# OPTIMALISASI *COST* PELEDAKAN PADA PEMBONGKARAN *LIMESTONE* DI PT PAMA INDO MINING

Heru Cahyanto[1]*, Uyu Saismana[2], Romla Noor Hakim[2], John Tohom Y.P[3]
[1] Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
[2]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
[3]*Deputy Operation Department Head,* PT Pama Indo Mining
e-mail : *heru.cahyanto@ymail.com

**ABSTRAK**

Kegiatan penambangan menggunakan, Metode *Quarry* dan proses pembongkaran material *limestone* menggunakan metode peledakan, agar memenuhi target produksi dan memperlancar proses pemuatan dan pengangkutan. Dalam setiap peledakan menghendaki ukuran fragmentasi yang sesuai dengan lebar bukaan *fedeer crusher* (80 cm) dan nilai *Powder Factor* (PF) ≤ 0,14 kg/ton. Semakin besar nilai *powder factor* yang digunakan maka akan semakin banyak bahan peledak yang terpakai dan berakibat meningkatnya *cost* yang akan dikeluarkan.

Analisa fragmentasi mengunakan tiga variabel yaitu Teoritis *Kuz-Ram* Hitungan, Teoritis *Kuz-Ram Software* dan *Software Image Analysis*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui persentase fragmentasi hasil peledakan, hasil dari *Image Analysis* digunakan untuk menghitung volume *boulder*.

Hasil analisa dengan menghilangkan *secondary blasting* sehingga didapatkan total *cost* peledakan yang optimal. Diameter lubang ledak 3' (76,2 mm) mengunakan geometri *burden* 2,71 m *spacing* 3,39 m kedalaman 8,94 m menghasilkan *powder factor* 0,16 kg/ton, dengan total *cost* peledakan Rp 225.564,94/lubang. Diameter lubang ledak 3,5' (88,9 mm) mengunakan geometri *burden* 3,16 m *spacing* 3,95 m kedalaman 10,42 m menghasilkan *powder factor* 0,16 kg/ton, dengan total *cost* peledakan Rp 327.029,92/lubang.

**Kata Kunci :** Geometri Peledakan, Frgmentasi, *Image Analysis, Kuz-Ram, Powder Factor, Cost* Peledakan

## PEDAHULUAN

Cadangan *limestone* milik PT Pama Indo Mining di tambang dengan Metode (*Quarry*). Kegiatan utama pada penambangan tersebut terdiri dari pengupasan lapisan tanah penutup, pembongkaran dengan peledakan, pemuatan dan pengangkutan dari lokasi penambangan ke lokasi peremukan (*Crushing Plant*).

Pemberaian batuan dengan metode peledakan memerlukan perencanaan geometri peledakan yang tepat sehingga mendapatkan hasil yang optimal dan dapat meminimalisasi total *cost*. Salah satu indikator yang sangat diperhatikan adalah *powder factor (*PF*)*, yang dapat menjadi acuan biaya dalam proses peledakan.

Masalah yang sering timbul adalah diperolehnya ukuran *limestone* yang tidak sesuai dengan ukuran *fedeer crusher* pada proses peremukan sehingga diperlukan adanya *secondary blasting*. Hal ini menyebabkan kegiatan pembongkaran dengan peledakan tidak optimal dan perlu *cost* tambahan. Masalah ini terjadi karena beberapa faktor teknis dalam kegiatan pemboran dan peledakan, seperti pola pemboran, kedalaman lubang ledak, factor pengisian bahan peledak dan pola peledakan.

## METODE PENELITIAN

### Pengumpulan Data Primer

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan kegiatan mempelajari, mengumpulkan dan membaca berbagai sumber pustaka yang bersifat menunjang atau memperkuat landasan teori, sebagai dasar penelitian maupun sebagai referensi. Literatur diperoleh dari buku, peta, grafik, brosur dan tabel dari data perpustakaan maupun dari perusahaan yang bersangkutan.

2. Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan dilakukan langsung untuk memperoleh data-data struktur batuan, tingkat kekerasan batuan, geometri peledakan yang digunakan, fragmentasi yang dihasilkan, data lebar bukaan *crusher* dan *cost* yang dikeluarkan pada saat peledakan. Selama pengamatan lapangan, dilakukan diskusi yang meliputi pengolahan data lapangan dan analisis hasil pengolahan data.

3. Pengambilan Data

Data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan (data primer) dan literatur – literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang ada (data sekunder). Pengambilan data tergantung dari jenis data yang dibutuhkan, yaitu :

a. Data Primer

Geometri peledakan, bahan peledak yang digunakan, (*blast report*), gaji *crew blasting* dan fragmentasi hasil peledakan, *density limestone*, *schmidt hammer test*, struktur batuan

b. Data Sekunder

Peta Lokasi perusahaan, peta wilayah IUP (izin Usaha Pertambangan), kondisi geologi setempat, spesifikasi peralatan dan perlengkapan peledakan yang digunakan, spesifikasi peralatan mekanis, perencanaan, produksi *limestone*, harga bahan peledak, perlengkapan, peralatan peledakan, kapasitas gudang handak, kapasitas Bukaan *Fedeer Crusher*.

### Teknik Analisis Data

1. Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh kemudian dikelompokkan sesuai dengan kegunaannnya untuk lebih memudahkan dalam penganalisaan, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau perhitungan penyelesaian. Data mengenai geometri peledakan dari *Blasting Report* diambil melalui pengukuran di lapangan. Hasil akan dianalisi menggunakan Teoritis *Kuz-Ram* dan *Image Analysis* untuk memperoleh distribusi ukuran fragmen dan persentase *boulder* serta menghitung total *cost* peledakan perlubang. Dari data ini juga dapat

diketahui target produksi yang dapat dicapai dari kegiatan peledakan.

2. Analisa Data

Hasil pengolahan data digunakan untuk menganalisa geometri peledakan yang digunakan serta fragmentasi hasil peledakan sehingga dapat diketahui persentase *boulder* terhadap lubang bukaan *fedeer crusher, cost* peledakan dan *cost secondary blasting* serta faktor – faktor yang mempengaruhinya. Dengan diketahuinya banyak fragmentasi yang berupa *boulder* (berukuran ≥ 80 cm), diharapkan persentase material lolos terhadap lubang bukaan *crusher* dapat ditingkatkan dan tercapainya target produksi dengan melakukan koreksi dan perbaikan – perbaikan dari segi geometri peledakan.

**Prediksi fragmentasi *Kuz-Ram***

Model *Kuz-Ram* merupakan gabungan dari persamaan *Kuznetsov* dan persamaan *Rossin–Rammler*. Persamaan *Kuznetsov* memberikan ukuran fragmen batuan rata-rata dan persamaan *Rossin–Rammler* menentukan persentase material yang tertampung diayakan dengan ukuran tertentu. Persamaan *Kuznetsov* dapat dilihat pada persamaan dibawah ini:

$$\bar{X} = A\left(\frac{Vo}{Qe}\right)^{0,8} Qe^{0,167} \quad (1)$$

Dimana :

$\bar{X}$ = Ukuran Fragmen rata-rata (cm)
A = Faktor Batuan
Vo = Volume Terbongkar
Qe = Berat bahan peledak per lubang ledak

Persamaan diatas digunakan untuk tipe bahan peledak TNT. Untuk itu *Cunningham* (dalam Konya, 1990 : 134) memodifikasi *Kuznetsov* dengan menggunakan ANFO sebagai bahan peledak. Sehingga persamaan tersebut menjadi :

$$\bar{X} = A\left(\frac{Vo}{Qe}\right)^{0,8} Qe^{0,17}\left(\frac{E}{115}\right)^{-0,63} \quad (2)$$

Dengan :

Qe = Massa bahan peledak (Kg)
E = RWS bahan peledak, ANFO=100, TNT= 115

Untuk menentukan distribusi fragmen batuan hasil peledakan, digunakan persamaan *Rossin–Rammler* (dalam Konya, 1990 : 135), yaitu :

$$R = e^{-(\frac{X}{Xc})^n} \quad (3)$$

Dengan :

R = Persentase massa batuan yang lolos X (cm)
Xc = Karakteristik Ukuran (cm)
X = Ukuran ayakan (cm)
n = Indeks keseragaman

Xc dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$Xc = \frac{\bar{X}}{(0,693)^{1/n}} \quad (4)$$

Indeks n adalah indeks keseragaman yang dikembangkan oleh *Cunningham* (dalam Konya, 1990 : 136) dengan menggunakan parameter dari desain peledakan. Indeks keseragaman (n) ditentukan dengan persamaan dibawah ini :

$$n = \left(2,2 - \frac{14\,B}{D}\right)\left(1 - \frac{W}{B}\right)\left(1 + \frac{[A-1]}{2}\right)\left(\frac{PC}{H}\right) \quad (5)$$

Dengan :

B = *Burden* (m)
D = Diameter Lubang (m)
W = Standar deviasi dari ketepatan pengeboran (m)
A = Ratio spasi / *Burden*
PC = Panjang Muatan (m)
H = Tinggi Jenjang (m)

**Faktor Pembobotan**

Salah satu data masukan untuk model Kuz-Ram adalah faktor batuan yang diperoleh dari indeks kemampuledakan atau *blastability index* (BI). Nilai BI ditentukan dari penjumlahan bobot lima parameter yang diberikan oleh *Lily* (dalam Hustrulid 1999 : 107-108) yaitu : *Rock Mass Description* (RMD), *Joint Plane Spacing* (JPS), *Joint Plane Orientation* (JPO), *Specific Grafity Influence* (SGI) dan *Moh's Hardness* (H). Parameter-parameter tersebut kenyataannya sangat bervariasi. Secara lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.10 berikut.

Hubungan antara kelima parameter terhadap BI dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$BI = 0,5 \times (RMD + JPS + JPO + SGI + H) \quad (6)$$

Persamaan yang memberikan hubungan antara faktor batuan dengan indeks kemampuledakkan suatu batuan menurut Lily (1986) adalah sebagai berikut :

$$RF = 0,12 \times (BI) \quad (7)$$

**Pengukuran Fragmentasi dengan Metode *image analysis***

Metode *image Analysis* berfungsi untuk menganalisa ukuran fragmen batuan dengan penganalisaan gambar/foto yang digabungkan antara teoritis *kuz-ram*. Pada penelitian ini *software* digunakan untuk membantu menganalisis teoritis *kuz-ram* dan gambar fragmen material hasil peledakan, hasilnya berupa grafik prosentase lolos material dan ukuran fragmen rata-rata yang dihasilkan dalam suatu peledakan.

**Ekonomi Peledakan**

Ekonomi peledakan didefinisikan sebagai cara mengevaluasi untuk mengontrol efisiensi biaya peledakan termasuk aktifitas lain yang berkaitan dengan peledakan, biaya peledakan sebagai salah satu komponen biaya bagi perusahaan. (Sulistijo, B 2005). Adapun biaya-biaya peledakan meliputi:

1. Biaya bahan peledak,
2. Biaya peralatan dan perlengkapan peledakan,
3. Biaya Tenaga Kerja.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Perhitungan Fragmen Batuan Hasil Peledakan**

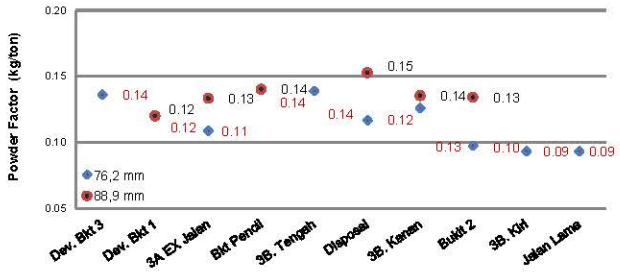
Fragmentasi hasil peledakan dihitung mengunakan 3 variabel yaitu; Teoritis *Kuz-Ram* Hitungan, Teoritis *Kuz-Ram Software* dan aktual *Image Analysis*. Lokasi peledakan dikelompokan berdasarkan diameter lubang ledak, yaitu diameter 3' (76,2 mm) dan 3,5' (88,9 mm).

**Tabel-1.** Perhitungan Fragmen Batuan Hasil Peledakan

| Lokasi | Teoritis *Kuz-Ram* Hitungan | | | | Teoritis *Kuz-Ram* Hitungan | | | | Teoritis *Kuz-Ram* Hitungan | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 76,2 mm | | 88,9 mm | | 76,2 mm | | 88,9 mm | | 76,2 mm | | 88,9 mm | |
| | lolos (%) | Tertahan (%) | lolos (%) | Tertahan (%) | lolos (%) | Tertahan (%) | lolos (%) | Tertahan (%) | lolos (%) | Tertahan (%) | lolos (%) | Tertahan (%) |
| Dev. Bkt 3 | 93.73 | 6.27 | - | - | 93.99 | 6.01 | - | - | 93.31 | 6.69 | - | - |
| Dev. Bkt 1 | 91.79 | 8.21 | 96.43 | 3.57 | 94.47 | 5.53 | 96.80 | 3.20 | 87.85 | 12.15 | 91.87 | 8.13 |
| 3A EX Jalan | 90.73 | 9.27 | 80.78 | 19.22 | 95.03 | 4.97 | 84.99 | 15.01 | 87.30 | 12.70 | 78.91 | 21.09 |
| Bkt Pencil | 90.39 | 9.61 | 85.42 | 14.58 | 90.74 | 9.26 | 91.01 | 8.99 | 86.42 | 13.58 | 81.21 | 18.79 |
| 3B. Tengah | 90.39 | 9.61 | - | - | 90.74 | 9.26 | - | - | 85.80 | 14.20 | - | - |
| Disposal | 88.00 | 12.00 | 92.91 | 7.09 | 92.02 | 7.98 | 92.29 | 7.71 | 85.19 | 14.81 | 90.58 | 9.42 |
| 3B. Kanan | 87.69 | 12.31 | 85.04 | 14.96 | 90.61 | 9.39 | 86.65 | 13.35 | 82.74 | 17.26 | 80.80 | 19.20 |
| Bukit 2 | 81.01 | 18.99 | 83.63 | 16.37 | 90.85 | 9.15 | 85.21 | 14.79 | 76.65 | 23.35 | 80.27 | 19.73 |
| 3B. Kiri | 74.72 | 25.28 | - | - | 83.50 | 16.50 | - | - | 73.58 | 26.42 | - | - |
| Jalan Lama | 74.72 | 25.28 | - | - | 83.50 | 16.50 | - | - | 72.97 | 27.03 | - | - |

## Perhitungan PF (*Powder Factor*)

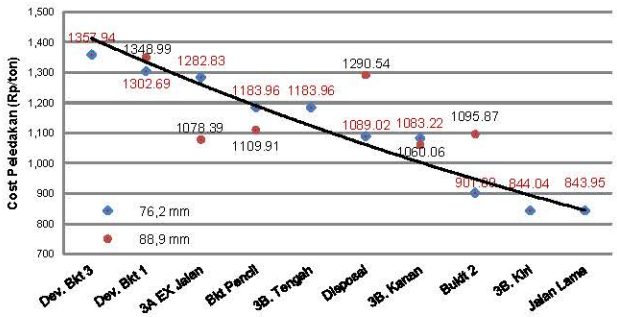
Perhitungan PF (*powder factor*) ini berdasarkan perbandingan pengunaan bahan peledak (kg) dengan hasil volume terbongkar dikonversi dengan satuan (ton).




**Gambar-1.** PF *(Powder Factor)*

## Perhitungan Ekonomi Peledakan

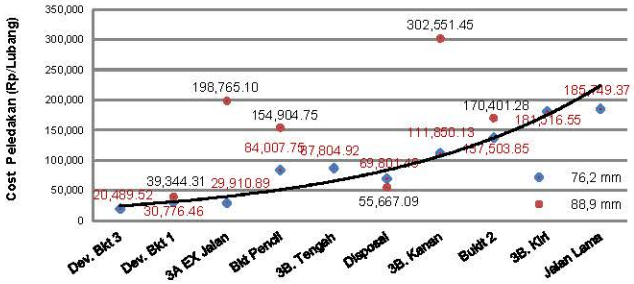
Perhitungan ekonomi peledakan ini berdasarkan data-data geometri pada saat penelitian, jumlah penggunaan bahan peledak dan hasil pembongkaran dari proses peledakan tersebut. Adapun keperluan peledakan sebagai berikut yaitu; harga bahan peledak, harga perlengkapan, harga peralatan peledakan serta gaji *crew blasting*. Hasil perhitungan ekonomi peledakan ini menggunakan mata uang Indonesia.




**Gambar-2.** *Cost* Peledakan

## Perhitungan *Cost Secondary Blasting*

Perhitungan *cost secondary blasting* berdasarkan hasil volume terbongkar perlubang dikurangi dengan persentase fragmentasi tidak baik atau disebut juga *boulder*. Ukuran fragmentasi yang dianggap *boulder* apabila ukurannya melebihi dari 80x80x80 cm, untuk penentuan satu lubang ledak diasumsikan volume *boulder* 8 m³ dengan isisan bahan peledak perlubang 1,5 kg.

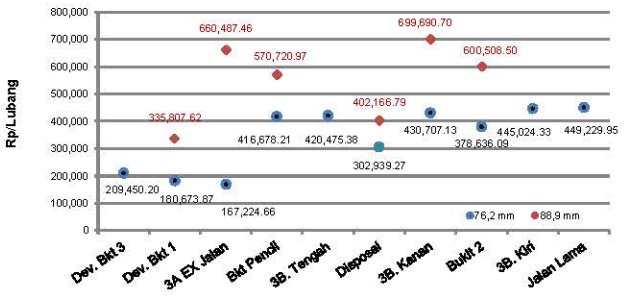



**Gambar-3.** *Cost Secondary Blasting*

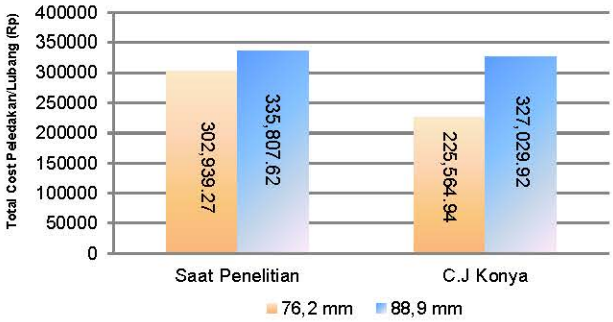
## Analisa Total *Cost* Peledakan

Perhitungan total *cost* peledakan terdiri dari; *cost* peledakan, hasil pembongaran perlubang dan *cost secondary blasting*. Diameter lubang ledak 76,2 mm menghasilkan total *cost* peledakan relatif lebih rendah pada lokasi peledakan 3A Ex Jalan, Dev. Bukit 1 dan 3 akan tetapi untuk memenuhi target pembongkaran perhari akan dibutuhkan lubang ledak lebih banyak ini sangat mempengaruhi pada penggunaan perlengkapan peledakan jadi secara tidak langsung *cost* peledakan akan naik. Toal *cost* peledakan dianggap paling optimal terdapat pada lokasi peledakan Disposal dengan total *cost* peledakan Rp 302.939,27/lubang.

Pada perhitungan total *cost* peledakan diameter lubang ledak 88,9 mm paling rendah atau dianggap optimal terdapat pada lokasi peledakan Dev. Bukit 1 dengan total *cost* peledakan Rp 335.807,62/lubang.




**Gambar-4.** Total *Cost* Peledakan




**Gambar-5.** Perbandingan Total *Cost* Peledakan

## KESIMPULAN

Hasil analisa dengan menghilangkan *secondary blasting* sehingga didapatkan total *cost* peledakan yang optimal. Diameter lubang ledak 3' (76,2 mm) mengunakan geometri *burden* 2,71 m *spacing* 3,39 m kedalaman 8,94 m menghasilkan *powder factor* 0,16 kg/ton, dengan total *cost* peledakan Rp 225.564,94/lubang. Diameter lubang ledak 3,5' (88,9 mm) mengunakan geometri *burden* 3,16 m *spacing* 3,95 m kedalaman 10,42 m menghasilkan *powder factor* 0,16 kg/ton, dengan total *cost* peledakan Rp 327.029,92/lubang.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] Hustrulid, W, 1999, "*Blasting Principles for Open Pit Mining Volume 1*", Colorado School of Mines, Golden, Colorado, U.S.A.

[2] Konya, C.J, and Walter, E.L, 1990, "*Surface Blast Design*", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A.

[3] Sulistijo, B, 2005, "*Ekonomi Peledakan*", Diklat Pengelola Peledakan Bahan Galian Kelas I, Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.