

# Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Digging Time Material Blasting

Safarudin<sup>1</sup>, Purwanto\*<sup>1</sup>, Djamaluddin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Jl. Poros Malino km. 6 Bontomarannu, Kabupaten Gowa, 91271

\*Email: purwanto@unhas.ac.id

## Abstrak

Pada tambang terbuka dengan menggunakan metode *open pit mining*, pengupasan lapisan *overburden* dilakukan dengan peledakan karena material batuan sudah tidak dapat digali dengan excavator lagi. Peledakan dilakukan dengan geometri yang berbeda-beda agar menghasilkan ukuran fragmentasi yang sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Ada tiga geometri peledakan yang dicoba di lapangan, yaitu peledakan dengan *burden* 7 m dan spasi 8 m, *burden* 7,5 m dan spasi 8,5 m dan *burden* 8 m dan spasi 9 m. Analisis fragmentasi peledakan dilakukan dengan menggunakan metode Kuz-Ram dan *Software Split Dekstop 2.0*. Analisis fragmentasi dengan metode Kuz-Ram menghasilkan ukuran rata-rata berturut-turut 39,31 cm, 42,37 cm dan 46,70 cm, sedangkan hasil analisis dengan *Software Split Dekstop 2.0* memperlihatkan ukuran berturut-turut 43,7 cm, 44 cm dan 61,1 cm. Perhitungan distribusi fragmentasi batuan dengan ukuran boulder (>80 cm) berdasarkan tiga geometri yang digunakan di lapangan berturut-turut sebesar 27,93 %, 29,73 % dan 37,71 %. *Digging time Excavator Komatsu PC 2000* terhadap material hasil peledakan berturut-turut selama 11,26 detik, 11,52 detik dan 13,6 detik. *Digging time* ini masih jauh di atas waktu *digging time* standar yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu 7 detik. Berdasarkan perhitungan fragmentasi dan *digging time* yang tidak memenuhi standar perusahaan, maka diajukan geometri usulan baru yang dirancang berdasarkan metode RL.Ash. Geometri peledakan yang diusulkan adalah *burden* 6,5 m, spasi 7,5 m, kedalaman lubang ledak 9 m, panjang isian bahan peledakan 4,5 m, *stemming* 3 m dan *subdrilling* 1 m. Perhitungan distribusi fragmentasi peledakan berdasarkan geometri usulan memperlihatkan nilai boulder 15,27 %.

## Abstract

**Analysis the effect of blast geometry on Fragmentation and Digging Time Blasting Materials.** In the surface mining system with open pit methods, strip the overburden layer is done by blasting for rock material which can not be removed by Excavator. Blasting is done with different geometry in order to produce fragmentation size according to the company standard. There were three blasting geometries tested in the field. They were blasting with 7 m burden and 8 m spacing, 7.5 m burden and 8.5 m spacing and 8 m burden and 9 m spacing. Analysis of blasting fragmentation was done by using Kuz-Ram method and Split Desktop Software 2.0. Fragmentation analysis with Kuz-Ram method produces an average size 39.31 cm, 42.37 cm and 46.70 cm, respectively, while analysis results with split desktop software 2.0 shows fragmentation size 43.7 cm, 44 cm and 61.1 cm, respectively. Estimation of rock fragmentation distribution with boulder size (> 80 cm) based on three geometries that are used in the field, 27.93 %, 29.73 % and 37.71 %, respectively. Digging time of Excavator Komatsu PC 2000 towards material blasted 11.26 seconds, 11.52 seconds and 13.6 seconds, respectively. Digging time actual was still ahead of digging time standards set by the company that is 7 seconds. Based on fragmentation calculation and digging time that do not fulfill company standard, then submitted new proposal designed geometry based on RL.Ash method. The proposed blasting geometry are 6.5 m burden, 7.5 m spacing, 9 m hole depth explosive, 4.5 m loading density, 3.5 m stemming and 1 m subdrilling. Distribution of fragmentation based on proposed blasting geometry shows the value of boulder is 15.27%.

**Kata kunci:** Geometri peledakan, tambang terbuka, Kuz-Ram, split dekstop, digging time

## I. Pendahuluan

Pada aktivitas penambangan yang menggunakan sistem tambang terbuka (*surface mining*), secara umum tahap-tahap penambangan dimulai dari *land clearing*, pengupasan lapisan tanah penutup, dan pengambilan batubara. Pengupasan lapisan penutup (*overburden*)

dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan menggunakan alat mekanis atau dengan peledakan. Pengupasan lapisan penutup menggunakan alat mekanis hanya dilakukan pada material lunak sedangkan untuk material keras yang sudah tidak bisa dikupas dengan menggunakan alat maka harus dilakukan dengan proses peledakan.



Peledakan merupakan proses pemberaian batuan dalam volume yang besar dengan menggunakan bahan peledak agar massa batuan mudah digali dan diangkut [1]. salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan peledakan adalah geometri peledakan. Geometri peledakan akan mempengaruhi ukuran fragmentasi dan keberhasilan peledakan. Fragmentasi adalah ukuran yang menunjukkan tiap bongkah batuan hasil peledakan [2]. Fragmentasi material hasil peledakan harus disesuaikan dengan ukuran *bucket* alat gali yang digunakan oleh perusahaan sehingga *digging time* material bisa sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh perusahaan.

## II. Metode Penelitian

### 1. Pengambilan Data

Pada penelitian ini data diambil secara langsung di lapangan terdiri dari: geometri peledakan, bahan peledak, foto hasil peledakan karakteristik batuan, dan *digging time* alat muat gali.

### 2. Pengolahan Data

Data-data yang sudah dikumpulkan kemudian diolah menggunakan metode Kuz\_Ram dan *Split Dekstop* untuk menganalisis pengaruh geometri terhadap fragmentasi dan *digging time* material *blasting*.

#### A. Analisis Fragmentasi Batuan dengan Metode Kuz-Ram.

Metode Kuz-Ram merupakan metode untuk menganalisis fragmentasi hasil peledakan berdasarkan geometri peledakan yang ada di lapangan. Metode Kuz-Ram merupakan pengembangan dari persamaan Kuznetsov dan persamaan Rossin-Rammler. Persamaan empiris pada hubungan antara ukuran fragmentasi rata-rata dan penerapan energi peledakan tiap unit volume batuan (*powder factor*) telah dikembangkan oleh Kuznetsov sebagai fungsi dari tipe batuan. Persamaan Kuznetsov memberikan ukuran fragmentasi batuan rata-rata dan persamaan Rossin-Rammler menentukan persentase material yang tertampung di ayakan dengan ukuran tertentu. Data yang diperlukan

dalam menggunakan metode ini adalah data geometri peledakan, karakteristik batuan dan spesifikasi bahan peledak. Langkah-langkah perhitungan fragmentasi peledakan dengan metode Kuz-Ram adalah sebagai berikut:

#### a) Perhitungan Faktor Batuan (A)

Perhitungan faktor batuan (A) dilakukan dengan menggunakan pembobotan batuan menurut Lily (1986). Persamaan faktor batuan adalah sebagai berikut:

$$\text{Blastibility indeks (BI)} = 0,5 \times (\text{RMD} + \text{JPS} + \text{JPO} + \text{SGI} + \text{H}) \quad (1)$$

$$\text{Faktor batuan (A)} = \text{BI} \times 0,12 \quad (2)$$

Dimana:

BI = Blastibility index

RMD = Rock mass description

JPS = Joint plane spacing

JPO = Joint plane orientation

SGI = Specific gravity index

H = Hardness

A = Faktor batuan

#### b) Perhitungan Indeks Keseragaman Fragmentasi Batuan (n)

Indeks keseragaman (n) menunjukkan tingkat keseragaman batuan hasil peledakan. Persamaan ini dikembangkan oleh Cunningham berdasarkan parameter dari desain peledakan. Indeks n ditentukan dengan persamaan berikut [3]:

$$n = \left( 2,2 - 14 \frac{B}{De} \right) x \left[ \frac{1+A}{2} \right]^{0,5} x \left( 1 - \frac{W}{B} \right) x \left( \frac{PC}{L} \right) \quad (3)$$

Dimana:

n = Indeks keseragaman

B = Burden (m)

De = Diameter lubang ledak (mm)

W = Standar deviasi lubang bor (m)

A = Spasi/burden (m)

PC = Panjang isian bahan peledak (m)

L = Tinggi jenjang (m)

#### c) Penentuan ukuran rata-rata fragmentasi batuan hasil peledakan

Perhitungan ukuran rata-rata fragmentasi berdasarkan persamaan Kuznetsov berikut [4]:

$$\bar{X} = A \left( \frac{V}{Q} \right)^{0,8} \times Q^{0,17} \times \left( \frac{E}{115} \right)^{-0,63} \quad (4)$$



Dimana:

- $\bar{X}$  = Ukuran rata-rata fragmentasi (cm)
- A = Faktor batuan
- V = Volume batuan yang terbongkar (m<sup>3</sup>)
- Q = Berat bahan peledak tiap lubang (kg)
- E = *Relative weight strength* (ANFO=100)

d) Penentuan Distribusi Fragmentasi Batuan

Perhitungan distribusi fragmentasi batuan mengacu kepada nilai rata-rata fragmentasi dan indeks keseragaman batuan. Persamaan yang digunakan adalah [5]:

$$X_c = \frac{\bar{X}}{(0,693)^{1/n}} \tag{5}$$

$$R = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n} \tag{6}$$

Dimana:

- X<sub>c</sub> = Karakteristik ukuran batuan (cm)
- X = Ukuran rata-rata fragmentasi (cm)
- R = Persentase material yang tertinggal pada ayakan (%)
- X = Ukuran ayakan (cm)
- n = Indeks keseragaman
- e = 2,718

B. Analisis fragmentasi batuan dengan *Software Split Dekstop 2.0*

*Software Split Dekstop 2.0* menganalisis fragmentasi memanfaatkan foto hasil peledakan. Foto hasil peledakan yang diproses dalam *Software Split Dekstop 2.0* akan mengeluarkan hasil persen kelolosan material dan ukuran rata-rata fragmentasi.

C. Analisis keberhasilan peledakan berdasarkan ukuran material dan *digging time*

Analisis fragmentasi berdasarkan geometri peledakan aktual dengan menggunakan metode Kuz-Ram dan *Software Split Dekstop 2.0* menghasilkan ukuran fragmentasi tertentu. Ukuran fragmentasi yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan standar fragmentasi maksimum (80 cm) yang ditentukan oleh perusahaan, begitu juga dengan waktu *digging time*. *Digging time* maksimal yang ditentukan oleh

perusahaan sebesar 7 detik. Jika, ukuran fragmentasi dan waktu *digging time* material tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh perusahaan, maka perlu dilakukan perencanaan geometri ulang. Perencanaan geometri ulang dilakukan untuk mencapai target yang ditentukan oleh perusahaan, baik target ukuran material, *digging time*, maupun target produksi peledakan, sebab fragmentasi peledakan sangat berpengaruh terhadap produktifitas alat muat dan gali yang ada di lapangan.

D. Rancangan Geometri Usulan

Geometri usulan dirancang dengan menggunakan metode [6]. Metode ini dipilih dengan pertimbangan parameter yang digunakan dalam persamaannya mempertimbangkan pengaruh batuan dan bahan peledak. Salah satu parameter yang berpengaruh dalam metode RL. Ash adalah *burden ratio*. *Burden ratio* (K<sub>b</sub>) akan sangat berpengaruh pada nilai *burden* yang dijadikan acuan dalam menentukan spasi (S), *stemming* (T), kedalaman lubang ledak (H), *subdrilling* (J) dan panjang kolom isian (PC). Persamaan metode RL. Ash:

$$K_b = K_b \text{ standar} \times AF1 \times AF2 \tag{9}$$

$$AF1 = \left[ \frac{SG \text{ handak} \times (VOD \text{ handak})^2}{SG \text{ standar} \times (VOD \text{ standar})^2} \right]^{1/3} \tag{10}$$

$$AF2 = \left[ \frac{SG \text{ batuan}}{SG \text{ batuan standar}} \right]^{1/3} \tag{11}$$

Dimana:

- AF1 = *Adjustment factor 1*
- AF2 = *Adjustment factor 2*
- K<sub>b</sub> = *Burden ratio*
- K<sub>b</sub> standar = *Burden ratio* standar (30)
- SG = Densitas batuan (g/cm<sup>3</sup>)
- VOD = Kecepatan detonasi bahan peledak (fps)

Nilai *burden ratio* (K<sub>b</sub>) digunakan dalam menentukan nilai *burden* (B) seperti berikut:

$$B = \left[ \frac{K_b \times de}{12} \right] \tag{12}$$

$$S = K_s \times B \tag{13}$$

$$T = K_T \times B \tag{14}$$

$$H = K_H \times B \tag{15}$$

$$PC = H - T \tag{16}$$



Dimana:

- B = Burden (m)
- Kb = Burden ratio
- de = Diameter lubang ledak (cm)
- S = spasi (m)
- Ks = Spacing ratio
- T = Stemming (m)
- K<sub>T</sub> = Stemming ratio
- PC = Panjang isian bahan peledak (m)
- H = Kedalaman lubang ledak (m)
- K<sub>H</sub> = Depth ratio

Geometri usulan dirancang berdasarkan nilai *powder factor* (PF) yang telah ditentukan oleh perusahaan sebesar  $\leq 0,3 \text{ kg/m}^3$ . Nilai *powder factor* tidak boleh melebihi  $0,3 \text{ kg/m}^3$ . Parameter lain yang menjadi acuan adalah ukuran fragmentasi batuan *boulder* adalah 80 cm dan persentase *boulder* 15 %.

### III. Hasil dan Pembahasan

#### 1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Pengupasan batuan penutup *seam* batubara dilakukan dengan peledakan. Batubara pada lokasi penelitian ini mempunyai kemiringan sebesar  $25^0 - 30^0$  dengan tebal 1-5 meter dan kalori sebesar 7800 kalori. Secara umum, batuan yang menyusun lapisan *overburden* adalah batulempung (*clay*) dengan densitas  $2,23 \text{ g/cm}^3$ .

#### 2. Fragmentasi Peledakan

Peledakan adalah suatu proses pemberaian batuan dalam volume yang besar dengan menggunakan bahan peledak (*handak*) sehingga batuan dapat dengan mudah digali dan diangkut menggunakan alat mekanis. Peledakan bermaksud menghasilkan ukuran fragmentasi yang kecil.

##### a. Penentuan Faktor Batuan (A)

Penentuan faktor batuan didasarkan pada parameter pembobotan batuan yang dikembangkan oleh [7]. Ada 5 parameter yang digunakan dalam pembobotan batuan yaitu:

1. *Rock mass description* (RMD) = 20
2. *Joint plane spacing* (JPS) = 20
3. *Joint plane orientation* (JPO) = 40
4. *Specific gravity influence* (SGI)  
 $= 25 \times SG - 50 = 25 \times 2,23 - 50 = 5,75$
5. *Hardness* (H) = 2,4

Nilai pembobotan di atas akan mempengaruhi perhitungan *blastability index* dan faktor batuan. Nilai *blastability index* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Blastability Index (BI)} &= 0,5 \times (\text{RMD} + \text{JPS} + \text{JPO} + \text{SGI} + \text{H}) \\ \text{Blastability Index (BI)} &= 0,5 (20 + 20 + 40 + 5,75 + 2,4) \\ \text{Blastability Index (BI)} &= 44,075 \\ \text{Faktor batuan (A)} &= \text{Blastability Index (BI)} \times 0,12 \\ \text{Faktor batuan (A)} &= 5,289 \end{aligned}$$

##### b. Perhitungan Indeks Keseragaman (n)

Indeks keseragaman dihitung untuk mengetahui tingkat keseragaman batuan hasil peledakan yang telah dilakukan. Geometri peledakan pada penelitian ini ada tiga, yaitu peledakan pertama dengan *burden* 7 m dan spasi 8 m, peledakan kedua dengan *burden* 7,5 m dan spasi 8,5 m serta peledakan ketiga dengan *burden* 8 m dan spasi 9 m. Parameter yang dibutuhkan untuk menghitung indeks keseragaman adalah *burden* (B), spasi (S), diameter lubang ledak (De), kedalaman lubang ledak (H), *stemming* (T), panjang kolom isian (PC), standar deviasi lubang bor (W), dan spasi/*burden* (A).

Tabel 1. Geometri Peledakan Pertama

Geometri peledakan aktual	B =7,S=8 (Pertama)
<i>Burden</i> (B)	7 m
Spasi (S)	8 m
tinggi jenjang (L)	8,5 m
<i>Stemming</i> (T)	3,1 m
Panjang kolom isian (PC)	4,1 m
Diameter lubang ledak (De)	200 mm
Spasi/ <i>burden</i> (A)	1,14
Standar deviasi lubang bor (W)	0

Tabel 2. Geometri Peledakan Kedua

Geometri peledakan aktual	B = 7,5, S = 8,5 (Kedua)
<i>Burden</i> (B)	7,5 m
Spasi (S)	8,5 m
tinggi jenjang (L)	8,2 m



Stemming (T)	3,2 m
Panjang kolom isian (PC)	4,3 m
Diameter lubang ledak (De)	200 mm
Spasi/burden (A)	1,13
Standar deviasi lubang bor (W)	0

**Tabel 3. Geometri Peledakan Pertama**

Geometri peledakan aktual	B = 8, S = 9 (Ketiga)
Burden (B)	8 m
Spasi (S)	9 m
tinggi jenjang (L)	8,2 m
Stemming (T)	3,2 m
Panjang kolom isian (PC)	3,9 m
Diameter lubang ledak (De)	200 mm
Spasi/burden (A)	1,12
Standar deviasi lubang bor (W)	0

Hasil perhitungan indeks keseragaman dari tiga geometri peledakan yang diaplikasikan di lapangan memperlihatkan nilai “n” sebesar 0,907, 0,93 dan 0,83.

### 3. Perhitungan Ukuran Rata-rata Fragmentasi Batuan

Ukuran rata-rata fragmentasi hasil peledakan dapat dihitung dengan menggunakan metode Kuz-Ram. Parameter yang berpengaruh dalam perhitungan ukuran rata-rata fragmentasi batuan adalah faktor batuan (A), volume peledakan tiap lubang ledak (V), berat bahan peledak tiap lubang (Q) dan kekuatan berat relatif (E). Nilai faktor batuan sebesar 5,289. Volume peledakan tiap lubang (V) untuk ketiga geometri peledakan berturut-turut sebesar 476 m<sup>3</sup>, 522,75 m<sup>3</sup> dan 590,4 m<sup>3</sup>. Berat bahan peledak tiap lubang (Q) sebesar 117 kg dan kekuatan berat relatif (E) sebesar 100. Hasil perhitungan ukuran rata-rata fragmentasi menggunakan metode Kuz-Ram dari ketiga geometri peledakan berturut-turut sebesar 39,31 cm, 42,37 cm dan 46,70 cm Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar dimensi geometri peledakan maka semakin besar ukuran rata-rata fragmentasi yang dihasilkan, begitu pula sebaliknya.

#### a. Perhitungan Distribusi Fragmentasi

Distribusi fragmentasi peledakan dihitung untuk mengetahui berapa persen banyaknya *boulder* (bongkah) yang dihasilkan dari peledakan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumusan Rosin-Ramler. Parameter yang harus dihitung sebelum menghitung nilai distribusi fragmentasi peledakan adalah nilai karakteristik batuan hasil peledakan (Xc). Nilai karakteristik batuan dari tiga geometri peledakan aktual berturut-turut sebesar 56,98 cm, 65,76 cm, dan 81,78 cm.

Distribusi fragmentasi batuan untuk masing-masing geometri peledakan aktual adalah:

**Tabel 4. Distribusi Ukuran Fragmentasi dengan Burden 7 m dan Spasi 8 m**

Distribusi Fragmentasi Batuan		
Ukuran batuan (cm)	Tertahan (%)	Lolos (%)
10	85,26	14,74
20	72,70	27,30
30	61,99	38,01
40	52,85	47,15
50	45,06	54,94
60	38,42	61,58
70	32,76	67,24
<b>80</b>	<b>27,93</b>	<b>72,07</b>
90	23,82	76,18
100	20,31	79,69

**Tabel 5. Distribusi Ukuran Fragmentasi dengan Burden 7,5 m dan spasi 8,5 m**

Distribusi Fragmentasi Batuan		
Ukuran batuan (cm)	Tertahan (%)	Lolos (%)
10	85,93	14,07
20	73,84	26,16
30	63,46	36,54
40	54,53	45,47
50	46,86	53,14
60	40,27	59,73
70	34,60	65,40
<b>80</b>	<b>29,73</b>	<b>70,27</b>
90	25,55	74,45
100	21,96	78,04



**Tabel 6. Distribusi Ukuran Fragmentasi dengan Burden 8 m dan spasi 9 m**

Distribusi Fragmentasi Batuan		
Ukuran batuan (cm)	Tertahan ( %)	Lolos(%)
10	88,52	11,48
20	78,36	21,64
30	69,37	30,63
40	61,41	38,59
50	54,36	45,64
60	48,12	51,88
70	42,60	57,40
<b>80</b>	<b>37,71</b>	<b>62,29</b>
90	33,38	66,62
100	29,55	70,45

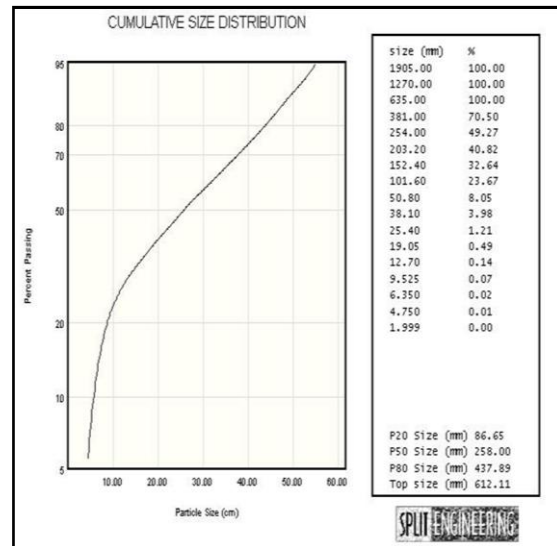
Ukuran maksimum batuan hasil peledakan yang umumnya digunakan adalah sebesar 80 cm. Material peledakan yang lebih dari 80 cm dikategorikan sebagai bongkah (*boulder*). Hasil perhitungan distribusi fragmentasi batuan berdasarkan tiga geometri aktual menunjukkan nilai bongkah berturut-turut sebesar 27,93 %, 29,73 % dan 37,71 %. Persentase *boulder* yang masih jauh dari persentase yang dikatakan baik, yakni 15 % menunjukkan bahwa geometri peledakan yang digunakan harus dievaluasi.

b. Fragmentasi Batuan berdasarkan Analisis *Split Dekstop 2.0*

*Software Split Dekstop 2.0* digunakan dalam menganalisis fragmentasi berdasarkan foto hasil peledakan di lapangan. Tiga geometri peledakan berbeda yang dianalisis ditunjukkan oleh gambar berikut:



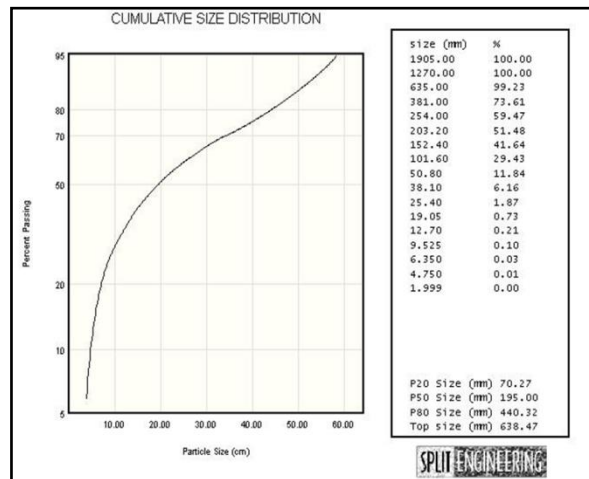
**Gambar 1. Foto hasil peledakan pertama (burden 7 m dan spasi 8 m)**



**Gambar 2. Grafik analisis foto peledakan pertama (burden 7 m dan spasi 8 m)**



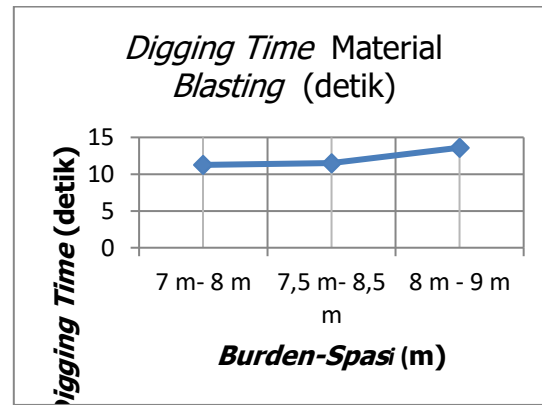
**Gambar 3. Foto hasil peledakan pertama (burden 7,5 m dan spasi 8,5 m)**



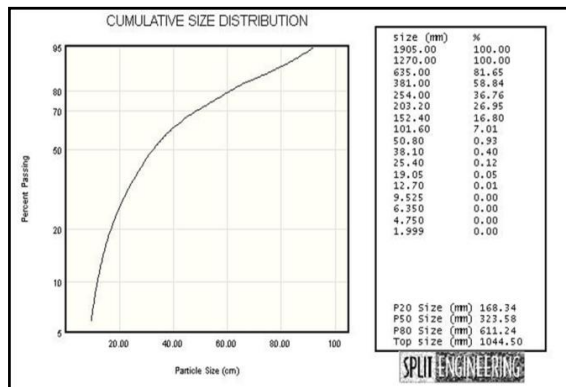
**Gambar 4. Grafik analisis foto peledakan pertama (burden 7,5 m dan spasi 8,5 m)**



Gambar 5. Foto hasil peledakan pertama (burden 8 m dan spasi 9 m)



Gambar 7. Grafik hubungan antara geometri peledakan dengan digging time



Gambar 6. Grafik analisis foto peledakan pertama (burden 8 m dan spasi 9 m)

Hasil analisis dengan menggunakan *Software Split Dekstop 2.0* pada ketiga geometri aktual (geometri peledakan pertama dengan *burden* 7 m dan spasi 8 m, peledakan kedua dengan *burden* 7,5 m dan spasi 8,5 m dan peledakan ketiga dengan *burden* 8 m dan spasi 9 m) menunjukkan nilai ukuran rata-rata fragmentasi (P80) secara berturut-turut sebesar 43,7cm, 44 cm dan 61,1 cm.

#### 4. Digging Time Material Blasting

*Digging time* merupakan waktu yang diperlukan oleh alat gali untuk mengisi *bucket* sampai penuh. *Digging time* material blasting dari tiga jenis geometri peledakan di lapangan yaitu:

Tabel 6. Digging Time Material Blasting

No	Burden-spasi	Digging time (detik)
1	7 m - 8 m	11,26
2	7,5 m - 8,5 m	11,52
3	8 m - 9 m	13,60

#### 5. Analisis Keberhasilan Peledakan

Hasil perhitungan fragmentasi dan digging time dari tiga geometri peledakan di lapangan terlihat bahwa ukuran material yang dihasilkan dari peledakan masih belum sesuai dengan ukuran material *blasting* yang perusahaan tetapkan. Perusahaan menetapkan ukuran maksimal fragmentasi peledakan 80 cm, ternyata dari hasil pengolahan data, persentase material dengan ukuran 80 cm jauh di atas 15 %. Begitu pula dengan nilai digging time yang masih jauh dari waktu yang ditetapkan perusahaan. Waktu maksimal yang ditetapkan perusahaan adalah 7 detik sedangkan digging time aktual di lapangan berturut-turut sebesar 11,26 detik, 11,52 detik dan 13,60 detik. Berdasarkan parameter tersebut maka perlu dilakukan perencanaan geometri usulan.

#### 6. Rekomendasi Geometri Usulan

Geometri usulan dirancang dengan menggunakan metode RL. Ash. Metode ini dipilih karena dalam rumusnya mempertimbangkan densitas batuan dan bahan peledak. Batuan yang ada di lapangan adalah batulempung dengan densitas 2,23 g/cm<sup>3</sup> sedangkan bahan peledak yang digunakan adalah ANFO dengan *velocity of detonation* 4200 m/s. Pola pemboran yang disarankan adalah zig-zag sebab distribusi energi peledakan akan lebih merata [8].

Tabel 7. Rekomendasi Geometri Usulan

Parameter	RL. Ash
Burden (B)	6 m
Spasi (S)	7 m



Kedalaman lubang ledak (L)	9 m
<i>Stemming</i> (T)	3.5 m
<i>Subdrilling</i> (J)	1 m
Panjang kolom isian (PC)	4.5 m
Diameter lubang ledak (De)	200 mm

*Powder factor* dari geometri usulan ini sebesar  $0,3 \text{ kg/m}^3$ . *Powder factor* ini masih memenuhi standar yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu maksimal  $0,3 \text{ kg/m}^3$ . Secara teoritis *powder factor* yang ekonomis berkisar antara  $0,2 - 0,3 \text{ kg/m}^3$ . *Subdrilling* dapat diganti dengan air deck sehingga dapat memberikan energi yang lebih besar dan mengurangi pemakaian bahan peledak [9].

**Tabel 8. Distribusi Fragmentasi Geometri Usulan**

Distribusi fragmentasi batuan		
Ukuran batuan (cm)	Tertahan (%)	Lolos (%)
10	79,06	20,94
20	62,51	37,49
30	49,42	50,58
40	39,08	60,92
50	30,89	69,11
60	24,43	75,57
70	19,31	80,69
<b>80</b>	<b>15,27</b>	<b>84,73</b>
90	12,07	87,93
100	9,54	90,46

Hasil perhitungan ukuran rata-rata fragmentasi dengan metode Kuz-Ram menunjukkan ukuran sebesar 32,69 cm. Ini menunjukkan penurunan ukuran fragmentasi material sehingga bisa memudahkan penggalian material. Begitu pula dengan distribusi fragmentasi batuan sudah lebih baik. Hasil analisis distribusi fragmentasi batuan berdasarkan geometri usulan menunjukkan penurunan persentase *boulder*. Persentase *boulder* sebesar 15,27 %. Persentase ini sudah mendekati persentase *boulder* maksimum yang telah ditentukan yaitu sebanyak 15 % [10].

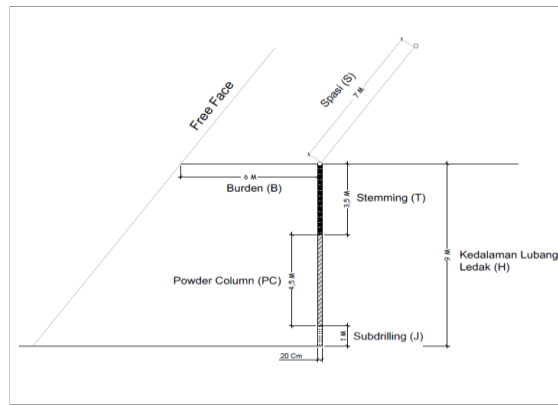
#### IV. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Pengaruh geometri peledakan terhadap fragmentasi batuan hasil peledakan adalah semakin besar geometri peledakan maka semakin besar pula fragmentasi batuan hasil peledakan yang dihasilkan sebaliknya, semakin kecil geometri peledakan maka semakin kecil pula fragmentasi peledakan yang dihasilkan. Hal ini terlihat pada geometri pertama (*burden* 7 m dan spasi 8 m) menghasilkan rata-rata fragmentasi sebesar 39,31 cm, geometri kedua (*burden* 7,5 m dan spasi 8,5 m) menghasilkan rata-rata fragmentasi 42,37 cm dan geometri peledakan ketiga (*burden* 8 m dan spasi 9 m) menghasilkan rata-rata fragmentasi sebesar 46,70 cm.
2. *Digging time* material blasting menunjukkan semakin besar geometri peledakan maka semakin lama waktu yang dibutuhkan alat gali untuk melakukan penggalian. *Digging time* material dari geometri dengan *burden* 7 m dan spasi 8 m, *burden* 7,5 m dan spasi 8,5 m dan *burden* 8 m dan spasi 9 m berturut-turut adalah 11,26 detik, 11,52 dan 13,60 detik
3. Geometri peledakan usulan yang diharapkan sesuai dengan standar perusahaan adalah *burden* 6 m, spasi 7 m, panjang kolom isian 4,5 m, kedalaman lubang ledak 9 m, *stemming* 3,5 m, *subdrilling* 1 m, *loading density* 26 kg/m dan *powder factor* sebesar  $0,3 \text{ kg/m}^3$ . Geometri usulan ini akan memberikan fragmentasi *boulder* sebesar 15,27 %.







Gambar 8. Desain geometri usulan

### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- [1] Kramadirata, S., 2004. *Pendidikan dan Pelatihan Juru Ledak Penambangan Bahan Galian*. Bandung: DESM Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara.

- [2] Bozic, B., 2001. Monitoring to Evaluate Blasting Quality and the Prediction of Fragmentation. *Int. Engineering Modelling Journal*, 14, 61-71.
- [3] Konya, C.J and Walter E.J., 1990. *Surface Blast Design*. New Jersey: Prentice-Hall, USA, 127-136.
- [4] Hustrulid, W., 1999. *Blasting Principles for Open Pit Mining*, Colorado School of Mines, Golden, Colorado, USA, Page 83 – 84.
- [5] Cunningham, C.V.B., 1983. The Kuz-Ram Model for Prediction of Fragmentation from Blasting. *Proc. 1st. Symposium on Rock Fragmentation by Blasting*. Lulea, Sweden, 2, 439-453.
- [6] Ash, R.L. 1990. *Design of Blasting Round Surface Mining*, Kennedy Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.
- [7] Lyli, P., 1986. An Emprical Method of Assessing Rock Mass Blastibility. *Int. Proc Large Open Pit Mining Conference*, AusIMM Newman Cob, Melbourne, 82-92.
- [8] Hamdi, E., Romdhane, N.B and Michel, J., 2008. Fragmentation Energy in Rock Blasting. *Ecole Nationale d' Inge'ierurs de Tunis*. Tunisia, 26, 133-146.
- [9] Vargek, J. 2005. *Blating with air deck in the buttom of blast holes*. University of Leabon, Austria.
- [10] Mcgregor. 1967. *The Drilling of Rock*. London: C.R. Books Ltd.

