



## **ANALISIS KESTABILAN LERENG DAN REKOMENDASI LERENG FINAL DI BLOK TUBAN PENAMBANGAN BATUGAMPING BAGIAN UTARA PT.SEMEN INDONESIA (PERSERO) Tbk**

Oleh:

**Romano Aulia Rahman<sup>[1]</sup>, Jusfarida<sup>[2]</sup>**

<sup>[1]</sup>Jurusan Teknik Geologi, FTMK, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya  
e-mail : [romanorahman@gmail.com](mailto:romanorahman@gmail.com)<sup>[1]</sup>, [jusfarida@gmail.com](mailto:jusfarida@gmail.com)<sup>[2]</sup>

### **ABSTRAK**

PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, Pabrik Tuban yang terletak di Desa Sumberarum, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban, Jawa Timur, merupakan industri semen yang memiliki tambang batugamping sebagai salah satu bahan utama dari semen. Kestabilan lereng sangat penting dalam keselamatan kegiatan pertambangan, sehingga perlu dilakukan kajian dengan tujuan untuk menentukan desain geometri lereng dengan mempertimbangkan faktor keamanan, memperkirakan longsoran yang akan terjadi, dan penanggulangan dari resiko yang mungkin akan terjadi. Penelitian ini menggunakan Metode Pembobotan *Rock Mass Rating* (RMR), kemudian dilakukan perhitungan nilai *Geological Strength Index* (GSI) dan *Slope Mass Rating* (SMR). Sedangkan analisis kestabilan lereng menggunakan bantuan *software Slide V6.0* dengan parameter masukan Mohr-Coulumb antara lain nilai kohesi, sudut geser dalam, bobot isi batuan dan kondisi air, kemudian bantuan *software Dips 6.0* untuk mengetahui analisis jenis longsoran berdasarkan data diskontinuitas. Pada lokasi penelitian, dilakukan pengukuran pada 10 blok (lereng tambang) yang terbagi menjadi 18 lokasi *scanline* (SL), yang selanjutnya dilakukan analisis laboratorium dengan 4 parameter yaitu; kuat tekan batuan, sifat fisik batuan, kohesi dan sudut geser dalam. Berdasarkan pengolahan data parameter di atas maka diperoleh hasil sebagai berikut; rata-rata potensi kelongsoran yang terjadi berjenis longsoran baji, rata-rata nilai faktor keamanan adalah 5,15 (aman), dan rekomendasi kestabilan lereng adalah melakukan pengecekan lapangan secara periodik untuk mengetahui apakah ada bidang diskontinuitas baru, memantau kadar air tanah secara periodik di sekitar lereng, melakukan pengujian kembali sifat fisik dan mekanik batuan pada setiap lereng daerah penelitian, sehingga hasil analisis kestabilan lereng akan lebih maksimal.

**Kata Kunci :** *Faktor keamanan, Tambang batugamping, Kestabilan lereng.*

### **ABSTRACT**

Semen Indonesia Pte Ltd, Tuban Factory, is located in Sumberarum Village, Kerek District, Tuban Regency, East Java. It is a cement industry which has limestone mining as one of the main materials for cement. Basically, slope stability is very vital for the safety of mining activity. Therefore, a study intended for determining the geometric design of slope is necessary by considering the safety factor, estimating the possible slide, and preventing the possible risks. The researcher employed a weighting method of *Rock Mass Rating* (RMR) and then calculated the values of *Geological Strength Index* (GSI) and *Slope Mass Rating* (SMR). In terms of slope stability analysis, *software Slide V6.0* was used through input parameters of Mohr-Coulumb such as cohesion value, internal shear angle, stone content weighting, and water condition. After that, *software Dips 6.0* was applied for investigating the slide type based on the data of discontinuity. At the research site, the researcher measured 10 blocks (mining slope) which were divided into 18 locations of *Scan Line* (SL). Next, laboratory analysis was carried out using 4 parameters i.e. stone compressive strength, stone physical property, cohesion, and internal shear angle. The results of processing data on those parameters were as follows: the average potential slide was wedge failure type and the average safety factor was 5.15 (safe). Accordingly, recommendations for getting maximum results of slope stability are periodic field checking for recognizing new discontinuity field, periodic monitoring on the soil water content around the slope, as well as re-testing the physical and mechanical properties of stone at every slope in the research site.

**Keywords:** safety factor, limestone mining, slope stability



## **PENDAHULUAN**

PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, Pabrik Tuban yang terletak di Desa Sumberarum, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban, Jawa Timur, merupakan industri semen yang memiliki tambang batugamping sebagai salah satu bahan utama dari semen. Proses penambangan Batugamping ini menggunakan sistem penambangan terbuka dengan cara peledakan (*blasting*) pada bagian tengah sampai utara tambang dan *surface mining* pada bagian selatan tambang karena dekat dengan pemukiman warga dengan tujuan untuk mengurangi debu dan kebisingan.

Stabilitas lereng dapat terganggu terutama akibat pengaruh batuan yang tidak kompak, pengaruh alam, iklim dan aktivitas manusia. Longsor terjadi karena ketidakseimbangan gaya yang bekerja pada lereng atau gaya di daerah lereng lebih besar daripada gaya penahan yang ada di lereng tersebut. Kerusakan yang ditimbulkan akibat longsor ini bukan hanya kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, hilangnya lahan-lahan pertanian, korban jiwa, akan tetapi kerusakan secara tidak langsung melumpuhkan kegiatan ekonomi dan pembangunan daerah yang terkena bencana. Dalam melakukan perhitungan analisis kelerengan terdapat beberapa metode yang umum dan biasa dipakai ahli Geologi untuk mendapatkan hasil analisis, diantaranya; metode Bishop, metode Fellenius, metode Kesetimbangan Batas Umum, metode *Rock Mass Rating* (RMR), metode Spencer, metode Janbu, dan lain-lain.

Lokasi penelitian mengambil sisi lereng bagian utara dari area pertambangan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, dikarenakan area tersebut sebagian sudah dalam tahap reklamasi paska tambang, cukup jauh dari area peledakan (*blasting*), sesuai rekomendasi dari pihak PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.

Berdasarkan latar belakang di atas maka skripsi kali ini bermaksud mengambil judul “**Analisis Kestabilan Lereng Dan Rekomendasi Lereng Final Di Blok Tuban Penambangan Batugamping Bagian Utara PT.Semen Indonesia (Persero) Tbk**”, metode yang akan digunakan dalam tulisan ini adalah Metode *Rock Mass Rating* (RMR), kemudian dilakukan perhitungan nilai *Geological Strength Index* (GSI) dan *Slope Mass Rating* (SMR), selanjutnya adalah

analisis kestabilan lereng menggunakan bantuan Software Slide V 6.0 dan analisis Kinematik menggunakan stereonet pada Software Dips V.6.

Pemilihan metode penelitian ini dipilih dengan berbagai pertimbangan, diantaranya; metode ini cocok dengan litologi batugamping yang memiliki banyak bidang diskontinuitas, kemudian metode ini akan memberikan hasil akhir yang lebih lengkap dari metode lainnya. Skripsi ini disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Kestabilan Lereng**

Kestabilan lereng adalah nilai - nilai kestabilan dari sebuah bidang di permukaan bumi yang memiliki kemiringan tertentu dengan bidang horizontal. Dalam menentukan kestabilan atau kemantapan lereng dikenal istilah faktor keamanan (*safety factor*) yang merupakan perbandingan antara gaya-gaya yang menahan gerakan terhadap gaya - gaya yang menggerakkan tanah tersebut dianggap stabil, bila dirumuskan sebagai berikut :

Menurut Bowles (1984), nilai faktor keamanan dibagi menjadi tiga kelompok seperti pada (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai Faktor Keamanan menurut (Bowles, 1984).

No.	Nilai Faktor Keamanan	Kondisi Lereng
1.	$FK < 1.07$	Lereng tidak stabil
2.	$1,07 < FK < 1,25$	Lereng keadaan kritis
3.	$FK > 1,25$	Lereng stabil

Nilai Faktor Keamanan suatu lereng kurang dari 1,07 menandakan nilai faktor penggerak lebih besar dari faktor penahan sehingga lereng dalam kondisi rawan longsor. Lereng dengan nilai faktor keamanan lebih dari 1,25 yang berarti gaya penahan lebih besar dari gaya penggerak maka lereng dalam kondisi stabil. Tetapi bila nilai kestabilan lerengnya  $1,07 < FK < 1,25$  lereng dinyatakan dalam kondisi kritis. Kondisi ini menurut Bowles (1984) tidak dikehendaki karena bila ada penambahan gaya penggerak ataupun pengurangan gaya penahan sekecil apapun dapat menyebabkan longsor.

### **Diskontinuitas**

Diskontinuitas adalah suatu istilah untuk gabungan semua struktur pada



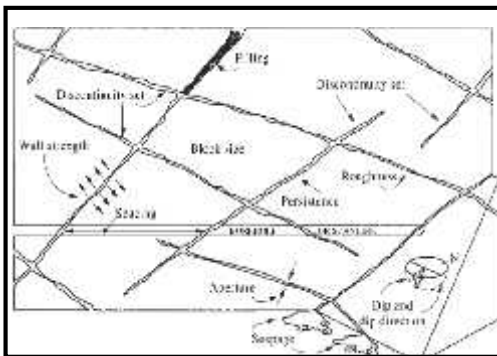
material-material yang biasanya memiliki kekuatan tarik dari 0 - rendah, yang juga dapat ditanggulangi. Keberadaan diskontinuitas akan mempengaruhi kestabilan lereng oleh sifat-sifat diskontinuitas yang dimilikinya.

Terdapat dua tipe diskontinuitas yang dapat dibedakan, antara lain *integral discontinuities*, yakni diskontinuitas yang belum memiliki bukaan sebagai akibat dari gaya luar atau pelapukan. Diskontinuitas tipe pertama ini memiliki nilai *tensile strength* yang kecil. Bidang perlapisan, bidang foliasi dan kekar yang tersementasi kuat termasuk dalam *integral discontinuities*.

Diskontinuitas tipe kedua adalah *mechanical discontinuities*, yakni diskontinuitas yang memiliki bukaan sebagai akibat respon terhadap gaya dari luar atau pelapukan. Diskontinuitas tipe ini tidak memiliki *tensile strength* tapi menghasilkan *shear strength*. Bidang perlapisan, bidang foliasi, *schistosity*, kekar, *fractures*, *shears* dan sesar termasuk *mechanical discontinuities* (Priest dan Hudson, 1976).

Terdapat sejumlah parameter diskontinuitas yang penting dalam *discontinuity survey*. Parameter tersebut antara lain adalah :

- Jarak antar diskontinuitas (*spacing*)
- Deskripsi permukaan (*roughness*)
- Bukaan (*aperture*)
- Kemenerusan (*presistence*)
- Set diskontinuitas



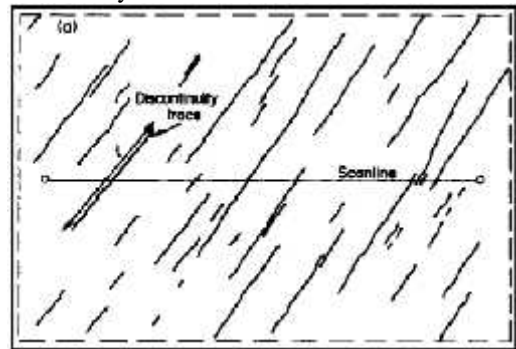
Gambar 1. Sketsa karakteristik diskontinuitas (Priest dan Hudson, 1976)

**Pemetaan Garis Pengamatan (Scanline)**

Pemetaan garis pengamatan (*scanline*) adalah pengukuran dan pencatatan dari semua struktur yang berpotongan dengan garis *sampling*. Teknik ini telah digunakan di dunia teknik sipil dan teknik pertambangan selama bertahun-tahun dan telah berjalan dengan baik. Pada (Gambar 2) struktur yang dapat diamati dalam singkapan (biasanya di

muka jenjang) diperlihatkan dari kiri ke kanan untuk dilakukan pemetaan struktur yang terpilih / berpotongan dengan garis *sampling*. Panjang garis pengamatan (*scanline*) biasanya sesuai dengan prasyarat jumlah pengukuran, walaupun begitu belum ada kesepakatan perusahaan mengenai jumlah pengukuran (Read dan Stacey, 2009).

Menurut Priest dan Hudson (1976) dan *International Society of Rock Mechanics* (ISRM) (1981, dalam Arif, 2003), panjang *scanline* yang disarankan harus diantara 10 sampai 50 kali perkiraan nilai rata-rata jarak antar diskontinuitas. Panjang *scanline* yang digunakan tergantung dari tujuan pengukuran *scanline*-nya.



Gambar 2. Profil diskontinuitas dengan *scanline* (Priest dan Hudson, 1976).

**Tingkat Massa Batuan / Rock Mass Rating (RMR)**

Tingkat massa batuan / *Rock Mass Rating* (RMR) adalah pembobotan massa suatu batuan untuk menentukan kekuatan batuan penyusun lereng tambang. Maka dilakukan pengklasifikasian berdasarkan metode *Rock Mass Rating* (RMR) basic (*Geomechanics Classification*) (Bieniawski, 1989) dengan melakukan pembobotan massa batuan berdasarkan 5 parameter.

Tabel 2. Klasifikasi (RMR) *Rock Mass Rating*, (Bieniawski, 1989).

No	Parameter	Tingkat			
		1	2	3	4
1	Rock Quality Index (RQI)	100-150	75-100	50-75	25-50
	Discontinuity Frequency (DF)	0-2	2-4	4-8	8-12
2	RMR (RQI - DF)	75-125	50-75	25-50	0-25
	Rock Mass Rating (RMR)	75-125	50-75	25-50	0-25
3	Rock Mass Rating (RMR)	75-125	50-75	25-50	0-25
	Rock Mass Rating (RMR)	75-125	50-75	25-50	0-25
4	Rock Mass Rating (RMR)	75-125	50-75	25-50	0-25
	Rock Mass Rating (RMR)	75-125	50-75	25-50	0-25
5	Rock Mass Rating (RMR)	75-125	50-75	25-50	0-25
	Rock Mass Rating (RMR)	75-125	50-75	25-50	0-25



### Indeks Kekuatan Geologi / Geological Strength Index (GSI)

Klasifikasi Indeks Kekuatan Geologi / *Geological Strength Index* (GSI) adalah salah satu klasifikasi untuk menilai tingkat kekuatan karakteristik massa batuan di lapangan. Menurut Hoek dan Bray (1981), GSI dipublikasikan oleh (Hoek dan Bray 1981), yaitu berupa sistem untuk menilai kekuatan batuan berdasarkan reduksi kekuatan batuan dari struktur rekahan dan kondisi permukaan. Dalam penggunaan Kriteria Keruntuhan Hoek-Brown, GSI merupakan hal paling penting dimana merepresentasikan kekuatan batuan dan deformasi dari hasil laboratorium dan pengamatan di lapangan (Hoek dan Bray 1981).

Berdasarkan Hoek dan Bray (1981) nilai GSI (*Geological Strength Index*) dapat diperkirakan berdasarkan nilai RMR (*Rock Mass Rating*) yang ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$GSI = RMR - 5 \quad (1)$$

Penilaian RMR dievaluasi dalam kondisi kering (rating untuk air = 15) dan dengan orientasi yang menguntungkan hubungan antara terowongan dengan orientasi diskontinuitas (rating untuk orientasi = 0) (Hoek dan Bray 1981).

### Tingkat Massa Lereng / Slope Mass Rating (SMR)

Tingkat massa lereng / *Slope Mass Rating* (SMR) adalah penerapan nilai RMR untuk memperkirakan sudut kemiringan lereng pengupasan yang aman. Ada beberapa klasifikasi Slope Mass Rating (SMR) yaitu :

1. Laubscher (1975, dalam Zakaria dkk, 2015) membahas hubungan RMR dan SMR sebagai berikut :

Tabel 3. Hubungan nilai RMR dan SMR (Laubscher (1975) dalam Zakaria dkk, 2015).

SMR	RMR
75°	81 - 100
65°	61 - 80
55°	41 - 60
45°	21 - 40
35°	0 - 20

2. Hall (1985, dalam Djakamihardja, 2009) memberikan hubungan SMR dan RMR pada Persamaan 2, sebagai berikut:

$$SMR = 0,65 RMR + 25 \quad (2)$$

3. Orr (1992, dalam Djakamihardja, 2009) memberikan hubungan SMR dan RMR pada Persamaan 3, sebagai berikut:

$$SMR = 35 \ln RMR - 71 \quad (3)$$

### Analisis Metode Kinematik

Dalam penelitian ini, metode kinematik yang digunakan untuk mengetahui potensi keruntuhan lereng batuan menggunakan streografis. Teknik streografis merupakan metode grafis yang digunakan untuk menunjukkan jurus dan kemiringan dari suatu lereng. Teknik streografis banyak digunakan untuk membantu mengidentifikasi jenis keruntuhan yang mungkin terjadi. Pengeplotan secara bersamaan antara jurus dan kemiringan, baik muka lereng maupun bidang lemah pada suatu stereonet akan segera dapat diketahui jenis dan arah keruntuhannya.

Secara umum perpaduan orientasi diskontinuitas batuan akan membentuk empat tipe keruntuhan utama pada batuan, yaitu :

- Keruntuhan geser melengkung (*circular sliding failure*)
- Keruntuhan geser planar (*planar sliding failure*)
- Keruntuhan geser baji (*wedge sliding failure*)
- Keruntuhan jungkiran (*toppling failure*)

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Metode Kuantitatif

Metode kuantitatif ini menggunakan metode *Rock Mass Rating* (RMR), kemudian dilakukan perhitungan nilai *Geological Strength Index* (GSI) dan *Slope Mass Rating* (SMR). Selanjutnya adalah analisis kestabilan lereng menggunakan bantuan Software Slide V 6.0 dengan parameter masukan Mohr-Coulumb antara lain nilai kohesi, sudut geser dalam, bobot isi batuan dan kondisi airtanah. Selanjutnya adalah analisis Kinematik dengan Teknik Streografis menggunakan stereonet pada Software Dips V.6.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

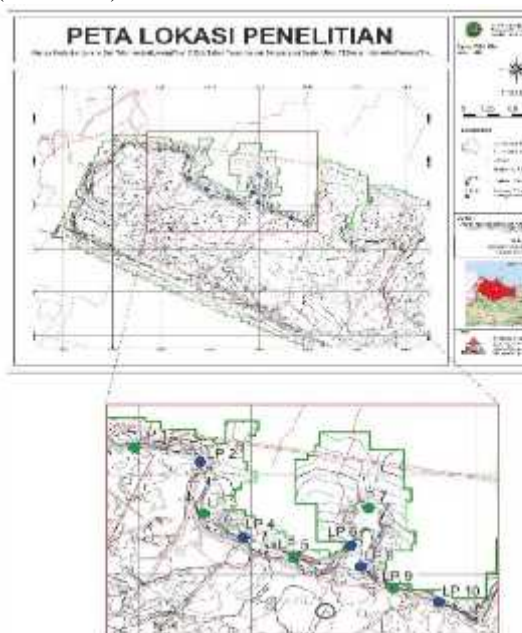
#### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak pada pertambangan Batugamping bagian utara pabrik Tuban PT.Semen Indonesia (Persero) Tbk, Desa Sumberarum, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Penelitian





dilakukan dengan metode *scanline sampling*, serta melakukan pengukuran geometri lereng sehingga didapatkan data yang aktual untuk dilakukan analisis kestabilan lereng. Pengambilan data diskontinuitas dibagi menjadi 10 blok yaitu Lokasi Pengamatan 1 yang selanjutnya disingkat LP 1, kemudian berlaku pula pada blok lain yaitu LP 2, LP 3, LP 4, LP 5, LP 6, LP 7, LP 8, LP 9 dan LP 10 (Gambar 3).



Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian.

**Litologi Penyusun**

Penentuan litologi penyusun pada seluruh blok lereng yaitu LP 1, LP 2, LP 3, LP 4, LP 5, LP 6, LP 7, LP 8, LP 9 dan LP 10 dilakukan melalui pengamatan megaskopis secara langsung di lapangan, secara keseluruhan tersusun atas batugamping (Gambar 4).

Batuan ini berwarna putih kecoklatan, berjenis sedimen non klastik, memiliki struktur masif, kemudian bertekstur amorf, memiliki komposisi mineral lempung – lempung karbonat 61%, kalsit 35%, dan lain - lain 4%, batuan ini dinamakan Wackstone (Dunham, 1962).

Batugamping non klastik adalah batuan yang terbentuk secara insitu, artinya batuan ini terbentuk tanpa mengalami transportasi dan tempat terbentuknya di laut dangkal. Batuan ini terbentuk dari kerangka kalsit yang mengalami proses pengendapan dan litifikasi yang direkatkan oleh lempung, sehingga batuan memberikan kesan yang tersusun oleh kristal.



Gambar 4. Kenampakan batugamping pada SL 6.

**Scanline Sampling**

Berikut ini adalah hasil *scanline sampling* dilakukan pada 10 blok yaitu LP 1, LP 2, LP 3, LP 4, LP 5, LP 6, LP 7, LP 8, LP 9 dan LP 10, yang terdapat 18 lokasi *scanline sampling* (Tabel 4).

Tabel 4. Jumlah rata-rata diskontinuitas dan set diskontinuitas.

No.SL	Jumlah Diskontinuitas	Jumlah Set Diskontinuitas
SL 1.1	14	4
SL 1.2	21	4
SL 2.1	12	3
SL 3.1	7	3
SL 3.2	9	3
SL 4.1	10	3
SL 5.1	15	4
SL 5.2	8	2
SL 5.3	6	3
SL 6.1	10	4
SL 6.2	9	4
SL 7.1	8	4
SL 8.1	10	4
SL 8.2	14	4
SL 9.1	10	4
SL 9.2	10	3
SL 10.1	9	3
SL 10.2	9	3



<b>RATA-RATA</b>	<b>10</b>	<b>3</b>
------------------	-----------	----------

**Rock Mass Rating (RMR)**

Berikut ini adalah hasil dari kondisi massa batuan berdasarkan bobot total *Rock Mass Rating* (RMR) dilakukan pada 10 blok yaitu LP 1, LP 2, LP 3, LP 4, LP 5, LP 6, LP 7, LP 8, LP 9 dan LP 10 (Tabel 5).

Tabel 5. Jumlah rata-rata massa batuan berdasarkan bobot total *Rock Mass Rating* (RMR).

Blok	Nilai RMR	Nomor Kelas	Deskripsi massa Batuan
LP 1	83	I	Sangat Baik
LP 2	78	II	Baik
LP 3	78,5	II	Baik
LP 4	86	I	Sangat Baik
LP 5	79	II	Baik
LP 6	80	II	Baik
LP 7	77	II	Baik
LP 8	78,5	II	Baik
LP 9	87	I	Sangat Baik
LP 10	77,5	II	Baik

**Geological Strength Index (GSI)**

Berikut adalah hasil dari kondisi massa batuan berdasarkan *Geological Strength Index* (GSI) dari seluruh blok yaitu LP 1, LP 2, LP 3, LP 4, LP 5, LP 6, LP 7, LP 8, LP 9 dan LP 10, yang terdapat 18 lokasi *scanline sampling* (Tabel 6).

Tabel 6. Jumlah rata-rata massa batuan berdasarkan *Geological Strength Index* (GSI).

Blok	No.SL	Nilai (GSI)	Nilai (GSI) Rata-rata
LP 1	SL 1.1	82	78
	SL 1.2	74	
LP 2	SL 2.1	73	73
LP 3	SL 3.1	74	73,5

	SL 3.2	73	
LP 4	SL 4.1	81	81
LP 5	SL 5.1	71	74
	SL 5.2	70	
	SL 5.3	81	
LP 6	SL 6.1	74	75
	SL 6.2	76	
LP 7	SL 7.1	72	72
LP 8	SL 8.1	74	73,5
	SL 8.2	73	
LP 9	SL 9.1	82	82
	SL 9.2	82	
LP 10	SL 10.1	74	73
	SL 10.2	71	
<b>RATA-RATA</b>			<b>75,5</b>

**Slope Mass Rating (SMR)**

Berikut adalah hasil dari kondisi massa batuan berdasarkan *Slope Mass Rating* (SMR) dari seluruh blok yaitu LP 1, LP 2, LP 3, LP 4, LP 5, LP 6, LP 7, LP 8, LP 9 dan LP 10, yang terdapat 18 lokasi *scanline sampling* (Tabel 7).

Tabel 7. Jumlah rata-rata nilai *Slope Mass Rating* (SMR).

Blok	No.SL	Laubscher (1975)	Hall (1985)
LP 1	SL 1.1	75	82
	SL 1.2	65	76
LP 2	SL 2.1	65	76
LP 3	SL 3.1	65	76
	SL 3.2	65	76
LP 4	SL 4.1	75	81
LP 5	SL 5.1	65	74
	SL 5.2	65	74
	SL 5.3	75	81
LP 6	SL 6.1	65	76
	SL 6.2	75	78
LP 7	SL 7.1	65	75
LP 8	SL 8.1	65	76



	SL 8.2	65	76
LP 9	SL 9.1	75	81
	SL 9.2	75	82
LP10	SL 10.1	65	76
	SL 10.2	65	74
<b>RATA-RATA</b>		<b>68</b>	<b>77</b>

#### Analisis Kinematik

Berikut adalah hasil dari analisis metode kinematik dari seluruh blok yaitu LP 1, LP 2, LP 3, LP 4, LP 5, LP 6, LP 7, LP 8, LP 9 dan LP 10, yang terdapat 18 lokasi *scanline sampling* (Tabel 8).

Tabel 8. Jumlah rata-rata jenis longsoran dan arah longsoran.

Blok	No.SL	Jenis Longsoran	Arah Longsoran (N°E)
LP 1	SL 1.1	Bidang	199
	SL 1.2	Bidang	207
LP 2	SL 2.1	Baji	185
LP 3	SL 3.1	Bidang	266
	SL 3.2	Baji	206
LP 4	SL 4.1	Baji	206
LP 5	SL 5.1	Baji	171
	SL 5.2	Baji	202
	SL 5.3	Baji	191
LP 6	SL 6.1	Baji	142
	SL 6.2	Baji	128
LP 7	SL 7.1	Baji	148
LP 8	SL 8.1	Baji	298
	SL 8.2	Baji	302
LP 9	SL 9.1	Baji	193
	SL 9.2	Bidang	204
LP10	SL 10.1	Baji	214
	SL 10.2	Baji	214
<b>RATA-RATA</b>		<b>Baji</b>	<b>204</b>

#### Analisis Metode Kesetimbangan Batas

Berikut adalah hasil dari analisis metode kesetimbangan batas dari seluruh blok yaitu LP 1, LP 2, LP 3, LP 4, LP 5, LP

6, LP 7, LP 8, LP 9 dan LP 10, yang terdapat 18 lokasi *scanline sampling* (Tabel 9).

**Tabel 9.** Jumlah rata-rata nilai faktor keamanan (FK).

Blok	Nilai FK	Klasifikasi
LP 1	3,438	Aman
LP 2	5,533	Aman
LP 3	3,159	Aman
LP 4	4,883	Aman
LP 5	2,962	Aman
LP 6	4,283	Aman
LP 7	8,158	Aman
LP 8	7,15	Aman
LP 9	6,202	Aman
LP 10	6,202	Aman

#### KESIMPULAN

##### Scanline Sampling

Berdasarkan hasil penelitian, hasil *scanline sampling* dilakukan pada 10 blok yaitu LP 1, LP 2, LP 3, LP 4, LP 5, LP 6, LP 7, LP 8, LP 9 dan LP 10, kemudian terdapat 18 lokasi *scanline sampling*, didapatkan jumlah rata-rata diskontinuitas 10 dan jumlah rata-rata set diskontinuitas 3.

##### Rock Mass Rating (RMR)

Berdasarkan hasil penelitian, kondisi massa batuan berdasarkan bobot total *Rock Mass Rating* (RMR), sebagai berikut; LP 1, LP 4 dan LP 9 tergolong dalam nomor kelas I dan termasuk massa batuan sangat baik, sedangkan LP 2, LP 3, LP 5 – LP 8 dan LP 10 tergolong dalam nomor kelas II dan termasuk massa batuan baik.

##### Geological Strength Index (GSI)

Berdasarkan hasil penelitian, kondisi massa batuan berdasarkan *Geological Strength Index* (GSI) dari seluruh blok yaitu LP 1, LP 2, LP 3, LP 4, LP 5, LP 6, LP 7, LP 8, LP 9 dan LP 10, kemudian terdapat 18 lokasi *scanline sampling* didapatkan nilai rata-rata sebesar 75,5.

##### Slope Mass Rating (SMR)

Berdasarkan hasil penelitian, kondisi massa batuan berdasarkan *Slope Mass Rating* (SMR) memiliki rata-rata nilai bervariasi yaitu menurut Laubscher (1975) 68° dan menurut Hall (1985) adalah 77° (Tabel 6.4). Melihat kondisi massa batuan



daerah penelitian yang tersusun atas batugamping bersifat masif dan keras serta nilai rata-rata *Rock Mass Rating* (RMR) yang termasuk massa batuan kelas II (Baik) maka wajar apabila didapatkan nilai sudut kemiringan lereng pengupasan aman hingga mencapai nilai sudut  $77^\circ$ , nilai ini didapat dari Klasifikasi Hall, 1985 mengingat yang diambil adalah nilai klasifikasi yang memiliki nilai tertinggi.

#### **Analisis Kinematik**

Berdasarkan analisis kinematik klasifikasi Hoek dan Bray (1981) dari seluruh blok yaitu LP 1, LP 2, LP 3, LP 4, LP 5, LP 6, LP 7, LP 8, LP 9 dan LP 10, kemudian terdapat 18 lokasi *scanline sampling* didapatkan jenis longsoran rata-rata bidang dan rata-rata arah longsoran N204°E.

#### **Analisis Metode Kesetimbangan Batas**

Berdasarkan hasil penelitian dari seluruh Blok yaitu LP 1, LP 2, LP 3, LP 4, LP 5, LP 6, LP 7, LP 8, LP 9 dan LP 10 didapatkan rata-rata nilai faktor keamanan (FK) 5,197 yang termasuk dalam klasifikasi lereng aman.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih kepada Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya, terimakasih banyak untuk kedua orang tua saya atas seluruh dukungannya, terimakasih kepada Bapak/Ibu dosen yang telah melimpahkan ilmu-ilmunya kepada saya, terimakasih kepada PT.Semen Indonesia (Persero) Tbk selaku penyedia

sarana untuk melakukan penelitian, kemudian terimakasih banyak untuk teman-teman Geologi angkatan 2015 sudah membantu dalam ilmu maupun pengalaman selama kuliah.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Bieniawski, Z.T. 1989. "*Engineering Rock Mass Classifications*". New York: Wiley.
- Bowless, R., 1984, Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Djakamihardja, A. S., 2009. *The Analysis of Rock Mass Characteristics Used for Design on Slope Cutting at Sections of Liwa Roadway*, Sumatera, Indonesia, Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan Jilid 19 No. 1 (2009), 25-33.
- Hoek, E. And Bray, J.W. 1981. *Rock Slope Engineering 3rd Ed., Institution of Mining and Metallurgy, London*.
- Priest, S. D., and Hudson, J. A., "*Discontinuity Spacings in Rock*", *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, vol. 13, pp. 137, 1976.
- Read, J. & Stacey, P. (eds) 2009. *Guidelines for Open Pit Slope Design*, 496 p. Melbourne: CSIRO Publishing.
- Zakaria, Z., Muslim, D., Jihadi, L. H., dan Sabila, Z. S., 2015. *Modification of Slope Mass Rating for Stable Slope Design. 10th Asian Regional Conference of IAEG*.