

Evaluasi Kegiatan Peledakan Untuk Mencapai Target Fragmentasi Batuan ≤ 50 CM Di PT. Lotus SG Lestari

Syiffa Lutfi Fitri¹, Supriyadi¹, M. Bambang Soegeng¹

1. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Indonesia

Email: Syiffa19@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan geometri peledakan agar diperoleh fragmentasi yang optimal dimana bongkahan yang dihasilkan kurang dari 15%. Metode penelitian dilakukan dengan memberikan rekomendasi geometri peledakan berdasarkan teori R.L. Ash dan C.J. Konya serta dilakukan analisis berdasarkan persamaan Kuz-Ram dan *Software Split Desktop* dengan menentukan distribusi ukuran batuan sehingga didapatkan rencana geometri peledakan yang optimal. Berdasarkan hasil penelitian, rekomendasi geometri peledakan berdasarkan teori R.L. Ash telah terbukti lebih efektif dan efisien untuk diaplikasikan. Hal ini ditunjukkan dengan fragmentasi bongkahan yang dihasilkan sebanyak 14%.

Kata kunci: C.J. Konya, Fragmentasi, Kuz-Ram, R.L. Ash, *Split Desktop*

DOI: 10.15408/jipl.v1i2.20882

ABSTRACT

The study aims to optimize blasting geometry in order to obtain optimal fragmentation where the percentage of boulders is less than 15%. The study method is carried out by providing recommendations for blasting geometry based on the theory of R.L. Ash and C.J. Konya and analysis were carried out based on the Kuz-Ram equation and software split desktop in determining rock fragmentation in order to obtain an optimal blasting geometry plan. As a result, the blasting geometry of R.L. Ash has been more effective and efficient to apply. This indicated by the boulder of fragmentation is produced 14%.

Keywords: C.J. Konya, fragmentation, Kuz-Ram equation, R.L. Ash, *Split Desktop*

PENDAHULUAN

Peledakan merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan keberhasilan produksi yang didapat dalam kegiatan penambangan terutama pada penambangan dengan metode *quarry*. Penerapan geometri yang kurang tepat dalam kegiatan peledakan dapat mengakibatkan fragmentasi batuan hasil peledakan yang didapat kurang memuaskan, berkurangnya efisiensi biaya, dan tidak tercapainya target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

PT. Lotus SG Lestari merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan bahan galian andesit. Pada aktivitas penambangannya, PT. Lotus SG Lestari melaksanakan pembongkaran batu andesit dengan kegiatan peledakan. Salah satu parameter keberhasilan proses peledakan adalah ditunjukkan oleh fragmentasi. Dimana fragmentasi batuan yang dihasilkan berpengaruh terhadap proses *loading* dan *crushing*. Pada proses *loading*, fragmentasi batuan berperan dalam mengoptimalkan *digging rate excavator*. Sedangkan agar proses *crushing* optimal, ukuran fragmentasi yang dibutuhkan *crusher* juga ditentukan yaitu ≤ 50 cm. Namun dari kondisi peledakan yang dilakukan saat ini, fragmentasi batuan masih kurang memuaskan dan masih terdapat batuan yang lebih dari kriteria (50 cm) dengan jumlah yang cukup banyak. Sehingga perlu dilakukan evaluasi yang diharapkan dapat mengurangi fragmentasi hasil batuan yang berukuran *boulder*.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
2. Pengamatan Lapangan
3. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini digunakan dua metode pengumpulan data, yaitu:

- Data primer
Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung dari lapangan sehingga dapat diperoleh data yang objektif. Data primer pada penelitian ini meliputi data geometri peledakan, data fragmentasi hasil peledakan, dan data *digging time excavator*.
- Data sekunder
Data sekunder merupakan data yang diperoleh tanpa melakukan pengamatan langsung di lapangan. Data sekunder yang digunakan pada penelitian meliputi data kondisi geologi, data UCS dan densitas batuan, data biaya.

4. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui:

- a. Geometri Peledakan

Geometri peledakan diambil berdasarkan laporan peledakan dan pengukuran dilapangan dengan menggunakan meteran.

- b. Perhitungan Fragmentasi Peledakan

Distribusi fragmentasi hasil peledakan diperoleh dengan dua cara yaitu dengan cara teoritis dan aktual. Untuk teoritis diolah dengan menggunakan teori rumusan Kuz-Ram sementara untuk fragmentasi aktual diolah dengan program Split Desktop. Fragmentasi hasil peledakan berdasarkan teori rumusan Kuz-Ram dapat dihitung sebagai berikut :

- Ukuran fragmentasi rata-rata

$$\bar{X} = A \left(\frac{V}{Q} \right)^{0.8} \times Q^{0.17} \times \left(\frac{E}{115} \right)^{-0.63} \quad (1)$$

Dimana :

- A = Faktor batuan
- V = Volume batuan yang terbongkar (m³)
- Q = Jumlah bahan peledak (kg)
- E = *Relative weight strength* bahan peledak

- Indeks keseragaman

$$n = \left(2,2 - 14 \frac{B}{De} \right) \times \left(\frac{1}{2} + \frac{S}{2B} \right)^{0,5} \times \left(1 - \frac{W}{B} \right) \times \left(\frac{PC}{H} \right) \quad (2)$$

Dimana :

- B = *Burden* (m)
- D_e = Diameter lubang ledak (mm)
- S = Spasi (m)
- W = Standar deviasi pemboran (m)
- PC = Panjang isian bahan peledak (m)
- L = Tinggi jenjang (m)

- Ukuran karakteristik batuan

$$X_c = \frac{\bar{x}}{(0,693)^{\frac{1}{n}}} \quad (3)$$

Dimana :

- \bar{x} = Fragmentasi rata-rata (cm)
- n = Indeks keseragaman

- Distribusi ukuran *boulder*

$$R = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n} \quad (4)$$

Dimana :

- X_c = Fragmentasi rata-rata (cm)
 X = Ukuran yang ditentukan (cm)
 n = Indeks keseragaman

- c. Mendesain Ulang Geometri Peledakan
 Desain usulan geometri peledakan dihitung berdasarkan teori R.L. Ash dan C.J. Konya dengan fokus penelitian hanya pada geometri burden dan spasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Massa Batuan

Indeks kemampuan ledakkan batuan (*blastability index*) Blok Tarisi PT. Lotus SG Lestari dapat diperoleh dari penjumlahan harga-harga yang representatif dari kelima parameter yaitu deskripsi massa batuan (RMD), *Joint Plane Spacing* (JPS), *Joint Plane Orientation* (JPO), *Specific Gravity Index* (SGI) dan kekerasan batuan (A. Lilly, 1986). Berdasarkan data PT Lotus SG Lestari, secara umum sifat fisik dan mekanik batuan bench 8 blok tarisi adalah *specific gravity* 2,4 gr/cm³ dan kuat tekan (UCS) 54,36 MPa.

Tabel 1. Pembobotan massa batuan *Bench 8* Blok Tarisi

No.	Parameter	Pembobotan	Keterangan
1	<i>Rock Mass Description</i> (RMD)	20	<i>Blocky</i>
2	<i>Joint Plane Spacing</i> (JPS)	20	<i>Intermediate</i> (Spasi 0,1-1 m)
3	<i>Joint Plane Orientation</i> (JPO)	20	<i>Dip out to face</i>
4	<i>Specific Gravity Influence</i> (SGI)	10	SGI=25×SG-50
5	<i>Hardness</i>	4,6	Hardness=1.36 × nilai UCS – 0,84

Berdasarkan tabel parameter di atas, dapat dihitung nilai faktor batuan pada *Bench 8* Blok Tarisi PT. Lotus SG Lestari sebagai berikut:

$$A = 0,06 (RMD + JPS + JPO + SGI + H)$$

$$A = 0,06 (20 + 20 + 20 + 10 + 4,6)$$

$$A = 0,06 \times 74,6$$

$$A = 4,48$$

2. Gambaran Kegiatan Peledakan

Kegiatan peledakan *Bench 8* Blok Tarisi PT. Lotus SG Lestari menggunakan bahan peledak ANFO dengan sistem inisiasi elektrik dan pola peledakan *echelon*. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan maka didapatkan geometri peledakan sebagai berikut:

Tabel 2. Geometri Peledakan *Bench 8* Blok Tarisi PT. Lotus SG Lestari

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1	Geometri		
a.	<i>Burden</i> (B)	m	3
b.	<i>Spacing</i> (S)	m	3
c.	<i>Stemming</i> (T)	m	2,5
d.	<i>Subdrilling</i> (J)	m	0,5
e.	Kedalaman Lubang Ledak (L)	m	12

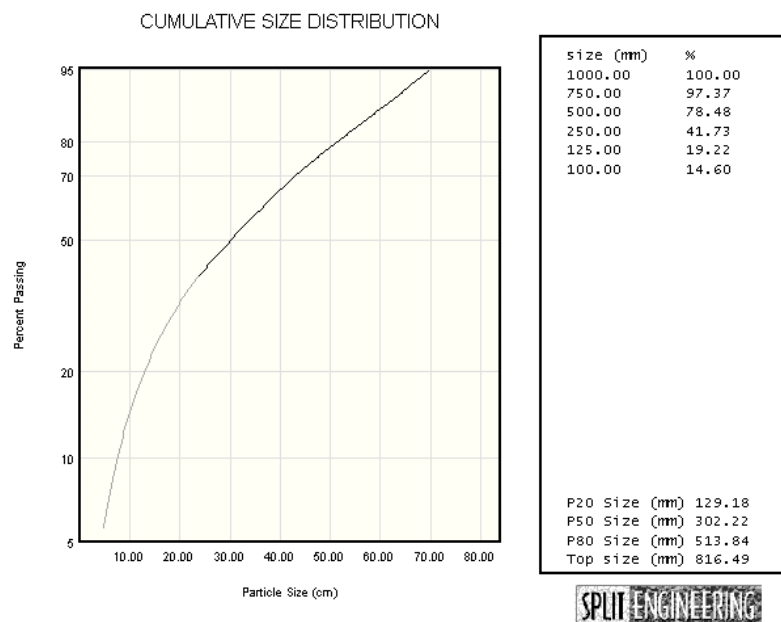
No.	Parameter	Satuan	Nilai
f.	Tinggi Jenjang (H)	m	11,5
g.	Kolom Isian Handak (PC)	m	9,5
h.	Diameter Bor (D _e)	inch	3
i.	Jumlah lubang Ledak (n)	lubang	15
2	Total Bahan Peledak	kg	529
3	Volume Peledakan	m ³	1620
4	Powder Factor (PF)	kg/m ³	0,33

Berdasarkan hasil pengamatan, masih banyak ditemukannya fragmentasi *boulder* pada hasil peledakan. Fragmentasi hasil kegiatan peledakan pada *Bench* 8 Blok Tarisi bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Fragmentasi hasil peledakan *Bench* 8 Blok Tarisi PT. Lotus SG Lestari

Berdasarkan hasil analisis Split Desktop, fragmentasi rata-rata yang dihasilkan adalah 34,89 cm dan *boulder* sebesar 31%, dengan banyaknya *boulder* yang dihasilkan tersebut maka operasi peledakan dinyatakan belum berhasil dengan baik. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan ulang terhadap kegiatan peledakan yang akan dilakukan sehingga diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 2. Kurva hasil pengolahan *software* split desktop

3. Penerapan Geometri Peledakan Usulan Menurut Teori R.L. Ash

a. Gambaran penerapan geometri usulan

Rancangan usulan geometri peledakan berdasarkan teori R.L. Ash dilakukan dengan geometri burden sebesar 2,4 m dan spasi sebesar 2,8 m. Adapun perhitungan geometri lengkapnya dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 AF_1 &= \left[\frac{\text{Energi Potensial bahan peledak yang dipakai}}{\text{Energi Potensial bahan peledak standar}} \right]^{\frac{1}{3}} \\
 &= \left[\frac{\rho_{BP} \times [VOD_{BP}]^2}{1,2 \times [1200]^2} \right]^{\frac{1}{3}} \\
 &= \left[\frac{0,85 \times [14.760]^2}{1,2 \times [12.000]^2} \right]^{\frac{1}{3}} \\
 &= 1,02 \\
 AF_2 &= \left[\frac{\text{Bobot Isi Batuan Standar}}{\text{Bobot Isi Batuan Yang Diledakkan}} \right]^{\frac{1}{3}} \\
 &= \left[\frac{160}{150} \right]^{\frac{1}{3}} \\
 &= 1,02 \\
 Kb &= Kb_{std} \times AF_1 \times AF_2 \\
 &= 30 \times 1,02 \times 1,02 \\
 &= 31,37
 \end{aligned}$$

- *Burden (B)*

$$\begin{aligned}
 B &= \frac{K_b \times D_e}{12} \\
 &= \frac{31,37 \times 3}{12} \\
 &= 7,84 \text{ feet} \\
 &= 2,39 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- *Spacing (S)*

Sesuai dengan kondisi lapangan, yaitu orientasi antar rekahan mendekati 60°, maka digunakan nilai konstanta spasi sebesar 1,15.

$$\begin{aligned}
 S &= 1,15 \times B \\
 &= 1,15 \times 2,39 \\
 &= 2,75 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Adapun gambaran dari penerapan rancangan usulan geometri peledakan R.L. Ash di lapangan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Penerapan rancangan geometri peledakan usulan teori R.L. Ash

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1	Geometri		
	a. <i>Burden (B)</i>	m	2,4
	b. <i>Spacing (S)</i>	m	2,8
	c. <i>Stemming (T)</i>	m	2,5

No.	Parameter	Satuan	Nilai
d.	<i>Subdrilling</i> (J)	m	0,5
e.	Kedalaman Lubang Ledak (L)	m	12
f.	Tinggi Jenjang (H)	m	11,5
g.	Kolom Isian Handak (PC)	m	9,5
h.	Diameter Bor (De)	inch	3
i.	Jumlah lubang Ledak (n)	lubang	15
2	Total Bahan Peledak	kg	529
3	Volume Peledakan	m ³	1134
4	<i>Powder Factor</i> (PF)	kg/m ³	0,47

Berdasarkan geometri tersebut, maka didapatkan prediksi fragmentasi batuan menurut teori persamaan Kuz-Ram yaitu fragmentasi rata-rata sebesar 26,12 cm dan *boulder* sebanyak 15%.

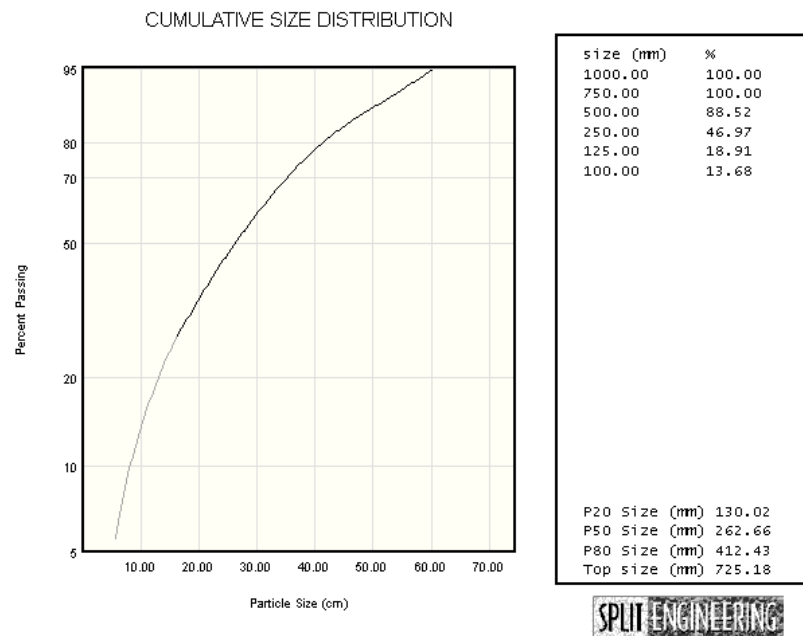
b. Analisa Fragmentasi Menggunakan *Software* Split Desktop

Setelah dilakukan uji coba dilapangan, hasil fragmentasi peledakan lebih baik dibandingkan dengan hasil kegiatan peledakan aktual. Adapun gambaran fragmentasi hasil peledakan usulan R.L. Ash dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3. Fragmentasi hasil peledakan teori R.L. Ash

Berdasarkan hasil analisis Split Desktop didapatkan fragmentasi rata-rata sebesar 27,17 cm dan *boulder* sebanyak 14%.



Gambar 4. Kurva Hasil Pengolahan Split Desktop

4. Penerapan Geometri Peledakan Usulan Menurut Teori C.J. Konya

a. Gambaran Penerapan Geometri Usulan

Rancangan usulan geometri peledakan berdasarkan teori C.J. Konya dilakukan dengan geometri *burden* sebesar 2 m dan spasi sebesar 2,9 m. Adapun perhitungan geometri lengkapnya dapat dilihat sebagai berikut:

- *Burden* (B)

$$\begin{aligned}
 B &= 3,15 \times D_e \times \sqrt[3]{\frac{SG_{handak}}{SG_{batuan}}} \\
 &= 3,15 \times 3 \times \sqrt[3]{\frac{0,85}{2,4}} \\
 &= 6,69 \text{ feet} \\
 &= 2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- *Spacing* (S)

Berdasarkan nilai *stiffness ratio* dan penggunaan sistem tunda, maka nilai digunakan nilai konstanta spasi sebesar 1,4.

$$\begin{aligned}
 S &= 1,41 \times B \\
 &= 1,41 \times 2,04 \\
 &= 2,85 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Adapun gambaran dari penerapan rancangan usulan geometri peledakan menurut teori C.J Konya bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Penerapan Rancangan Geometri Peledakan Teori C.J. Konya

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1	Geometri		
a.	Burden (B)	m	2
b.	Spacing (S)	m	2.9
c.	Stemming (T)	m	2.5

d.	Subdrilling (J)	m	0.5
e.	Kedalaman Lubang Ledak (L)	m	12
f.	Tinggi Jenjang (H)	m	11.5
g.	Kolom Isian Handak (PC)	m	9.5
h.	Diameter Bor (De)	inch	3
i.	Jumlah lubang Ledak (n)	lubang	15
2	Total Bahan Peledak	kg	529
3	Volume Peledakan	m ³	1003
4	Powder Factor (PF)	kg/m ³	0.53

Berdasarkan geometri diatas, maka didapatkan prediksi fragmentasi batuan menurut teori persamaan Kuz-Ram yaitu fragmentasi rata-rata sebesar 23,68 cm dan *boulder* sebanyak 7%.

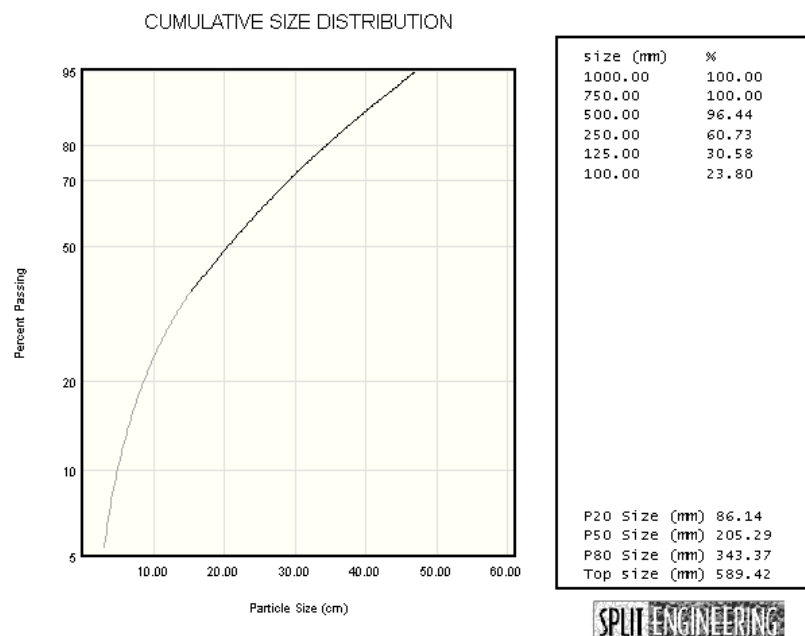
b. Perhitungan Fragmentasi Menggunakan *Software Split Desktop*

Setelah dilakukan uji coba di lapangan terhadap rancangan geometri peledakan usulan teori C.J. Konya maka dihasilkan fragmentasi batuan sebagai berikut:



Gambar 5. Fragmentasi batuan hasil peledakan dari penerapan teori C.J Konya

Berdasarkan hasil analisis Split Desktop, didapatkan hasil fragmentasi rata-rata batuan adalah 24,86 cm dan *boulder* yang dihasilkan sebanyak 8%.



Gambar 6. Kurva hasil pengolahan data fragmentasi teori C.J Konya dengan Split Desktop

5. Analisis *Digging Time*

Berdasarkan pengamatan di lapangan, alat gali-muat yang digunakan adalah *Excavator Kobelco SK330*. Berikut adalah data *digging time* dari setiap kegiatan peledakan:

Tabel 5. Digging Time

Kegiatan Peledakan	Geometri	Banyak Boulder	Digging Time
Aktual Lapangan	3 x 3	31%	7,60
R.L. Ash	2,4 x 2,8	14%	5,95
C.J. Konya	2 x 2,9	8%	5,02

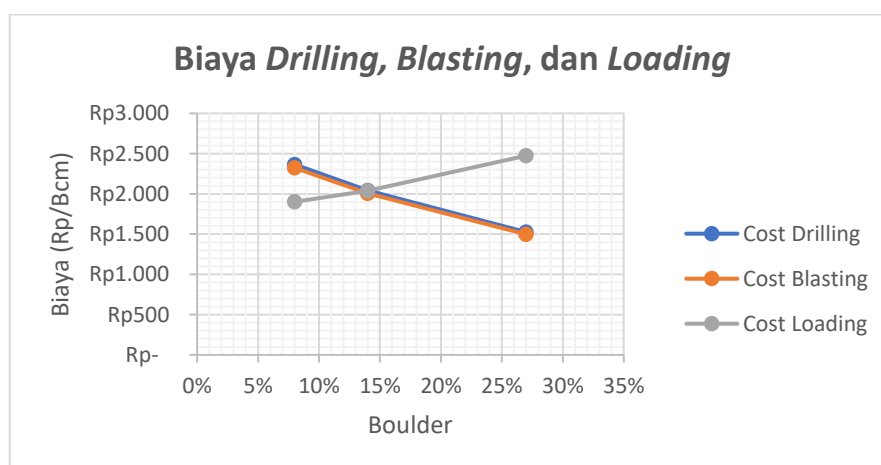
Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa perubahan *pattern* geometri tentunya berkaitan dengan banyaknya *boulder* yang dihasilkan. Dengan adanya perapatan *pattern*, *boulder* yang dihasilkan semakin kecil sehingga waktu gali dari alat muat tersebut juga menurun. Sedangkan jika pelebaran *pattern* dilakukan, maka *boulder* yang dihasilkan akan lebih banyak sehingga waktu yang digunakan alat gali-muat untuk mengambil material hasil peledakan juga semakin lama.

6. Analisis biaya *drilling*, *blasting*, dan *loading*

Estimasi biaya pemboran dilakukan dengan menghitung biaya perlengkapan alat bor Furukuwa HCR910-DS, estimasi biaya peledakan dihitung berdasarkan penggunaan bahan peledak ANFO dan estimasi biaya *loading* dilakukan dengan menghitung biaya pemuatan menggunakan alat muat *Excavator Kobelco SK330* yang memiliki kapasitas *bucket* sebesar 2,1 m³. Untuk rincian biaya pemboran, peledakan, dan pemuatan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 6. Estimasi biaya peledakan

Geometri Peledakan	Boulder	Cost Drilling (Rp/bcm)	Cost Blasting (Rp/bcm)	Cost Loading (Rp/bcm)	Total Cost (Rp/bcm)
Aktual	31%	1,525	1,498	2,475	5,497
Usulan teori R.L. Ash	14%	2,042	2,006	2,040	6,087
Usulan teori C.J. Konya	8%	2,366	2,324	1,902	6,591



Gambar 7. Grafik biaya pemboran, peledakan, dan pemuatan pada masing-masing kegiatan peledakan

Pada kegiatan peledakan dengan geometri aktual menghasilkan total biaya yang lebih rendah namun peledakan masih belum berhasil dengan baik karena presentase *boulder* yang dihasilkan masih cukup banyak yaitu lebih dari 15%. Oleh karena itu, dipilih geometri yang tepat untuk presentase *boulder* dan biaya yang optimal maka didapatkan titik temu antar garis, titik temu ini merupakan kondisi optimal, dimana jumlah presentase *boulder* yang dihasilkan sebesar 14% dan

biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp 6,087 per bcm. Maka dipilihlah usulan geometri peledakan rekomendasi menurut R.L. Ash.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan dapat disimpulkan bahwa pada geometri peledakan aktual (3 x 3) meter dengan fragmentasi *boulder* sebanyak 31% membutuhkan waktu *digging* selama 7 detik dengan total biaya per bcm yang dibutuhkan sebesar Rp 5,497. Pada geometri usulan menurut teori R.L. Ash (2,4 x 2,8) meter dengan fragmentasi *boulder* sebanyak 14% dibutuhkan waktu *digging* selama 6 detik dan total biaya yang dibutuhkan per bcm adalah Rp 6,087. Pada geometri usulan menurut teori C.J. Konya (2 x 2,9) meter dengan fragmentasi *boulder* yang dihasilkan sebanyak 8% memerlukan waktu *digging* selama 5 detik dengan total biaya yang dikeluarkan setiap bcm adalah sebesar Rp 6,591.

Dari hasil analisis didapatkan bahwa geometri peledakan yang ideal untuk *Bench 8* Blok Tarisi yaitu geometri peledakan rumusan R.L. Ash dimana dapat menurunkan presentase fragmentasi *boulder* sebesar 17% dari geometri yang diterapkan perusahaan dengan hanya menambah biaya sebesar Rp 590 per bcm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Lotus SG Lestari karena telah mendukung penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ash, R.L. 1990. *Design of Blasting Round, Surface Mining*. B.A. Kennedy Editor. Society for Mining, Metallurgy, and Exploitienn, Inc.
- Hartman, CT Aimone and Charles H. Dowding. 1992. *SME Mining Engineering Handbook*. Chapter 9.2 – Rock Breakage: Explosive. Howard L. Hartman, Senior Editor, Professor Emeritus of Mining Engineering The University of Alabama, USA.
- Hustrulid, William. 1999. *Blasting Principles For Open Pit Mining : Vol 1 – Generally Design Concepts*. 1999. A.A Balkema : Rotterdam
- Koesnaryo, S. 2001, *Teori Peledakan*. Bandung : PPTM
- Konya, C J, and E J Walter. 1990. *Surface Blast Design*. Prentice Hall.
- Kuznetsov, V.M. 1973. The Mean diameter of the fragments formed by blasting rock. *Soviet Mining Science* 9(2):144-148.
- Lilly, Peter. 1986. "Empirical Method of Assessing Rock Mass Blastability." *Symposia Series – Australasian Institute of Mining and Metallurgy*.
- Split Engineering,2001, *Using Split Desktop Software*. in Computer software Split Desktop Version 2.0 Help file