

STUDI KORELASI ROCK MASS RATING (RMR) DAN OVERBREAK TAMBANG EMAS TOGURACI PT. NUSA HALMAHERA MINERALS DI HALMAHERA UTARA, PROVINSI MALUKU UTARA

(Study Correlation between Rock Mass Rating (RMR) and Overbreak on Gold Mine of Toguraci in PT. Nusa Halmahera Mineral at Nort Halmahera, Nort Maluku Province)

M. Yusuf Halimin¹, Harjuni Hasan², Adi Uzaimi Winaswangusti³

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda^{1,2,3}

Email: Yusuf_halimin@yahoo.co.id

Abstrak

Pada proses penambangan bawah tanah terdapat proses peledakan, yaitu peledakan untuk pembukaan terowongan atau pada peledakan stope. Stoping adalah salah satu metode untuk mengekstraksi hanya pada tubuh biji saja (Ore) dengan sistem peledakan. Pada proses peledakan stoping, masalah yang sering terjadi yaitu adanya overbreak dan underbreak. Overbreak adalah salah satu efek dari peledakan dimana kelebihan volume peledakan di luar rencana, overbreak erat kaitannya dengan karakteristik batuan itu sendiri. Penelitian ini di Orebody Yahut pada Stoping Tambang Toguraci, PT. Nusa Halmahera Minerals, Kabupaten Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara klasifikasi massa batuan (RMR) terhadap overbreak dan mengetahui nilai dilusi pada masing-masing stoping. Pada Stoping 5015 diperoleh nilai RMR 16-63 dengan hasil perhitungan ELOS sebesar 2,41 m, pada Stoping 5035-01 diperoleh nilai RMR 15-42 dengan hasil perhitungan ELOS sebesar 1,74 m, pada Stoping 5035-02 diperoleh nilai RMR 22-67 dengan hasil perhitungan ELOS sebesar 2,65 m, pada Stoping 5080 diperoleh nilai RMR 19-63 dengan hasil perhitungan ELOS sebesar 1,73 m. Hasil perhitungan korelasi untuk RMR low dan ELOS diperoleh nilai t pearson 0,2688 dibandingkan dengan alpha 0,950 dan 0,990. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa antara RMR low dan ELOS tidak mempunyai korelasi. Hasil perhitungan korelasi untuk RMR high dan ELOS diperoleh nilai t perason 1,27 dibandingkan dengan alpha 0,950 dan 0,990. Hasil menunjukkan bahwa antara RMR high dan ELOS mempunyai korelasi. Hasil perhitungan nilai dilusi pada Stoping 5015 sebesar 50 %, pada Stoping 5035-01 sebesar 18 %, pada Stoping 5035-02 22 %, pada Stoping 5080 sebesar 45 % sehingga rata-rata dilusi untuk kegiatan penambangan yaitu sebesar 33,8%

Kata Kunci : RMR, ELOS, Korelasi, Dilusi, Halmahera

Abstract

In underground mining process, blasting is one process to open the tunnel or to blast the stope. Stopping is one of method to extraction the ore by the blasting system. In blasting process of stoping, the problems that being are overbreak and underbreak. Overbreak is one of blasting effect which it was because over blasting volume in unplanned. Overbreak is near to characteristic of its rock. The research was in yahut orebody on stoping of toguraci site in PT. Nusa Halmahera Mineral at Nort Halmahera regency-Nort Maluku. The purpose of this research was to know the correlation Rating mass Rock (RMR) to overbreak, and to know the dilution value on each stoping. In stoping 5051 was found RMR value is 15-63 with the result of ELOS calculation is 2,41 m. In stoping 5035-01 was found RMR value is 15-42 with the result of ELOS calculation is 1,74 m. In stoping 5035-02 was found RMR value is 22-67 with the result of ELOS calculation is 2,65 m. In stoping 5080 was found RMR value is 19-63 with the result of ELOS calculation is 1,73 m. The result of correlation calculated to low RMR and ELOS is found t person is 0,2688, compared with $\alpha_{(0,05, 0,01)}$ value is 0,950 and 0,990. The Result show that between low RMR and ELOS don't correlate. The result of correlation calculated to High RMR and ELOS is found t person is 1,27, compared with $\alpha_{(0,05, 0,01)}$ value is 0,950 and 0,990. The Result show that between high RMR and ELOS correlate. The dilution value on stoping 5015 is 50%, on stoping 5035-01 is 18%, on stoping 5035-02 is 22% and stoping 5080 is 45%. The average of dilution to the mining is 33,8%.

Keywords: RMR, ELOS, Correlation, Dilution, Halmahera

PENDAHULUAN

Tambang dalam atau tambang bawah tanah (*Underground Mining*) adalah metode penambangan yang segala aktifitas penambangannya dilakukan dibawah permukaan

bumi dan tempat kerjanya tidak langsung berhubungan dengan udara. Pada penambangan di salah satu Proyek PT. Nusa Halmahera Minerals, Toguraci Site, menggunakan metode *Stoping* dan *Overhand cut and Fill*. *Stoping* adalah salah satu

metode untuk mengekstrasi pada hanya tubuh biji saja (*Ore*) dengan sistem peledakan.

Pada proses peledakan *stopping*, masalah yang sering terjadi yaitu adanya *overbreak* dan *underbreak*. *Overbreak* adalah salah satu efek dari peledakan dimana kelebihan volume peledakan di luar rencana yang mengakibatkan dilusi. *Overbreak* erat kaitannya dengan karakteristik batuan itu sendiri. Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah Untuk mengetahui hubungan antara klasifikasi batuan *Rock Mass Rating* (RMR) terhadap *overbreak*, Untuk mengetahui nilai dilusi pada masing-masing *stopping*, Untuk mengestimasi nilai dilusi untuk perencanaan *stopping*. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah *overbreak* pada *stope*, Penelitian hanya dilakukan di *Orebody*, tidak meneliti mengenai *underbreak*, Karakterisasi massa batuan dengan metode *Rock Mass Rating* (RMR), Pola pemboran dan peledakan yang di asumsikan ideal, (PF yg digunakan sama), tidak memperhitungkan terhadap *Backfill* dilusi.

Kegiatan Penelitian dilakukan pada Tambang Emas (*gold mine*) PT. Nusa Halmahera Mineral atau bisa di kenal dengan *Gosowong Site* beroperasi di Desa Tobobo, Kecamatan Kao teluk, Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara wilayah Indonesia bagian timur. Secara geografis terletak pada 127° 30'00" BT – 128° 00'00" BT dan 1° 00'00" LU – 1° 00'00" LU sekitar 55 km disebelah timur laut kota Ternate.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahap Penelitian

Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi 3 tahap, yaitu tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data dan kesimpulan.

Tahap Pengumpulan Data

Penelitian yang dilaksanakan di PT. Nusa Halmahera Minerals dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan secara keseluruhan data yang dikumpulkan antara lain:

- Data Desain *Stope*
Data desain digunakan untuk mengetahui berapa volume dari desain tersebut. Di dalam desain *stope* tersebut terdapat geometri *stope* yaitu : panjang *stope*, lebar *stope*, dan tinggi *stope*. Data desain *stope* diperoleh dari *sectio mine plan*.
- Data *Cavity Monitoring System* (CMS)
Data CMS digunakan untuk mengetahui berapa volume *overbreak* dari suatu *stope*. Data CMS diperoleh dari *sectio survey*.
- Data *Rock Mass Rating*
Data *Rock Mass Rating* untuk mengkorelasikan dengan *ELOS*. Data *Rock Mass Rating* diperoleh dari *sectio geotech*

Tahap Pengolahan Data

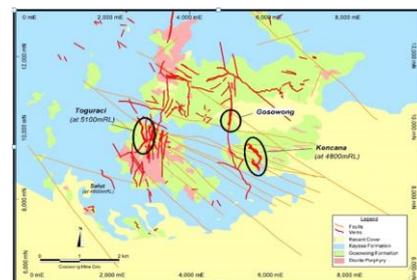
Tahapan pengolahan data terdiri atas:

- Rock Mass Rating*
Rock Mass Rating (RMR) diperoleh dari *sectio geotech* PT. Nusa Halmahera Minerals. *Sectio geotech* memperoleh nilai *Rock Mass Rating* menggunakan parameter yang dibuat oleh *sectio geotech*. Adapun parameter yang dibuat oleh *sectio geotech* untuk menentukan nilai RMR yaitu penentuan strenght, penentuan nilai RQD, penentuan jarak antar kekar, kondisi kekar, dan kondisi air tanah
- Equivalent Linier Overbreak/Slough* (ELOS)
Untuk memperoleh nilai ELOS dengan menggunakan rumus pertama-tama mendapatkan volume *overbreak* dengan menggunakan software setelah itu tinggi dan panjang desain *stope* diketahui sehingga diperoleh lah nilai ELOS pada masing-masing *stopping*.
- Korelasi RMR dan *Equivalent Linier Overbreak/Slough* (ELOS)
Setelah diperoleh nilai RMR dan nilai ELOS pada masing-masing *stopping*, kemudian peneliti akan mengkorelasikan nilai RMR dan nilai ELOS pada masing-masing *stopping*
- Dilusi
Dilusi diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan rumus, untuk memperoleh nilai dilusi data-data yang digunakan yaitu volume *overbreak* dan volume dari desain *stope*, volume *overbreak* dan volume dari desain *stope* diperoleh menggunakan bantuan software. Dilusi ini dapat dijadikan rekomendasi yang dapat dijadikan estimasi untuk perencanaan *stopping* kedepannya.

HASIL DANN PEMBAHASAN

Tinjauan Umum

Terdapat tujuh zona mineralisasi *vein* kuarsa. Tujuh zona tersebut adalah *vein* midas, *vein* damar, *vein* kayu manis, *vein* yahut, *vein* t-fault jembatan dan *vein* lintang, dimana *vein*-*vein* tersebut terdapat di tiga lokasi yaitu tambang Toguraci, Gosowong, dan Kencana. Peta mineralisasi PT. Nusa Halmahera Minerals dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Mineralisasi PT. Nusa Halmahera Minerals

Klasifikasi Rock Mass Rating (RMR)

Terdapat beberapa parameter untuk menentukan nilai *Rock Mass Rating* (RMR) seperti kuat tekan batuan utuh, RQD, jarak antar kekar, kondisi kekar dan air tanah. *Sectio* geotek menggunakan parameter tersendiri untuk menentukan kualitas batuan, adapun parameter untuk klasifikasi batuan sebagai berikut :

- Very Poor : < 25
- Poor : 25 – 35
- Fair : 35 – 55
- Very Good : > 55

Kekuatan Batuan

Pada penelitian ini penentuan kekuatan batuan menggunakan parameter yang dibuat oleh *sectio* geotek. Berikut hasil kekuatan batuan pada masing-masing *stopping* dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kekuatan Batuan masing-masing *Stopping*

Stope	Panjang core logs (cm)	Kekuatan batuan	Rating
5015	8.00 – 9.50	R0	2
	23.90 – 24.50	R1-R2	3
	32.20 – 33.10	R2-R3	3
	223.10 – 225.00	R3-R4	10
5035-01	0.00 – 1.40	R0	0
	2.50 – 4.00	R0-R1	1
	4.70 – 5.80	R1-R2	3
	229.00 – 230.90	R3	7
5035-02	9.50 – 11.00	R3-R4	10
	17.20 – 17.90	R2-R3	5
	17.90 – 18.20	R2	4
	65.10 – 66.60	R4	12
5080	0.00 – 2.30	R2	4
	9.70 – 11.20	R2-R3	5
	42.90 – 44.40	R3-R4	10
	150.90 – 153.70	R4	12

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa, pada *stopping* 5015 memiliki kekerasan batuan R0-R4 dengan rating 0 sampai 12, pada *stopping* 5035-01 memiliki kekerasan batuan R0-R3 dengan rating 0 sampai 7, pada *stopping* 5035-02 memiliki kekerasan R2-R4 dengan rating 4 sampai 12, pada *stopping* 5080 memiliki kekerasan R2 sampai R4 dengan rating 4 sampai 12

Rock Quality Designation

Berikut nilai RQD untuk masing-masing *stopping* dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Nilai RQD pada masing-masing *Stopping*

Stope	RQD	True RQD	Rating
5015	10	7	1
	30	50	8
	37	41	7
	90	47	8
5035-01	10	7	1
	10	7	1
	10	9	1
	70	37	6
5035-02	30	20	2
	40	57	11
	20	67	12
	55	37	6
5080	0	0	0
	25	17	2
	75	50	8
	199	70	8

Berdasarkan tabel diatas pada *stopping* 5015 dengan nilai RQD 7 sampai 47 maka kualitas

batuan tersebut dari sangat jelek sampai jelek, sedangkan pada *stopping* 5035-01 dengan nilai RQD 7 sampai 37 maka kualitas batuan tersebut sangat jelek sampai jelek, pada *stopping* 5035-02 dengan nilai RQD 20 sampai 67 maka kualitas batuan tersebut dari sangat jelek sampai sedang, pada *stopping* 5080 dengan nilai RQD 0 sampai 70 maka kualitas batuan tersebut sangat jelek sampai sedang

Spasi Kekar

Spasi kekar merupakan jarak tegak lurus antar kekar yang berdekatan. Spasi kekar dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Spasi Kekar pada masing-masing *stopping*

Stope	Spasi kekar	Rating
5015	<50 mm	5
	50-100 mm	8
	50-200 mm	10
	50-300 mm	12
5035-01	<50 mm	5
	<50 mm	5
	<50 mm	5
	50-300 mm	12
5035-02	50-300 mm	12
	50-300 mm	12
	50-100 mm	8
	50-300 mm	12
5080	<50 mm	5
	50-100 mm	8
	50-200 mm	10
	0,3-1 m	16

Berdasarkan tabel diatas jarak antar kekar pada *stopping* 5015 kurang dari 50 mm sampai dengan 50-300 mm, pada *stopping* 5035-02 jarak antar kekar kurang dari 50 mm sampai 50-300 mm, pada *stopping* 5035-02 jarak antar kekar dari 50-100 mm sampai 50-300 mm, pada *stopping* 5080 jarak antar kekar kurang dari 50mm sampai dengan 0,3-1 m.

Karakteristik Kekar

Karakteristik kekar meliputi kemenerusan, jarak antar permukaan kekar, kekasaran kekar, material pengisi dan tingkat pelapukan. Adapun kondisi kekar masing-masing *stopping* dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Karakteristik Kekar pada masing-masing *Stopping*

Stope	Spasi kekar	Rating
5015	<i>Soft gouge</i>	2
	<i>Soft</i> <5mm	8
	<i>Hard</i> <5mm	14
	<i>Hard</i> <1mm	17
5035-01	<i>Soft gouge</i>	2
	<i>Soft</i> <5mm	8
	<i>Soft</i> <5mm	8
	<i>Hard</i> <1mm	17
5035-02	<i>Hard, open</i> >5mm	12
	<i>Hard</i> >5mm	14
	<i>Soft, open</i> >5mm	6
	<i>Hard</i> >5mm	14
5080	<i>Soft gouge</i>	2
	<i>Soft</i> <5mm	8
	<i>Hard</i> <5mm	14
	<i>Hard</i> <1mm	17

Berdasarkan tabel diatas kondisi kekar pada *stopping* 5015 dari tidak ada rekahan sampai dengan lebar bukaan kekar *hard* kurang dari 5mm, pada *stopping* 5035-01 kondisi kekar dari tidak ada rekahan sampai dengan lebar bukaan kekar *hard* kurang dari 1mm, pada *stopping* 5035-02 kondisi lebar bukaan *soft* kurang dari 5mm sampai dengan lebar bukaan *hard* lebih dari 5mm, pada *stopping* 5080 kondisi kekar dari tidak ada rekahan sampai dengan lebar bukaan kekar *hard* kurang dari 5mm.

Kondisi Air Tanah

Kondisi air tanah pada lokasi pada masing-masing *stopping* dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Kondisi Air Tanah pada masing-masing *Stopping*

Stope	Kondisi air tanah	Rating
5015	Moist	8
	Dry	10
	Dry	10
	Dry	10
5035-01	Moist	8
	Moist	8
	Dry	10
	Dry	10
5035-02	Dry	10
	Dry	10
	Wet	6
	Dry	10
5080	Moist	8
	Dry	10
	Dry	10
	Dry	10

Berdasarkan tabel diatas kondisi air tanah pada *stopping* 5015 dari *moist* sampai dengan *dry*, pada *stopping* 5035-01 kondisi air tanah dari *moist* sampai dengan *dry*, pada *stopping* 5035-02 kondisi air tanah dari *wet* sampai dengan *dry*, pada *stopping* 5080 kondisi air tanah dari *moist* sampai dengan *dry*.

Setelah kelima parameter didapatkan, untuk mendapatkan kualitas batuan setiap *stopping* dikategorikan berdasarkan klasifikasi RMR tersebut dengan menggunakan persamaan 2.3. nilai RMR pada masing-masing *stopping* pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Nilai RMR masing-masing *Stopping*

Lokasi	Nilai RMR <i>low</i>	Nilai RMR <i>high</i>
5015	16	66
5035-01	15	42
5035-02	22	67
5080	19	63

Equivalent Linier Overbreak/Slough (ELOS)

Overbreak mengacu pada volume bahan galian di luar bentuk desain yang telah direncanakan pada *stope*. Untuk mendapatkan nilai ELOS menggunakan rumus 2.4. Adapun nilai

ELOS pada masing-masing *stopping* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Stopping 5015} &= \frac{174 \text{ m}^3}{6 \text{ m} \times 12 \text{ m}} \\ &= 2,41 \text{ m} \end{aligned}$$

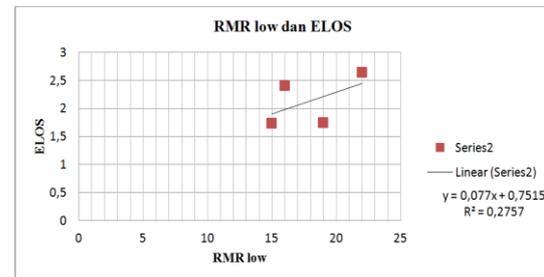
$$\begin{aligned} \text{Stopping 5035-01} &= \frac{680 \text{ m}^3}{13 \text{ m} \times 30 \text{ m}} \\ &= 1,74 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stopping 5035-02} &= \frac{419 \text{ m}^3}{12 \text{ m} \times 45 \text{ m}} \\ &= 2,65 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stopping 5080} &= \frac{1724 \text{ m}^3}{12 \text{ m} \times 83 \text{ m}} \\ &= 1,73 \text{ m} \end{aligned}$$

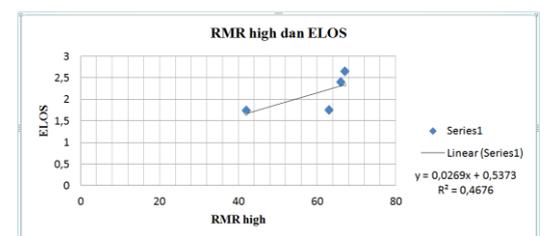
Korelasi RMR dan ELOS

Setelah nilai RMR dan nilai ELOS diperoleh pada masing-masing *stopping*, maka selanjutnya akan ditentukan hubungan antara nilai RMR terhadap nilai ELOS menggunakan rumus 2.11 dan akan mengetahui persentase nilai RMR yang mempengaruhi ELOS dengan menggunakan diagram, adapun diagram dapat dilihat pada gambar 4.2 dan 4.3



Gambar 4.2 Korelasi RMR low dan ELOS

Berdasarkan pengujian korelasi, diperoleh nilai t korelasi pearson yaitu 0,8609. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan nilai t tabel dengan alpha 0,05 dan 0,01 yaitu 0,950 dan 0,990. Dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa nilai t korelasi pearson lebih kecil dari nilai t tabel, sehingga antara RMR low dan ELOS tidak mempunyai korelasi yang signifikan. Pada diagram diketahui nilai R² atau koefisien determinasi yaitu 0,2757 atau 27,57%, nilai ini menyatakan bahwa nilai ELOS yang dipengaruhi oleh nilai RMR low yaitu hanya 27,57.



Gambar 4.3 Korelasi RMR high dan ELOS

Berdasarkan pengujian korelasi, diperoleh nilai *t* korelasi pearson yaitu 1,27. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan nilai *t* tabel dengan alpha 0,05 dan 0,01 yaitu 0,950 dan 0,990. Dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa nilai *t* korelasi pearson lebih besar dari nilai *t* tabel, sehingga dapat disimpulkan antara RMR *high* dan ELOS mempunyai korelasi yang signifikan. Pada diagram diatas diketahui nilai R² atau koefisien determinasi yaitu 0,4676 atau 46,76% , nilai ini menyatakan bahwa nilai ELOS yang dipengaruhi oleh nilai RMR high yaitu 46,76%.

Dilusi

Di setiap terjadinya overbreak atau kelebihan volume pada saat peledakan pada akan menghasilkan dilusi. Dilusi yaitu bercampurnya batuan yang tidak mengandung bijih atau bagian dari bijih yang mempunyai kadar bijih kecil dengan bijih hasil penambangan sehingga akan menghasilkan kadar yang lebih kecil. Dengan menggunakan rumus 2.15, diperoleh nilai dilusi sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Stoping 5015} &= \frac{174}{549} \times 100 \\ &= 50\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stoping 5015} &= \frac{680}{3833} \times 100 \\ &= 18\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stoping 5015} &= \frac{419}{1946} \times 100 \\ &= 22\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stoping 5015} &= \frac{1724}{3795} \times 100 \\ &= 45\% \end{aligned}$$

Untuk estimasi dilusi untuk kegiatan penambangan selanjutnya adalah 33,8%

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada bab selanjutnya maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk RMR *low* dan ELOS diperoleh nilai *t* korelasi *pearson* 0,8609 dan *t* tabel dengan alpha 0,05 dan 0,01 yaitu 0,950 dan 0,990, sehingga antara RMR *low* dan ELOS tidak mempunyai korelasi yang signifikan, Untuk RMR *high* dan ELOS diperoleh nilai *t* korelasi *pearson* 1,27 dan *t* tabel dengan alpha 0,05 dan 0,01 yaitu 0,950 dan 0,990, sehingga antara RMR *high* dan ELOS mempunyai korelasi yang signifikan
2. Adapun nilai dilusi pada masing-masing *stopping* sebagai berikut: pada *Stoping 5015* diperoleh nilai dilusinya adalah 50%, pada 5035 stp-01 diperoleh nilai dilusinya adalah

18%, pada 5035 stp-02 nilai dilusinya adalah 22%, pada 5080 diperoleh nilai dilusinya adalah 45%.

3. Untuk estimasi nilai dilusi pada kegiatan penambangan berikutnya adalah 33,8%.

Saran

1. Untuk pengambilan data RMR dapat dilakukan secara langsung karena dapat melihat secara aktual jarak antar kekar, kondisi kekar, dan kondisi air tanah.
2. Untuk nilai *Rock Mass Rating* (RMR) *high* pada peledakan *stopping* dilakukan tindakan khusus agar tidak terjadi *overbreak* yang signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan dan bimbingan Bapak Dr.Ir. Harjuni Hasan, M.Si selaku dosen pembimbing 1, Bapak Ir. Adi Uzaimi Winaswangusti selaku dosen pembimbing 2, Bapak Alif Agung Hariadi dan Bapak Agung Albayysag selaku pembimbing lapangan PT. Nusa Halmahera Minerals, Keluarga tercinta untuk Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan, serta angkatan S1 Teknik Pertambangan 2010 yang telah banyak membantu, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Irianto.2004. *Statistik Konsep Dasar, Aplikasi, dan Pengembangannya Edisi Kedua* : P 134-146
- Bieniawski, Z.T. 1989, *Engineering Rock Mass Clasification ; A Complete Manual For Engineers and Geologist in Mining, Civil, and Petroleum Engineering*, A Wile – Interscience Publication, New York
- Brewis, T. 1995. Narrow Vein Mining 1 – Steeps Veins. *Mining Magazine*, 173: P 316-317
- Connors, C., Wheeler, L., Forsyth, B., and Clark. L., 1996. Determination of Blast Damage Mechanisms in Low Quality Rock Masses. *CANMET DSS File 02SQ. 23440-4-1046*
- D. Jean Hutchinson, Mark S. Diederich. 1996. *Cabelbolting in Underground Mines*: P 3
- Kramadibrata, Suseno & Wattimena, Ridho., 2009. *Advised Geotechnical Assesment For Open Pit Mines in Traptical Countries Minimising Geotechnical Risk*, Laboratory Geomechanics & Mining Equipment

Department of Mining Engineering Institute
Technology of Bandung, Bandung

Pakalnis, R., Poulin, R., and Hadjigeorgiou J.,
1995. *Quantifying the Cost of Dilution in
Underground Mines*. Mining Engineering,
December 1995, pp: 1136-1141

Vallee, M., David, M., Dagbert, M., and
Desrochers, C., 1992. Guide to the
Evaluation of Golds Deposits; *CIM Special
Volume 45*. ISBN 0-919086-31-4

Villaescusa, E., and Kaganathan, K. 1998. *Backfill
for Benchstopping Operations*. In Minefill 98.
AusIMM, Brisbane; p 179-184