

# Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Hasil Peledakan Serta *Digging Time* Dan Produktivitas Alat Gali Muat Pada Tamka PT. Allied Indo Coal Jaya, Kota Sawahlunto

Rahadiyan Malvin Sunyoto<sup>1\*</sup>, Raimon Kopa<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

\*[malvinsunyoto.123@gmail.com](mailto:malvinsunyoto.123@gmail.com)

\*\*[raimon\\_kopa@yahoo.co.id](mailto:raimon_kopa@yahoo.co.id)

**Abstract.** The overburden disassembly process implemented by PT. Allied Indo Coal Jaya is by drilling and blasting. Observations in the field of actual blast geometry applied by the company obtained fragmentation of boulder-sized blasting results with a percentage of + 31%. The large percentage of boulders resulted in the diggability of the loading and unloading tools and the company's planned load digging productivity target of 100 bcm/hour was not achieved. The study aims to design optimum blasting geometry to reduce the percentage of boulders so that loading activities become effective and the productivity of loading tools increases. The research method was carried out by providing recommendations for blasting geometry based on R.L. Ash theory and the method "The Modern Technique of Rock Blasting" and carried out the application of one of the geometric designs to be applied in the future for the company. The geometry of the proposal applied in the field is: burden: 2.7 m, spacing 3 m, stemming: 2.5 m, subdrilling: 0.8 m, level height: 5.2 m, explosive hole depth: 6 m, powder column: 3.5 m, and powder factor: 0.28 kg/m<sup>3</sup> where boulder size fragmentation resulted from analysis results with desktop split software of 14%.

**Keywords:** Blasting Geometry, Blasting Result Fragmentation, Digging Time, R.L. Ash, Modern Technique of Rock Blasting

## 1 Pendahuluan

Salah satu perusahaan pertambangan batubara yang terdapat di provinsi Sumatera Barat adalah PT. Allied Indo Coal Jaya (PT. AICJ) yang merupakan perusahaan yang bergerak dibidang usaha pertambangan di Kota Sawahlunto dengan status izin Perjanjian Kerjasama Pengusaha Pertambangan Batubara (PKP2B) pada areal seluas 327,40 Ha. Lahan PKP2B tersebut merupakan hutan produksi terbatas milik Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Melalui kerjasama dengan pemerintah Indonesia, areal hutan tersebut diserahkan kepada PT. AICJ untuk pemanfaatan usaha tambang dengan sistem pinjam pakai tanpa kompensasi. Pada PT. AICJ kegiatan penambangan batubara dilakukan dengan 2 metode, yaitu metode tambang terbuka dan metode tambang bawah tanah. Pada tambang terbuka kegiatan penambangan diawali dengan melakukan pembongkaran *overburden* terlebih dahulu sebelum

dilakukan penambangan batubara. Pembongkaran *overburden* yang diterapkan oleh perusahaan dengan melakukan pengeboran dan peledakan. Pengeboran dilakukan untuk mendapatkan lubang ledak demi kelancaran proses peledakan. Peledakan yang dilakukan bertujuan agar proses muat dan angkut berlangsung lebih cepat dalam pembongkaran *overburden*. Metode pemberaian batuan yang umum digunakan lebih dari empat abad yang lalu adalah pemoran dan peledakan<sup>[1]</sup>.

Adapun pola pemoran yang digunakan pada PT. AICJ adalah pola pemoran selang-seling (*staggered pattern*). Sedangkan pola peledakan yang digunakan adalah pola peledakan *Echelon Cut*. Perencanaan peledakan berupa geometri peledakan dan penggunaan bahan peledak akan mempengaruhi hasil peledakan<sup>[2]</sup>. Adapun geometri peledakan aktual yang sering digunakan pada PT. AICJ yaitu : *burden* 3,5m,

*spasi* 3,5m, *subdrilling* 0,2 m, kedalaman lubang ledak 5,8m, dan tinggi jenjang 6m.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, peneliti menemukan hasil peledakan berupa *boulder* ( $\geq 70$  cm) dengan persentase rata-rata sebesar 31%. Suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila diperoleh fragmentasi ukuran merata dengan sedikit bongkah (kurang dari 15% dari jumlah batuan yang terbongkar per-peledakan)<sup>[3]</sup>. Ukuran fragmentasi yang dihasilkan ini pun kemudian berpengaruh terhadap *diggability* dari alat gali muat yaitu *digging time* dan *bucket fill factor* dari alat gali muat yang beroperasi untuk menggali dan memindahkan material hasil peledakan tersebut yang nantinya dengan semakin tinggi *digging time* alat gali muat dan *bucket fill factor* alat gali muat kecil maka akan berpengaruh terhadap ketercapaian target produktivitas dari alat gali muat yang menggali dan memindahkan material hasil peledakan.

Adapun rata-rata *digging time* dari alat gali muat *Excavator CAT 330D* terhadap material hasil peledakan dari kegiatan peledakan aktual yaitu  $\pm 12$  detik. *Digging time* ini masih jauh dari waktu *digging time* standar yang ditetapkan perusahaan yaitu berada dikisaran 8 – 10 detik. Sementara itu, untuk rata-rata *bucket fill factor* alat gali muat yang dihasilkan yaitu  $\pm 60\%$  sehingga bisa diartikan bahwasanya material hasil peledakan yang digali oleh alat gali muat tidak termuat secara penuh pada *bucket* alat gali muat.

## 2 Lokasi Penelitian

Lokasi penambangan PT. Allied Indo Coal jaya (PT.AICJ) terletak di Parambahan, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. Secara geografis wilayah IUP PT.AICJ berada pada posisi  $100^{\circ} 46' 48'' - 100^{\circ} 48' 47''$ BT dan  $00^{\circ} 35' 34'' - 00^{\circ} 36' 59''$ LS, dengan batas lokasi kegiatan adalah sebelah utara berbatasan dengan wilayah Desa Batu Tanjung dan Desa Tumpuak Tengah, Kecamatan talawi, Kota Sawahlunto, sebelah timur berbatasan dengan wilayah Jorong Bukit Bual dan Koto Panjang Nagari V Koto, Kecamatan koto VII, Kabupaten Sijunjung, sebelah selatan berbatasan dengan wilayah Jorong Koto Panjang Nagari V Koto, Kecamatan koto VII, Kabupaten Sijunjung, dan Wilayah Desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, sebelah barat berbatasan dengan Wilayah desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.

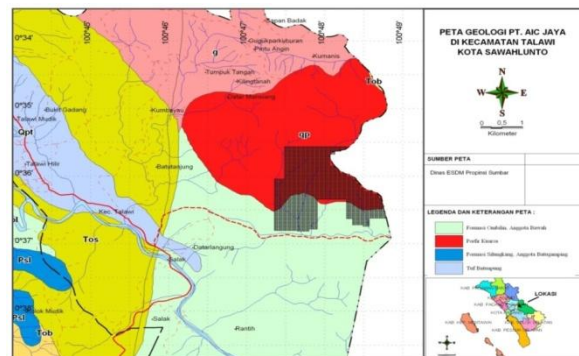
Peta lokasi kesampaian daerah tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Kesampaian Daerah<sup>[4]</sup>

Struktur geologi yang terdapat di daerah penyelidikan adalah perbukitan homoklin dan sesar. Dimana Sesar yang berkembang adalah sesar turun. Sesar ini terjadi setelah adanya pengangkutan yang membentuk lipatan. Secara umum arah perlapisan batuan adalah Barat Laut – Tenggara, di beberapa tempat menunjukkan pergeseran arah lapisan batuan yang sangat menyolok yang merupakan indikasi adanya sesar. Adanya kekar-kekar yang berkembang sebagai akibat pengaruh regional dari Sesar Besar Sumatera yang relatif Barat Laut-Tenggara.

Letak wilayah usaha penambangan milik PT. AIC Jaya secara geologi dapat di lihat pada peta geologi seperti gambar 2 di bawah ini,



Gambar 2. Peta Geologi PT. AIC Jaya<sup>[4]</sup>

## 3 Kajian Teori

### 3.1 Peledakan

Peledakan memiliki daya rusak yang bervariasi tergantung jenis bahan peledak yang digunakan dan tujuan digunakannya bahan peledak tersebut. Peledakan dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan, baik itu positif maupun negatif seperti untuk memenuhi tujuan politik, ideologi, keteknikan, industri dan lain-lain. Sebagai contoh bahan galian industri seperti batubara dan gamping sering kali menggunakan peledakan untuk memperoleh bahan galian tersebut, apabila dianggap lebih ekonomis dan efisien daripada

penggalian bebas (*Freedigging*) maupun penggaruan (*Ripping*).

Koesnaryo 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 dihasilkan. Oleh karena itu untuk mendapatkan ukuran fragmentasi yang cocok maka kita harus dapat melakukan modifikasi terhadap geometri peledakan.

Rancangan geometri ini dapat dicari dengan beberapa metode sebagai berikut:

#### 3.2.1 Rancangan Geometri Peledakan Menurut R.L Ash

Berdasarkan pengalaman empirik yang diperoleh di berbagai tempat dengan jenis pekerjaan dan batuan yang berbeda-beda, rumusan-rumusan empirik yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam rancangan awal suatu peledakan batuan. Terlebih dahulu mencari nilai  $K_b$  pada R.L Ash ialah sebagai berikut:

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

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

$$AF_2 = [SG_{PANFO} \times V_{PANFO}^2 / SG_{std \text{ peledak}} \times V_{std \text{ peledak}}^2]^{1/3} \quad (3)$$

Keterangan:

$K_B$  = Koefisien *Burden*

$SG$  = Berat Jenis Bahan Peledak Yang Digunakan (gr/cc)

$V_e$  = Kecepatan Detonasi Bahan Peledak Yang Digunakan (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 dari lubang tembak dengan bidang bebas yang terdekat, dan arah di mana perpindahan akan terjadi. 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/spacing* adalah jarak antara dua lubang ledak yang berdekatan dalam satu baris. Besar spasi dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan:

$S$  = *spasi* (m).

$B$  = *Burden* (m).

$KS$  = *Spasi Ratio*

#### 3.2.1.3. *Stemming*

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

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

Keterangan:

$T$  = *Stemming* (m)

$KT$  = *Stemming Ratio*

#### 3.2.1.4. *Subdrilling*

*Subdrilling* adalah tambahan kedalaman dari lubang bor di bawah lantai jenjang yang dibuat agar jenjang yang dihasilkan sebatas dengan lantainya dan lantai yang dihasilkan rata. Panjang *subdrilling* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

$J$  = *Subdrilling* (m)

$KJ$  = *Subdrilling Ratio*

#### 3.2.1.5. *Kedalaman Lubang*

*Kedalaman lubang* biasanya ditentukan berdasarkan kapasitas produksi yang diinginkan dan kapasitas dari alat muat. Sedangkan untuk menentukan kedalaman lubang dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

$H$  = *Kedalaman Lubang Ledak* (m)

$Kh$  = *Hole depth ratio* (1,5 – 4,0)

$B$  = *Burden* (m)

### 3.2.1.6. Kolom Isian

$$PC = H - T \quad (9)$$

Keterangan:

PC = Kolom Isian (m)

L = Kedalaman Lubang Ledak (m)

T = Panjang *Stemming* (m)

### 3.2.2 Rancangan Geometri Peledakan Menurut Metode "The Modern Technique of Rock Blasting"

Metode ini digunakan untuk menganalisis peledakan berdasarkan geometri peledakan, metode ini terdiri dari :

#### 3.2.2.1 Burden

Jarak burden yang baik adalah jarak yang memungkinkan energi secara maksimal dapat bergerak keluar dari kolom isian menuju bidang bebas dan dipantulkan kembali dengan kekuatan yang cukup untuk melampaui kuat tarik batuan sehingga akan terjadi penghancuran. Persamaan dalam menentukan burden maximum adalah sebagai berikut :

$$B_{max} = 1,36 \sqrt{lb} \quad (10)$$

Keterangan :

$B_{max}$  = *Burden* maximum (m)

$lb$  = *charge concentration*, kg/m

$$lb = 7,85 d^2 \times P \quad (11)$$

Keterangan :

$d$  = diameter lubang tembak

$P$  = *packing degree*, kg/liter

$$B = B_{max} - E \text{ (m)} \quad (12)$$

Keterangan :

$B$  = Partical Burden (m)

$E$  = Kesalahan Pemboran (m)

Kesalahan pemboran ada dua macam, yaitu:

*collar error* =  $d$  (mm)

*alignment error* = 0,03 m/m dari kedalaman lubang tembak

$$E = \frac{d}{100} + 0,03 \times H(m) \quad (13)$$

#### 3.2.2.2 Subdrilling (U)

Subdrilling adalah bagian dari lubang bor yang terletak di bawah dasar jenjang. Adapun persamaan yang digunakan dalam menentukan subdrilling sebagai berikut

$$U = 0,3 \times B_{max} \text{ (m)}. \quad (14)$$

#### 3.2.2.3 Kedalaman Lubang Tembak

Kedalaman lubang tembak merupakan penjumlahan dari besarnya tinggi jenjang dengan subdrilling. Kedalaman lubang ledak biasanya disesuaikan dengan tingkat produksi (kapasitas alat muat) dan pertimbangan geoteknik. Persamaannya sebagai berikut

$$H = 1,05 (K + U) \quad (15)$$

#### 3.2.2.4 Spacing

Spacing merupakan jarak antara lubang-lubang tembak yang dirangkai dalam satu baris dan diukur sejajar terhadap dinding jenjang. Adapun persamaan yang digunakan dalam menentukan spacing sebagai berikut

$$S = 1,25 \times B \text{ (m)}. \quad (16)$$

#### 3.2.2.5 Stemming

Stemming adalah lubang ledak bagian atas yang tidak diisi bahan peledak, biasanya diisi oleh abu hasil pemboran atau material berukuran kerikil dan dipadatkan diatas bahan peledak. Persamaan yang digunakan adalah :

$$T = h_o = B \quad (17)$$

#### 3.2.2.6 Tinggi Jenjang

Secara spesifik tinggi jenjang maksimum ditentukan oleh peralatan lubang bor dan alat muat yang tersedia. Tinggi jenjang berpengaruh terhadap hasil peledakan seperti fragmentasi batuan, ledakan udara, batu terbang dan getaran tanah.

#### 3.2.2.7 Powder Column

$$PC = 1,3 \times B_{max} \quad (18)$$

#### 3.2.3. Distribusi Bahan Peledak

Agar sedapat mungkin seluruh energi bahan peledak pada saat peledakan dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk sejumlah massa batuan yang diledakkan, maka distribusi bahan peledak didalam lubang bor merupakan faktor penting dalam keberhasilan suatu peledakan.

Berat bahan peledak dalam kolom isian bahan peledak merupakan fungsi dari *density* bahan peledak, diameter bahan peledak dan panjang kolom isian bahan peledak. Berat bahan peledak tersebut dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$E = PC \times d_e \quad (19)$$

Keterangan :

E = Berat bahan peledak setiap lubang  
 PC = Panjang kolom isian bahan peledak  
 de = Loading density, dimana de didapatkan dengan persamaan berikut :

$$de = SG_{Handak} \times d^2 \times (\pi/4) \times 1000 \quad (20)$$

Keterangan:

de = Loading Density (kg/m)  
 SG<sub>handak</sub> = Berat Jenis Bahan Peledak (gr/cc)  
 d = Diameter Lubang Bor (m)

Terakhir didapat nilai *powder factor* (PF). *Powder factor* adalah suatu bilangan untuk menyatakan jumlah material yang diledakkan atau dibongkar oleh bahan peledak dalam jumlah tertentu, dapat dinyatakan dalam ton/kg atau kg/ton. Rumusnya ialah sebagai berikut:

$$PF = \frac{E}{\text{volume Batuan Terberai}} \quad (21)$$

Keterangan:

PF = Powder Factor (kg/ton)  
 E = Jumlah Bahan Peledak (kg)

### 3.3 Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan

Fragmentasi adalah bentuk material hasil peledakan berdasarkan ukuran tertentu. Analogi dengan mekanisme penggerusan, energi diteruskan pada batuan oleh batuan peledak dan terjadi pemantulan gelombang kejut berkali-kali yang melibatkan serangkaian interaksi dalam individual blok. Hal tersebut mengakibatkan blok tersebut pecah menjadi ukuran yang lebih kecil dan terbentuklah permukaan-permukaan baru.

Klasifikasi ukuran partikel fragmentasi hasil peledakan dapat dilihat seperti berikut <sup>[9]</sup>:

- *Over Size*  
*Boulder size* (ukuran bongkah) yang membutuhkan *Secondary blasting* atau disebut juga peledakan ulang.
- *Fines*  
 Ukuran batuan yang sangat kecil dan halus, dan product menjadi susah dalam transport, dikarenakan *loose material*.
- *Mid-Range*  
 Ukuran rata-rata partikel yang ekonomis dan dapat dilakukan transportasi yang sesuai dengan kriteria perusahaan.

Terdapat 4 metode pengukuran fragmentasi batuan yaitu metode pengayakan (*sieving*), *boulder counting* (*production statistic*), *image analysis (photographic)*, manual (*measurement*) <sup>[9]</sup>.

#### 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* adalah sebagai berikut:

$$X(\text{rata-rata}) = A \left(\frac{V_0}{Q}\right)^{0,8} Q^{0,17} \left(\frac{E}{115}\right)^{-0,63} \quad (22)$$

Keterangan:

$\bar{X}$  = Ukuran Rata - Rata Fragmentasi Batuan (cm)  
 A = Faktor Batuan  
 V<sub>0</sub> = Volume Batuan Terbongkar (m<sup>3</sup>)  
 Q = Berat Bahan Peledak Tiap Lubang (kg)  
 E = RWS Bahan Peledak

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

$$R = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n} \quad (23)$$

Keterangan:

R = Persentase Massa Batuan Tertahan Ukuran X (%)  
 X<sub>c</sub> = Karakteristik Ukuran (cm)  
 X = Ukuran Ayakan (cm)  
 n = Indeks Keseragaman  
 e = Konstanta Eksponensial (2,7182818)

X<sub>c</sub> dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$X_c = \frac{X(\text{rata-rata})}{(0,693)^{1/n}} \quad (24)$$

Keterangan:

X<sub>c</sub> = 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 :

$$n = \left(2,2 - \frac{14B}{D}\right) \left(1 - \frac{w}{B}\right) \left(1 + \frac{(A-1)}{2}\right) \left(\frac{PC}{L}\right) \quad (25)$$

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 Produktivitas Alat Gali Muat

### 3.4.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Gali Muat

Beberapa Faktor yang mempengaruhi alat gali muat adalah<sup>[11]</sup>

#### 3.4.1.1 Faktor Isian Mangkuk (Bucket Fill Factor)

*Bucket Fill Factor* adalah persentase volume yang sesuai atau sesungguhnya yang dapat diisikan ke dalam *vassel* atau *bucket* dibandingkan dengan kapasitas teoritisnya. *Bucket Fill Factor* dapat dinyatakan dengan menggunakan ketentuan dari tabel 1. *Bucket fill factor* menurut Perhitungan Biaya Peralatan.<sup>[11]</sup>

**Tabel 1.** *Bucket Fill Factor* menurut Perhitungan Biaya Peralatan.<sup>[11]</sup>

Jenis Pekerjaan	Kondisi Kerja	Faktor Bucket
Ringan	Menggali dan memuat stockroom dan stockpile atau material yang telah dikeruk oleh excavator yang lain yang tidak membutuhkan daya gali dan dapat dimuat munjung	1,0 – 0,8
Sedang	Menggali dan memuat dari stockroom atau stockpile dengan kondisi tanah yang sulit digali dan dikeruk akan tetapi dapat dimuat hampir munjung	0,8 – 0,6
Agak Sulit	Menggali dan memuat batu pecah, tanah liat yang keras, pasir dan kerikil yang telah dikumpulkan, sulit mengisi bucket dengan material tersebut	0,6 – 0,5
Sulit	Bongkahan batu besar dengan bentuk tidak teratur dengan banyak rongga diantaranya	0,5 – 0,4

#### 3.4.1.2 Digging Time

*Digging time* adalah waktu yang digunakan oleh alat gali muat untuk menggaru material yang akan dipindahkan. *Digging time* merupakan bagian dari *cycle time* yang dapat menjadi salah satu acuan menentukan produktivitas dari alat gali muat.<sup>[11]</sup>

#### 3.4.1.3 Cycle Time

Waktu edar (*Cycle time*) adalah jumlah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis baik alat muat maupun alat angkut untuk melakukan siklus kegiatan produksi dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai lagi<sup>[1]</sup>. Adapun waktu edar alat gali muat, dapat dinyatakan dalam persamaan<sup>[6,7]</sup>:

$$CTm = Tm_1 + Tm_2 + Tm_3 + Tm_4 \quad (26)$$

Keterangan :

CTm = Total waktu edar alat muat (menit)

Tm<sub>1</sub> = Waktu untuk mengisi muatan (menit)

Tm<sub>2</sub> = Waktu ayunan bermuatan (menit)

Tm<sub>3</sub> = Waktu untuk menumpahkan muatan (menit)

Tm<sub>4</sub> = Waktu ayunan kosong (menit)

#### 3.4.1.4 Produktivitas Alat Gali Muat

Produktivitas adalah kemampuan alat gali muat untuk memindahkan material yang digali per satuan waktu. Satuan produktivitas yang sering digunakan adalah ton/jam atau bcm/jam. Untuk menghitung produktivitas maka digunakan rumus berikut<sup>[1]</sup>:

$$Q = \frac{q_1 \times k \times 60 \times E}{Cm} \quad (27)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas alat gali muat (m<sup>3</sup>/jam)

q<sub>1</sub> = Kapasitas *Bucket* Maksimal (m<sup>3</sup>)

k = *Bucket Fill Factor* (Faktor Pengisian *Bucket*)

E = Efisiensi Kerja

Cm = Waktu siklus alat gali (detik)

## 3.5 Analisis Statistik

### 3.5.1 Analisis Korelasi

Korelasi merupakan suatu hubungan antara satu variabel dengan variabel lainnya dalam bentuk diagram pencar (*scatterplot*) yang menunjukkan hubungan antara kedua variabel tersebut, dimana *koefisien korelasi* ( $\rho$ ) mempunyai nilai  $-1 \leq \rho \leq 1$ .

### 3.5. Koefisien Deeterminasi

Koefisien *determinasi*(R<sup>2</sup>) 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 dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Interpretasi nilai Koefisien Determinasi (R<sup>2</sup>).<sup>[8]</sup>

R <sup>2</sup>	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/ sempurna

### 3.5.3. Regresi

Analisis regresi digunakan untuk memberikan penjelasan hubungan antara dua jenis variabel atau lebih yaitu hubungan antara variabel dependen atau variabel kriteria dengan variabel independen atau variabel prediktor.

## 4 Metode Penelitian

### 4.1 Jenis Penelitian

Berdasarkan jenis penggunaannya penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian terapan (*Applied Rresearch*). Tujuan utama penelitian terapan adalah mencari solusi tentang masalah- masalah tertentu sehingga dapat

secara langsung diterapkan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi<sup>[5]</sup>.

## 4.2 Teknik Pengumpulan Data

### 4.2.1 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini dilakukan studi literature terhadap laporan penelitian sebelumnya maupun buku-buku penunjang yang berhubungan dengan pelaksanaan kegiatan penelitian.

### 4.2.2 Kegiatan Observasi Lapangan

Kegiatan observasi lapangan meliputi penentuan lokasi pengambilan data dimana penelitian akan dilaksanakan, kemudian diikuti dengan mengidentifikasi masalah atau mencari masalah-masalah yang ada pada lokasi tersebut. Selanjutnya masalah tersebut dicocokkan dengan penelitian yang akan dilakukan.

### 4.2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data primer yang merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya, hasil observasi dengan objek, kejadian atau hasil pengujian. Data primer berupa (a) Data peledakan aktual berupa : *burden*, *spasi*, kedalaman lubang ledak, ketinggian jenjang, dan *stemming*, (b) foto fragmentasi batuan hasil peledakan, (c) data *digging time* dan *cycle time* dari alat gali muat.

Data sekunder adalah sumber data penelitian yang di peroleh melalui media perantara atau tidak secara langsung berupa *blast map*, *inventory blasting map*, spesifikasi dari alat gali muat, peta topografi, geologi, situasi, IUPK, data curah hujan, data lithologi.

## 4.3 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

### 4.3.1 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan yaitu pengambilan data geometri peledakan aktual di lapangan, perhitungan fragmentasi hasil peledakan aktual menggunakan *software split dektop*, pengolahan data *digging time*, *cycle time* dan *bucket fill factor* alat gali muat untuk mendapatkan nilai produktivitas dari alat gali muat.

### 4.3.2 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan pada penelitian ini meliputi perhitungan produksi, perhitungan dan analisis distribusi fragmentasi batuan, analisis *digging time* alat gali muat, analisis statistik dengan menggunakan *software SPSS*. Kemudian setelahnya akan dilakukan evaluasi geometri peledakan.

## 5 Hasil dan Pembahasan

### 5.1. Kegiatan Peledakan

#### 5.1.1 Data Geometri Peledakan Aktual

Peledakan yang penulis amati selama melakukan penelitian adalah sebanyak 5 kali dimulai dari tanggal 17 Januari 2020- 23 Januari 2020. Adapun data geometri peledakan aktual yang diterapkan di PT. Allied Indo Coal Jaya dapat dilihat pada 3 di bawah ini

**Tabel 3.** Data Peledakan Aktual

No.	Parameter	Peledakan Periode				
		17-Jan-20	18-Jan-20	18-Jan-20	20-Jan-20	23-Jan-20
1	B (m)	3,3	3,2	3,1	3,4	3
2	S (m)	3,2	3,4	3,2	3,4	3,3
3	H (m)	5,8	6	6	5,9	5,95
4	L (m)	5,6	5,8	5,8	5,7	5,85
5	J (m)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
6	T (m)	2,20	2,10	2,00	2,10	2,00
7	PC (m)	3,60	3,90	4,00	3,80	3,95
9	V (m <sup>3</sup> )	7962.24	7180.8	4761.6	8866.52	6774.075
10	Jumlah bahan peledak per lubang	13,95	15,11	15,50	14,72	15,30
11	Jumlah Keseluruhan Bahan Peledak(kg)	1813.032	1661.946	1239.68	1913.756	1759.765
12	n	130	110	80	130	115
13	PF	0,228	0,231	0,260	0,216	0,260

Berdasarkan Tabel 2, geometri peledakan aktual ketika observasi menunjukkan nilai dari *burden* (B), *spasi* (S), kedalaman lubang ledak (H), tinggi jenjang (L), *Subdrilling* (J), *Stemming* (T), *Powder Column* (PC).

#### 5.1.2 Distribusi Fragmentasi Batuan dengan Software Split Dekstop

Hasil dari perhitungan ukuran fragmentasi batuan dengan menggunakan *software split dektop* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4.** Distribusi Fragmentasi Batuan

No.	Tanggal Peledakan	Fragmentasi Boulder (>70cm)	
		Lolos (%)	Tertahan (%)
1	17-Jan-20	61,47	38,53
2	18-Jan-20	70,68	29,32
3	18-Jan-20	76,33	23,67
4	20-Jan-20	67,09	32,91
5	23-Jan-20	69,32	30,68
rata-rata		68,98	31,022

Berdasarkan tabel dia tas dapat dilihat bahwa rata-rata persentase fragmentasi boulder yang tertahan adalah sebesar 31,022% sementara harapan dari perusahaan fragmentasi *boulder* dibawah 20%.

### 5.2 Hasil Diggability dan Produktivitas Alat Gali Muat Dari Kegiatan Peledakan Aktual

*Diggability* alat gali muat diperoleh melalui pengamatan secara langsung terhadap penggalian dan

pemuatan material hasil kegiatan peledakan aktual PT. Allied Indo Coal Jaya. Adapun pengamatan langsung pada penggalian dan pemuatan material hasil peledakan aktual oleh alat gali muat, penulis melakukan pengambilan data *cycle time* dan *digging time* alat gali muat *Excavator* CAT330D. Dimana diketahui kapasitas *bucket* dari *Excavator* CAT 330D sebesar 1,54 m<sup>3</sup>.

### 5.2.1 Digging Time Material Hasil Peledakan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan maka didapatkan nilai *digging time* dari alat gali muat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** *Digging Time* Material Hasil Peledakan Aktual

Tanggal Kegiatan Peledakan	<i>Digging Time</i> (s/bucket)		
	Maksimum	Minimum	Rata – rata
	(detik)	(detik)	(detik)
17-Jan-20	20.06	8.12	13.15
18-Jan-20	18.73	7.28	12.14
18-Jan-20	21.27	7.99	11.1
20-Jan-20	20.87	8.01	12
23-Jan-20	20.99	8.55	12.45
<b>Rata - rata</b>	<b>20.38</b>	<b>7.99</b>	<b>12.17</b>

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa rata-rata *digging time* dari alat *Excavator* CAT 330D adalah sebesar 12,17 detik dimana *digging time* yang diharapkan perusahaan adalah antara 8-10 detik. Dengan adanya penambahan waktu *digging time* seperti ini akan berdampak pada meningkatnya *cycle time* unit *excavator* yang menyebabkan penurunan pada produktivitas unit *excavator*.

### 5.2.2 Digging Rate Alat Gali Muat

Dari hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan maka didapatkanlah *digging rate* alat gali muat seperti Tabel 6.

**Tabel 6.** *Digging Rate* Alat Gali Muat Dari Material Hasil Peledakan Aktual

No	Tanggal Peledakan	<i>Digging Rate</i> Alat Gali Muat (bcm/jam)
1	17-Jan-20	131.9
2	18-Jan-20	136.61
3	18-Jan-20	147.51
4	20-Jan-20	136.44
5	23-Jan-20	135.88
<b>Rata- rata</b>		<b>137.67</b>

Adapun faktor yang mempengaruhi terhadap nilai *digging rate* yaitu *digging time* dan *bucket fill factor* alat gali muat. Jika semakin lama waktu alat gali muat menggali (*digging time*) material hasil peledakan maka *cycle time* alat gali muat akan bertambah sehingga

menyebabkan pengaruhnya terhadap *digging rate* alat gali muat. Selain itu, jika persentase *bucket fill factor* alat gali muat dalam penggalian material hasil peledakan rendah maka *digging rate* alat gali muat akan mengalami penurunan, begitupun sebaliknya.

### 5.2.3 Produktivitas Alat Gali Muat

Dari hasil pengolahan yang dilakukan maka didapatkanlah hasil produktivitas alat gali muat dari penggalian dan pemindahan material hasil peledakan aktual, seperti Tabel 7.

**Tabel 7.** Produktivitas Alat Gali Muat *Excavator* CAT 330D

No	Tanggal Peledakan	Tipe Unit Alat Gali Muat	Target Produktivitas (bcm/jam)	Produktivitas Aktual (bcm/jam)	Achievement (%)
1	17-Jan-20	CAT 330D	100	69.81	69.81
2	18-Jan-20	CAT 330D	100	78.78	78.78
3	18-Jan-20	CAT 330D	100	85.07	85.07
4	20-Jan-20	CAT 330D	100	75.45	75.45
5	23-Jan-20	CAT 330D	100	69.78	69.78
<b>Rata – rata</b>				<b>75.78</b>	<b>75.78</b>

Berdasarkan Tabel 7 di atas, adapun rata – rata produktivitas alat gali muat *Excavator* CAT 330D yang menggali material hasil peledakan yaitu 75,78 bcm/jam. Selain itu, juga terlihat bahwasanya produktivitas aktual alat gali muat yang menggali material hasil peledakan masih belum bisa mencapai target produktivitas alat gali muat yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu 100 bcm/jam.

## 5.3 Analisis Statistik Hubungan Geometri Peledakan, Hasil Fragmentasi Peledakan Ukuran Boulder, *Diggability* Alat Gali Muat dan Produktivitas Alat Gali Muat

### 5.3.1 Analisis Statistik Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Peledakan

Parameter- parameter yang dianalisis adalah geometri peledakan berupa *burden*, *spasi*, kedalaman lubang, *powder column*, *powder factor*, *stemming*, *subdrilling*, dan diameter lubang.

Adapun hasil analisis statistik pengaruh geometri peledakan terhadap fragmentasi peledakan dapat dilihat pada tabel 8 di bawah ini.



**Tabel 8.** Hasil Analisis Korelasi Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Hasil Fragmentasi Peledakan Ukuran *Boulder*

No	Parameter	Koef Korelasi Terhadap Fragmentasi	Uji Hipotesis (pValue)
1	Burden	0,565	0,321
2	Spasi	0,001	0,998
3	Kedalaman Lubang	-0,924	0,025
4	Powder Column	-0,934	0,2
5	Powder Factor	-0,634	0,251
6	Stemming	0,84	0,075
7	Subdrilling	0,0035	0,995
8	Diameter Lubang	0	0

Berdasarkan tabel 8, terlihat bahwa nilai korelasi positif tertinggi yang menjelaskan pengaruh geometri peledakan terhadap fragmentasi boulder yaitu stemming dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,84 dimana artinya parameter geometri peledakan yaitu *stemming* memiliki hubungan yang sangat kuat terhadap fragmentasi *boulder*. Sementara itu nilai koefisien korelatif negatif tertinggi yang menjelaskan pengaruh geometri peledakan terhadap hasil fragmentasi *boulder* adalah *powder column* dengan nilai korelasi koefisien sebesar -0,934.

Dari hasil analisis regresi linear berganda yang dilakukan maka didapatkan persamaan regresi linear berganda pengaruh geometri peledakan terhadap hasil fragmentasi peledakan ukuran *boulder* yaitu sebagai berikut.

$$Y = 25,497 X_1 - 44,144 X_2 - 4,122 X_3 + 252,951 \quad (28)$$

Keterangan :

Y = Hasil fragmentasi berukuran boulder dari model linear sederhana

X<sub>1</sub> = Stemming

X<sub>2</sub> = Kedalaman Lubang

X<sub>3</sub> = Burden

Dari hasil analisis regresi linear berganda yang dilakukan diperoleh juga nilai koefisien korelasi hubungan geometri peledakan terhadap hasil fragmentasi peledakan ukuran boulder sebesar 1,0. Serta nilai R Square (R<sup>2</sup>) yang juga sebesar 1,0 artinya variabel independent dapat menjelaskan variabel dependent sebesar 100 %. Selain itu pada uji hipotesis terlihat bahwasanya hipotesis diterima sebesar 99,98 % artinya geometri peledakan memang berpengaruh terhadap fragmentasi hasil peledakan pada PT. Allied Indo Coal Jaya. Berikut adalah gambaran ringkas analisis linear berganda bisa dilihat pada Tabel 9. di bawah ini.

**Tabel 9.** Hasil Analisis Regresi Linear Berganda Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Hasil Fragmentasi Peledakan Ukuran *Boulder*

Keterangan	Nilai
Nilai R (Koefisien Korelasi)	0,946
Nilai Rsquare	0,895
Uji Hipotesis (pvalue) < 0,05	0,406

### 5.3.2 Analisis Statistik Pengaruh Fragmentasi Boulder Terhadap Digging Time Alat Gali Muat

Dari hasil pengolahan yang dilakukan dengan *software* SPSS maka didapatkan persamaan regresi linear sederhana yaitu sebagai berikut :

$$Y = 0,127X + 8,228 \quad (29)$$

Keterangan :

Y = *Digging Time* dari Model Regresi Linear Sederhana

X = Hasil Fragmentasi Peledakan Ukuran *Boulder*

Dari hasil analisis statistik yang telah dilakukan maka diperoleh nilai *Rsquare* (R<sup>2</sup>) dari uji linear dengan nilai sebesar 0,853 yang artinya variabel fragmentasi peledakan ukuran *boulder* dapat menjelaskan variabel *digging time* sebesar 85,3 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa parameter fragmentasi berukuran boulder memiliki pengaruh yang kuat terhadap *digging time* alat gali muat.

### 5.3.3 Analisis Statistik Pengaruh Digging Time Alat Gali Muat Terhadap Produktivitas Alat Gali Muat

Dari hasil pengolahan yang dilakukan dengan *software* SPSS maka didapatkan persamaan regresi linear sederhana yaitu sebagai berikut :

$$Y = -7,908X + 172,006 \quad (30)$$

Keterangan :

Y = Produktivitas dari Model Regresi Linear Sederhana

X = *Digging time* alat gali muat

Dari hasil analisis statistik yang telah dilakukan maka diperoleh nilai *Rsquare* (R<sup>2</sup>) dengan nilai sebesar 0,829 yang artinya variabel *digging time* dapat menjelaskan variabel produktivitas alat gali muat sebesar 82,9 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa parameter *digging time* memiliki pengaruh yang kuat terhadap produktivitas alat gali muat.

### 5.3.4 Estimasi Model Optimum Untuk Menentukan Kondisi Ideal Hubungan Kegiatan Peledakan dengan Diggability Alat Gali Muat Untuk Memenuhi Target Produktivitas

PT. Allied Indo Coal Jaya memiliki target produktivitas sebesar 100 bcm/jam. Agar dapat mencapai target produktivitas tersebut maka dilakukan estimasi menggunakan persamaan regresi linear berganda dimana dilakukan analisis statistik hubungan fragmentasi peledakan dan digging time alat gali muat terhadap produktivitas alat gali muat. Dari hasil analisis linear berganda yang dilakukan maka didapatkanlah persamaan regresi linear berikut.

$$Y = 0,041 X_1 - 8,184 X_2 + 174,084 \quad (31)$$

Keterangan :

Y = Produktivitas Alat Gali Muat

X<sub>1</sub> = Fragmentasi Boulder

X<sub>2</sub> = Digging Time Alat Gali Muat

#### 5.4. Rancangan Usulan Geometri Peledakan untuk Mengurangi Fragmentasi *Boulder* Agar Target Produktivitas Alat Gali Muat Tercapai

##### 5.4.1 Rancangan Usulan Geometri peledakan Berdasarkan Teori dan Hasil Fragmentasi yang Dihasilkan

Adapun hasil perhitungan dari rancangan usulan geometri menurut R.L Ash dapat dilihat pada tabel 10 berikut.

**Tabel 10.** Rancangan Usulan Geometri Peledakan Menurut Teori R.L. Ash

No	Parameter	Nilai
1	Burden (B)	1,9 m
2	Spasi (S)	1,9 m
3	Stemming (T)	1,4 m
4	Subdrilling (J)	0,4 m
5	Kedalaman Lubang Ledak (H)	5,8 m
6	Tinggi Jenjang (L)	5,4 m
7	Powder Column (PC)	4,4 m
8	<i>Loading Density</i> (de)	3,874 kg/m
9	Berat Bahan Peledak Perlubang (E)	17 kg
10	Volume Peledakan Perlubang (V)	20,938 m <sup>3</sup>
11	<i>Powder Factor</i>	0,81

Adapun hasil perhitungan fragmentasi peledakan dari rumusan Kuz-Ram bisa dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 11.** Hasil Fragmentasi Peledakan Berdasarkan Rumusan Kuz-Ram

No	Parameter	Nilai
		Rekomendasi
1	Ukuran rata-rata fragmentasi Hasil Peledakan (Xrata-rata)	12,82 cm
2	indeks keseragaman ukuran (n)	1,508
3	karakteristik batuan (xc)	16,351
4	persentase Fragmentasi hasil peledakan ukuran <i>boulder</i>	0,16%

##### 5.4.2 Rancangan Usulan Geometri Peledakan Berdasarkan Metode *The Modern Technique of Rock Blasting* dan Hasil Fragmentasi yang Dihasilkan

Adapun rancangan usulan geometri peledakan menurut metode *The Modern Technique of Rock Blasting* dapat dilihat pada tabel 12.

**Tabel 12.** Rancangan Usulan Geometri Peledakan Menurut Metode *The Modern Technique of Rock Blasting*

No	Parameter	Nilai
1	Burden (B)	2,67 m
2	Subdrilling	0,8 m
3	Kedalaman Lubang	6 m
4	Spasi	3 m
5	Stemming	2,53 m
6	Tinggi Jenjang (L)	5,2 m
7	Powder Column (PC)	3,47 m
8	<i>Volume Solid</i>	48,06 m <sup>3</sup>
9	Berat Bahan Peledak Perlubang (E)	13,44 kg/m
10	<i>Powder Factor</i>	0,28

Adapun hasil perhitungan fragmentasi peledakan dari rumusan Kuz-Ram bisa dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 13.** Hasil Fragmentasi Peledakan Berdasarkan Rumusan Kuz-Ram

No	Parameter	Nilai
		Rekomendasi
1	Ukuran rata-rata fragmentasi Hasil Peledakan (Xrata-rata)	29,97 cm
2	indeks keseragaman ukuran (n)	1,22
3	karakteristik batuan (xc)	40,5
4	persentase Fragmentasi hasil peledakan ukuran <i>boulder</i>	9,9%

**5.5 Penerapan Rancangan Usulan Geometri Peledakan *The Modern Technique of Rock Blasting* di Lapangan**

Rancangan usulan geometri peledakan *The Modern Technique of Rock Blasting* dilakukan penerapan di lapangan untuk melihat perbandingan hasil dari rancangan aktual dan usulan geometri peledakan tersebut

**5.5.1 Gambaran Dari Penerapan Rancangan Usulan Geometri Peledakan di Lapangan**

Rancangan usulan geometri peledakan berdasarkan metode “*The Modern Technique of Rock Blasting*” dilakukan uji coba atau penerapan di lapangan dimana dilakukan percobaan sebanyak satu kali dengan jumlah lubang ledak yaitu sebanyak 115 lubang.

Adapun gambaran dari penerapan rancangan usulan geometri peledakan *The Modern Technique of Rock Blasting* di lapangan bisa dilihat pada Tabel 14 berikut ini

**Tabel 14.** Penerapan Rancangan Geometri Peledakan Usulan *The Modern Technique of Rock Blasting* di Lapangan

No	Parameter	Simbol	Nilai
1	Burden	B	2,7 m
2	Spasi	S	3 m
3	Stemming	T	2,5 m
4	Subdrilling	J	0,8 m
5	Tinggi Jenjang	L	5,2 m
6	Kedalaman lubang ledak	H	6 m
	Powder Column	PC = H-T	3,5 m
8	Densitas Pengisian Bahan Peledak	De	3,874 kg/m
9	Jumlah Lubang Ledak	N	115 lubang
10	Jumlah keseluruhan Bahan Peledak	Q/E = PC x de	13,56 kg/m
11	Volume Batuan yang diledakkan	V= B x S x L	48,6 m <sup>3</sup>
12	Powder Factor	PF = (E/V)	0,28 kg/m <sup>3</sup>

Setelah dilakukan uji coba di lapangan terhadap rancangan geometri peledakan usulan dengan teori “*The Modern Technique of Rock Blasting*” maka fragmentasi hasil peledakan yang dihasilkan lebih baik dan fragmentasi ukuran *boulder* berkurang, adapun gambaran fragmentasi hasil peledakan bisa dilihat pada Gambar 3 berikut ini

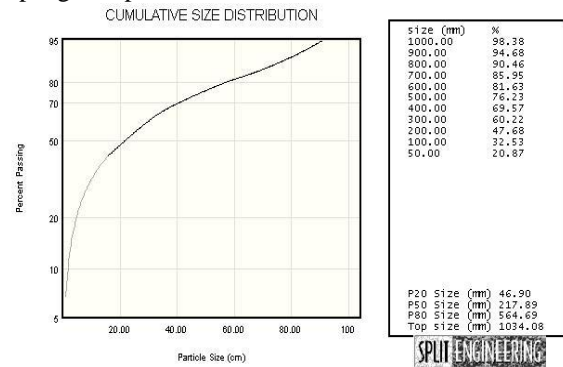


**Gambar 3.** Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Dari Penerapan Rancangan Usulan Geometri di Lapangan

**5.5.2 Hasil Fragmentasi Dari Penerapan Rancangan Usulan Geometri Peledakan di Lapangan**

Adapun hasil fragmentasi dari penerapan geometri usulan dilapangan didapatkan melalui pengolahan dengan *software splitdekstop*. Perhitungan fragmentasi peledakan menggunakan *software split dekstop* perlu dilakukan karena hasil perhitungannya sesuai dengan keadaan aktual di lapangan.

Dari hasil pengolahan dengan *software split dekstop* maka didapatkan kurva distribusi fragmentasi peledakan dari penerapan rancangan usulan geometri peledakan *The Modern Technique of Rock Blasting* di lapangan seperti Gambar 4 berikut ini



**Gambar 4.** Hasil Analisis *Splitdekstop*

Berdasarkan Gambar 4 di atas, terlihat bahwasanya distribusi fragmentasi peledakan menggunakan geometri usulan *The Modern Technique of Rock Blasting* yang ditampilkan yaitu berupa kurva persentase kelolosan material ukuran 70 cm sebesar 85,95% yang artinya persentase fragmentasi batuan berukuran *boulder* hanya sebesar 14,05%.

**5.5.3 Perbandingan Hasil Peledakan Aktual dengan Peledakan Rancangan Usulan**

Adapun perbandingan hasil peledakan aktual dengan peledakan rancangan usulan bisa dilihat pada Tabel 15. berikut ini.

Parameter	Rata-rata peledakan aktual	Peledakan rancangan usulan
Burden (B)	3,2 m	2,7 m
Spasi (S)	3,3 m	3 m
Tinggi Jenjang (L)	5,75 m	5,2 m
Kedalaman Lubang Ledak (H)	5,93 m	6 m
Powder Column (PC)	3,85 m	3,5 m
Stemming (T)	2,08 m	2,5 m
V perlubang	60,72 m <sup>3</sup>	48,6 m <sup>3</sup>
E perlubang	14,9 kg	13,56 kg
Jumlah lubang ledak	110	115
Powder Factor	0,23	0,28
Fragmentasi <i>Boulder</i>	31 %	14,05 %

## 6. Penutup

### 6.1 Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan fragmentasi batuan hasil peledakan aktual perusahaan diperoleh rata-rata persentase fragmentasi berukuran *boulder* berdasarkan *software split dekstop* sebesar 31,022 % sehingga rata-rata fragmentasi *boulder* yang dihasilkan ini masih tergolong buruk karena fragmentasi berukuran *boulder* yang dihasilkan masih tergolong banyak. Adapun hasil dari pengamatan terhadap *digging time* alat gali muat *Excavator CAT 330D* didapatkan rata-rata *digging time* alat gali muat terhadap material hasil peledakan sebesar 12,17 detik. Sementara untuk produktivitas *CAT 330D* diperoleh rata-rata sebesar 76 bcm/jam dimana target produktivitas perusahaan sebesar 100 bcm/jam.
2. Hubungan antara geometri peledakan terhadap fragmentasi batuan hasil peledakan dijelaskan melalui persamaan regresi linear dimana didapatkan nilai korelasi sebesar 0,946 serta nilai  $R^2$  sebesar 0,895 dan pada uji hipotesis dinyatakan bahwa hipotesis dapat diterima sebesar 95,94%. Hubungan antara fragmentasi hasil peledakan terhadap *digging time* dijelaskan melalui persamaan regresi linear dimana didapatkan nilai korelasi sebesar 0,932 serta nilai  $R^2$  sebesar 0,853 dan pada uji hipotesis dinyatakan bahwa hipotesis diterima sebesar 97,5%. Hubungan antara *digging time* terhadap produktivitas alat gali muat dilihat dari hasil regresi linear didapatkan nilai korelasi sebesar -0,984 serta nilai  $R^2$  sebesar 0,829 dan pada uji hipotesis dinyatakan bahwa hipotesis dapat diterima sebesar 99,67%.
3. Rekomendasi geometri peledakan guna memperbaiki fragmentasi batuan hasil peledakan, maka digunakan teori R.L. Ash diperoleh rancangan geometri peledakan pertama yakni dengan burden 1,9 m, spasi 1,9 m, kedalaman lubang ledak 5,8 m, *powder coloum* 4,4 m, *powder factor* 0,81 kg/m<sup>3</sup> Selanjutnya digunakan metode "The Modern Technique of Rock Blasting" guna memperbaiki fragmentasi batuan hasil peledakan dan diperoleh rancangan geometri peledakan dengan nilai: *burden* 2,7 m, spasi 3 m, kedalaman lubang ledak 6 m, *powder column* 3,5 m, dan *powder factor* 0,28 kg/m<sup>3</sup>.
4. Dari hasil penerapan geometri peledakan usulan di lapangan maka diperoleh hasil peledakan berupa fragmentasi batuan dimana persentase fragmentasi berukuran *boulder* (>70cm) sebesar 14,05 %.

### 6.2 Saran

1. Geometri yang telah direncanakan oleh perusahaan sebaiknya diperiksa terlebih dahulu sebelum dilakukan peledakan.
2. Pencampuran AN dan FO sebaiknya menggunakan alat molen sehingga pencampuran ANFO lebih merata dan tidak menghasilkan *fumes* saat peledakan.

## Daftar Pustaka

- [1] Bhandari, S. (1997). Engineering rock blasting operations. A.A Balkema. Rotterdam. Brookfiel. United States of America.
- [2] Safarudin, S., Purwanto, P., & Djamaluddin, D. (2016). Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Digging Time Material Blasting. *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*, 20(2), 54-62.
- [3] Koesnaryo, S. (2001). Teori Peledakan. *Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara*. Bandung
- [4] Anonim PT. Allied Indo Coal Jaya
- [5] Martono, N. (2010). Metode penelitian kuantitatif.
- [6] Indonesianto, Y. (2005). Pemindahan Tanah Mekanis. *Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jogjakarta*.
- [7] Tenriajeng, A. T. (2003). Pemindahan Tanah Mekanis. *Jakarta: Penerbit Gunadarma*.
- [8] Hastono (2006). Analisis Data SPSS. *Universitas Indonesia*.
- [9] Hustrulid, W. (1999). Blasting Principle For Open Pit Mining. *Design Concept. Rotterdam*.
- [10] Ramadana, S., & Kopa, R. (2018). Analisis Geometri Peledakan Guna Mendapatkan Fragmentasi Batuan yang Diinginkan untuk Mencapai Target Produktivitas Alat Gali Muat Pada Kegiatan Pembongkaran Lapisan Tanah Penutup (Overburden) di Pit Menara Utara, PT. Arkananta Apta Pratista Job Site PT. KPUC, Malinau, Kalimantan Utara. *Bina Tambang*, 3(4), 1523-1535.
- [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] Ash, R. L. (1990). Design of Blasting Round, "Surface Mining", BA Kennedy, Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
- [13] Hadi, R. (1992). Alat Berat dan Penggunaannya.