

**ANALISIS KEMAMPUGARUAN MASSA BATUAN
BERDASARKAN METODE *ROCK MASS RATING PIT*
S22GSB1 PT KITADIN EMBALUT *SITE* TENGGARONG
SEBERANG KUTAI KARTANEGARA
KALIMANTAN TIMUR**
*(Rippability Analysis Of Rock Mass Based On Rock Mass Rating Method
Pit S22gsb1 PT Kitadin Embalut Site Tenggarong Kutai Kartanegara,
East Kalimantan Province)*

Gerry Tri Virgin Herman, Harjuni Hasan, Tommy Trides
Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda

Abstrak

Pada tambang terbuka kegiatan pembongkaran massa batuan sangat sering kita jumpai. Kegiatan tersebut dapat dilakukan dengan tiga metode, yaitu penggalian langsung, penggaruan dan peledakan. Apabila pemilihan pembongkaran massa batuan tidak tepat maka akan berpengaruh terhadap produktivitas tambang. Penentuan metode pembongkaran massa batuan dapat dilakukan dengan menggunakan metode *grading*. Pada metode *grading*, penentuan metode pembongkaran dengan menggunakan pembobotan parameter dari sebuah massa batuan yang disebut *Rock Mass Rating*. Parameter – parameter massa batuan akan dilakukan pembobotan nilai untuk mengetahui nilai dari massa batuan. Bobot nilai dari massa batuan tersebut dapat dihubungkan dengan metode pembongkaran massa batuan yaitu *free digging*, *ripping* dan *blasting*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan metode pembongkaran massa batuan untuk setiap penurunan elevasi 10 meter. Dari luas *pit* sebesar 56,5 ha prosentase penyebaran metode pembongkaran setiap penurunan elevasi 10 meter bervariasi yaitu elevasi 10 hingga 0 msl *direct digging* 21% dan *ripping* 51%. Elevasi 0 hingga -10 msl *ripping* 54% dan *blasting* 15%, elevasi -10 hingga -20 msl *ripping* 59% dan *blasting* 11%, elevasi -20 hingga -30 msl *ripping* 43% dan *blasting* 25%, elevasi -30 hingga -40 msl *ripping* 73%.

Kata Kunci: Kemampugaruan, metode *grading*, massa batuan, Rock Mass Rating

Abstract

At the open pit mine rock mass breakage activities is very often encountered. These activities can be using by three methods, there are direct digging, ripping and blasting. If the selection of the rock mass breakage is not right, it will affect the productivity of the mine. Determination of rock mass breakage method can be achieved by using the grading method. On the grading method, the determination of breakage method by using the weighting parameters of a rock mass its called the Rock Mass Rating. The Parameters of the rock mass will be weighted values to determine the value of the rock mass. The weight of the value from the rock mass can be attributed to the rock mass breakage method that is direct digging, ripping and blasting. The results of this research showed the method of breakage of the rock mass for each elevation per 10 meters. From the pit area of 56.5 ha, percentage deployment methods breakage each elevation 10 meters is varying at the elevation of 10 to 0 msl direct digging 21% and ripping 51%. At the elevation of 0 to -10 msl ripping 54% and blasting 15%. At the elevation of -10 to -20 msl ripping 59% and blasting 11%. At the elevation of -20 to -30 msl ripping 43% and blasting 25%, and at elevation of -30 to -40 msl ripping 73%.

Keywords: *Rippability*, *grading method*, *rock mass*, *Rock Mass Rating*

PENDAHULUAN

Penggalian langsung, penggaruan dan peledakan adalah tiga metode utama yang digunakan dalam pembongkaran dan pemberaian batuan, penggaruan adalah proses pemberaian batuan dengan menggunakan *ripper* yang ditarik oleh *bulldozer*.

Lebih dari 40 tahun telah banyak penelitian dilakukan untuk mengembangkan metode yang dapat memperkirakan kemampugaruan suatu batuan, metode ini banyak digunakan oleh para

peneliti dalam menentukan kemampugaruan suatu batuan, yang kemudian dikelompokkan menjadi dua, yaitu metode langsung dan metode tidak langsung (For The Tropical Engineering Field, 1998).

Metode langsung (*direct method*) dilakukan dengan uji coba di lapangan secara langsung dengan menggunakan mesin *ripper*. Metode ini dilakukan untuk evaluasi hasil penggaruan aktual pada massa batuan tertentu. Ketika metode langsung menjadi tidak praktis untuk dilaksanakan, maka metode tak

langsung (*indirect method*) dapat menjadi cara alternatif untuk mengevaluasi kemampugaruan dari suatu massa batuan. Metode ini mencakup teknik geofisika (seismik) yang mana berfungsi untuk mendeteksi perubahan sifat fisik batuan di bawah permukaan, selain itu juga terdapat metode grafis dan *grading* (pembobotan parameter) yang didasarkan pada bidang diskontinuitas dan sifat geomekanik batuan (For The Tropical Engineering Field, 1998).

Metode penggaruan sangat dipengaruhi oleh kekuatan material. Untuk menentukan tingkat kemampugaruan suatu massa batuan, maka dianggap perlu untuk melakukan investigasi lapangan seperti pengumpulan data struktur, tingkat pelapukan dan air tanah. Hal ini dilakukan guna mengklasifikasikan suatu massa batuan ke dalam kelas tertentu, sehingga kemampugaruan massa batuan dapat diketahui.

Lokasi penambangan PT. Kitadin Embalut Site terletak ± 6 km arah Timur desa Embalut atau sungai Mahakam. Untuk mencapai lokasi tersebut dapat melalui alternatif perjalanan yaitu, Jalur darat, melalui rute Samarinda – Air Putih – daerah pemukiman transmigrasi Embalut sejauh ± 35 km.

Definisi secara umum batuan adalah campuran dari satu atau lebih mineral yang berbeda, tidak mempunyai komposisi kimia tetap. Tetapi batuan tidak sama dengan tanah. Tanah dikenal sebagai material yang *mobile*, rapuh dan letaknya dekat dengan permukaan tanah. Sedangkan menurut Talobre (1948) batuan adalah material yang membentuk kulit bumi termasuk fluida yang berada di dalamnya (seperti air, minyak, dan lain-lain). Kemudian menurut para ahli Geoteknik istilah batuan hanya untuk formasi yang keras dan padat dari kulit bumi yang merupakan suatu bahan yang keras dan koheren atau yang telah terkonsolidasi dan tidak dapat digali dengan cara biasa, misalnya dengan cangkul dan belincong.

METODOLOGI

Metode *grading* didasarkan pada sifat geomekanik batuan seperti diskontinuitas tingkat pelapukan, ukuran butir dan kekuatan batuan. Sifat-sifat tersebut dapat ditentukan dengan *rebound test*, uji kekuatan batuan, klasifikasi massa batuan, dan uji-uji lainnya. Pada dasarnya, pengujian tunggal tidak dapat mewakili sifat-sifat batuan tersebut. Oleh sebab itu, banyak pengujian dilakukan baik pengujian langsung maupun tidak langsung pada batuan. Abdullatif dan Cruden (1983) melakukan studi di 23 kuari hubungannya dengan kemampugaruan massa batuan. Massa batuan digali dengan 3 metode: penggalian langsung, penggaruan dan peledakan. Studi yang dilakukan meliputi kekuatan massa batuan dan karakteristik bidang lemah pada batuan yang berbeda-beda dan

melakukan pengujian metode penggalian secara langsung. Data-data diperoleh dengan menggunakan *scanline* pada massa batuan yang telah terbuka. Abdullatif & Cruden (1983) mengusulkan bahwa penggalian langsung dapat dilakukan apabila nilai $RMR \leq 30$, penggaruan dilakukan apabila nilai $RMR > 30$ dan ≤ 60 dan apabila nilai $RMR > 60$ maka massa batuan harus diledakkan.

Tabel 1. Hubungan nilai RMR dan Metode Penggalian (Abdullatif dan Cruden 1983)

RMR	Metode Penggalian
< 30	Penggalian Langsung (Direct Digging)
31 - 60	Penggaruan (Ripping)
61 - 100	Peledakan (Blasting)

Tabel 2. Rock Mass Rating

Parameter		Selang pembobotan				Gunakan nilai UCS		
1	Kuat tekan	PLI (MPa)	> 10	4 - 10	2 - 4	1 - 2	Gunakan nilai UCS	
	batuan utuh	UCS (MPa)	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50		
Bobot			15	12	7	4	2	1
2	RQD (%)		90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25	
	Bobot		20	17	13	8	3	
3	Jarak kekar		> 2 m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2 m	< 0.06 m	
	Bobot		20	15	10	8	5	
4	Kondisi kekar		muka sgt kasar, tak menerus, tak terpisah, dinding tak lapuk	muka agak kasar pemisahan < 1 mm, dinding agak lapuk	muka agak kasar pemisahan < 1 mm, dinding sangat lapuk	muka silikensided gouge < 5 mm, pemisahan 1-5 mm, menerus	gouge lunak > 5 mm pemisahan > 5 mm, menerus	
	Bobot		30	25	20	10	0	
5	Air tanah	Aliran per 10 m panjang singkapan (L _t /men)	kosong	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125	
		Tekanan air/tegangan utama mayor	0	< 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5	
		Kondisi umum	Kering	Lembab	Basah	Netes	Mengalir	
	Bobot		15	10	7	4	0	

Dalam mengklasifikasikan massa batuan berdasarkan sistem Klasifikasi RMR, Bieniawski menggunakan enam parameter utama yang dijumlahkan untuk memperoleh nilai total RMR, yaitu:

1. *Uniaxial Compressive Strength* (UCS)
2. *Rock Quality Designation* (RQD)
3. Jarak spasi diskontinuitas (*Spacing of discontinuities*)
4. Kondisi diskontinuitas (*Condition of discontinuities*)
5. Kondisi airtanah (*Groundwater conditions*)
6. Orientasi diskontinuitas (*Orientation of discontinuities*)

Sifat Mekanik Batuan

Metode *inverse distance weight* (IDW) atau metode sepejarak ini merupakan suatu cara

penaksiran yang telah memperhitungkan adanya letak ruang (jarak) yang merupakan kombinasi linier atau harga rata-rata tertimbang (*weighting average*) dari titik-titik data yang ada disekitarnya. Dengan demikian, bobot yang diberikan dari sebuah titik data berbanding terbalik dengan jarak data dari blok yang ditaksir.

METODOLOGI

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yang meliputi tahap persiapan, tahap pengumpulan data serta tahapan pengolahan dan analisis data serta kesimpulan.

Tahapan Persiapan

Tahapan pendahuluan yang dilakukan untuk penelitian ini meliputi :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan beberapa literatur, dan penelitian terdahulu yang berhubungan dengan kegiatan penelitian, sehingga dapat membantu dan menunjang dalam proses

Tahap Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan beberapa data yang diperlukan baik itu data primer yang langsung didapatkan di lapangan dan data sekunder yang diperlukan guna mendukung penelitian ini.

a. Data Primer

Data primer yang diambil pada penelitian ini didapatkan dari pengamatan secara langsung pada *Pit S22GSB1* yang berupa kondisi situasi aktual *pit*.

b. Data Sekunder

Adapun data sekunder yang diperlukan dalam kegiatan penelitian ini adalah data geteknik berupa data *Log bor* pemboran geotek, data desain *final Pit S22GSB1*, data kondisi air tanah serta data pengujian kuat tekan batuan dari *Pit S22GSB1*.

Tahap Pengumpulan dan Analisis Data

Tahap pengolahan dan analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengklasifikasikan nilai *Rock Quality Designation* (RQD) dengan metode langsung yang didapatkan dari hasil *core log* dari setiap lokasi titik bor.
- Analisa dari nilai uji kuat tekan batuan utuh yang didapat setelah melakukan pengujian dengan menggunakan metode *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) terhadap sampel batuan, untuk mengetahui besaran nilai kekuatan batuan dari setiap elevasi dari *pit S22GSB1*.

- Membuat grid-grid yang meng-cover *pit S22GSB1* sebagai kerangka acuan dalam pembobotan nilai *Rock Mass Rating* (RMR).
- Melakukan penaksiran nilai kuat tekan batuan, RQD dan spasi bidang diskontinu pada area *pit S22GSB1* sesuai letak grid-grid yang telah dibuat sebelumnya menggunakan metode *inverse distance weight* (IDW) dengan bantuan perangkat lunak *Gemcom Surpac 6.3.2*.
- Kemudian melakukan pengamatan serta penilaian terhadap kondisi air tanah, yang diamati pada sumur *piezometer*, guna mendukung data klasifikasi massa batuan.
- Dari hasil perhitungan dan pengamatan dari tahapan di atas, maka selanjutnya dilakukan pembobotan massa batuan berdasarkan *Rock Mass Rating* untuk mengetahui kelas massa batuanya untuk setiap titik grid-grid dengan interval elevasi setiap 10 msl.
- Cara pembongkaran massa batuan yang efektif dapat ditentukan berdasarkan metode Abdullatif & Cruden (1983) yang mana cara pembongkaran massa batuan ditentukan berdasarkan jumlah nilai pembobotan dari *Rock Mass Rating*.
- Melakukan permodelan bentuk penyebaran metode kemampugaruan pada *pit S22GSB1* dengan bantuan perangkat lunak berupa *Arc Gis 10.2.2*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pit S22GSB1 merupakan salah satu *pit* yang saat ini aktif melakukan kegiatan penambangan di tahun 2016. Luas *pit S22GSB1* berdasarkan *boundary pit* seluas 56,50 ha, pada sisi utara *pit* terdapat *disposal area* yang mana area tersebut dijadikan daerah pembuangan *overburden*. Saat ini *pit S22GSB1* melakukan kegiatan penambangan sebagian besar dilakukan pada sisi timur dari *pit* yang mana sesuai dengan *sequence* penambangan yang telah dibuat sebelumnya. Dalam kegiatan pembongkaran massa batuan pada *pit S22GSB1* pembongkarannya menggunakan peralatan mekanis seperti *excavator* kemudian dilakukan pula penggaruan dengan bantuan *bulldozer ripper*. Pada *pit* ini tidak dilakukan kegiatan peledakan pada proses pembongkaran massa batuan, hal ini dikarenakan letak dari *pit S22GSB1* yang berdekatan dengan pemukiman penduduk, fasilitas umum serta berdekatan dengan jalan poros Samarinda – Sebulu.

Pemboran Geotek

Pada analisis kemampugaruan kali ini menggunakan metode *Rock Mass Rating* (RMR). Dimana metode RMR memiliki konsep pembobotan dari beberapa parameter-parameter dari RMR itu sendiri. Untuk metode ini, beberapa parameter didapatkan dari deskripsi log bor

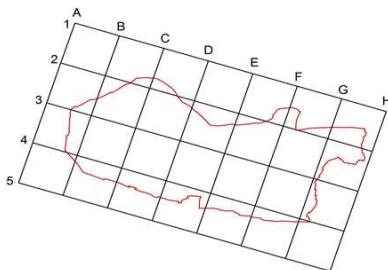
pemboran geotek yang dilakukan pada pit S22GSB1. Berikut Tabel 3 mengenai titik bor geotek yang digunakan sebagai bahan dalam melakukan kegiatan analisis pada pit S22GSB1.

Tabel 3. Koordinat Titik Bor Geotek

Hole id	X	Y	Z
G22R-05	511199	9963533	43
G22R-09	510483	9963989	17.42
G22R-12A	511.408.705	9.963.673.117	46
G22R-23	510.996.041	9.963.845.594	-3.719
G22R-34	511.784.106	9.963.745.235	0
G22R-35	511.447.710	9.963.944.161	0
G22R-37	510.511.320	9.963.762.167	19.18

Model Analisis Kemamougaruan Pit S22GSB1

Pada penelitian kali ini penulis melakukan pembobotan *Rock Mass Rating* (RMR) pada seluruh areal pit S22GSB1 agar mendapatkan hasil yang lebih akurat. Dari blok model tersebut akan dibentuk titik-titik grid yang nantinya akan memiliki nilai taksiran kuat tekan RQD dan nilai spasi diskontinu. Pada pit S22GSB1 dimensi blok model 2 dimensi yang digunakan berukuran 210 x 210 x 1 m karena dirasa cukup untuk meng-cover seluruh area pit dengan radius penaksiran yang digunakan adalah 1200 m. Skema blok model 2 dimensi dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 1. Skema Blok model 2D Pit S22GSB1

Kuat Tekan Batuan Pit S22GSB1

Hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan di pit S22GSB1 sebagian besar menunjukkan bahwa material yang terdapat di pit S22GSB1 adalah *very soft rock* hingga *very hard rock*. Nilai uji kuat tekan diambil secara sampling di sesuaikan koordinat lokasi pengambilan *sample* dan elevasinya. Hasil pengujian kuat tekan di pit S22GSB1 yang digunakan adalah hasil pengujian setiap bulannya mulai dari bulan April 2015 hingga bulan April 2016.

Nilai *Rock Quality Designation* (RQD) Pit S22GSB1

Nilai RQD didapatkan dari data log bor pemboran geotek yang dilakukan pada pit

S22GSB1, dilakukan dari elevasi 10 msl hingga elevasi -40 msl sesuai dengan elevasi pit saat ini. Setelah itu data-data nilai RQD tersebut dilakukan penaksiran nilai RQD untuk setiap titik grid yang telah dibuat pada pit S22GSB1. Dari hasil penaksiran nilai RQD didapatkan bahwa dengan elevasi yang semakin rendah maka nilai RQD cenderung mengalami peningkatan, yang menunjukkan bahwa kualitas batuan juga semakin baik.

Nilai Spasi Diskontinu Pit S22GSB1

Nilai spasi diskontinu didapatkan dari data RQD pemboran yang dilakukan pada pit S22GSB1. Data RQD tersebut selanjutnya digunakan dalam mencari nilai spasi bidang diskontinu

Kondisi Bidang Diskontinu Pit S22GSB1

Kondisi bidang diskontinu pada pit S22GSB1 didapatkan dari data log bor pemboran geotek yang kemudian dari letak tiap titik pemboran tersebut akan dijadikan acuan mengenai kondisi bidang diskontinu dari tiap grid-grid yang dibuat pada pit S22GSB1 guna melengkapi data pembobotan *Rock Mass Rating* (RMR).

Kondisi Air Tanah Pit S22GSB1

Pada saat kegiatan operasi penambangan dilakukan kerap kali timbul air tanah yang merembes dari dinding lereng, air yang muncul ini berasal dari rembesan air tanah pada dinding lereng. Kemunculan rembesan air tanah ini dapat mempengaruhi tingkat penggaruan sebuah material, karena air dapat melemahkan suatu struktur sebuah batuan.

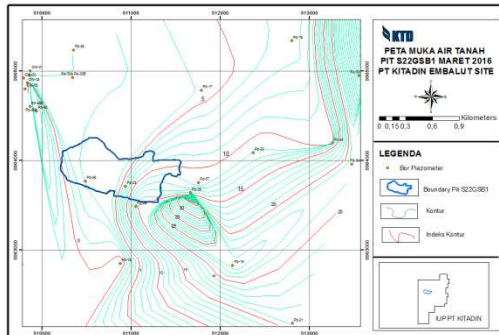
Pemantauan Airtanah

Kegiatan hidrogeologi ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satu cara awal dalam melakukan pemantauan dan pengukuran hidrogeologi adalah dengan cara melakukan instalasi pipa *piezometer*. Kegiatan tersebut dilakukan untuk mengetahui elevasi muka air tanah pada daerah penelitian serta akuifer pembawa air tanah yang paling dominan. Sehingga dapat mengidentifikasi dampak yang nantinya akan ditimbulkan dari keberadaan air tanah terhadap aktivitas penambangan.

Untuk mengetahui keberadaan air tanah di wilayah IUP PT. Kitadin Embalut *site*, maka dilakukan analisa perubahan muka air tanah melalui instalasi pipa *piezometer*. Instalasi pipa *piezometer* berfungsi untuk mengetahui elevasi muka air tanah yang terdapat di wilayah IUP terutama pada area pit S22GSB1. Selain itu, melalui instalasi pipa *piezometer* juga dapat diketahui lapisan sumber air (akuifer) di suatu daerah.

Berdasarkan hasil analisa lokasi dan pemanfaatan pipa *piezometer* terhadap aktivitas

.penambahan, maka dilakukan pemantauan dan pengukuran keadaan air tanah pada *pit* S22GSB1. Dari keadaan elevasi muka air tanah yang dilakukan pemantauan selanjutnya akan menjadi salah satu faktor pembobotan dalam parameter *Rock Mass Rating* guna mendukung kegiatan analisa.



Gambar 2. Peta Muka Air Tanah *Pit* S22GSB1

Keadaan Airtanah *Pit* S22GSB1

Hasil pengambilan data dan analisa yang telah dilakukan terhadap keadaan muka airtanah melalui metode *piezometer* maka didapatkan hasil berupa elevasi muka air tanah pada *pit* S22GSB1. Adapun hasil dari pengamatan kondisi air tanah yang bersumber dari pipa *piezometer* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Keadaan *Piezometer Pit* S22GSB1

<i>Piezometer id</i>	Elevasi air tanah (msl)	Keterangan
PZ-25	15,31	Basah
PZ-26	44,65	Basah

Berdasarkan tabel diatas maka dapat diketahui bahwa kondisi muka air tanah pada *pit* S22GSB1 berada pada rentang elevasi 3,28 msl s/d elevasi 44,65 msl, dari peta muka air tanah juga memperlihatkan keadaan elevasi muka air tanah yang cukup sama. Hal ini menerangkan bahwa keadaan elevasi air tanah cukup tinggi karena elevasi air tanah berada diatas dari elevasi *pit* yang dianalisa yaitu dari elevasi 10 msl s/d elevasi -40 msl. Adanya air tanah ini dapat melemahkan struktur dari sebuah massa batuan, sehingga berdampak pada kekuatan massa batuan yang akan dilakukan penggaruan dalam pembongkarannya.

Pembobotan *Rock Mass Rating (RMR) Pit* S22GSB1

Berdasarkan pembobotan parameter *Rock Mass Rating* untuk *pit* S22GSB1, yang mana pembobotan *Rock Mass Rating* ini dilakukan dari elevasi 10 msl s/d elevasi -40 msl diperoleh hasil pembobotan yang dapat dilihat pada Tabel 3 hingga Tabel 7.

- Elevasi 10 sd 0 msl

Tabel 3. Pembobotan RMR Elevasi 10 sd 0 msl

Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR
A1	32	A2	N/A	A3	N/A	A4	N/A	A5	N/A
B1	32	B2	N/A	B3	N/A	B4	N/A	B5	N/A
C1	32	C2	27	C3	27	C4	26	C5	N/A
D1	32	D2	32	D3	32	D4	28	D5	34
E1	47	E2	29	E3	29	E4	27	E5	40
F1	47	F2	39	F3	39	F4	61	F5	42
G1	47	G2	47	G3	63	G4	47	G5	46
H1	42	H2	42	H3	60	H4	47	H5	47

Keterangan: 0 SD 30 (*Direct Digging*), 31 sd 60 (*Ripping*), 61-100 (*Blasing*)

- Elevasi 0 sd -10 msl

Tabel 4. Pembobotan RMR Elevasi 0 sd -10 msl

Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR
A1	53	A2	N/A	A3	N/A	A4	N/A	A5	N/A
B1	53	B2	N/A	B3	N/A	B4	N/A	B5	N/A
C1	53	C2	44	C3	44	C4	34	C5	N/A
D1	53	D2	53	D3	53	D4	34	D5	34
E1	66	E2	58	E3	58	E4	54	E5	66
F1	66	F2	63	F3	63	F4	58	F5	49
G1	66	G2	71	G3	65	G4	63	G5	63
H1	66	H2	66	H3	71	H4	63	H5	63

Keterangan : 0 SD 30 (*Direct Digging*), 31 sd 60 (*Ripping*), 61-100 (*Blasing*)

- Elevasi -10 sd -20 msl

Tabel 5. Pembobotan RMR Elevasi -10 sd -20 msl

Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR
A1	63	A2	N/A	A3	N/A	A4	N/A	A5	N/A
B1	63	B2	N/A	B3	N/A	B4	N/A	B5	N/A
C1	63	C2	58	C3	58	C4	53	C5	N/A
D1	63	D2	63	D3	63	D4	53	D5	53
E1	61	E2	58	E3	58	E4	60	E5	68
F1	61	F2	61	F3	61	F4	58	F5	60
G1	61	G2	61	G3	56	G4	61	G5	61
H1	61	H2	61	H3	56	H4	61	H5	61

Keterangan: 0 SD 30 (*Direct Digging*), 31 sd 60 (*Ripping*), 61-100 (*Blasing*)

- Elevasi -20 sd -30 msl

Tabel 6. Pembobotan RMR Elevasi -20 sd -30 msl

Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR
A1	60	A2	N/A	A3	N/A	A4	N/A	A5	N/A
B1	60	B2	N/A	B3	N/A	B4	N/A	B5	N/A
C1	60	C2	58	C3	58	C4	59	C5	N/A
D1	60	D2	60	D3	60	D4	53	D5	55
E1	68	E2	58	E3	58	E4	60	E5	68
F1	68	F2	61	F3	60	F4	58	F5	55
G1	68	G2	68	G3	71	G4	61	G5	56
H1	68	H2	68	H3	73	H4	61	H5	56

Keterangan: 0 SD 30 (*Direct Digging*), 31 sd 60 (*Ripping*), 61-100 (*Blasing*)

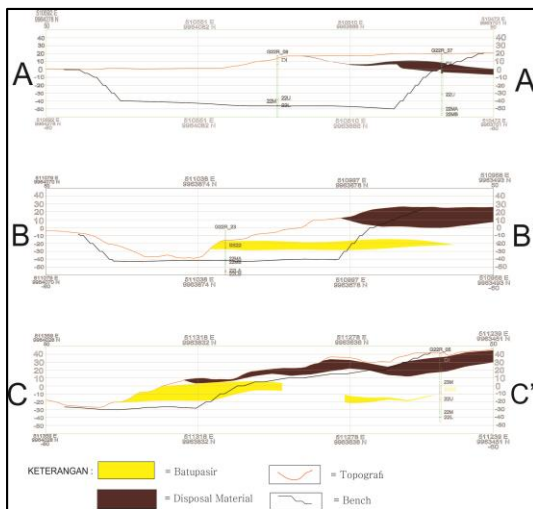
- Elevasi -30 sd -40 msl

Tabel 7. Pembobotan RMR Elevasi -30 sd -40 msl

Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR	Grid	Bobot RMR
A1	60	A2	N/A	A3	N/A	A4	N/A	A5	N/A
B1	60	B2	N/A	B3	N/A	B4	N/A	B5	N/A
C1	60	C2	56	C3	56	C4	51	C5	N/A
D1	60	D2	60	D3	60	D4	51	D5	55
E1	60	E2	56	E3	55	E4	54	E5	60
F1	60	F2	57	F3	56	F4	53	F5	53
G1	60	G2	60	G3	60	G4	51	G5	51
H1	60	H2	60	H3	60	H4	57	H5	51

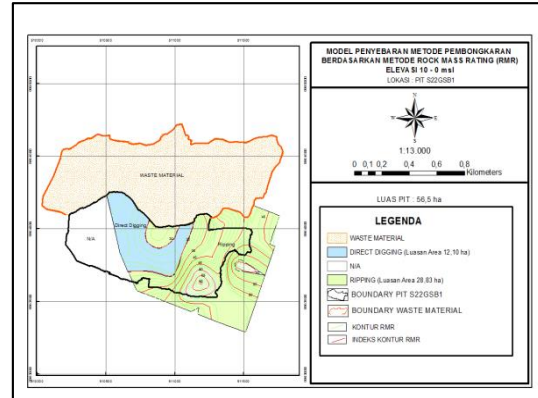
Keterangan: 0 SD 30 (*Direct Digging*), 31 sd 60 (*Ripping*), 61-100 (*Blasing*)

Metode Kemampugaruan berdasarkan *Rock Mass Rating Pit S22GSB1*

**Gambar 3.** Penampang Melintang *Pit S22GSB1*

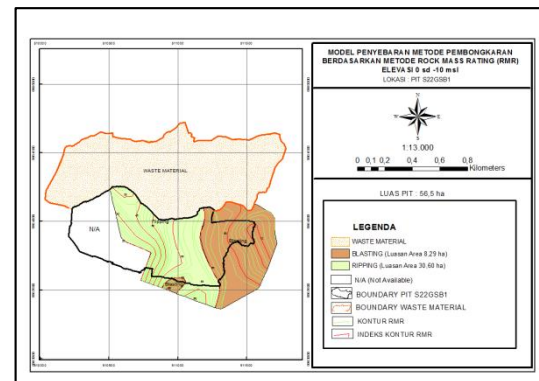
• Elevasi 10 s/d 0 msl

Pada elevasi 10 s/d 0 msl meter ini model penyebaran metode pembongkaran terbagi atas, *direct digging* dan *ripping*. Penyebaran material kerasnya mengarah ke timur dari area *pit*. Untuk luasan area dari metode kemampugaruan pada elevasi ini berbeda-beda yaitu, *direct digging* 12,10 ha dan *ripping* seluas 28,83 ha. Selanjutnya dari luas yang telah diketahui dapat pula diketahui persentase dari luasan tersebut *direct digging* 21% dan *ripping* 51%. Pada elevasi ini berdasarkan penampang yang dibuat, diketahui bahwa pada sisi barat dari *pit S22GSB1* untuk elevasi 10 s/d 0 msl merupakan daerah yang dahulunya merupakan *disposal area* serta permukaan topografi dari *pit* itu sendiri, sehingga metode pembongkarannya dapat dilakukan dengan *direct digging*.

**Gambar 4.** Penyebaran Elevasi 10 sd 0 msl

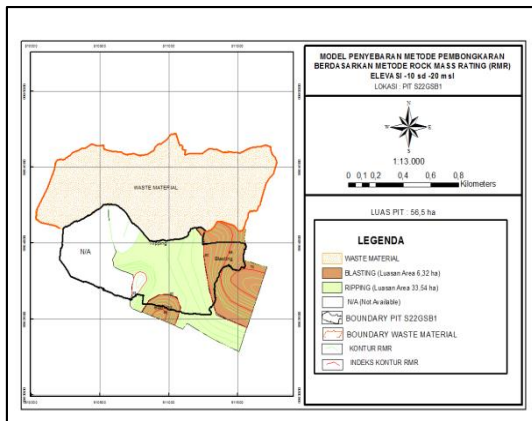
• Elevasi 0 s/d -10 msl

Berbeda dari elevasi sebelumnya, pada elevasi 10 s/d 0 msl penyebaran metode kemampugaruan dan luasannya berbeda yaitu *ripping* 30,60 ha dengan persentase luasan sebesar 54% dan *blasting* 8,29 ha dengan persentase luasan sebesar 15%. Sebaran material keras dengan metode kemampugaruannya menggunakan *blasting* berada di area timur hingga tenggara *pit*, material batuan sebagai lapisan penutup pada elevasi ini didominasi oleh batupasir.

**Gambar 5.** Penyebaran Elevasi 0 sd -10 msl

• Elevasi -10 s/d -20 msl

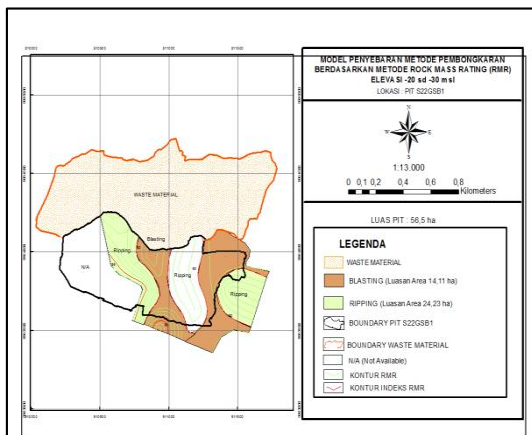
Pada elevasi -10 s/d -20 msl ini model penyebaran metode kemampugaruan sama dengan elevasi sebelumnya yaitu *ripping* dan *blasting*, hanya saja memiliki luasan area yaitu *ripping* 33,54 ha dan *blasting* 6,32 ha. Pada elevasi ini material kerasnya sama seperti pada elevasi sebelumnya yaitu mengarah ke timur hingga tenggara dari *pit* hanya saja untuk metode pembongkaran dengan *blasting* lebih mengecil penyebarannya. Untuk persentase luasan area didapatkan *ripping* 59% dan *blasting* 11%. Material batuan sebagai lapisan penutup pada elevasi ini didominasi oleh batupasir.



Gambar 6. Penyebaran Elevasi -10 sd -20 msl

- Elevasi -20 s/d -30 msl

Di elevasi -20 s/d -30 msl ini model penyebaran metode pembongkarannya hanya terbagi jadi 2 metode yaitu *ripping* dan *blasting*. Untuk luasan areanya yaitu *ripping* dengan luas 24,23 ha, sedangkan *blasting* dengan luasan area sebesar 14,11 ha. Untuk material kerasnya penyebarannya lebih bervariasi yaitu perselingan antara metode *ripping* dan metode *blasting* dari sisi barat hingga sisi timur dari *pit* S22GSB1. Persentase luasan area pada elevasi ini untuk *ripping* 43%, sedangkan *blasting* hanya 25%. Material batuan yang dominan sebagai lapisan penutup pada elevasi ini yaitu batupasir.

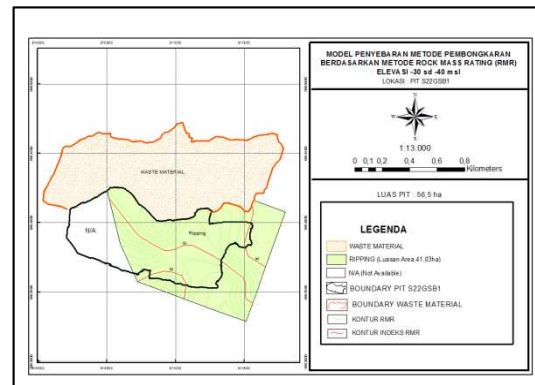


Gambar 7. Penyebaran Elevasi -20 sd -30 msl

- Elevasi -30 s/d -40 msl

Model penyebaran pada elevasi ini terlihat berbeda dari elevasi-elevasi sebelumnya. Pada elevasi hanya terdapat 1 (satu) model penyebaran metode kemampugaruan yaitu hanya ada *ripping* yang memiliki luasan area seluas 41,03 ha dengan presentase luasnya mencapai 73%. Pada elevasi ini, berdasarkan dari penampang yang telah dibuat menunjukkan bahwa *base pit* dari *pit* S22GSB1 berada pada elevasi -30 s/d -40 msl. Batuan sebagai lapisan penutup pada elevasi ini cenderung sebagai

material lunak sehingga pembongkarannya dapat dilakukan dengan kegiatan *ripping*.



Gambar 8. Penyebaran Elevasi -30 sd -40 msl

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dari bab sebelumnya, maka disimpulkan sebagai berikut :

- Rekomendasi untuk metode kemampugaruan pada *pit* S22GSB1 yang dilakukan setiap penurunan elevasi 10 meter adalah sebagai berikut:
 - Elevasi 10 sd 0 msl = *Direct digging* dan *ripping*
 - Elevasi 0 sd -10 msl = *Ripping* dan *blasting*
 - Elevasi -10 sd -20 msl = *Ripping* dan *blasting*
 - Elevasi -20 sd -30 msl = *Ripping* dan *blasting*
 - Elevasi -30 sd -40 msl = *Ripping*
- Persentase luasan area berdasarkan metode pembongkaran sebagai berikut :
 - Elevasi 10 sd 0 msl = *Direct Digging* 21% dan *ripping* 51%
 - Elevasi 0 sd -10 msl = *Ripping* 54% dan *blasting* 15%
 - Elevasi -10 sd -20 msl = *Ripping* 59% dan *blasting* 11%
 - Elevasi -20 sd -30 msl = *Ripping* 43% dan *blasting* 25%
 - Elevasi -30 sd -40 msl = *Ripping* 73%
- Rekomendasi penggunaan peralatan *bulldozer* untuk kegiatan penggaruan yaitu :
 - Bulldozer* tipe D155A dan tipe D375A (Komatsu)
 - Bulldozer* tipe D8R dan tipe D9R (Caterpillar)

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1998, *For the Tropical Engineering Field*. Universiti Teknologi Malaysia, hal 13-75.

- Balfas, M. D., 2015, *Geologi Untuk Pertambangan Umum*, Graha Ilmu, Yogyakarta, hal 103; 240-241.
- Bell, F. G., 2007, *Engineering Geology, Second Edition*. Elsevier Science Ltd. UK, hal 70; 170-171.
- Caterpillar, 2012, D8R Track Type Tractor, Caterpillar Inc., hal 1-20.
- Caterpillar, 2011, D9R Track Type Tractor, Caterpillar Inc., hal 1-20.
- Bieniawski, Z. T., 1989, *Engineering Rock Mass Clasification*. A Wiley Interscience Publication. Canada, hal 21-23; 52-58.
- Caterpillar, 2000, *Handbook Of Ripping, Twelfth Edition*. Caterpillar Inc. Illinois, hal 13, 24.
- Indonesianto, Y., 2007, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Awan Poetih Offset, Yogyakarta, hal 20.
- Komatsu, 2008, D155A Crawler Dozzer, Komatsu Ltd. Japan, hal 1-11.
- Komatsu, 2009, D375A Crawler Dozzer, Komatsu Ltd. Japan, hal 1-11.
- Kramadibrata, S., 1996, *The Influence of Rock Mass And Intact Rock Properties On The Design Of Surface Mine With Particular Reference To The Excavability Of Rock*. Curtin University of Technology, hal 78, 105.
- Rai, M. A., Kramadibrata, S., Wattimena, R. K., 2013, *Mekanika Batuan*. ITB Press, Bandung, hal 6-7; 406-407; 443-447.
- Price, D. G., 2009, *Engineering Geology Principles and Practice*, Springer, Verlag Berlin Heidelberg, hal 25, 127
- Singh, B. & Goel, R.K. 2011. *Engineering Rock Mass Classification: Tunneling, Foundation and Landslides*. Elsevier Science Ltd. UK, hal 46-49
- Sulistiyana, B., M.T, Dr. Ir. Waterman, 2015, *Perencanaan Tambang*. UPN Veteran, Yogyakarta, hal 26.
- Supriatna, S., dkk., 1995, *Peta Geologi Regional Lembar Samarinda, Kalimantan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- U.S. Army Corps Engineers, 1983, *Engineering And Design : Rock Mass Classification Data Requirements For Rippability*, Washington D.C., hal 1-6.