

EVALUASI GEOMETRI PELEDAKAN TERHADAP FRAGMENTASI HASIL PEMBONGKARAN BATUGAMPING PT. SEMEN TONASA PROVINSI SULAWESI SELATAN

Rhisky Adam^{*1}, Agustinus Isjudarto², Mustapa Ali Mohammad³

^{1,2}Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl. Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta.
Telp: (0274) 485390, 486986 Fax: (0274) 487249

³Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, ITNY

e-mail: *riskyadam99@gmail.com, 2isjudarto21@gmail.com, 3mustapa@itny.ac.id

Abstrak

Keberhasilan kegiatan peledakan dapat dilihat dari fragmentasi hasil peledakannya. Fragmentasi yang baik bersifat tidak terlalu halus atau kasar (boulder), melainkan optimal sesuai alat yang beroperasi. Masalah yang sering timbul adalah tidak diperolehnya fragmentasi batuan yang diinginkan dalam kegiatan peledakan tersebut. Hal ini menyebabkan kegiatan pengeboran dan peledakan tidak ekonomis lagi. Sehingga perlu dilakukan studi terhadap kegiatan pengeboran dan peledakan yang dilakukan serta fragmentasi batuan yang dihasilkan. Berdasarkan hasil pengukuran dapat diketahui ukuran rata-rata fragmentasi batuan hasil peledakan >60 cm dengan menggunakan metode analisis gambar adalah 11,54%, dan rata-rata fragmentasi batuan hasil peledakan >60 cm dengan model kuz-ram sebesar 19,89%, sehingga dari hasil penelitian didapatkan persentasi ukuran fragmentasi teoritis belum memenuhi target yaitu 60 cm dengan persentasi <15%. Geometri peledakan usulan yang diharapkan mampu memberikan fragmentasi batuan hasil peledakan adalah burden 4 m, spasi 5 m, panjang kolom isian 5,8 m, stemming 3,2 m, kedalaman lubang ledak 9 m, loading density 8,743 kg/m, dengan powder factor 0,28 kg/Bcm. Geometri usulan ini akan memberikan fragmentasi boulder sebesar 14,68 %.

Kata kunci : Peledakan, Geometri, dan Fragmentasi

Abstract

The success of the blasting activity can be seen from the fragmentation of the blast results. Good fragmentation is not very smooth or rough (boulder), but optimal according to the tool that operates. A common problem is the lack of desired rock fragmentation in the blasting activity. This causes drilling and blasting activities to be unemic anymore. Therefore, it is necessary to conduct studies on drilling and blasting activities carried out as well as the fragmentation of the resulting rocks. Based on the results of measurements can be known the average size of rock fragmentation resulting from blasting >60 cm using the method of image analysis is 11.54%, and the average fragmentation of rocks blasting >60 cm with a kuz-ram model of 19.89%, so from the results of the study obtained the percentage of theoretical fragmentation size has not met the target of 60 cm with a percentage of <15%. Geometri peledakan usulan yang diharapkan mampu memberikan fragmentasi batuan hasil peledakan adalah burden 4 m, spasi 5 m, panjang kolom isian 5,8 m, stemming 3,2 m, kedalaman lubang ledak 9 m, loading density 8,743 kg/m, dengan powder factor 0,28 kg/Bcm. Geometri usulan ini akan memberikan fragmentasi boulder sebesar 14,68 %.

Keywords: Blasting, Geometry, and Fragmentation

1. PENDAHULUAN

Semen Tonasa produsen semen terbesar di Kawasan Timur Indonesia yang menempati lahan seluas 715 hektar terletak di Desa Birinere, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Berada sekitar 68 kilo meter dari kota Makassar (Ibukota Propinsi Sulawesi Selatan). Sistem penambangan yang di terapkan PT. Semen tonasa adalah sistem penambangan terbuka (*Surface Mining*) dengan metode *quarry*. Dalam penambangan batugamping dengan metode *quarry* di PT. Semen Tonasa sistem peledakan digunakan karena batuan yang relative keras sehingga tidak bisa digali dengan menggunakan alat gali yang ada. Kegiatan peledakan yang dilakukan di PT. Semen Tonasa saat penelitian berlangsung pada lokasi B4, B5 dan B9 dengan bahan peledak ANFO (*ammonium nitrate fuel oil*) dan *Dabex*. Keberhasilan kegiatan peledakan dapat dilihat dari fragmentasi hasil peledakannya. Fragmentasi yang baik bersifat tidak terlalu halus atau kasar (boulder), melainkan optimal sesuai alat yang beroperasi. Masalah yang sering timbul adalah tidak diperolehnya fragmentasi batuan yang diinginkan dalam kegiatan peledakan tersebut. Hal ini menyebabkan kegiatan pengeboran dan peledakan tidak ekonomis lagi. Sehingga perlu dilakukan studi terhadap kegiatan pengeboran dan peledakan yang dilakukan serta fragmentasi batuan yang dihasilkan. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah mengetahui geometri peledakan yang diterapkan di lapangan dan membandingkan dengan perhitungan geometri secara teoritis menurut (Ash, R.L,1963) dan *ICI explosive*, memprediksi ukuran fragmentasi hasil peledakan menggunakan metode Kuz-Ram dan mengukur ukuran fragmentasi material hasil peledakan menggunakan software split desktop.

2. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini penulis menggabungkan Antara teori dan kenyataan yang terdapat di lapangan. Dari kedua hal itu maka dapat ditarik pendekatan terhadap penyelesaian permasalahan yang timbul. Urut-urutan kegiatan yang ditempuh sebagai berikut :

1. Tahap studi literatur

Tahap awal dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu dengan melakukan studi literatur. Studi literatur dengan mencari bahan-bahan pustaka yang dapat dijadikan sebagai penunjang dalam dalam pelaksanaan penelitian. Studi literatur yang dilakukan untuk mengetahui pemahaman tentang aktivitas pemboran, peledakan, dan pemahaman mengenai perhitungan geometri peledakan menurut rumus *R.L. Ash* (1967), *ICI Explosive* (1997) dan metode Kuzram dan *split desktop* untuk fragmentasi.

2. Tahap observasi lapangan

Tahap berikutnya adalah melakukan *survey* dan pengamatan awal di daerah penelitian. Tahap observasi lapangan ini bertujuan untuk :

- A. Mengidentifikasi dan menganalisa masalah yang terjadi di daerah penelitian.
- B. Melakukan orientasi terhadap situasi lapangan untuk mempelajari cara pengambilan data primer agar pengambilan data dapat dilakukan dengan baik dan aman sesuai *Standard Operational Procedure* (SOP) yang berlaku.

3. Pengambilan Data

Tahapan pengambilan data terdiri dari dua jenis yaitu Data Primer dan Data Sekunder. Data primer didapatkan dengan pengamatan dan pengukuran di lokasi penelitian. Sedangkan data sekunder adalah data yang berasal dari arsip perusahaan, literatur, hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian.

Data- data yang diambil adalah sebagai berikut :

A. Data primer

Data primer antara lain :

- 1) Geometri pemboran dan peledakan aktual
- 2) Jenis, spesifikasi dan jumlah bahan peledak yang digunakan

3) Data dan foto fragmentasi hasil peledakan

B. Data sekunder

Data sekunder antara lain :

- 1) Lokasi dan kesampaian daerah penelitian
- 2) Kondisi geologi regional daerah penelitian
- 3) Data litologi lokasi penelitian
- 4) Kegiatan penambangan (peledakan dan pemboran)
- 5) Peralatan dan perlengkapan yang digunakan dalam peledakan

4. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah data primer dan data sekunder dikumpulkan yaitu melakukan perhitungan dan penggambaran yang diperlukan dengan menggunakan rumus-rumus dari dasar teori yang ada.

5. Pembahasan

Pembahasan yang membahas tentang kegiatan penambangan granit dan kegiatan peledakan dengan menganalisa ukuran fragmentasi hasil peledakan dengan besaran powder factor yang telah ditentukan.

6. Kesimpulan dan Saran

Dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh kesimpulan sementara, kemudian kesimpulan sementara ini akan diolah lebih lanjut pada bagian pembahasan. Kesimpulan diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan data dengan permasalahan yang diteliti dan kesimpulan ini merupakan hasil akhir yang direkomendasi dari semua masalah yang dibahas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kegiatan *drilling* dan *blasting* di *Quarry* PT. Semen Tonasa

Pemboran dilakukan dengan *Crawler Drill Atlas Copco T45*, *Crawler Drill Atlas Copco CM348/VL140* dengan bantuan kompresor *Atlas Copco XRVS 476CD* untuk *Primary* dan *Furukawa PCR-200CD* dengan bantuan kompresor *Ingersollrand XHP900BWCAT* dan *Ingersollrand HP750WCU* untuk *Secondary Blasting*. Untuk *Primary Blasting* diameter lubang bor adalah sebesar 4,5 Inch dan kedalaman rata-rata 9,6 m. Sedangkan untuk *Secondary Blasting* menggunakan mata bor berukuran 3,5 Inch dengan kedalaman disesuaikan dengan besarnya *Boulder*. Kemiringan lubang bor yang dibuat adalah sebesar 5° untuk *Primary Blasting*, sedangkan untuk *Secondary Blasting* lubang bor dibuat sesuai kondisi batuan.

Pembuatan lubang ledak untuk *Primary Blasting* menggunakan pola *Staggered*. Pertimbangan dibuatnya lubang bor ini adalah keseragaman hasil fragmentasi batuan yang didapat sehingga sesuai dengan jenis alat muat yang digunakan untuk memuat batuan hasil peledakan. Alat muat yang digunakan adalah *Backhoe* tipe *Excavator CAT 330* dan *CAT 375L* dengan kapasitas bucket 6 ton. Pertimbangan lainnya adalah fragmentasi batuan yang diinginkan, panjang *Free Face*, efektivitas peledakan, dan arah runtuhnya batuan.

3.2 Geometri peledakan di PT. Semen Tonasa

Geometri peledakan merupakan desain awal sebelum melakukan peledakan yang meliputi *burden*, *spacing*, *stemming*, *powder column*, *subdrilling*, diameter lubang tembak, dan kedalaman lubang tembak. Akan tetapi, sebelum adanya geometri peledakan, target produksi merupakan hal yang lebih dahulu diperhatikan. Kegiatan peledakan dikatakan berhasil apabila pekerjaan tersebut menghasilkan produk sesuai dengan yang direncanakan.

3.3 Geometri peledakan secara teori

Perhitungan geometri peledakan usulan dihitung berdasarkan teori ICI Explosive dengan data sebagai berikut :

Diketahui : Bor berdiameter 4.5 inchi (114,3mm)

- 1) Burden

Burden dihitung berdasarkan persamaan :

$$\begin{aligned} B &= (20 \text{ to } 40) \times D \\ &= 35 \times 114,3 \text{ mm} \\ &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

2) *Spacing (S)*

Untuk menghitung besarnya spasi, persamaan yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} S &= (1,1 \text{ to } 1,4) \times B \\ &= 1,11 \times 4,5 \text{ m} \\ &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

3) *Stemming (T)*

$$\begin{aligned} T &= (20 \text{ to } 30) \times D \\ &= 28 \times 114,3 \text{ mm} \\ &= 3,2 \text{ m} \end{aligned}$$

4) *Kedalaman Lubang Ledak (H)*

$$\begin{aligned} H &= T + PC \\ &= 3,2 \text{ m} + 5,8 \text{ m} \\ &= 9 \end{aligned}$$

5) *Powder Column (PC) PC= H - T*

$$\begin{aligned} &= 9 - 3,2 \\ &= 5,8 \text{ m} \end{aligned}$$

6) *Loading density (de)*

$$\begin{aligned} De &= 0,508 \times De^2 \times SGanfo \\ &= 0,508 \times 4,5^2 \times 0,85 \\ &= 8,743 \end{aligned}$$

7) *Jumlah bahan peledak per lubang (E)*

$$\begin{aligned} E &= PC \times de \\ &= 5,8 \times 8,743 \\ &= 50,7 \text{ kg} \end{aligned}$$

8) *Volume batuan yang terbongkar*

$$\begin{aligned} V &= B \times S \times H \\ &= 4 \times 5 \times 9 \\ &= 180 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3.4 Geometri peledakan aktual

Geometri peledakan merupakan suatu rancangan yang diterapkan pada suatu kegiatan peledakan yang meliputi diameter lubang ledak, burden, spasi, *stemming*, *powder column*, *loading density*, dan kedalaman lubang ledak. Berikut geometri peledakan rata-rata aktual berdasarkan hasil penelitian dilapangan.

Tabel 1. Geometri Peledakan Aktual PT. Semen Tonasa

No	Tanggal	Lokasi	Jumlah Lubang	De (inchi)	B (m)	S (m)	H (m)	T (m)	PC (m)
1	10 Maret 2020	B4	46	4,5	4	6	12	6	6
2	16 Maret 2020	B9	35	4,5	4	5	9	3	6
3	20 Maret 2020	B5	33	4,5	4	5	8	2,5	5,5
Rata – Rata				4,5	4	5,3	9,6	3,8	5,8

3.5 Powder factor aktual di PT. Semen Tonasa

Powder factor adalah perbandingan Antara bahan peledak yang digunakan (kg) dengan *volume* batuan yang terbongkar (m^3). Powder factor dibawah ini berdasarkan masukan (input) dari volume batuan terbongkar, dinyatakan dalam kg/m^3 .

Tabel 2. Jumlah Bahan Peledak Yang Digunakan Pada Setiap Lokasi

No	Tanggal	Lokasi	Volume Terbongkar (ton)	Penggunaan Handak (kg)
1	10 Maret 2020	B4	13248	2413.06
2	16 Maret 2020	B9	6300	1836.03
3	20 Maret 2020	B5	5280	1586.87

Tabel 3. Hasil Perhitungan Powder Factor (PF)

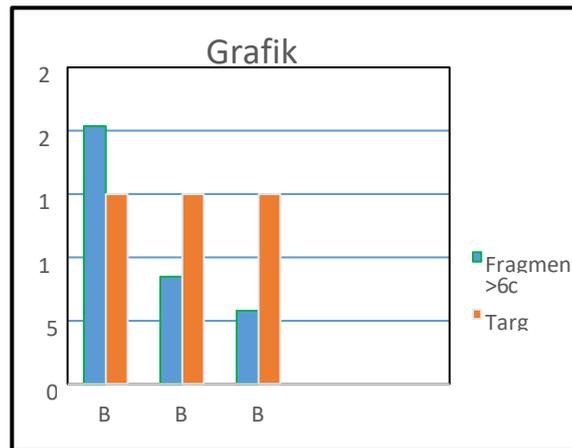
No	Tanggal	Lokasi	Powder Factor (kg/m^3)
1	10 Maret 2020	B4	0.18
2	16 Maret 2020	B9	0.29
3	20 Maret 2020	B5	0.30

3.6 Distribusi Fragmentasi Aktual Hasil Peledakan

Program *split desktop* 2,0 merupakan program computer untuk menghitung distribusi ukuran fragmen-fragmen batuan dengan menganalisa gambar yang terbaca dalam bentuk *grayscale image*. Dalam pengukuran fragmentasi batuan dilakukan dengan cara mengambil gambar atau foto batuan hasil peledakan menggunakan kamera digital. Untuk menentukan distribusi ukuran yang sebenarnya maka dibutuhkan skala sebagai pembanding. Skala yang digunakan menggunakan hal yang paling penting dalam menjalankan program *split desktop*. Skala yang dipakai dalam penelitian ini adalah helm perusahaan dengan diameter helm 26 cm. Dengan geometri peledakan saat ini, didapatkan ukuran fragmentasi >60 cm hasil peledakan menggunakan *software split-desktop (split engineering)* adalah sebagai berikut (Table 4).

Tabel 4. Fragmentasi Batuan >60 cm Hasil Analisis *Split-Desktop*

No.	Tanggal	Lokasi	Fragmentasi Batuan > 60 cm (%)
1	10 Maret 2020	B4	20.36
2	16 Maret 2020	B9	8.48
3	20 Maret 2020	B5	5.79
Rata – Rata			11.54



Gambar 1. Grafik Fragmentasi Batuan >60cm Hasil Analisis Split-Desktop

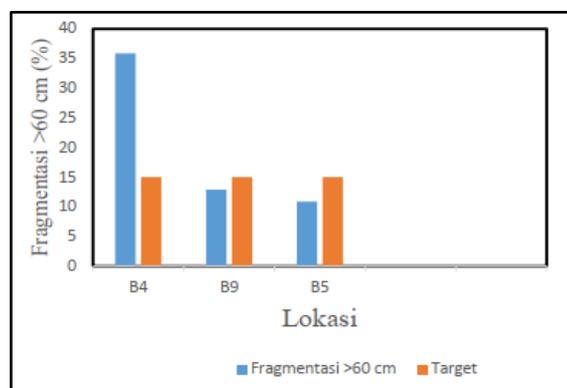
Dari *outputs* yang dihasilkan melalui proses analisa *software split desktop*, dapat diketahui distribusi ukuran fragmentasi hasil peledakan yang ada di lapangan dengan ukuran fragmentasi yang tidak lolos di ukuran ayakan 60 cm lebih dari 15% yaitu Antara 5,79% - 20,36%.

3.7 Analisa Fragmentasi Teoritis

Perhitungan prediksi fragmentasi batuan hasil peledakan batuan terhadap geometri aktual dilapangan untuk masing-masing lokasi dengan model kuz-ram dapat dilihat pada table 5 dan gambar 2.

Tabel 5. Fragmentasi Batuan >60 cm Perhitungan Menggunakan Model Kuz-ram

No.	Tanggal	Lokasi	Fragmentasi Batuan > 60 cm (%)
1	10 Maret 2020	B4	35,87
2	16 Maret 2020	B9	12,91
3	20 Maret 2020	B5	10,9
Rata – Rata			19,89



Gambar 2. Grafik Fragmentasi Batuan >60 cm Hasil Analisis Model Kuz-ram

3.8 Perbandingan Distribusi Fragmentasi Batuan Antara Aktual dan Teoritis

Pengukuran fragmentasi menggunakan metode *photographic (split-desktop)* dan metode teoritis menggunakan model kuz-ram (Cunningham, 1983) selalu terdapat selisih. Maka perlu dilakukan evaluasi sebelum menentukan geometri peledakan usulan.

Berdasarkan hasil pengukuran dapat diketahui ukuran rata-rata fragmentasi batuan hasil peledakan >60 cm dengan menggunakan metode analisis gambar adalah 11,54%, dan rata-rata fragmentasi batuan hasil peledakan >60 cm dengan model kuz-ram sebesar 19,89%, sehingga dari hasil penelitian didapatkan persentasi ukuran fragmentasi teoritis belum memenuhi target yaitu 60 cm dengan persentasi <15%.

Perbedaan selisih Antara analisa fragmentasi aktual dan teoritis ini umumnya disebabkan oleh :

- a. Penentuan variable dalam prediksi dengan model kuz-ram, karakteristik tiap blok batuan dianggap sama seperti jenis batuan yaitu gamping dengan densitas 2.5 ton/m³, hal ini dikarenakan batuan granit merupakan batuan yang dominan di lokasi penelitian, dan kandungan air tidak diperhitungkan.
- b. Geometri peledakan dianggap sama sedangkan di lapangan geometri peledakan memiliki deviasi.
- c. Untuk keadaan aktual, sulit mengetahui distribusi fragmentasi batuan yang ada dibagian dalam tumpukan.
- d. Untuk keadaan aktual terdapat area hasil peledakan yang tidak memungkinkan untuk di ambil sampel fragmentasinya.

3.9 Upaya Perbaikan Fragmentasi Batuan

Dalam usaha untuk memperbaiki fragmentasi batuan dengan metode peledakan, yaitu untuk mendapatkan ukuran batuan hasil peledakan dengan ukuran >60cm sebesar kurang dari 15%, maka dilakukan analisa fragmentasi teoritis dengan penerapan geometri peledakan menggunakan pendekatan dari perhitungan menggunakan rumus R.L. Ash (1967) dan *ICI explosive* sehingga didapatkan desain baru yang bisa menghasilkan ukuran fragmentasi batuan lebih optimal yaitu < 60 cm sebesar 15%.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Geometri Peledakan Menurut R.L. Ash dan *ICI explosive*

Parameter	Geometri Peledakan		
	Geometri Awal	R.L.Ash	ICI Explosive
Diameter	114,3 mm	114,3 mm	114,3 mm
Burden	4 m	3,03 m	4 m
Spasi	5,3 m	3,78 m	5 m
<i>Stemming</i>	3,8 m	2,85 m	3,2 m
<i>Powder Charge</i>	5,8m	2 m	5,8 m
Kedalaman Lubang Ledak	9,6m	4,85 m	9 m
Jumlah Bahan Peledak/ lubang	50,98 kg	17,49kg	50,7 kg
<i>Powder Factor</i>	0.25 kg/m ³	0.24 kg/m ³	0,28 kg/bcm
Fragementasi >60 cm	19,89 %	22,66 %	14,68 %

4. KESIMPULAN

Berdasarkan Pembahasan pada bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi tidak optimalnya fragmentasi hasil peledakan adalah
 - a) struktur batuan, dari hasil pengamatan di lokasi penelitian dan berdasarkan tabel pembobotan *blastibility index* (lily, 1986) terdapat kekar yang mempunyai spasi antara 0,1 - 1 m. kekar dapat mengakibatkan energi yang berupa tekanan gas (*explosion energy*) yang seharusnya digunakan untuk memecah batuan tidak semua terpakai. Gas reaksi peledakan akan keluar melalui rekahan- rekahan tersebut. Selain itu kekerasan batuan di lokasi penelitian berupa batuan yang keras hal ini akan juga mempengaruhi geometri peledakan supaya peledakan

dapat terjadi secara optimal. Sedangkan arah kemiringan bidang kekar umumnya menuju ke arah muka jenjang (*dip out of face*) ini memberikan nilai positif dalam kemudahan peledakan untuk mengantisipasi efek buruk dari kondisi spasi kekar dan jenis batuan yang *blocky*.

- b) Teknis peledakan yang kurang rinci seperti penentuan titik bor berdasarkan langkah kaki, proses pengeboran yang kurang teliti, dan tetap dilakukannya peledakan saat hujan sehingga menyebabkan larutnya anfo.
 - c) Kebutuhan alat kurang dan banyaknya waktu hambatan dalam perbaikan alat bor.
2. Geometri peledakan usulan yang diharapkan mampu memberikan fragmentasi batuan hasil peledakan adalah *burden* 4 m, spasi 5 m, panjang kolom isian 5,8 m, *stemming* 3,2 m, kedalaman lubang ledak 9 m, *loading density* 8,743 kg dengan *Powder factor loading density* 8,743 Kg/m Geometri usulan ini akan memberikan fragmentasi *boulder* seberat 14,6 %.

5. SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Pengukuran pada saat pemberian titik lubang bor dilakukan dengan menggunakan meteran atau gps.
2. Perlu adanya pengawasan lebih terhadap operator bor
3. Perlu dilakukan peningkatan *powder factor* supaya hasil peledakan menghasilkan fragmentasi yang Kecil atau sedikit bongkah, supaya memudahkan dan menurunkan biaya pengoprasian selanjutnya

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih PT. Semen Tonasa yang memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian, serta memberikan arahan dan bimbingan selama di perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ash, R. L. 1967. *Design of Blasting Round, Surface Mining*. Canada : Editor Society for Mining, Metalurgy, and Exploration, Inc.
- Husrulid W. A. 1999. *Blasting Principle for Open Pit Mining*. Rotterdam. Netherlands : A. A. Balkema,
- Jimeno, C. L., 1995 , *Drilling and Blasting of Rock*. Rotterdam. Netherlands : A . A. Balkema Publishers.
- Konya,C.J. 1995. *Surface Blasting Design*, Ohio : Precision Blasting Series
- Cunningham, 1983. *Proceedings of First International Symposium on Rock Fragmentation Blasting*, Lulea, 439 – 454, Sweeden.
- Lilly, P,1986. *An empirical method of assessing rock mass blastability.*, Large Open Pit Mining Conf., Newman (The AusIMM) pp 89-92