

EVALUASI GEOMETRI PELEDAKAN OVERBURDEN UNTUK MENDAPATKAN FRAGMENTASI IDEAL DI PT. TAMBANG RAYA USAHA TAMA (TRUST) KUTIM, KALIMANTAN TIMUR

Muhamad Darmawan*, Raimon Kopa^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*muhamaddarmawan070@gmail.com

**raimon_kopa@yahoo.co.id

Abstract. Coal Mining PT. Tambang Raya Usaha Tama (TRUST) with an open-pit mining system. In alternative pit 3 there are 100 cm chunks or boulder with a percentage of $\pm 40\%$. While the target for fragmentation in the company is 20%. So the boulders resulting from the blasting process will disrupt the loading of the overburden. The value of digging time on the Hitachi PC 2500 Excavator that is too long will certainly cause the productivity of the digging tool to be disrupted. The average digging time of the Hitachi PC 2500 Excavator on the material resulting from blasting from the actual blasting activity is ± 15 seconds (CTM). This digging time is still far from the standard digging time set by the company, which is in the range of 10 – 12 seconds. The research method was carried out with a blasting geometry design based on the R L Ash, Konya, and ICI Explosive methods. The results of the analysis of the fragmentation distribution using the R.L.Ash method with a fragmentation distribution of 100 cm in size retained 5% with a powder factor of 0.56 kg/bcm. The C.J Konya method with a fragmentation distribution of 100 cm in size retained 8% with a powder factor of 0.50 kg/bcm. The ICI Explosive method with a fragmentation distribution of 100 cm in size retained 7% with a powder factor of 0.40 kg/bcm. based on the results of consultations with the distribution company, the fragmentation size of 100 cm was retained 19% with a powder factor of 0.28 kg/bcm. Of all these methods, the optimal method for blasting geometry is to obtain a fragmentation distribution that suits the company's needs, namely the blasting geometry based on the results of consultations with the company. This can be seen from the results of the powder factor which is not too large and also the rock fragmentation obtained in accordance with the company's target.

Keywords: C.J Konya, Digging Time, Fragmentation, ICI Explosive, Overburden, R.L. Ash.

6. Pendahuluan

Kegiatan peledakan *Overburden* juga diterapkan oleh PT. Tambang Raya Usaha Tama (PT TRUST). Selain untuk memberai overburden, peledakan ini juga bertujuan untuk mempermudah proses alat gali *Excavator Hitachi PC 2500* dan alat muat *High dump truck Komatsu 785* untuk produktivitas. Semakin kecil ukuran fragmentasi batuan maka semakin baik ukuran fragmentasi yang di hasilkan untuk meningkatkan produksi pengupasan *overburden*. Faktor yang mempengaruhi fragmentasi hasil peledakan adalah karakteristik massa batuan, struktur geologi, air tanah, kemiringan lubang ledak, pola pemboran, geometri peledakan, *priming*, pola penyalaan, penggunaan bahan peledak, bidang bebas (Anonim. (2012)).

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, Peledakan pada pembongkaran tanah penutup yang

dilakukan di PT.Tambang Raya Usaha Tama (TRUST) masih dikatakan belum memuaskan, hal ini dapat dilihat dari enam parameter keberhasilan peledakan yaitu fragmentasi, *digging time*, *powder factor*, *flyrock*, *ground vibration* dan *air blast* yang belum memenuhi standar. Dari parameter keberhasilan peledakan terdapat tiga parameter yang belum memenuhi standar, diantaranya adalah fragmentasi, *digging time*, *flyrock*. Pada pit alternatif 3 PT.Tambang Raya Usaha Tama (TRUST) penulis melihat bongkahan atau boulder hasil dari peledakan. Penulis menemukan hasil peledakan berupa *boulder* 100 cm dengan persentase lebih kurang 40%. Sedangkan target fragmentasi di perusahaan 20%. Jadi Bongkahan yang dihasilkan dari proses peledakan akan membuat pemuatan tanah penutup menjadi terganggu. Bongkahan yang timbul setelah proses peledakan akan memakan waktu yang lebih lama

dalam pemuatannya serta membuat alat gali bekerja lebih ekstra dikarenakan harus mereduksi ukuran bongkahan agar dapat dimuat. Proses pereduksian ukuran bongkahan ini juga akan berpotensi besar membuat konstruksi bucket alat gali menjadi cepat rusak.

7. Lokasi Penelitian

Lokasi penambangan PT TRUST (Tambang Raya Usaha Tama) terletak di Desa Tandung Mayang, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur. Secara geografis terletak pada garis lintang $00^{\circ} 02'20''$ LU – $00^{\circ} 13' 00''$ LU dan $117^{\circ} 12' 50''$ BT – $1170 23' 30''$ BT.

8. Kajian Teori

3.1 Peledakan

Menurut kamus pertambangan umum, "Bahan peledak adalah senyawa kimia yang dapat bereaksi dengan cepat apabila diberikan suatu perlakuan, menghasilkan sejumlah gas bersuhu dan bertekanan tinggi dalam waktu yang sangat singkat."

Peledakan memiliki daya rusak yang bervariasi tergantung jenis bahan peledak yang digunakan dan tujuan digunakannya bahan peledak tersebut.

Menurut Koesnaryo (2001;1-2) menyatakan bahwa suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila target produksi terpenuhi, penggunaan bahan peledak efisien, diperoleh fragmentasi batuan dengan sedikit bongkah(kurang dari 15% dari jumlah batuan terbongkar per peledakan, diperoleh dinding batuan yang stabil dan rata, dampak terhadap lingkungan terminimalisir.

3.2 Rancangan Geometri Peledakan

Keberhasilan dalam suatu peledakan dapat dilihat salah satunya dengan ukuran fragmentasi batuan yang dihasil. Oleh karena itu untuk mendapatkan ukuran fragmentasi yang cocok maka kita harus dapat melakukan modifikasi terhadap geometri peledakan. Geometri peledakan Menurut Teori R.L.Ash, Konya, dan ICI Explosive.

3.2.1 Rancangan Geometri Peledakan Menurut R.L Ash

RL Ash (1963) telah menyarankan lima rasio dasar untuk desain peledakan. Meskipun rasio dapat digunakan sebagai perkiraan pertama dalam desain peledakan, modifikasi untuk rasio akan menunjukkan di mana geologi merupakan faktor utama yang memiliki pengaruh penting terhadap hasil peledakan.

Terlebih dahulu mencari nilai K_b pada R.L Ash ialah sebagai berikut:

$$K_b = K_{bstd} \times AF_1 \times AF_2 \quad (1)$$

$$AF_1 = \sqrt[3]{\frac{SG_{std} \text{ batuan}}{SG_{overburden}}} \quad (2)$$

$$AF_2 = \left[\frac{SG \times (VoD)^2}{SG_{std} \times (VoD_{std})^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

Keterangan:

K_b = Koefisien *Burden*

SG = Berat Jenis Bahan Peledak (gr/cc)

V_e = Kecepatan Detonasi Bahan Peledak (fps)

SG_{std} = Berat Jenis Bahan Peledak Standar 1,20

V_{std} = Kecepatan Detonasi Bahan Peledak Standar,12.000 (fps)

3.2.1.1. *Burden*

Burden adalah jarak tegak lurus antara lubang ledak dengan bidang bebas yang panjangnya tergantung pada karakteristik batuan dan bahan peledak yang akan dipergunakan. Maka untuk mencari nilai *burden* dengan metode R. L Ash ialah :

$$B = \frac{(K_b \times De)}{12} \quad (4)$$

Keterangan:

B = *Burden* (ft)

K_b = Nisbah *Burden* Yang Telah Dikoreksi

De = Diameter Lubang Ledak (Inchi)

3.2.1.2. *Spasi*

Spasi adalah jarak antar lubang ledak yang dirangkai dalam satu baris dan diukur sejajar terhadap bidang bebas. Besar *spasi* dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$S = B \times KS \quad (5)$$

Keterangan:

S = *spasi* (m).

B = *Burden* (m).

KS = *Spasi Ratio*

3.2.1.3. *Stemming*

Stemming adalah material penutup di dalam lubang bor di atas kolom isian bahan peledak. Fungsi *stemming* adalah untuk mengurung gas-gas hasil ledakan agar dapat menekan batuan dengan kekuatan cukup besar. Untuk menghitung *stemming* dipakai persamaan:

$$T = B \times KT \quad (6)$$

Keterangan:

T = *Stemming* (m)

KT = *Stemming Ratio*

3.2.1.4. *Subdrilling*

Subdrilling merupakan panjang lubang ledak yang berada di bawah garis lantai jenjang, yang berfungsi untuk membuat lantai jenjang mejadi

lebih rata setelah peledakan.. Panjang *subdrilling* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$J = B \times KJ \quad (7)$$

Keterangan:

J = *Subdrilling* (m)

KJ = *Subdrilling Ratio*

3.2.1.5. Kedalaman Lubang

Kedalaman lubang ledak biasanya ditentukan berdasarkan jumlah produksi dan kapasitas dari alat muat. Untuk menentukan kedalaman lubang dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$H = B \times KH \quad (8)$$

Keterangan:

H = Kedalaman Lubang Ledak (m)

Kh = Hole *depth ratio* (1,5 – 4,0)

B = *Burden* (m)

3.2.1.6 Tinggi Jenjang

Secara spesifik tinggi jenjang maksimum ditentukan oleh peralatan lubang bor dan alat muat yang tersedia.

$$L = H - J \quad (9)$$

Keterangan:

L = Tinggi jenjang (m)

H = Kedalaman Lubang Ledak (m)

J = *Subdrilling* (m)

3.2.1.7. Kolom Isian

Panjang kolom isian merupakan panjang kolom lubang ledak yang diisi oleh bahan peledak.

$$PC = H - T \quad (10)$$

Keterangan:

PC= Kolom Isian (m)

H = Kedalaman Lubang Ledak (m)

T = Panjang *Stemming* (m)

3.2.2 Rancangan Geometri Peledakan

C. J.Konya

Untuk memperoleh hasil pembongkaran batuan sesuai dengan yang diinginkan, maka perlu suatu perencanaan peledakan dengan memperhatikan besaran-besaran geometri peledakan. Geometri peledakan menurut C. J. Konya (1990) adalah sebagai berikut:

3.2.2.1 Burden

Burden dihitung berdasarkan diameter lubang ledak, jenis batuan dan jenis bahan peledak yang diekspresikan dengan densitasnya. Rumusnya adalah:

$$B = 3.15 \times De \times (SGe/SGr)^{0.33} \quad (11)$$

Keterangan :

B = burden

De = diameter lubang ledak (inchi)

SGe = berat jenis bahan peledak yang dipakai

SGr = berat jenis batuan yang dibongkar

3.2.2.2 Spacing

Nilai spasi di PT Tambang Raya Usaha Tama ini menggunakan sistem peledakan delay (*hole by hole*) dengan rumus sebagai berikut :

$$S = \frac{(H+7B)}{8} \quad (12)$$

3.2.2.3 Subdrilling (U)

Subdrilling adalah bagian dari lubang bor yang terletak di bawah dasar jenjang. Nilai Nilai K_j yaitu 0,3.

$$T = K_j \times B \quad (13)$$

3.2.2.4 Kedalaman Lubang Ledak (H)

Merupakan jumlah total antara tinggi jenjang dengan besarnya subdrilling, yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$H = Kh \times B \quad (14)$$

Dimana :

H = Kedalaman lubang tembak, meter.

Kh = Hole *depth ratio* (1,5 – 4,0).

B = Burden, meter.

3.2.2.5 Stemming

Stemming adalah kolom material penutup lubang ledak di atas kolom isian bahan peledak. Menurut C.J. Konya rumusan dalam menentukan stemming adalah:

$$\text{Batuan berlapis, } T = 0,7 \times B \quad (15)$$

Nilai K_t berkisar antara 0,7 – 1. Nilai K_t yang dipakai adalah 0,7

Keterangan :

T = stemming (m)

B = burden (m)

3.2.2.6 Tinggi Jenjang

Secara spesifik tinggi jenjang maksimum ditentukan oleh peralatan lubang bor dan alat muat yang tersedia.

$$L = H - J \quad (16)$$

Keterangan:

L = Tinggi jenjang (m)

H = Kedalaman Lubang Ledak (m)

J = *Subdrilling* (m)

3.2.2.7 Powder Column

Panjang kolom isian merupakan panjang kolom lubang ledak yang akan diisi bahan peledak. Persamaan dalam penentuan PC adalah:

$$PC = H - T \quad (17)$$

Keterangan :

PC = panjang kolom isian bahan peledak (m)

H = kedalaman lubang ledak (m)

T = stemming (m)

3.2.3 Rancangan Geometri Peledakan ICI Explosives

Catatan diameter 7,88 inc = 200 mm

Jari jari 100 mm = 0,1 m

Densitas Anfo = 0,85 gr/cc

3.2.3.1 Burden

Burden dihitung berdasarkan diameter lubang ledak, jenis batuan dan jenis bahan peledak yang diekspresikan dengan densitasnya. Rumusnya adalah:

$$B = (25-40)D \quad (18)$$

Angka yang di pakai adalah 25

Keterangan :

D = Diameter

3.2.3.2 Spacing

$$S = (1-1,5) B \quad (19)$$

Angka yang di pakai adalah 1

B = Burden, meter.

3.2.3.3 Subdrilling (J)

Subdrilling adalah bagian dari lubang bor yang terletak di bawah dasar jenjang.

$$J = (8-12)d \quad (20)$$

Angka yang di pakai adalah 8

J = Subdrilling (m)

3.2.3.4 Kedalaman Lubang Ledak (H)

Pada prinsipnya kedalaman lubang ledak merupakan jumlah total antara tinggi jenjang dengan besarnya subdrilling, yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$H = L+J \quad (21)$$

Dimana :

J = Subdrilling (m)

L = Tinggi jenjang (m)

3.2.3.5 Stemming

Stemming adalah kolom material penutup lubang ledak di atas kolom isian bahan peledak. Menurut ICI Explosive rumusan dalam menentukan stemming adalah:

$$T = (20-30)d \quad (22)$$

Angka yang di pakai adalah 20

Dimana :

D = Diameter

3.2.3.6 Tinggi Jenjang

Secara spesifik tinggi jenjang maksimum ditentukan oleh peralatan lubang bor dan alat muat yang tersedia.

$$L = H-J \quad (23)$$

Keterangan:

L = Tinggi jenjang (m)

H = Kedalaman Lubang Ledak (m)

J = Subdrilling (m)

3.2.3.7 Powder Column

Panjang kolom isian merupakan panjang kolom lubang ledak yang akan diisi bahan peledak. Persamaan dalam penentuan PC adalah:

$$PC = H - T \quad (24)$$

Keterangan :

PC = panjang kolom isian bahan peledak (m)

H = kedalaman lubang ledak (m)

T = stemming (m)

3.2.4 Perhitungan pemakaian bahan peledak

1. Loading Density

de = volume tabung x SG handak (25)

= ($\pi \cdot r^2 \times pc$) x SG handak

= (3,14 x (0,1m)² x 3,7m) x

($\frac{0,85 \text{ kg}}{1000}$)

2. Jumlah pemakaian bahan Peledak ANFO

$$E = de \times n \quad (26)$$

3.2.5 Powder Factor

Volume material = B x S x H (27)

$$PF = \frac{\text{Berat bahan peledak}}{\text{volume material}}$$

3.3 Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan

Fragmentasi adalah bentuk material hasil peledakan berdasarkan ukuran tertentu.

Klasifikasi ukuran partikel fragmentasi hasil peledakan dapat dilihat seperti berikut ^[1]:

a. Over Size

Boulder size (ukuran bongkah) yang membutuhkan *Secondary blasting* atau disebut juga peledakan ulang.

b. Fines

Ukuran batuan yang sangat kecil dan halus, dan product menjadi susah dalam *transport*, dikarenakan *loose material*.

c. Mid-Range

Ukuran rata-rata partikel yang ekonomis dan dapat dilakukan transportasi yang sesuai dengan kriteria perusahaan.

3.3.1 *Prediksi Distribusi Fragmentasi Batuan Menurut Kuz – Ram*

Model *Kuz-Ram* merupakan gabungan antara persamaan *Kuznetsov* dan persamaan *Rossin-Rammier*. Persamaan *Kuznetsov* memberikan ukuran fragmentasi batuan rata-rata dan persamaan *Rossin-Rammier* menentukan persentase material yang tertampung diayakan dengan ukuran tertentu. Persamaan *Kuznetsov* dapat dilihat sebagai berikut :

$$X(\text{rata-rata}) = A \left(\frac{V_0}{Q}\right)^{0,8} Q^{0,17} \left(\frac{E}{115}\right)^{-0,63} \quad (28)$$

Keterangan:

- \bar{X} = Ukuran Rata-Rata Fragmentasi Batuan (cm)
- A = Faktor Batuan
- V_0 = Volume Batuan Terbongkar (m^3)
- Q = Berat Bahan Peledak Tiap Lubang (kg)
- E = RWS Bahan Peledak

Untuk menentukan distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan digunakan persamaan *Rossin - Rammler*

$$R = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n} \quad (29)$$

Keterangan:

- R = Persentase Massa Batuan Tertahan Ukuran X (%)
- X_c = Karakteristik Ukuran (cm)
- X = Ukuran Ayakan (cm)
- n = Indeks Keseragaman
- e = Konstanta Eksponensial (2,7182818)
- X_c dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$X_c = \frac{X(\text{rata-rata})}{(0,693)^{1/n}} \quad (30)$$

Keterangan:

- X_c = Karakteristik Ukuran (cm)
- X = Ukuran Ayakan (cm)
- n = Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman (n) yang dikembangkan *Cunningham* dengan menggunakan parameter dari desain peledakan. Indeks keseragaman (n) ditentukan dengan persamaan di bawah ini :

$$n = \left(2,2 - \frac{14 B}{D}\right) \left(1 - \frac{w}{B}\right) \left(1 + \frac{(A-1)}{2}\right) \left(\frac{PC}{L}\right) \quad (31)$$

Keterangan:

- B = *Burden* (m)
- D = Diameter (mm)
- W = Standar Deviasi Lubang Bor (m)
- A = Ratio *Spasi/Burden*
- PC= Panjang Muatan Handak (m)
- H = Tinggi Jenjang (m)

3.4 Analisis Statistik

3.4.1 Analisis Statistik

Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi(R^2) adalah bagian dari keragaman total variable terikat(Y) yang dapat diterangkan oleh keragaman variable bebas(X). Koefisien ini dihitung dengan mengkuadratkan koefisien korelasi. Adapun interpretasi dari nilai koefisien determinasi menurut Colon dalam Hastono (2006: 131) dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Interpretasi nilai Koefisien Determinasi (R^2)

R^2	Interpretasi
0,00 – 0,25	Tidak ada hubungan/hubungan lemah
0,26 – 0,50	hubungan sedang
0,51 – 0,75	hubungan kuat
0,76 - 1,00	hubungan sangat kuat/sem sempurna

4. Metode Penelitian

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang penulis lakukan yaitu penelitian terapan. Jenis penelitian ini disebut juga Applied Research. Penelitian terapan merupakan jenis penelitian menekankan akan penerapan ilmu-ilmu teoritis dalam penyelesaian masalah di lapangan.

4.2 Teknik Pengumpulan Data

Berupa data primer (sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya, hasil observasi dengan objek, kejadian atau hasil pengujian. Data primer berupa foto fragmentasi batuan, data peledakan (burden, spasi, stemming, subdrilling, powder factor dll), data digging time excavator hitachi pc 2500. Data sekunder adalah sumber data penelitian yang di peroleh melalui media perantara atau tidak secara langsung berupa data curah hujan, data stratigrafi daerah penelitian, topografi, koordinat penelitian.

4.3 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

4.3.1 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Fragmentasi geometri peledakan actual dengan menggunakan split desktop

- 2) Hubungan geometri peledakan dengan fragmentasi batuan
- 3) Pengolahan data rancangan geometri peledakan berdasarkan metode R L Ash, Konya, dan ICI Explosive
- 4) Memprediksi fragmentasi hasil peledakan yang diusulkan dengan metode kuzram dan split desktop.
- 5) Perbandingan geometri peledakan usulan dengan geometri peledakan aktual

5. Hasil dan Pembahasan

5.1. Kegiatan Peledakan

5.1.1 Data Geometri Peledakan Aktual

Peledakan yang penulis amati selama melakukan penelitian adalah dimulai dari tanggal 2 -20 Agustus 2019. Pengambilan data geometri peledakan aktual diambil secara manual dengan mengukur secara langsung burden, spasi dan kedalaman lubang ledak, tinggi jenjang dan parameter lainnya.

Tabel 4.15 Geometri Peledakan Aktual

No.	Parameter Geometri Peledakan	Peledakan Periode		
		02-Aug-19	09-Aug-19	10-Aug-19
1	Burden (B) (m)	8	8	9
2	Spasi (S) (m)	9	9	10
3	Kedalaman Lubang Ledak (L) (m)	9	10	10
4	Tinggi Jenjang (H) (m)	9,5	9,5	9,5
5	Subdrilling (J) (m)	0,5	0,5	0,5
6	Stemming (T) (m)	3	3	4
7	Powder Column (PC) PC = H-T (m)	6	5	6
8	Diameter Lubang Ledak (De)	0,2 m	0,2 m	0,2 m
9	Volume Batuan yang Diledakkan (V)	92.880	118.592	90.792
10	Jumlah Bahan Peledak yang digunakan (E), E = PC x n (kg)	15.120	18.568	17.770
12	Jumlah Lubang Ledak (n)	200	228	136
13	Powder Factor (PF) PF = (E/V)	0,16	0,17	0,19
14	Persentase Boulder	20,65	40,69	50,48
15	Rata-rata Persentase Boulder	46,20		

No.	Parameter Geometri Peledakan	Peledakan Periode			
		14-Aug-19	18-Aug-19	19-Aug-19	20-Aug-19
1	Burden (B) (m)	8	9	9	9
2	Spasi (S) (m)	9	10	10	10
3	Kedalaman Lubang Ledak (L) (m)	10	10	10	10
4	Tinggi Jenjang (H) (m)	9,5	9,5	9,5	9,5
5	Subdrilling (J) (m)	0,5	0,5	0,5	0,5
6	Stemming (T) (m)	3	4	4	4
7	Powder Column (PC) PC = H-T (m)	5	6	6	6
8	Diameter Lubang Ledak (De)	0,2 m	0,2 m	0,2 m	0,2 m
9	Volume Batuan yang Diledakkan (V)	45.090	62.496	77.940	106.560
10	Jumlah Bahan Peledak yang digunakan (E), E = PC x n (kg)	6.243	9.178	13.504	15.120
12	Jumlah Lubang Ledak (n)	55	103	110	200
13	Powder Factor (PF) PF = (E/V)	0,14	0,19	0,19	0,20
14	Persentase Boulder	40,50	48,89	50,48	71,74
15	Rata-rata Persentase Boulder				

Berdasarkan kurva distribusi ukuran fragmentasi peledakan aktual diatas maka dihasilkan parameter statistik distribusi ukuran fragmentasi peledakan seperti tabel 4.16 berikut.

Tabel 4.16 Parameter Statistik Distribusi Ukuran Fragmentasi Peledakan (% Lolos) Dengan Software *Split Dekstop*

No.	Tanggal Peledakan	Persentase Kelolosan Pada Avakan (%)				
		Ukuran (Size)				
		12,5 cm	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm
1	02-Aug-19	20.32	34.52	51.63	65.20	79.35
2	09-Aug-19	10.65	15.05	31.76	43.12	59.31
3	10-Aug-19	15.04	16.41	23.00	32.51	49.52
4	14-Aug-19	29.65	40.91	48.01	52.42	59.50
5	18-Aug-19	26.89	35.26	39.85	45.64	51.11
6	19-Aug-19	15.04	16.41	23.00	32.51	49.52
7	20-Aug-19	18.04	19.54	21.52	24.28	28.26
	Nilai Maksimum	29.65	40.91	51.63	65.20	79.35
	Nilai Minimum	10.65	15.05	21.52	24.28	28.26
	Rata-Rata	19.37	25.44	34.11	42.24	53.79
	Varians	46.41	120.67	157.33	192.51	235.30
	Standar Deviasi	6.81	10.98	12.54	13.87	15.34

5.1.2 Analisis Korelasi pengaruh geometri peledakan terhadap fragmentasi peledakan 100 Cm

Hasil analisis ini menggambarkan secara umum nilai korelasi pada hubungan antara geometri peledakan terhadap fragmentasi 100 cm. Adapun hasil analisis korelasi sederhana dengan uji linear bisa dilihat pada Tabel dan gambar di bawah ini.

Tabel 4.23 Hasil Analisis Korelasi Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Hasil Fragmentasi 100 Cm

No	Parameter	R ²
1	Burden	0,6506
2	Spasi	0,5294
3	Stemming	0,4203
4	Powder Column	0,3260
5	Powder Factor	0,4094
6	Tinggi Jenjang	0,3865

Terlihat bahwa nilai R² tertinggi yang menjelaskan pengaruh geometri peledakan terhadap fragmentasi 100 cm yaitu burden dengan nilai R² sebesar 0,6506 dimana artinya parameter geometri peledakan yaitu spasi memiliki hubungan yang cukup kuat terhadap fragmentasi 100 cm sehingga jika spasi besar maka akan diikuti dengan kenaikan hasil fragmentasi berukuran 100 cm begitupun sebaliknya jika spasi kecil maka akan diikuti juga dengan penurunan hasil fragmentasi 100 cm.

Sementara itu nilai R² terendah yang menjelaskan pengaruh geometri peledakan terhadap hasil fragmentasi 100 cm adalah powder factor dengan nilai R² sebesar 0,3260 artinya memiliki hubungan yang tidak kuat terhadap fragmentasi 100 cm sehingga jika powder factor besar maka hasil fragmentasi 100 cm akan mengalami kenaikan begitupun sebaliknya jika powder factor kecil maka hasil fragmentasi 100 cm akan mengalami penurunan.

5.2 Rancangan Usulan Geometri Peledakan Untuk Mengurangi Ukuran Fragmentasi Boulder Agar Target Produktivitas Alat Gali Muat Tercapai

5.2.1 Analisis Digging Time Aktual Terhadap Hasil Fragmentasi

Setelah kegiatan peledakan selesai maka *broken* material akan digali dan dimuat oleh unit excavator untuk dipindahkan ke *stock dump*. Parameter yang paling mempengaruhi produktivitas alat gali muat adalah waktu unit excavator dalam melakukan penggalian (*digging time*). Digging time merupakan waktu yang dibutuhkan oleh alat gali muat mulai dari kuku bucket kontak ke batuan hingga bucket penuh dan posisi mulai terangkat untuk lebih jelas dapat dilihat tabel dibawah ini.

Tabel 4.24 Digging time aktual terhadap hasil fragmentasi

Tanggal Peledakan	Digging Time (Detik)	Fragmentasi Ukuran 100 cm (% lolos)	Fragmentasi Ukuran 100 cm % tertahan
2/08/19	15	79.35	20.65
9/08/19	16	59.31	40.69
10/08/19	14	49.52	50.48
14/08/19	14	59.50	40.5
18/08/19	14	51.11	48.89
19/08/19	16	49.52	50.48
20/08/19	16	28.26	71.74
Rata-rata Digging Time (detik)			15
Rata-rata Fragmentasi Ukuran 100 cm (% lolos)			53.80%
Rata-rata Fragmentasi Ukuran 100 cm (% tertahan)			46.20%

Dara tabel dan kurva di atas pengambilan data digging time dilakukan pada setiap peledakan dengan alat gali muat yang diamati adalah excavator jenis Komatsu Pc 2500. Dari observasi yang dilakukan terlihat bahwa fragmentasi berukuran besar (*boulder*) membutuhkan waktu penggalian yang lebih lama yaitu 15 detik untuk rata-rata dari 10 kali peledakan aktual. Hal ini disebabkan karena tahanan gali (*digging resistance*) yang dialami oleh kuku bucket saat menggali material yang berukuran besar atau *boulder*. Dapat disimpulkan bahwa hasil fragmentasi dari setiap peledakan berpengaruh terhadap digging time.

5.2.2 Rancangan Geometri Peledakan Berdasarkan Hasil Konsultasi dengan Perusahaan dan Perhitungan Fragmentasi Berdasarkan Rumusan Kuz-Ram

Tabel 4.34 Rancangan Usulan Geometri Peledakan Berdasarkan Hasil Konsultasi Dengan Perusahaan

No	Parameter	Nilai
1	Burden (B)	7 m
2	Spasi (S)	8 m
3	Stemming (T)	4 m
4	Subdrilling (J)	0,5 m
5	Kedalaman Lubang Ledak (H)	10 m
6	Tinggi Jenjang (L)	9,5 m
7	Powder Column (PC)	6 m
8	Loading Density (de)	160,14 kg
9	Berat Bahan Peledak Perlubang (E)	16.334,28 Kg
10	Volume Peledakan Perlubang (V)	57.120 bcm
11	Powder Factor	0,28

Tabel 4.35 Perhitungan Fragmentasi Hasil Peledakan Berdasarkan Rumusan Kuz-Ram

No	Parameter	Nilai
1	Ukuran rata-rata fragmentasi Hasil Peledakan (Xrata-rata)	60,3 cm
2	Indeks keseragaman ukuran (n)	1,15
3	Karakteristik batuan (xc)	82,82
4	Persentase Fragmentasi hasil peledakan ukuran <i>boulder</i> (>100 cm)	19 %

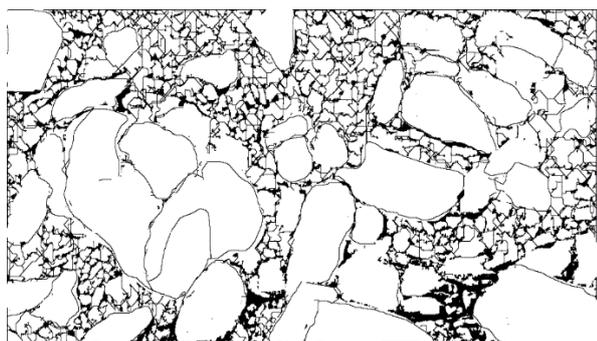
Rancangan usulan geometri berdasarkan hasil konsultasi dengan perusahaan memberikan hasil fragmentasi peledakan yang baik. Persentase fragmentasi hasil peledakan yang berukuran *boulder* sebesar 19 % tentu dengan fragmentasi hasil tersebut akan berpengaruh terhadap produktivitas dari alat gali muat yang menggali material hasil peledakan.

5.3 Hasil Uji Coba Geometri Peledakan Berdasarkan Hasil Konsultasi Dengan Perusahaan

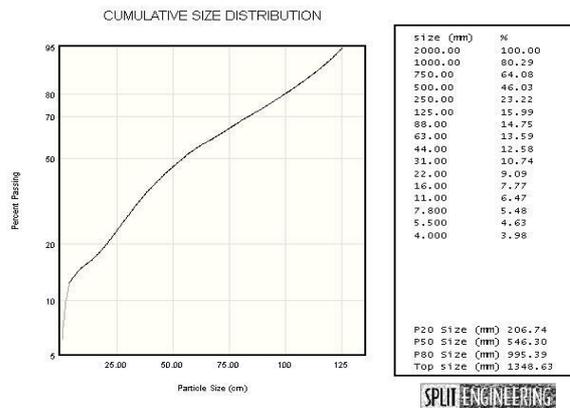
Hasil geometri peledakan berdasarkan hasil konsultasi dari perusahaan di dapatkan total bahan peledak yang dipakai 16.334,28 kg sedangkan volume peledakan yang diperoleh 57.120 bcm dan powder faktor yang di dapatkan 0,28 kg/bcm. Maka hasil fragmentasi menurut kuz-ram yaitu 19 %. Berikut ini adalah gambar hasil geometri peledakan yang telah di uji cobakan berdasarkan hasil konsultasi dengan perusahaan.



Gambar 4.28 Foto Fragmentasi di Pit Alternatif 3



Gambar 4.17 Proses Analisis *Splitdesktop*



Gambar 4.24 Hasil Analisis *Splitdesktop*

Dari hasil uji coba lapangan menggunakan geometri peledakan berdasarkan hasil konsultasi dengan perusahaan, maka hasil fragmentasi batuan yang didapatkan di lapangan dengan menggunakan *split desktop* yaitu 19,71%. Jadi hasil fragmentasi tersebut telah memenuhi target dari perusahaan yaitu ≤ 20 %. Juga di dapatkan *cycle time* alat gali muat excavator hitachi 2500 yaitu 10 detik, yang telah memenuhi target perusahaan <12 detik.

Geometri peledakan berdasarkan hasil konsultasi dengan perusahaan lebih bagus dari pada geometri aktual, dimana geometri peledakan berdasarkan hasil konsultasi dengan perusahaan telah memenuhi target yang di minta oleh perusahaan.

6. Penutup

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan seperti berikut :

1. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menggali material hasil peledakan aktual (*digging time*) adalah 15 detik. Distribusi fragmentasi batuan dari data aktual geometri peledakan, rata-rata fragmentasi batuan yang tertahan pada ukuran >100cm dengan *software split desktop* adalah 46%.ukuran ini tidak baik dan Jumlah produksi batuan yang diperoleh dari peledakan aktual adalah 56.880 BCM.
2. Pengaruh geometri peledakan terhadap fragmentasi 100 Cm yaitu burden dengan nilai R^2 sebesar 0,6506 dimana artinya parameter geometri peledakan yaitu burden memiliki hubungan yang cukup kuat terhadap fragmentasi 100 Cm sehingga jika spasi besar maka akan diikuti dengan kenaikan hasil fragmentasi berukuran 100 Cm begitupun sebaliknya.
3. Hasil geometri peledakan berdasarkan hasil konsultasi dari perusahaan di dapatkan total bahan peledak yang dipakai 16.334,28 kg sedangkan volume peledakan yang diperoleh 57.120 bcm dan powder faktor yang di dapatkan 0,28 kg/bcm. Maka hasil fragmentasi menurut kuz-ram yaitu 19 %

4. Dari hasil uji coba lapangan menggunakan geometri peledakan berdasarkan hasil konsultasi dengan perusahaan, maka hasil fragmentasi batuan yang didapatkan di lapangan dengan menggunakan split desktop yaitu 19,71%. Jadi hasil fragmentasi tersebut telah memenuhi target dari perusahaan yaitu $\leq 20\%$.
5. Hasil fragmentasi batuan dari geometri peledakan usulan yang di uji cobakan lebih kecil dari pada fragmentasi batuan geometri peledakan aktual. Hasil digging time yang di dapatkan dari geometri peledakan usulan lebih kecil dari pada geometri peledakan aktual.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, adapun saran yang penulis dapat berikan adalah sebagai berikut :

1. Melaksanakan penelitian lanjutan yang mengkaji faktor lainnya yang dapat menghasilkan nilai *powder factor* (PF) yang sesuai dengan yang ditetapkan perusahaan 0,30 sehingga dapat dilihat geometri peledakan yang memiliki hasil peledakan yang terbaik.
2. Perhitungan yang dilakukan penulis hanya membandingkan rumus teori dari RL. Ash, C.J Konya dan Ici Explosives. Oleh karena itu dapat dilakukan perbandingan hasil jika menggunakan rumus dari teori lain seperti technical modern.

7. Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2012). Diktat *Peledakan Pada Kegiatan Penambangan Bahan Galian*. Diklat Teknik Pemberaian Batuan. Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara. Bandung.
- [2] Ash, R.L. (1990). *Design of Blasting Round*. "Surface Mining". B.A Kennedy. Editor, Society for Mining, Metalurgy, and Explotion, Inc.
- [3] Ghadafi, M. A., Komar, S., & Sudarmono, D. (2014). Kajian Teknis Geometri Peledakan Berdasarkan Analisis Blastability dan Digging Rate Alat Gali Muat di PIT MT-4 Tambang Air Laya PT Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(3).
- [4] Hj. Revia Oktaviani, ST.MT.2009. *Modul Kuliah Teknik Peledakan*. Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. Samarinda.
- [5] Hustrulid, W. (1999). "*Blasting Principles For Open Pit Mining*". Colorado School Of Mines Golden. Colorado, USA.
- [6] *Kamus Pertambangan Umum (edisi II)*. Pusat penelitian dan pengembangan Teknologi Mineral. Bandung.
- [7] Koesnaryo, S. (2001). *Teori Peledakan*. Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara. Bandung.
- [8] Konya, C.J. (1990). "*Surface Blasting Design*". International Development Corporation. Montville, Ohio.
- [9] Konya J. Calvin dan Edwaed J. Walter. 1990. *Surface Blast Dessign*, Prentce Hall, Inc New Jersey; 1990
- [10] Monjezi, M., & Rezaei, M. (2011). Developing a new fuzzy model to predict burden from rock geomechanical properties. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9266-9273.
- [11] Putri, M., Yulhendra, D., & Octova, A. (2018). Optimasi Geometri Peledakan Untuk Mencapai Target Fragmentasi Dan Diggability Dalam Pemenuhan Target Produktivitas Ore Di Pit Durian Barat Dan Pit South Osela Site Bakan Pt J Resources Bolaang Mongondow Sulawesi Utara. *Bina Tambang*, 3(1), 588-607.
- [12] RENY, S., & TEDY AGUNG, C. A. H. Y. A. D. I. (2011). Kajian Teknis Operasi Peledakan untuk Meningkatkan Nilai Perolehan Hasil Peledakan di Tambang Batubara Kab. Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Proceding Seminae Nasional Kebumian FTM 2011 UPN*, 2-69.
- [13] Rinaldo, R., Heriyadi, B., & Prabowo, H. (2018). Analisis Pengaruh Parameter Geomekanika Batuan Terhadap Kegiatan Peledakan Pada Front Penambangan Blok A2 di CV. Triarga Nusatama, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 3(3), 1163-1173.
- [14] Singh, P., & Narendrula, R. (2007). The influence of rock mass quality in controlled blasting. In *26th international conference on ground control in mining, Morgantown* (pp. 314-319).
- [15] Sitanggang. (2008). Perhitungan Distribusi Fragmen Batuan Hasil Peledakan Berdasarkan Model "Kuz-Ram" Dengan Menggunakan Simulasi "Monte Carlo" Untuk Menentukan Faktor Batuan di Pit A Selatan - Pt. Dharma Henwa, Tbk. Skripsi Teknik Pertambangan ITB. Bandung.
- [16] Toha, M. T., & Wiwik, E. (2017). Analisis Pengaruh Struktur Joint Terhadap Fragmentasi Peledakan dan Produktifitas Alat Gali Muat PT. Semen Padang (Persero), TBK. *Jurnal Pertambangan*, 1(4).
- [17] Partanto Prodjo Sumarto. 1995. *Pemindahan tanah mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- [18] Yanto Indonesianto. 2005. *Pemindahan tanah mekanis*. Yogyakarta: UPN "Veteran" Yogyakarta
- [19] Tenriajeng, A.T. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Gunadarma, Jakarta