringan lereng ( $\beta_s$ ), dan sudut kemiringan bidang diskontinuitas ( $\beta_j$ ). Hasil dari pengujian Point Load Index di lereng 1 memiliki 8 sampel batuan dengan rata-rata PLI ( $I_s$ ) 0.486 Mpa dan kuat tekan uniaksial ( $\sigma_c$ ) 11,17 Mpa. Pada lereng 2 memiliki 5 sampel nilai rata-rata PLI ( $I_s$ ) 2 Mpa, dan kuat tekan uniaksial ( $\sigma_c$ ) 49 Mpa. Hasil geometri lereng 1 memperoleh tinggi 6,1 meter dan lereng 2 memperoleh tinggi 7,045 meter. Hasil Rock Mass Rating lereng 1 dengan nilai 32 dan kelas massa batuan IV deskripsi jelek, dan pada lereng 2 dengan nilai 62 dan kelas massa batuan II deskripsi baik. Hasil Slope Mass Rating lereng 1 disegmen 1 terjadinya longsoran guling 87,50%, bagian segmen 2 potensi longsoran guling 71,43%, dan segmen 3 potensi longsoran baji 80,00%. Hasil Slope Mass Rating lereng 2 akan terjadinya potensi longsoran guling 42,86%.

**Kata kunci :** Kuat Tekan *Point Load Index*, *Rock Mass Rating*, *Slope Mass Rating*

## ABSTRACT

*Sibolangit Village and its surroundings are hilly areas so they are prone to landslides, especially on the slopes of Jalan Jamin Ginting km 37-39 which leads to Brastagi city. This research uses a point load test or Point Load Index as a laboratory test to determine rock mechanics. This research aims to determine the compressive strength values, slope geometry, Rock Mass Rating classification, and Slope Mass Rating. This research method is Rock Mass Rating, a rock mass classification to determine the quality of the rock mass with 5 parameters, namely, rock compressive strength, Rock Quality Designation (RQD), joint spacing, joint condition, ground water condition. This RMR value is a classification of the Slope Mass Rating, the dip direction of the slope surface ( $\alpha_s$ ), the dip direction of the discontinuity plane ( $\alpha_j$ ), the slope angle of the slope ( $\beta_s$ ), and the slope angle of the discontinuity plane ( $\beta_j$ ). The results of Point Load Index testing on slope 1 have 8 rock samples with an average PLI ( $I_s$ ) of 0.486 Mpa and uniaxial compressive strength ( $\sigma_c$ ) of 11.17 Mpa. On slope 2 there are 5 samples, the average value of PLI ( $I_s$ ) is 2 MPa, and the uniaxial compressive strength ( $\sigma_c$ ) is 49 MPa. The geometry results for slope 1 obtained a height of 6.1 meters and slope 2 obtained a height of 7.045 meters. Rock Mass Rating results for slope 1 with a score of 32 and rock mass class IV with a poor description, and for slope 2 with a score of 62 and rock mass class II with a good description. Slope Mass Rating results for slope 1 in segment 1 where the potential for rolling landslides is 87.50%, in segment 2 the potential for rolling landslides is 71.43%, and in segment 3 the potential for wedge landslides is 80.00%. The results of the Slope Mass Rating for slope 2 will have a potential for rolling avalanches of 42.86%.*



**Keywords:** *Point Load Index Compressive Strength, Rock Mass Rating, Slope Mass Rating*

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Desa Sibolangit dan sekitarnya adalah daerah perbukitan sehingga mempunyai kerawanan longsor, terutama pada bagian lereng jalan raya yang menuju ke kota Brastagi. Pada hari Minggu 12 November 2023 di lereng Jalan Jamin Ginting km. 37-39, Desa Sibolangit, dekat PDAM Tirtanadi terjadi longsor. Uji kuat tekan merupakan salah satu sifat teknis atau uji kuat tekan yang umum digunakan dalam mekanika batuan untuk mengetahui titik runtuh atau sifat elastisitas batuan terhadap pemberian tekanan maksimum.

Penelitian ini menggunakan uji beban titik (*Point Load Index*) merupakan sistem pembebanan berupa frame pembebanan, pompa hidrolik, dan silinder penekan yang berbentuk konus, untuk mengetahui sifat mekanik batuan, kekuatan batuan dari sampel batuan yang di uji berbentuk tidak beraturan, sehingga dapat diketahui sifat mekanik batuan dan massa batuan penyusun lereng.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini *Rock Mass Rating* oleh (*Bieniawski, 1973*), adalah metode klasifikasi massa batuan yang dipakai untuk mengetahui nilai kualitas suatu massa batuan dengan 5 parameter RMR yaitu, Kuat tekan batuan utuh, Rock Quality Designation (RQD), Jarak spasi kekar, Kondisi kekar, Kondisi air. Kemudian dari nilai RMR ini digunakan untuk klasifikasi *Slope Mass Rating*, arah (*dip direction*) dari permukaan lereng ( $\alpha$ ), arah (*dip direction*) bidang diskontinuitas ( $\alpha_j$ ), sudut kemiringan lereng ( $\beta$ ), dan sudut kemiringan bidang diskontinuitas ( $\beta_j$ ) oleh *Romana, 1985*.

### 1.2. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Berapa hasil nilai kuat tekan dari pengujian *Point Load Index* pada lereng 1 dan lereng 2 diDesa Sibolangit km 37-39 ?
2. Bagaimana geometri lereng 1 dan lereng 2 diDesa Sibolangit km 37-39 ?
3. Bagaimana kualitas dan pembobotan massa batuan *Rock Mass Rating* pada lereng 1 dan lereng 2 diDesa Sibolangit km 37-39 ?
4. Bagaimana nilai *Slope Mass Rating* pada lereng 1 dan lereng 2 diDesa Sibolangit km

37-39 ?

### 1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

#### 1.3.1. Maksud

Adapun maksud dari penelitian ini adalah :

Memperoleh nilai kuat tekan dari pengujian *Point Load Index* untuk menentukan parameter – parameter *Rock Mass Rating* (RMR) dan *Slope Mass Rating* (SMR).

#### 1.3.2. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian adalah :

1. Mengetahui hasil nilai kuat tekan dari pengujian *Point Load Index* pada lereng 1 dan lereng 2 diDesa Sibolangit km 37-39.
2. Mengetahui Geometri lereng 1 dan lereng 2 diDesa Sibolangit km 37-39.
3. Mengetahui kualitas dan pembobotan massa batuan *Rock Mass Rating* pada lereng 1 dan lereng 2 diDesa Sibolangit km 37-39.
4. Mengetahui nilai bobot dari *Slope Mass Rating* pada lereng 1 dan lereng 2 diDesa Sibolangit km 37-39.

### 1.4. Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. RQD pada klasifikasi massa batuan diperoleh dari metode tidak langsung dengan metode scanline oleh *Palmstrom, (1982)*.
2. Sudut geser dalam pada penelitian ini menggunakan referensi dari penelitian yang sudah dilakukan di Sibolangit dengan Judul, Pengaruh Mineral Dan Ukuran Butir Batu Tufa Terhadap Nilai Hasil Uji Kuat Gersernya (Studi Kasus: Longsor Jalan Medan-Berastagi Km 37-38 Sumatera Utara). Oleh Tengku Tibri, Lismawaty, Sedarta Sebayang, M. Eka Onwardana.
3. Tidak Membahas FK
4. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium ISTP.

## TINJAUAN UMUM

### 2.1. Lokasi dan Kesampaian Wilayah

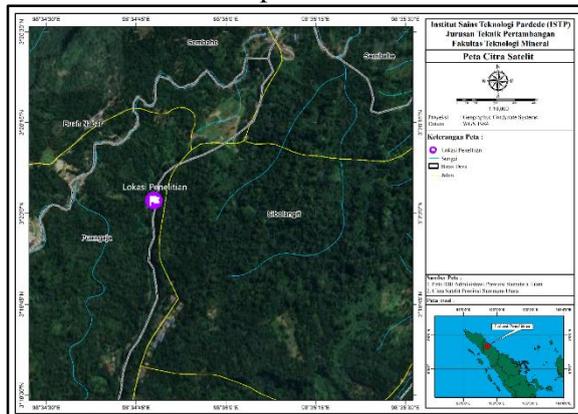
Sibolangit merupakan salah satu kecamatan yang berada di kawasan dataran tinggi, Kabupaten Deli Serdang provinsi



Sumatera Utara, Indonesia. Kecamatan Sibolangit berbatasan langsung dengan Kabupaten Karo. Wilayah Kecamatan Sibolangit merupakan daerah daratan tinggi dengan ketinggian 400 - 700 m diatas permukaan laut.

Secara astronomis kecamatan Sibolangit terletak di 3 ° 24' LU -30 ° 37' LU serta 98 °56'BT -98 ° 60' BT ,dengan ketinggian 300-700 m diatas permukaan laut. Adapun secara geografis Kecamatan Sibolangit berada di Kabupaten Deli Serdang serta batas administratif daerah Kecamatan Sibolangit berbatasan dengan Kabupaten Karo. (*Journal Of Laguna Geography, 2022*)

Lokasi dilaksanakannya penelitian tugas akhir ini berada di desa sibolangit, Jalan Jamin Ginting km 37-39, Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Longsor ini terletak pada titik koordinat N 3° 20' 02", E 98° 34' 48". Daerah penelitian tersebut berjarak sekitar 37 km dari Medan dan membutuhkan waktu sekitar ±1 jam bila ditempuh dengan kendaraan roda dua dan roda empat.



Gambar 1. Peta Lokasi dan Kesampain Daerah

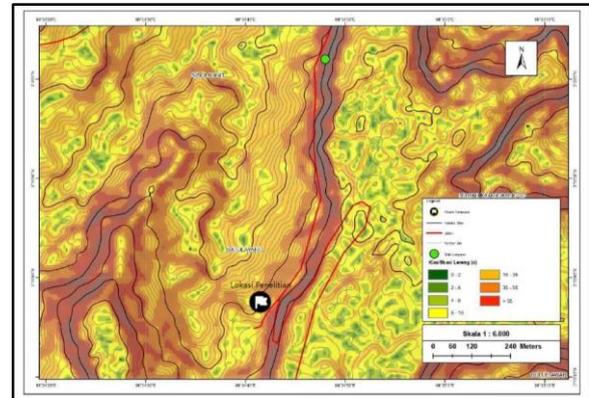
## 2.2. Geologi Daerah Penelitian

### 2.2.1. Morfologi Daerah Penelitian

Sibolangit mempunyai topografi kasar dengan bentuk relief perbukitan bergelombang dengan kemiringan lereng bekisar antara 60° – 90° dengan kemiringan lereng yang sangat tinggi maka potensi terjadinya longsor sangat besar. Selain itu curah hujan yg tinggi di Kecamatan Sibolangit menjadi faktor yg mengakibatkan terjadi longsor.

Pada peta klasifikasi kemiringan lereng pada lokasi penelitian bervariasi mulai dari datar sampai curam. sesuai akibat pembagian terstruktur mengenai dari Puslittanak yang terdiri atas >55, 35 - 55, 16 - 35, 8 -16, 4 - 8, 2

- 4, dan 0-2. Daerah lokasi penelitian adalah daerah yang mempunyai topografi kasar, dengan bentuk lahan perbukitan yang memiliki ketinggian 300-700 mdpl. Untuk lebih jelasnya kemiringan lereng dapat dilihat pada Gambar berikut.



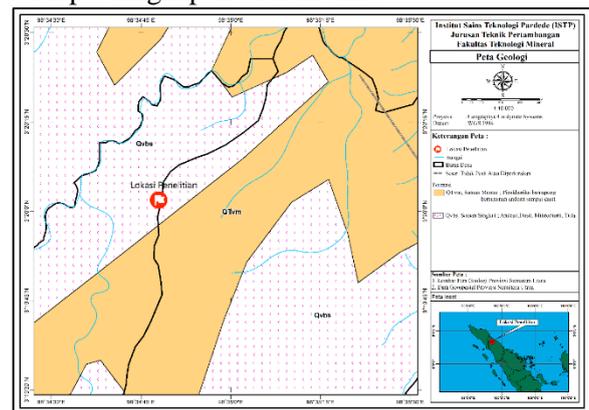
Gambar 2. Peta Klasifikasi Lereng

### 2.2.2. Statigrafi Daerah Penelitian

Berdasarkan Gambar Peta Geologi Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang. Tatanan Stratigrafi daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi tiga satuan yaitu :

1. Satuan singkat (Qvbs) batuan andesit, dasit, mikrodiortit, dan tufa.
2. Satuan mentar (QTvm) batuan piroklastik, batu apung, bersusun andesit sampai dasit.

Berdasarkan pada daerah lokasi penelitian yang berada didesa sibolangit hanya terdapat singkapan batuan tufa.



Gambar 3. Peta Geologi

### 2.2.3. Struktur Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan didaerah penelitian ini terdapat singkapan batu tufa di Jln Jamin Ginting Km 37-39, Desa Sibolangit, Kecamatan Sibolangit, Kaupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Terdapat adanya

struktur geologi yaitu kekar pada daerah penelitian.

Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian adalah struktur kekar gerus. Kekar Gerus (*Shear Joint*) dengan jenis ini terdapat pada daerah penelitian. Ciri-ciri kekar pada satuan batu tufa di lapangan memperlihatkan bidang yang sejajar vertikal dan belum mengalami pergeseran secara signifikan. Adapun sebaran jenis kekar ini tersebar pada satuan batu tufa. (*Hobs, 1976 dan Mc Clay, 1987*).

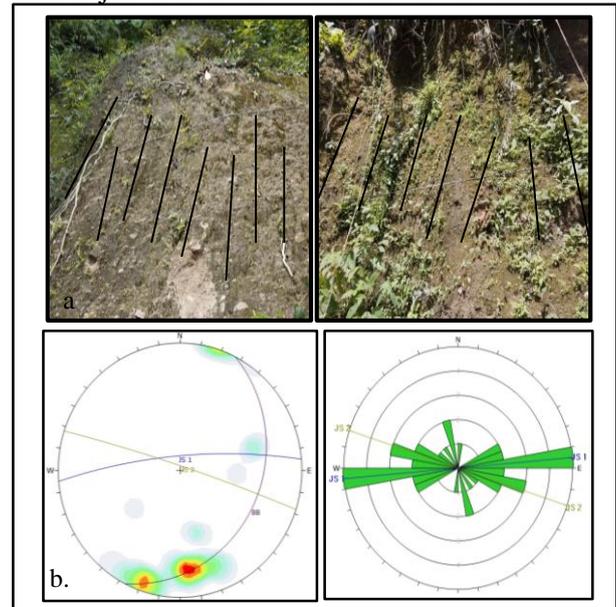
Berdasarkan daerah penelitian ini adanya singkapan batu tufa dan adanya struktur kekar yang sejajar. Fenomena geologi yang terjadi di daerah penelitian ini, terjadinya aliran puing-puing batuan yang terfragmentasi menjadi tanah akibat pengaruh konsentrasi suhu atau kondisi air tanah yang sangat lembab sehingga mengalami pelapukan terhadap material batu tufa dilereang yang longsor (Debris). Kondisi daerah penelitian secara umum pada peta topografi dilokasi penelitian adalah daerah perbukitan bergelombang yang curam, dan berdasarkan geologi pada daerah penelitian batuan penyusun di daerah penelitian dari batuan gunung api yaitu bagian dari batuan piroklastik. Pada penelitian melakukan secara pengamatan terhadap bidang lereng yang telah terjadinya longsor dan adanya struktur kekar pada singkapan batu tufa di lereng yang sudah longsor.

Pada daerah penelitian data kekar yang berjumlah 21 data diambil dengan menggunakan kompas geologi dan papan clipboard. Kemudian data kekar pada satuan batu tufa tersebut diolah menggunakan *software dip*. Sehingga menghasilkan data arah umum kekar N 266° E/75 atau orientasi kekaranya timur – barat. Pada penelitian terdapat orientasi analisa kekar menggunakan proyeksi *software dips*, dapat dilihat pada (Gambar 2-8)

Jenis penelitian deskriptif merupakan salah satu metode yang dapat dipilih saat melakukan penelitian. Penelitian deskriptif adalah metode penelitian yang berusaha menggambarkan objek atau subjek yang diteliti secara mendalam, luas, dan terperinci. Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif untuk menentukan dari setiap parameter-parameter *Rock Mass Rating* dan *Slope Mass Rating* yang dideskripsi dari setiap pengamatan secara langsung yang terjadi

dibawah ini sebagai berikut :

1. Pada gambar (a) adalah foto kekar yang terjadi di daerah penelitian ini adalah kekar gerus pada singkapan batu tufa pada setiap bagian.
2. Pada gambar (b) adalah pola kontur berdasarkan frekuensi kekar berarah dominan N 266° E/75° dari hasil analisa proyeksi *Software Dips*, dan berdasarkan analisa diagram rose terjadi arah umum kekar dari timur-barat.



**Gambar 4.** a). Foto kekar gerus pada singkapan batu tufa. b). Pola kontur berdasarkan frekuensi kekar yang berarah dominan N 266° E/75 dan Arah umum kekar timur - barat pada diagram rose.

## METODE PENELITIAN

### 3.1. Jenis Penelitian

Menurut *Sukardi 2011, hlm.180*, mengatakan bahwa penelitian eksperimen dalam bidang pendidikan dibedakan menjadi dua yaitu penelitian di dalam laboratorium dan di luar laboratorium. Dari penelitian ini menggunakan sampel batuan berbentuk tidak beraturan (*irregular*).

dilapangan untuk memenuhi dan menentukan pembobotan dalam penelitian ini.

Jenis penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif adalah pendekatan-pendekatan terhadap kajian empiris untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menampilkan data *Rock Mass Rating* dan *Slope Mass Rating* dalam bentuk numerik (angka) dari pada naratif karena penelitian ini hendak memperoleh hasil yang akurat dan mengandalkan perhitungan menurut *Robert*

Donymoyer (Norjanah, 2014).

### 3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah bagaimana cara atau tahapan pada penelitian ini dari didapatkan sampai diselesaikan sebagai berikut :

#### 3.2.1. Studi Literatur

Menurut Danial dan Warsiah (2009:80), Studi Literatur adalah merupakan penelitian yang dilakukan oleh peneliti dengan mengumpulkan sejumlah buku-buku, majalah yang berkaitan dengan masalah dan tujuan penelitian.

#### 3.2.2. Observasi Lapangan

Pada tahap penelitian ini untuk melakukan pengamatan dan wawancara terhadap berbagai pihak seperti perangkat desa, dan masyarakat disekitarnya, untuk bagaimana memperoleh informasi dan keterangan dari permasalahan pada penelitian tersebut di lereng yang longsor dan kondisi geologi disekitar penelitian.

#### 3.2.3. Pengumpulan Data

Tahap kegiatan dari penelitian ini untuk mencari data-data dilapangan yang akan digunakan untuk menjawab permasalahan pada penelitian ini seperti, data pengujian kuat tekan *Point Load Index*, geometri lereng, kualitas massa batuan *Rock Mass Rating*, *Slope Mass Rating*, dan metode *scanline* untuk mengetahui orientasi bidang diskontinuitas.

#### 3.2.4. Data Primer

Data primer adalah hasil pengamatan atau hasil survei yang dikumpulkan secara lansung dari peneliti untuk tujuan penelitian tertentu. Adapun hasil data-data penelitian sebagai berikut :

- Sampel Batuan
- Kuat Tekan *Point Load Index* (PLI)
- Pengukuran Scanline
- *Strike/Dip*
- Geometri Lereng

#### 1. Batuan Lereng 1 dan Lereng 2

Hasil deskripsi pada batu tufa memiliki persentase mineral-mineralnya yaitu, Plagioklas 56%, Biotit 18%, Kuarsa 17%, dan Lempung 8,6% dengan ukuran butir Lapili 1/16 mm, Ash kasar 1/25, dan Ash halus 1/256 mm.



Gambar 5. Batuan Pada lereng 1 dan Lereng 2

#### 2. Pengujian Laboratorium *Point Load Index*

Dari hasil penelitian pengujian laboratorium pada lereng 1 ini didapatkan nilai PLI (Is) dengan rata-rata 0,486 Mpa dan nilai kuat tekan uniaksial ( $\sigma_c$ ) dengan rata-rata 11,17 Mpa. Sedangkan penelitian pengujian laboratorium pada lereng 2 didapatkan nilai PLI (Is) dengan rata-rata 2 Mpa dan nilai kuat tekan uniaksial ( $\sigma_c$ ) dengan rata-rata 49 Mpa.

Adapun Keterangan dari pengujian Laboratorium *Point Load Index* sebagai berikut :

Keterangan :

$W_1$  = Lebar sampel bagian bawah

$W_2$  = Lebar sampel bagian atas

W = Lebar rata-rata

D = Jarak antar konus

F = Faktor koreksi

$De^2$  = Diameter ekivalen

De = Akar dari diameter ekivalen

Is = Indeks Franklin (PLI)

$\sigma_c$  = Sigma c (kuat tekan uniaksial)

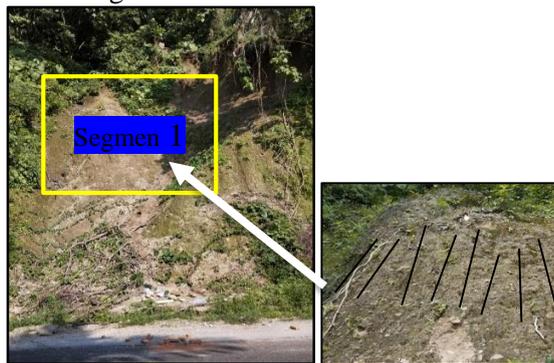
Tabel 1. Pengujian Laboratorium Lereng 1 dan 2

No	Kode Sampel	Nama Batuan	$W_1$	$W_2$	W	Jarak Antar Konus (D)	$De^2$	De	Faktor Koreksi (F)	Beban (P)		PLI (Is)	Kuat Tekan Uniaksial ( $\sigma_c$ )
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(KN)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
1	T1	Tuff	120	100	110	70	9.808.92	99.04	1.36	3.5	3.500	0.485	11.16
2	T2	Tuff	140	95	117.5	60	8.980.89	94.77	1.33	3.1	3.100	0.460	10.59
3	T3	Tuff	140	90	115	70	10.254.78	101.27	1.37	1.4	1.400	0.188	4.31
4	T4	Tuff	120	110	115	55	8.057.32	89.76	1.30	2.1	2.100	0.339	7.80
5	T5	Tuff	140	105	122.5	70	10.923.57	104.52	1.39	2.3	2.300	0.293	6.75
6	T6	Tuff	150	100	125	70	11.146.50	105.58	1.40	5.4	5.400	0.678	15.60
7	T7	Tuff	125	120	122.5	100	15.605.10	124.92	1.51	5.2	5.200	0.503	11.57
8	T8	Tuff	100	90	95	65	7.866.24	88.69	1.29	5.7	5.700	0.938	21.57
Rata-rata												0.486	11.17

No	Kode Sampel	Nama Batuan	$W_1$	$W_2$	W	Jarak Antar Konus (D)	$De^2$	De	Faktor Koreksi (F)	Beban (P)		PLI (Is)	Kuat Tekan Uniaksial ( $\sigma_c$ )
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(KN)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
1	T2	Tufa	110	80	95	75	9076.43	95.27	1.34	20	20000	2.95	67.74
2	T2	Tufa	115	60	87.5	60	6687.90	81.78	1.25	2.9	2900	0.54	12.44
3	T2	Tufa	130	100	115	80	11719.75	108.26	1.42	31	31000	3.74	86.13
4	T2	Tufa	120	65	92.5	70	8248.41	90.82	1.31	10.2	10200	1.62	37.21
5	T2	Tufa	100	70	85	60	6496.82	80.60	1.24	9.1	9100	1.74	39.94
Rata-rata												2	49

#### 3. Pengukuran *Scanline* dan *Strike/Dip* Lereng 1

a. Segmen 1



Gambar 6. Segmen 1 Pada Lereng 1

Hasil dari pengukuran scanline pada lereng 1 di segmen 1, jumlah kekar sebanyak 8 dan memiliki beberapa data *Strike* dan *Dip* seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Strike/Dip Segmen 1

No	Strike ( <sup>0</sup> )	Dip ( <sup>0</sup> )
1.	255	75
2.	261	76
3.	245	80
4.	264	80
5.	274	72
6.	266	76
7.	271	78
8.	263	74

b. Segmen 2



Gambar 7. Segmen 2 Pada Lereng 1

Berdasarkan hasil penelitian pengukuran *Scanline* di Segmen 2 juga melakukan pengukuran secara lansung di daerah penelitian dengan menggunakan alat meteran dan panjang *Scanline* 5 meter dan mengukur *strike* dan *dip*. Pada penelitian lereng 1 segmen 2 ini memperoleh sebanyak 7 data kekar.

Tabel 3. Strike/Dip Segmen 2

No	Strike ( <sup>0</sup> )	Dip ( <sup>0</sup> )
1.	249	77
2.	283	86
3.	288	85
4.	292	87
5.	285	87
6.	294	84
7.	306	86

c. Segmen 3



Gambar 7. Segmen 3 Pada Lereng 1

Berdasarkan hasil penelitian pengukuran *Scanline* diSegmen 3 dengan panjang *Scanline* 5 meter dan mengukur *strike* dan *dip*. Pada penelitian lereng 1 segmen 3 ini memperoleh sebanyak 6 data kekar.

Tabel 4. Strike/Dip Segmen 3

No	Strike ( <sup>0</sup> )	Dip ( <sup>0</sup> )
1.	260	52
2.	250	56
3.	163	67
4.	184	50
5.	165	61
6.	321	51

4. Pengukuran *Scanline* dan *Strike/Dip* Lereng 2



Gambar 8. Pengukuran Scanline Pada Lereng 2

Hasil pengukuran ini juga dilakukan pada penelitian di lereng 2, dengan panjang scanline 5 meter, dan mengukur *Strike* dan *Dip*, dengan menggunakan alat Kompas Brunton, dan alat bantu papan yang datar pada lereng 2. Hasil penelitian ini diperoleh 7 bidang kekar.

Tabel 5. Strike/Dip Lereng 2

No	Strike <sup>(0)</sup>	Dip <sup>(0)</sup>
1.	291	40
2.	198	52
3.	303	67
4.	257	76
5.	237	64
6.	256	71
7.	262	69

5. Geometri Lereng 1 dan Lereng 2  
a. Lereng 1



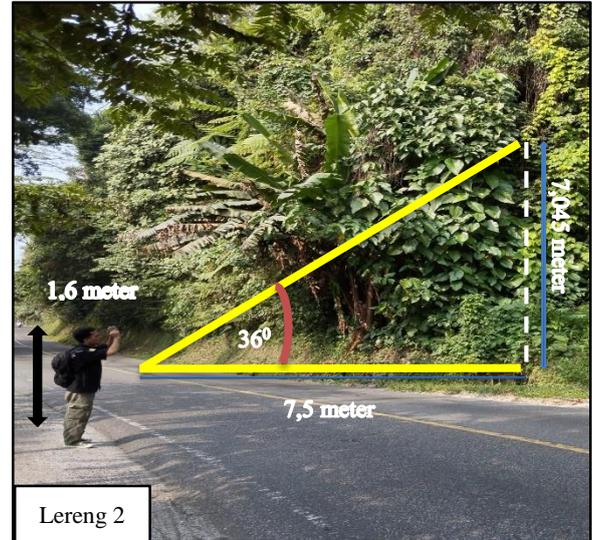
Gambar 9. Pengukuran Slope Lereng 1

Dari penelitian ini untuk menentukan berapa tinggi lereng 1 tersebut ?

$$\begin{aligned} \text{tinggi} &= (\tan \times \text{jarak datar}) + \text{tinggi alat} \\ &= (31^\circ \times 7,5 \text{ m}) + 160 \text{ cm} \\ &= (0,600 \times 7,5 \text{ m}) + 1,6 \text{ m} \\ &= 4,5 + 1,6 \end{aligned}$$

$$\text{tinggi} = 6,1 \text{ meter}$$

- b. Lereng 2



Gambar 10. Pengukuran Slope Lereng 2

Dari penelitian ini juga untuk menentukan berapa tinggi lereng 2 tersebut ?

$$\begin{aligned} \text{tinggi} &= (\tan \times \text{jarak datar}) + \text{tinggi alat} \\ &= (36^\circ \times 7,5 \text{ m}) + 160 \text{ cm} \\ &= (0,726 \times 7,5 \text{ m}) + 1,6 \text{ m} \\ &= 5,445 + 1,6 \end{aligned}$$

$$\text{tinggi} = 7,045 \text{ meter}$$

6. Jarak Bidang Diskontinuitas  
a. Lereng 1

Tabel 6. Jarak Antar Bidang Diskontinuitas Segmen 1

No.	Kekar	Jarak (cm)
1.	1 – 2	84
2.	2 – 3	30
3.	3 – 4	50
4.	4 – 5	50
5.	5 – 6	47
6.	6 – 7	35
7.	7 – 8	70
Rata-Rata		52,28

Tabel 7. Jarak Antar Bidang Diskontinuitas Segmen 2

No.	Kekar	Jarak (cm)
1.	1 – 2	88
2.	2 – 3	76
3.	3 – 4	43
4.	4 – 5	46
5.	5 – 6	73
6.	6 – 7	32
Rata-Rata		53,16

**Tabel 8.** Jarak Antar Bidang Diskontinuitas Segmen

3

No.	Kekar	Jarak (cm)
1.	1 – 2	46
2.	2 – 3	57
3.	3 – 4	35
4.	4 – 5	47
5.	5 – 6	68
Rata-Rata		50,6

b. Lereng 2

**Tabel 9.** Jarak Antar Bidang Diskontinuitas Lereng

2

No	Kekar	Jarak (cm)
1.	1 – 2	46
2.	2 – 3	30
3.	3 – 4	56
4.	4 – 5	88
5.	5 – 6	47
6.	6 – 7	35
Rata-Rata		50,33

7. *Rock Quality Designation (RQD)*

a. Lereng 1

**Tabel 10.** Data RQD Pada Lereng 1

No.	Lereng 1	Jumlah Kekar	RQD (%)	Kualitas Massa Batuan
1.	Segmen 1	8	35,8	Lemah
2.	Segmen 2	7	45,7	Lemah
3.	Segmen 3	6	55,6	Sedang

b. Lereng 2

**Tabel 11.** Data RQD Pada Lereng 2

No.	Lereng	Jumlah Kekar	RQD (%)	Kualitas Massa Batuan
1.	Lereng 2	7	45,7	Lemah

8. Kondisi Bidang Diskontinuitas

**Tabel 12.** Data Kondisi Bidang Diskontinuitas

Kondisi Bidang Diskontinuitas		
No	Lereng	Keterangan
1.	Lereng 1	Terisi material lunak >5 mm, terbuka >5 mm menerus
2.	Lereng 2	Agak kasar, separasi < 1 mm, agak lapuk

9. Kondisi Air Tanah

**Tabel 13.** Data Kondisi Air Tanah

Kondisi Air Tanah		
No	Lereng	Keterangan
1	Lereng 1	Lembab
2	Lereng 2	Kering

### 3.2.5 Pengolahan Data

Pengolahan data bertujuan untuk mengetahui bagaimana cara dan proses untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi sesuai dengan tujuan yang sudah ditetapkan pada pengolahan data. Adapun pengolahan data ini ada beberapa hal yang akan dibahas yaitu :

a. *Software Dips*

Pada penelitian ini pengolahan data dengan tahapan *Software Dips* dilakukan untuk menganalisa orientasi data kekar secara interaktif untuk menentukan arah umum bidang kekar dan bagaimana hasil dari analisa proyeksi. Dengan cara menginput data kekar yang berupa *Strike/Dip* yang didapatkan ke *software dips*.

b. Analisis Kinematik

Pada penelitian ini menggunakan tahapan analisis kinematik untuk mengetahui jenis longoran dan arah longoran yang mungkin terjadi pada lereng berdasarkan kondisi struktur geologinya. Analisis kinematika digunakan untuk mengetahui jenis longoran pada tubuh lereng sebelum dilakukan klasifikasi SMR dengan cara menginput setiap data-data bidang kekar yang sudah didapatkan. Penelitian ini melakukan pengukuran Scanline pada lereng 1 yang telah terjadinya longoran dan lereng 2 yang belum terjadinya longoran. Dari pengamatan dan pengukuran dilapangan pada lereng 1 terbagi menjadi 3 bagian segmen yang memperoleh kedudukan lereng N306<sup>0</sup>E/75<sup>0</sup>, sedangkan pada pengamatan dan pengukuran lereng 2 memperoleh kedudukan lereng N300<sup>0</sup>E/54<sup>0</sup>.

## HASIL dan PEMBAHASAN

### 4.1 Rock Mass Rating Lereng 1 dan 2

**Tabel 14.** Hasil Pembobotan RMR Lereng 1

No	Parameter	Keterangan	Bobot
1	Point Load Index (PLI)	0,484 Mpa	4
2	RQD (%)	45,7 %	8
3	Jarak Diskontinuitas	52,01 cm	10
4	Kondisi Diskontinuitas	Terisi material lunak >5 mm, terbuka >5 mm menerus	0
5	Kondisi Air Tanah	Lembab	10
<b>Total Nilai Pembobotan RMR</b>			<b>32</b>

**Tabel 15.** Hasil Pembobotan RMR Lereng 2

No	Parameter	Keterangan	Bobot
1	Point Load Index (PLI)	2 Mpa	4
2	RQD (%)	45,7 %	8
3	Jarak Diskontinuitas	50,33 cm	10
4	Kondisi Diskontinuitas	Agak kasar, separasi < 1 mm, agak lapuk	25
5	Kondisi Air Tanah	Kering	15
<b>Total Nilai Pembobotan RMR</b>			<b>62</b>

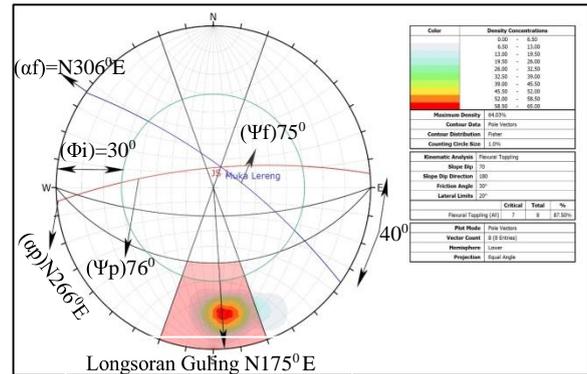
#### 4.1.1 Analisa Runtuhan Lereng 1

Pada penelitian ini menjadi 3 bagian segmen ditereng 1 dalam melakukan pengukuran scanline untuk hasil dari data strike dan dip dalam melakukan Analisa runtuhan dengan analisis kinematik pada program *software dips* ditereng 1.

Berikut analisa runtuhan pada lereng 1 :

##### a. Segmen 1

Diketahui pada segmen 1 kedudukan lereng N 306° E/ 75° dan jumlah 8 data bidang diskontinuitas.

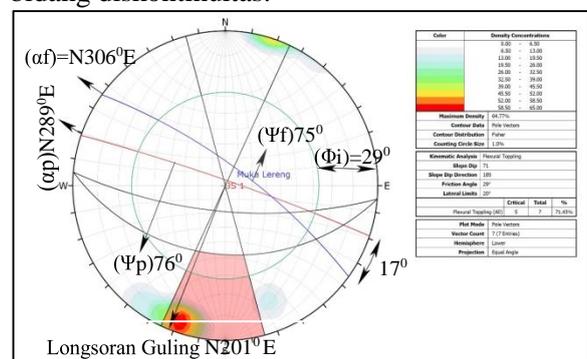


**Gambar 11.** Analisa Kinematik Software Dips Longsor Guling pada Lereng 1 Bagian Segmen 1

Hasil pada penelitian ini bidang diskontinuitas terlihat adalah JS 1. Bidang diskontinuitas juga bertindak sebagai bidang gelincir dengan arah kemiringan ( $\alpha$ ) sebesar N 266° E, memiliki perbedaan sebesar 40° dengan arah kemiringan lereng ( $\alpha$ ) sebesar N 306° E, dengan sudut geser dalam ( $\Phi_i$ ) sebesar 30°, dimana lereng tersebut memiliki kemiringan ( $\Psi_f$ ) sebesar 75°, sedangkan bidang diskontinuitas memiliki kemiringan ( $\Psi_p$ ) sebesar 76°. Berdasarkan syarat kinematik yang ditetapkan  $\Phi_i < \Psi_f < \Psi_p$ , maka dapat dinyatakan bahwa runtuhan pada lereng 1 yang telah terjadinya longsor dibagian segmen 1, penelitian ini terjadinya longsor guling sebesar 87,50% dengan arah longsor guling sebesar N 175° E, terjadinya karena syarat kinematik untuk terjadinya runtuhan tersebut terpenuhi.

##### b. Segmen 2

Diketahui pada segmen 2 kedudukan lereng N 306° E/ 75° dengan jumlah 7 data bidang diskontinuitas.



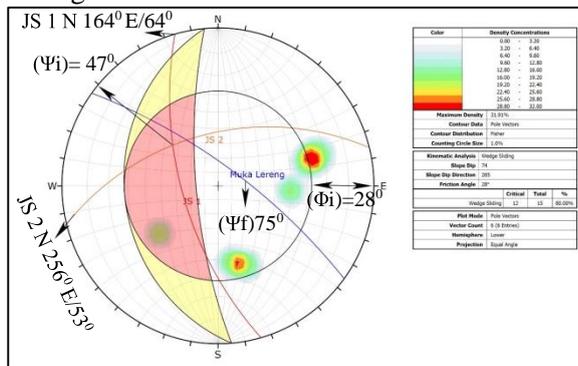
**Gambar 12.** Analisa Kinematik Software Dips Longsor Guling pada Lereng 1 Bagian Segmen 2

Hasil penelitian ini bidang diskontinuitas terlihat adalah JS 1. Bidang diskontinuitas juga bertindak sebagai bidang gelincir dengan arah kemiringan ( $\alpha$ ) sebesar N 289° E, memiliki

perbedaan sebesar  $17^{\circ}$  dengan arah kemiringan lereng ( $\alpha_f$ ) sebesar  $N 306^{\circ} E$ , dengan sudut geser dalam ( $\Phi_i$ ) sebesar  $29^{\circ}$ , dimana lereng tersebut memiliki kemiringan ( $\Psi_f$ ) sebesar  $75^{\circ}$ , sedangkan bidang diskontinuitas memiliki kemiringan ( $\Psi_p$ ) sebesar  $86^{\circ}$ . Berdasarkan syarat kinematik yang ditetapkan  $\Phi_i < \Psi_f < \Psi_p$ , maka dapat dinyatakan bahwa runtuh pada lereng 1 yang telah terjadinya longsor dibagian segmen 2, penelitian ini terjadinya longsor guling sebesar  $71,43\%$  dengan arah longsor guling sebesar  $N 201^{\circ} E$ , terjadinya karena syarat kinematik untuk terjadinya runtuh tersebut terpenuhi.

c. Segmen 3

Diketahui pada segmen 3 kedudukan lereng  $N 306^{\circ} E / 75^{\circ}$  dengan jumlah 6 data bidang diskontinuitas.

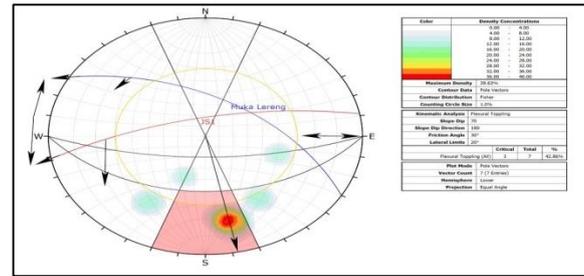


**Gambar 13.** Analisa Kinematik Software Dips Longsor Baji pada Lereng 1 Bagian Segmen 2

Hasil pada penelitian ini bidang diskontinuitas terlihat adalah JS 1  $N 164^{\circ} E / 64^{\circ}$ , dan JS 2  $N 256^{\circ} E / 53^{\circ}$ . Pada penelitian analisis kinematik ini memperoleh sudut perpotongan kedua bidang ( $\Psi_i$ ) sebesar  $47^{\circ}$ , bwerlardengan sudut geser dalam ( $\Phi_i$ ) sebesar  $28^{\circ}$  dan kemiringan lereng ( $\Psi_f$ ) sebesar  $75^{\circ}$ . Berdasarkan syarat kinematik untuk tipe longsor baji yaitu  $\Phi_i < \Psi_i < \Psi_f$ , dapat dinyatakan bahwa runtuh baji dapat terjadi karena hasil dari analisis kinematik terpenuhi. Dari hasil pengamatan analisis kinematik pada singkapan batu tufa berpengaruh terjadinya runtuh cenderung tidak beraturan karena kondisi batuan yang telah mengalami pelapukan dan pada analisis ini mengalami potensi sebesar  $80,00\%$  longsor.

**4.1.2. Analisa Runtuhan Lereng 2**

Diketahui kedudukan lereng 2  $N 300^{\circ} E / 54^{\circ}$  dan jumlah 7 data bidang diskontinuitas.



**Gambar 14.** Analisa Kinematik Software Dips Longsor Guling Pada Lereng 2

Hasil pada penelitian ini bidang diskontinuitas terlihat adalah JS 1. Bidang diskontinuitas juga bertindak sebagai bidang gelincir dengan arah kemiringan ( $\alpha_p$ ) sebesar  $N 259^{\circ} E$ , memiliki perbedaan sebesar  $41^{\circ}$  dengan arah kemiringan lereng ( $\alpha_f$ ) sebesar  $N 300^{\circ} E$ , dimana lereng tersebut memiliki kemiringan ( $\Psi_f$ ) sebesar  $54^{\circ}$ . Berdasarkan syarat kinematik yang ditetapkan  $\Phi_i < \Psi_f < \Psi_p$ , maka dapat dinyatakan bahwa runtuh pada lereng 2, penelitian ini terjadinya longsor guling sebesar  $42,86\%$  dengan arah longsor guling sebesar  $N 168^{\circ} E$ , terjadinya karena syarat kinematik untuk terjadinya runtuh tersebut terpenuhi. Sedangkan bidang diskontinuitas memiliki kemiringan ( $\Psi_p$ ) sebesar  $72^{\circ}$ . Data bidang diskontinuitas pada singkapan batu tufa berpengaruh terjadinya runtuh pada lereng 2.

**4.2 Analisa Slope Mass Rating (SMR)**

Berdasarkan hasil analisa *Rock Mass Rating* maka akan dilakukan analisa dari hasil *Slope Mass Rating*. Adpaun analisa sebagai berikut :

**4.2.1 Analisa Slope Mass Rating (SMR) Lereng 1 bagian segmen 1, 2, dan 3**

**Tabel 16.** Hasil Pembobotan SMR Lereng 1

Segmen	Parameter	Nilai	Bobot
Segmen 1	F1	220	0,15
	F2	76	1
	F3	151	-25
	F4	15	0
Segmen 2	F1	197	0,15
	F2	76	1
	F3	161	-25
	F4	15	0
Segmen 3	F1	22	0,4
	F2	43	0,85
	F3	32	0
	F4	15	0

Berdasarkan hasil analisa runtuh dan analisis kinematik dengan menggunakan program *software dips* dan pembobotan *Slope Mass*



*Rating* (SMR) dengan hasil perhitungan rata-rata dari lereng 1 atau lereng yang telah terjadinya longsor. Pada segmen 1, segmen 2, dan segmen 3 memperoleh hasil pembobotan RMR dengan nilai sebesar 32 dan adanya potensi terjadinya longsor guling dan longsoran baji disegmen 3. Hasil perhitungan nilai SMR pada penelitian ini memperoleh dengan nilai rata-rata sebesar 44,5, dengan deskripsi kelas SMR termasuk kelas III yaitu, dalam keadaan normal, atau setengah stabil, adanya beberapa kekar atau baji, mengalami potensi longsor, dan penanganan terhadap penyanggaan sistematis dan sangat perlu dilakukannya perbaikan pada lereng 1.

#### 4.2.1 Analisa Slope Mass Rating (SMR) Lereng 2

Tabel 17. Hasil Pembobotan SMR Lereng 2

Parameter	Nilai	Bobot
F1	221	0,15
F2	72	1
F3	126	0-25
F4	15	0

Berdasarkan penelitian lereng 2 maka bobot *Slope Mass rating* (SMR) pada penelitian lereng 2 dengan nilai 73.25 berada pada kelas II dengan deskripsi massa batuan baik. Kestabilan lereng stabil dengan kemungkinan terjadinya longsor beberapa blok dan penyanggaan sewaktu-waktu.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari pengamatan, penelitian dan perhitungan terhadap lereng 1 atau lereng yang telah longsor dan lereng 2 yang belum terjadinya longsor, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian uji laboratorium kuat tekan batuan Tufa menggunakan *Point Load Index* (PLI) dengan 8 sampel batuan pada penelitian lereng longsor memperoleh nilai rata-rata PLI ( $I_s$ ) 0,486 Mpa dan rata-rata kuat tekan uniaksial ( $\sigma_c$ ) 11,17 Mpa. Dan 5 sampel batuan Tufa pada lereng tidak longsor memperoleh nilai rata-rata PLI ( $I_s$ ) 2 Mpa, dan rata-rata kuat tekan uniaksial ( $\sigma_c$ ) 49 Mpa.
2. Berdasarkan hasil pengamatan dipenelitian ini memperoleh geometri lereng 1 sudut 31<sup>0</sup>, lebar jalan 7,5 meter, tinggi alat 1,6

meter dan tinggi lereng 6,1 meter dan lereng 2 memperoleh sudut 36<sup>0</sup>, lebar jalan 7,5 meter, tinggi alat 1,6 meter, dan tinggi lereng 7,045 meter. Dalam hal penelitian ini pengamatan secara lansung dilapangan dengan kedudukan kemiringan lereng 1 yaitu 76<sup>0</sup>, dan lereng 2 yaitu 54<sup>0</sup>, hal ini pada kondisi lereng dipenelitian ini kondisinya tidak stabil, karena sangat mempengaruhi beberapa faktor dari kondisi geologi seperti kondisi air tanah, dan beberapa struktur geologi melihat daerah tersebut adalah daerah perbukitan di Jln Jamin Ginting km 37-39 di Desa Sibolangit, Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang.

3. Kualitas massa batuan pada penelitian lereng 1 dan lereng 2 adalah *Rock Mass Rating* (RMR) pada lereng 1, nilai yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 32 dan kelas massa batuan menurut (*Bieniawski 1989*) dengan nomor kelas IV deskripsi jelek. *Rock Mass Rating* (RMR) pada lereng 2, nilai yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 62 dan kelas massa batuan menurut (*Bieniawski 1989*) dengan nomor kelas II deskripsi baik.
4. *Slope Mass Rating* (SMR)
  - a. *Slope Mass Rating* lereng 1 berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini melakukan analisis menggunakan metode proyeksi *Software Dips* dengan terjadinya longsor guling 87,50% pada bagian segmen 1 dengan bidang diskontinuitas N 265<sup>0</sup> E/76<sup>0</sup> dan arah kemiringan lereng N 306<sup>0</sup> E/75<sup>0</sup>, memiliki perbedaan kemiringan sebesar 40<sup>0</sup> dan arah longsor N 175<sup>0</sup> E. Pada penelitian disegmen 2 lereng 1 *Slope Mass Rating*, berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini melakukan analisis menggunakan metode proyeksi *Software Dips* dengan terjadinya longsor guling 71,43% dengan arah bidang diskontinuitas N 289<sup>0</sup> E/86<sup>0</sup> dan arah kemiringan lereng N 306<sup>0</sup> E/75<sup>0</sup>, memiliki perbedaan sebesar 17<sup>0</sup> dengan arah longsor guling N 201<sup>0</sup> E. Berdasarkan penelitian disegmen 3 lereng 1 *Slope Mass Rating*, memperoleh hasil dan pembahasan dengan melakukan analisis kinematik

menggunakan metode proyeksi *Software Dips* dengan terjadinya longsoran baji 80,00%, adanya perpotongan antara dua bidang diskontinuitas 1 dan 2 dengan JS 1, N 164° E/64° dan JS 2 N 256° E/53°, dengan arah kemiringan lereng N 306° E/75°, dan arah perpotongan longsoran baji N 284° E. Berdasarkan hasil dari penelitian lereng 1 pada bagian segmen 1, 2, dan 3 kondisinya runtuhnya cenderung tidak beraturan karena kondisi batuan yang telah mengalami pelapukan di lereng 1 atau lereng yang telah terjadinya longsoran. Berdasarkan nilai *Slope Mass Rating* (SMR) sebesar 32 dengan kelas IV deskripsi massa batuan jelek.

- b. *Slope Mass Rating* lereng 2 atau yang tidak terjadinya longsor, berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini melakukan analisis kinematik menggunakan metode proyeksi *Software Dips*, dengan terjadinya longsoran guling diperoleh persentase 42,86% dengan arah bidang diskontinuitas N 259° E/72°, dan arah kemiringan lereng sebesar N 300° E/540, memiliki perbedaan sebesar 41° dengan arah longsor guling N 168° E. Berdasarkan hasil penelitian ini memperoleh nilai *Slope Mass Rating* sebesar 77,25, dengan kelas II deskripsi massa batuan baik, karena analisa runtuh yang terjadi pada lereng 2 ini masih merupakan batu tufa dengan tekstur dan komposisi yang baik dan belum terjadinya pelapukan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan penelitian diatas maka diperoleh beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlunya dilakukan uji laboratorium sifat fisik agar dapat input data hasil yang lebih akurat pada penelitian ini.
2. Perlunya melakukan perkuatan lereng terhadap kedua potensi lereng longsor dan tidak longsor yaitu longsor baji dan longsor guling, seperti berdasarkan rekomendasi perkuatan lereng lebih kepada penyangga (*retaining wall*), adalah dinding penahan yaitu yang dirancang untuk menahan tanah pada lereng yang

tidak dapat dipertahankan secara alami pada lereng.

## REFERENCES

- S Kahraman, (2014) Penentuan Kuat Tekan Uniaksial Dari Beban Titik Kekuatan Untuk Batuan Piroklastik. Departemen Teknik Pertambangan, Universitas Hacettepe, Ankara Turki.
- Muhammad Amin Syam, 2 Oktober 2018. Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Nilai Slope Mass Rating Di Desa Sukamaju, Tenggara Seberang, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Teknik Geologi dan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia.
- Primans Esa Lucky Sitompul, 2017. Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Slope Mass Rating di Bukit Peniraman. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak
- Marolop P Pangaribuan dan Retongga, 2023. Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Rock Mass Rating (RMR) dan Slope Mass Rating (SMR) untuk Menentukan Faktor Keamanan Lereng Pada Tambang Tuf, Desa Candrejo, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta.
- Mochamad Farhan. Kajian Ketabilan Lereng Menggunakan Metode Rock Mass Rating Dan Slope Mass Rating Pada Lokasi Pit 1 Penambangan Batu Granit Pt Gilgal Batu Alam Lestari. Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak
- Bieniawski, Z.T. 1989. Engineering Rock Mass Classifications, A Complete Manual for Engineering and Geologists in Mining, Civil, and Petroleum Engineering. The Pennsylvania State University.
- Ririn Tri Murniati, 2020. Analisis Kestabilan Lereng Pada Tambang Quarry di PT. Total Optimal Prakarsa (TOP), Desa Peniraman, Kalimantan Barat. Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Tengku Tibri, dkk, 2022. Pengaruh Mineral Dan Ukuran Butir Batu Tufa Terhadap

Nilai Hasil Uji Kuat Gesernya. (Studi Kasus ; Longsoran Jalan Medan-Berastagi

Km. 37-38 Sumatera Utara). Institut Sains dan Teknologi TD. Pardede

