

Kajian Teknis dan Ekonomis Peledakan di Pit 1 PT. Pebana Adi Sarana Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat

Fadhlan Assany^{1*}, Raimon Kopa^{2**}

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Indonesia

²Dosen Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Fadhlanassany15@gmail.com

**raimon_unp@yahoo.co.id

Abstract. PT. Pebana Adi Sarana is located in Jorong Mudik Pasar Manggilang, Pangkalan Koto Baru District, Lima Puluh Kota Regency, West Sumatra Province with an area of 54.74 Ha and has an estimated reserves of andesite stones of 3.925.900 Tons. During the study, the results of blasting were 30% -40% while the desired target was 15% -20%. The purpose of this study is to improve the blasting results in the field by comparing the actual blasting results with the proposed blasting and economic studies by making a comparison of the proposed results against the costs incurred in blasting activities and the use of a breaker. The blasting geometry recommendation of the research method is based on the theory of R. L. Ash and C. J. Konya. The results of the study using actual geometry data showed that the fragmentation results of the Split desktop were 33% and the cost of blasting per tonnage was IDR 6,891/ton. Meanwhile, based on the proposed geometry design with the theory of R. L. Ash and the theory of C. J. Konya, the fragmentation results using Split desktop were 19.37% and the cost of blasting per tonnes was IDR 5,294/Ton. The difference between the cost of the actual geometry and the test geometry is IDR 1.596/Ton

Keywords : *Blasting Geometry, Blasting Fragmentation, Theory of R. L. Ash and C. J. Konya and Blasting Costs*

1. Pendahuluan

Dalam industri pertambangan, peledakan merupakan salah satu metode yang banyak dilakukan untuk memberai material keras. Kegiatan peledakan bertujuan untuk memecah material, membongkar atau memberai batuan dari batuan induknya dengan menggunakan bahan peledak.

Penggunaan jumlah bahan peledak yang tepat akan meminimalisir terbuangnya energi ledakan yang dapat dilihat dari hasil kegiatan peledakan, diantaranya fragmentasi terlalu kecil atau terlalu besar, tingkat *ground vibration* dan dampak dari *air blast*. Kegiatan peledakan yang dilakukan oleh perusahaan dengan geometri aktual *burden* 1,8 m, spasi 2 m dan kedalaman lubang 3,5 m dengan diameter lubang 3 *inch*. Berdasarkan hasil peledakan yang telah dilakukan di area kuasa penambangan sebelumnya masih ditemukan *boulder*.

Hasil tersebut tidak diinginkan oleh perusahaan dikarenakan untuk kebutuhan material *blasting* yang bisa

diterima oleh *crusher* di ukuran <40 cm. Dengan ukuran yang diminta, dengan kata lain ukuran hasil peledakan yang berukuran melebihi itu termasuk *boulder*.

Hasil peledakan aktual di lapangan ditemukan kira-kira 30%–40% hasil peledakan dikatakan *boulder* (>40cm). Untuk mencapai target produksi yang diinginkan seharusnya *boulder* dari hasil peledakan berkisar 15%–20%. Dan untuk itu diperlukan alat *breaker* di lapangan untuk memaksimalkan produksi yang mana dalam hal ini biaya produksi per ton batu andesit meningkat dikarenakan biaya bahan peledak ditambah biaya penggunaan *breaker* atau dalam kata lain *double cost*.

Kegiatan produksi dengan target produksi 20.000 Ton/bulan belum tercapai dikarenakan hasil peledakan berupa *boulder* 30%–40%. Berdasarkan data yang didapatkan dari perusahaan untuk produksi periode Agustus – September sebesar 18.360 Ton dan banyak *boulder* yang harus *di-breaker* pada tersebut sebesar 6.000 Ton yang mana *boulder* tersebut dikenakan

biaya tambahan untuk penggunaan *breaker* sebesar 15.000/Ton.

Selain penambahan penggunaan *breaker*, *boulder* yang dihasilkan dari kegiatan peledakan mengganggu jalannya produksi di PT. Pebana Adi Sarana dikarenakan tertumpuk di area tambang sehingga menyebabkan lokasi tambang semakin sempit dan berakibat pada kegiatan pemboran yang menjadi keterbatasan lokasi bor. Kegiatan peledakan yang dilakukan oleh PT. Pebana Adi Sarana mempunyai nilai *powder factor* yaitu 0,34 Kg/m³.

Belum adanya penerapan geometri peledakan yang bervariasi untuk memperbaiki hasil peledakan dilapangan agar kegiatan peledakan menjadi lebih efektif, sehingga penulis ingin membandingkan hasil peledakan aktual dan peledakan usulan dan melakukan kajian ekonomis untuk meminimalisir 30% *boulder* yang dihasilkan untuk mencapai target produksi yang diinginkan. Dan dengan variasi geometri mencoba meminimalisir *boulder* dapat mengefesienkan biaya penggunaan *breaker* sehingga biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan produksi lebih rendah dengan hasil yang maksimal.

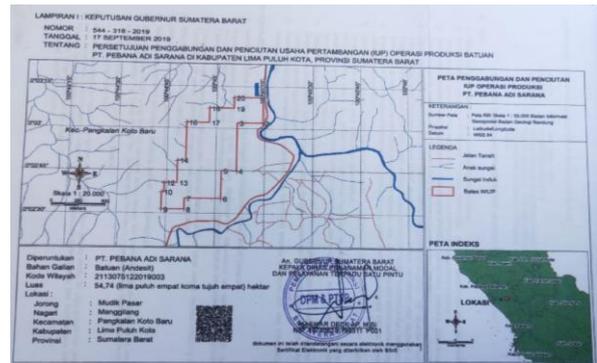
Perhitungan distribusi fragmentasi batuan dilakukan dengan menggunakan metode Kuz-Ram dan metode *Image Analysis*. Kedua metode ini memiliki perbedaan yang cukup signifikan yang mana metode Kuz-Ram sangat memperhatikan distribusi ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan, sedangkan metode *image analysis* tidak terlalu memperhatikan distribusi ukuran fragmentasi batuan, tetapi langsung kepada tingkat keseragaman fragmentasi batuan.

Selain itu, analisis dengan metode Kuz-Ram masih berupa suatu prediksi karena data yang digunakan hanya bersumber dari geometri peledakan dan jumlah bahan peledak. Sedangkan analisis dengan metode *Image Analysis* menggunakan data sebenarnya yang bersumber dari fragmentasi batuan yang sudah dihasilkan dari kegiatan peledakan.

2. Lokasi Penelitian

Secara administrasi daerah eksplorasi terletak di Jorong Mudik Pasar Manggilang, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat dengan luas areal 54,74 Ha. Dari hasil peninjauan lapangan dari Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Barat lokasi ini masuk dalam status APL (Areal Penggunaan Lain) dan tidak termasuk Lokasi Penundaan Pemberian Izin Baru (PPIB).

Secara Geografis, wilayah yang merupakan lokasi kegiatan ini berada antara garis lintang utara 00°02'31.30"-00°03'11.00" dan garis bujur timur 100°44'43.60"-100°45'14.40".



Gambar 1. IUP Penambangan PT. Pebana Adi Sarana

3. Kajian Teori

3.1. Pola Peledakan

Pola peledakan (koesnaryo, 2001)^[9] merupakan urutan waktu peledakan antara lubang tembak dalam satu baris dan antara satu dengan yang lainnya. Berdasarkan arah runtuh batuan, pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut:

1. *Box Cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuannya ke depan dan membentuk kotak.
2. *Corner cut (echelon cut)*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuannya ke salah satu sudut dari bidang bebasnya.
3. "*V*" *cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuannya ke depan dan membentuk huruf V.

Sedangkan berdasarkan waktu tunda, pola peledakan terdiri dari:

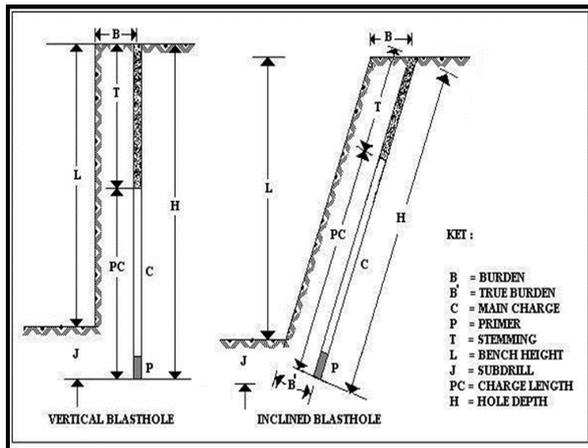
1. Pola peledakan dimana lubang-lubang tembak diledakkan dengan waktu penundaan atau beruntun dalam satu baris.
2. Pola peledakan serentak dalam satu baris dan beruntun antara baris satu dengan baris yang lain

3.2. Geometri Peledakan

Geometri peledakan sangat berpengaruh dalam mengontrol hasil peledakan, karena jika geometri peledakannya baik akan menghasilkan fragmentasi batuan yang sesuai dengan ukuran alat peremuk, tanpa terdapat adanya bongkah, kondisi jenjang yang lebih stabil, serta keamanan alat-alat mekanis dan keselamatan para pekerja yang bekerja lebih terjamin.

3.2.1 Teori geometri R. L. Ash

Dalam operasi peledakan ada 7 (tujuh) standar dasar geometri peledakan yaitu: *burden*, *spacing*, *stemming*, *subdrilling*, kedalaman lubang ledak, panjang kolom isian dan tinggi jenjang.



Gambar 2. Geometri peledakan R.L Ash

1. *Burder*, dapat didefinisikan sebagai jarak tegak lurus dari lubang ledak terhadap bidang bebas yang terdekat saat terjadi peledakan. Rumus perhitungan *burder* sebagai berikut :

$$B = (K_b \times D_e) / 12$$

Dimana

B = *Burden* (Ft)

De = Diameter lubang ledak (inch)

Kb = Nisbah *burden* yang telah dikoreksi
 $= K_{bstd} \times AF_1 \times AF_2$

Kbstd = Nisbah *burden* standar (30)

AF₁ = Faktor penyesuaian terhadap bahan peledak

$$= \sqrt[3]{\frac{SG_{handak} \times (V_{handak})^2}{SG_{handak\ std} \times (V_{handak\ std})^2}}$$

Sg = Spesific Gravity bahan peledak yang dipakai

Ve = Kecepatan ledak bahan peledak yang dipakai (Ft/s)

Sgstd = Spesific Gravity bahan peledak standar (1,2)

Vstd = Kecepatan ledak bahan peledak standar (12000 Ft/s)

AF₂ = Faktor penyesuaian kerapatan batuan

$$= \sqrt[3]{\frac{SG_{batuan\ std}}{SG_{batuan}}}$$

SGstd = Kerapatan batuan standar (160 Lb/Cuft)

SG = Kerapatan batuan yang diledakkan (Lb/Cuft)

2. *Spacin*, jarak antara lubang ledak yang satu dengan lubang ledak yang lainnya dalam satu baris. Harga *spacing* sangat tergantung dari harga *burden*. Rumus yang digunakan untuk mencari besarnya *spacing* adalah sebagai berikut:

$$S = K_s \times B$$

Dimana

S = *Spacing* (m)

Ks = *Spacing ratio*, yang mempunyai nilai antara 1–2

Prinsip dasar dalam menentukan besarnya *spacing* yaitu bila lubang tembak dalam satu baris dinyalakan secara beruntun (*delay*), maka nilai Ks = 1 atau S = B, bila lubang tembak dalam satu baris dinyalakan serentak, maka nilai Ks = 2 atau S = 2B, bila lubang tembak terdiri dari beberapa baris dan dinyalakan secara beruntun untuk setiap baris dalam arah lateral terhadap baris lainnya secara serentak, maka pola pemborannya dibuat segi empat untuk mengatasi ketidak seimbangan tekanan dan bila

dalam baris-baris lubang tembak, setiap baris dinyalakan secara serentak dan antara baris yang satu dengan lainnya tunda, maka pola pemborannya harus dibuat selang-seling

3. *Stemming*, adalah bagian lubang ledak yang tidak terisi bahan peledak, tetapi diisi dengan material seperti *cutting* dan material lepas lainnya yang berada di atas kolom isian bahan peledak. Fungsi utama dari *stemming* ini adalah untuk mengurung gas-gas hasil proses peledakan agar energi hasil peledakan dapat terdistribusi secara maksimal ke sekeliling lubang ledak. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai *stemming*:

$$T = K_t \times B$$

Dimana

T = *Stemming* (m)

Kt = *Stemming ratio*, yang bernilai antara 0,7 – 1

Pengaruh yang akan timbul apabila panjang *stemming* tidak tepat adalah apabila *stemming* terlalu panjang maka akan menimbulkan bongkahan setelah proses peledakan dan apabila *stemming* terlalu pendek, maka akan mengakibatkan *over break*.

4. *Subdrilling* adalah kelebihan kedalaman yang terdapat di bawah batas *floor* jenjang. Tujuan utama dibuatnya *subdrilling* ini adalah supaya batuan dapat meledak secara *full face* yang sesuai harapan dan menghindari adanya *toe*. Secara teoritis, *subdrilling* dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$J = K_j \times B$$

Dimana

J = *Subdrilling* (m)

Kj = *Subdrilling ratio*, dengan nilai antara 0,2 – 0,4

Masalah yang terjadi apabila penggunaan kolom *subdrilling* kurang tepat adalah apabila *subdrilling* terlalu panjang maka akan mengakibatkan cekungan pada lantai jenjang dan apabila *subdrilling* yang dipakai terlalu pendek maka akan menimbulkan tonjolan-tonjolan (*toe*) pada lantai kerja.

5. Kedalaman lubang ledak, yang merupakan penjumlahan antara tinggi jenjang dengan *subdrilling*, kedalaman lubang ledak tidak boleh lebih kecil dari *burden* karena bertujuan untuk menghindari terjadinya *overbreak*. Kedalaman lubang ledak dapat ditentukan berdasarkan geometri peledakan atau dapat juga disesuaikan dengan ketinggian jenjang yang ada, bila ditentukan berdasarkan geometri peledakan maka:

$$H = K_h \times B$$

Dimana

H = Kedalaman lubang ledak (m)

Kh = *Hole depth ratio*, yang bernilai antara 1,5 – 4,0

6. Pengisian bahan peledak, berdasarkan penempatan detonator dan primer pada lubang ledak ada 3 cara pengisian bahan peledak, yaitu *top loading*, *deck loading*, dan *bottom loading*.

$$P_c = L - T$$

Dimana

PC = power charge (m)

L = tinggi lubang ledak (m)

T = tinggi stemming (m)

Berat bahan peledak (E) dalam satu kolom isian bahan peledak merupakan fungsi dari diameter bahan peledak, densitas bahan peledak dan panjang kolom isian bahan peledak. Berat bahan peledak tersebut (*loading factor*) setiap satu lubang ledak dapat dihitung dengan *formula* berikut ini.

$$E = PC \times de$$

Dimana

E = Berat bahan peledak setiap lubang ledak (kg)

PC = Panjang kolom isian bahan peledak (m)

De = *Loading density* (kg/m)

Loading density adalah berat bahan peledak setiap meter kolom isian. Nilai dari *loading density* ini dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$de = 0,34 \times De^2 \times SG \times 1,48$$

Dimana

De = Diameter lubang ledak (*Inch*)

SG = *Specific gravity* bahan peledak (Ton/m³)

1,48 = Konversi lbs/ft menjadi Kg/m

3.2.2 Teori geometri C.J. Konya

Perhitungan geometri peledakan menurut Konya (1991) tidak hanya mempertimbangkan faktor bahan peledak, sifat batuan, dan diameter lubang ledak tetapi juga memperhatikan faktor koreksi terhadap posisi lapisan batuan, keadaan struktur geologi, serta koreksi terhadap jumlah lubang ledak yang diledakkan. Faktor terpenting untuk dikoreksi menurut Konya (1991)^[5] adalah masalah penentuan besarnya nilai *burden*.

1. *Burden*

Burden adalah jarak tegak lurus antara lubang ledak terhadap bidang bebas terdekat dan merupakan arah pemindahan batuan (*displacement*) akan terjadi yang mana pada penentuan jarak *burden*, ada beberapa faktor yang harus diperhitungkan seperti diameter lubang ledak, bobot isi batuan, dan struktur geologi dari batuan tersebut. Semakin besar diameter lubang ledak maka akan semakin besar jarak *burden*, karena dengan diameter lubang ledak yang semakin besar maka bahan peledak yang digunakan akan semakin banyak pada setiap lubangnya sehingga akan menghasilkan energi ledakan yang semakin besar, sedangkan apabila densitas batuan yang semakin besar, maka agar energi ledakan berkontraksi maksimal dilakukan dengan memperkecil ukuran *burden*, sehingga fragmentasi batuan yang dihasilkan akan baik.

Struktur geologi batuan digunakan sebagai faktor koreksi pada penentuan *burden*. Untuk faktor koreksi berdasarkan geologi batuan dapat dibagi ke dalam dua konstanta yaitu *Kd* yang merupakan koreksi terhadap posisi lapisan batuan dan *Ks* yaitu koreksi terhadap struktur geologi batuan di lihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Koreksi Posisi Lapisan Batuan dan Struktur Geologi

Number Of row	Kr
One or two row of holes	1,00
Third and subsequent rows or buffer blast	0,9
Rock Deposition	Kd
Bedding steeply dipping into cut	1,18
Bedding steeply dipping into face	0,95
Other cases of deposition	1,00
Geologic Structure	Ks
Heavily cracked, frequent weak joint, weakly cemented layers	1,30
Thin well-cemented layers with tight joints	1,10
Massive intact rock	0,95

Penentuan panjang *burden* berdasarkan rumusan konya sebagai berikut :

$$B = \left[\left(\frac{2SGe}{SGr} \right) + 1, 5 \right] De$$

$$B = 3,15 De \left(\frac{SGe}{SGr} \right)^{0,33}$$

$$B = 0,67 De \left(\frac{SGe}{SGr} \right)^{0,33}$$

Dimana

B1 = *burden* (m)

SGe = berat jenis bahan peledak

SGr = berat jenis batuan

De = diameter lubang ledak (mm)

Perhitungan korelasi *burden* digunakan rumus di bawah ini:

$$B2 = Kd \times Ks \times Kr \times B1$$

Dimana

B2 = *burden* teroreksi (m)

Kd = faktor koreksi berdasarkan struktur geologi batuan

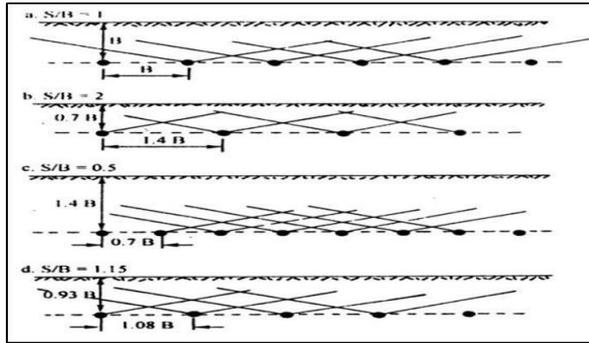
Ks = faktor koreksi berdasarkan orientasi perlapisan

Kr = faktor koreksi berdasarkan jumlah baris peledakan, yaitu Kr = 1 jika terdapat satu atau dua baris dan Kr = 0,9 jika terdapat tiga baris atau lebih.

2. Spasi (S)

Spasi adalah jarak terdekat antara dua lubang ledak yang berdekatan di dalam satu baris (*row*). Apabila jarak spasi terlalu kecil akan menyebabkan batuan hancur menjadi halus, disebabkan karena energi yang menekan terlalu kuat, sedangkan bila spasi terlalu besar akan menyebabkan banyak bongkah atau bahkan batuan hanya mengalami keretakan dan menimbulkan tonjolan di antara dua lubang ledak setelah diledakkan, hal ini disebabkan karena energi ledakan dari lubang yang satu tidak mampu berinteraksi dengan energi dari lubang lainnya.

Penerapan jarak spasi harus mempertimbangkan besarnya perbandingan dengan nilai *burden* agar didapat pencakupan energi peledakan yang cukup untuk mendapatkan hasil fragmentasi yang kita inginkan. Perbandingan jarak spasi dengan *burden* (S/B) pada pola peledakan dan penyebaran energinya dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Pengaruh Perbandingan S/B Terhadap Fragmentasi

Peledakan serentak tiap baris lubang ledak maka, untuk tinggi jenjang rendah (*Low Benches*) $H < 4B$, $S = (H + 2B)/3$ dan untuk tinggi jenjang yang besar (*High Benches*) $H = 4B$, $S = 2B$. Sedangkan peledakan beruntun dalam tiap baris lubang ledak maka, untuk tinggi jenjang rendah (*Low Benches*) $H < 4B$, $S = (H + 7B)/8$ dan untuk tinggi jenjang yang besar (*High Benches*) $H = 4B$, $S = 1$.

3. Stemming (T)

Stemming adalah tempat material penutup di dalam lubang ledak, yang letaknya di atas kolom isian bahan peledak. Fungsi *stemming* adalah agar terjadi keseimbangan tekanan dan mengurung gas-gas hasil ledakan sehingga dapat menekan batuan dengan energi yang maksimal. Selain itu *stemming* juga berfungsi untuk mencegah agar tidak terjadi batuan terbang (*flyrock*) dan ledakan tekanan udara (*airblast*) saat peledakan. Untuk penentuan tinggi *stemming* digunakan rumusan seperti berikut ini:

$$T = 0,7 \times B$$

Dimana

T = *stemming* (m)

B = *burden* (m)

4. Subdrilling (J)

Subdrilling adalah tambahan kedalaman pada lubang bor di bawah lantai jenjang yang dibuat dengan maksud agar batuan dapat terbongkar sebatas lantai jenjangnya. Jika panjang *subdrilling* terlalu kecil maka batuan pada batas lantai jenjang (*toe*) tidak lengkap terbongkar sehingga akan menyisakan tonjolan pada lantai jenjangnya, sebaliknya bila panjang *subdrilling* terlalu besar maka akan menghasilkan getaran tanah dan secara langsung akan menambah biaya pemboran dan peledakan. Dalam penentuan tinggi *subdrilling* yang baik untuk memperoleh lantai jenjang yang rata maka digunakan rumusan sebagai berikut:

$$J = 0,3 \times B$$

Dimana

J = *subdrilling* (m)

B = *burden* (m)

5. Kedalaman Lubang Ledak (H)

Penentuan kedalaman lubang ledak disesuaikan dengan kapasitas alat gali muat dan pertimbangan geoteknik. Pada prinsipnya kedalaman lubang ledak merupakan jumlah total antara tinggi jenjang dengan *subdrilling* yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$H = L + J$$

Dimana

H = kedalam lubang ledak (m)

L = tinggi jenjang (m)

J = *subdrilling* (m)

6. Panjang Kolom Isian (PC)

Panjang kolom isian merupakan panjang kolom lubang ledak yang akan diisi bahan peledak. Panjang kolom ini merupakan kedalaman lubang ledak dikurangi panjang *stemming* yang digunakan.

$$PC = H - T$$

Dimana

PC = panjang kolom isian (m)

H = kedalam lubang ledak (m)

T = *stemming* (m)

7. Tinggi Jenjang (L)

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. Hal ini dipengaruhi oleh jarak *burden*. Berdasarkan perbandingan tinggi jenjang dan jarak *burden* yang diterapkan (*stiffness ratio*), maka akan diketahui hasil dari peledakan tersebut (Tabel 2). Penentuan ukuran tinggi jenjang berdasarkan *stiffness ratio* digunakan rumus berikut:

$$L = 5 \times De$$

Dimana

L = tinggi jenjang minimum (ft)

De = diameter lubang ledak (inchi)

Sedangkan dari segi perlapisan batuan, untuk mendapatkan fragmentasi batuan yang baik, diterapkan arah lubang ledak yang berlawanan arah dengan bidang perlapisan batuan karena energi ledakan akan menekan batuan secara maksimal.

Tabel 2. Potensi yang Terjadi Akibat *Stiffness Ratio* (L/B)

Stiffness Ratio	Fragmentasi	Ledakan Udara	Batu Terbang	Getaran Tanah	Komentar
1	Buruk	Besar	Banyak	Besar	Banyak muncul back-break di bagian toe. Jangan dilakukan dan rancang ulang
2	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Bila memungkinkan, rancang ulang
3	Baik	Kecil	Sedikit	Kecil	Kontrol dan fragmentasi baik
4	Memuaskan	Sangat kecil	Sangat sedikit	Sangat kecil	Tidak akan menambah keuntungan bila stiffness ratio di atas 4

8. Powder Faktor

Powder factor atau dalam istilah lain disebut dengan *specific charge* adalah suatu bilangan yang menunjukkan jumlah bahan peledak yang digunakan untuk membongkar sejumlah volume batuan (Anonim, 1994)^[14].

Powder factor ini merupakan salah satu petunjuk untuk memperkirakan baik atau tidaknya suatu operasi peledakan. Hal ini disebabkan dari nilai *powder factor* ini dapat diketahui tingkat efisiensi bahan peledak untuk membongkar sejumlah batuan. Penentuan nilai *powder factor* dapat diketahui melalui persamaan berikut:

$$PF = n \times \frac{E}{W}$$

Dimana

Pf = Powder factor (kg/m³)

W = Volume material yang diledakkan (m³)

E = Berat bahan peledak setiap lubang ledak (kg)

n = Jumlah lubang ledak

Volume material yang diledakkan, dapat diketahui dengan menggunakan rumus berikut :

$$W = A \times L$$

Dimana

A = Luas daerah yang diledakkan (m²)

L = Tinggi jenjang

9. Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan

Fragmentasi adalah istilah umum untuk menunjukkan ukuran setiap bongkah batuan hasil peledakan. Ukuran fragmentasi tergantung pada proses selanjutnya, untuk tujuan tertentu ukuran fragmentasi yang besar untuk *boulder* diperlukan, misalnya disusun sebagai penghalang (*barrier*) di tepi jalan tambang. Namun kebanyakan diinginkan ukuran fragmentasi yang kecil karena penanganan selanjutnya akan lebih mudah. Ukuran fragmentasi terbesar biasanya dibatasi oleh dimensi mangkok alat gali (*excavator* atau *shovel*) dan ukuran *gap* bukaan crusher (Anonim, 2007)^[14].

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap fragmentasi hasil peledakan adalah struktur geologi, pola pemboran, geometri peledakan, pola penyalan, penempatan primer dan kemiringan lubang ledak.

Untuk memprediksi fragmentasi hasil peledakan dengan memperhitungkan faktor geologi disamping beberapa parameter peledakan, biasanya dilakukan dengan cara Kuz-Ram (konya, 1990)^[5]. Persamaan kuznetsov untuk mencari ukuran rata-rata (dalam cm) hasil peledakan:

$$\bar{X} = A \left(\frac{V_o}{Q_e} \right)^{0,8} \cdot Q_e^{0,17} \cdot \left(\frac{E}{115} \right)^{-0,63}$$

Dimana

X = Ukuran rata-rata dari hasil peledakan (cm)

A = Faktor batuan = 0,12 x (BI)

BI = 0.5 x (RMD + JPS + JPO + SGI + H)

RMD = Rock Mass Description

JPS = Joint Plane Spacing

JPO = Joint Plane Orientation

SGI = Spesific Gravity Influence

H = Hardness

V_o = Volume batuan dalam m³ per lubang ledak

V_o = B x S x L

Q_e = Massa bahan peledak yang digunakan tiap lubang ledak (kg)

E = Kekuatan berat relatif bahan peledak (Anfo = 100)

persamaan rosin-ramler untuk mencari (%) material yang tertahan pada saringan

$$X_c = \left(\frac{\bar{X}}{0,693} \right)^{\frac{1}{n}} \quad R_x = e^{-\left(\frac{x}{X_c} \right)^n}$$

Dimana nilai $e = 2,71828$

Untuk mengetahui besarnya persentase bongkahan pada hasil peledakan digunakan rumus

index keseragaman (n) dan karakteristik ukuran (X_c), dengan persamaan sebagai berikut

$$\left[2,2 - \left(14 \times \frac{B}{d} \right) \right] \times \left(1 - \frac{W}{B} \right) \times \left[1 + \frac{(A'-1)}{2} \right] \times \frac{PC}{L}$$

Dimana

R = Perbandingan material yang tertahan pada saringan

X = Ukuran screen

X_c = Nilai karakteristik dari ukuran batuan

n = Index keseragaman

B = Burden

De = Diameter lubang tembak (mm)

W = Standar deviasi dari kedalaman lubang bor (m)

A' = Spacing / burden

PC = Panjang charge di atas level (m)

H = Tinggi jenjang (m)

Metode pengukuran fragmentasi menggunakan *split desktop (high speed photography or image analysis method)* yang mana *split desktop* adalah *software* pengolahan citra yang dirancang untuk menghitung distribusi ukuran fragmen batuan melalui analisis digital gambar *grayscale*. Gambar *grayscale* dapat diperoleh secara manual melalui penggunaan kamera digital, *capture* gambar dari video ataupun dari *scan* foto.

Sebuah kamera digital digunakan untuk mendapatkan citra, yang akan digunakan dalam *Split*. Ukuran gambar maksimal yang dapat diolah dengan menggunakan *Split* adalah 800 x 600 piksel, sehingga ukuran maksimum gambar perlu dipertimbangkan dalam pengambilan sampel karena editing gambar mungkin diperlukan.

Ada dua format dalam *Split*, yang pertama sepenuhnya otomatis dan beroperasi terus menerus dan gambar yang diambil di *conveyor belt*, yang lainnya adalah *software Split-Desktop®* mengacu pada versi “*user-assisted*” versi *off-line* *software Split* yang dapat digunakan pada gambar yang disimpan. Subyek dari gambar-gambar ini bisa berupa *muckpile, haul truck, leach pile, draw point, waste dump, stockpile, conveyor belt*, atau dari lokasi lainnya dimana gambar yang jelas dari fragmen batuan dapat diperoleh.

Objek yang berbeda harus menggunakan skala yang sama pada setiap gambar untuk menganalisis semua gambar di *Split* mengenai setiap peledakan, dan juga perhitungan skala bahan harus sama pada setiap gambar untuk analisis. Penilaian fragmentasi dicapai dengan menganalisis foto-foto *muckpile* berskala.

Kelebihan program *split desktop* yaitu, dapat membaca *file* gambar dengan format : TIF, JPEG atau Windows BMP, mengambil gambar dari video (*video capture*) dengan *scion framegrabber, digital video capture* dengan IEEE 1394 (*fireware*), kelebihan prosesing gambar standar (*scaling, filtering, dan sebagainya*), peralatan edit gambar (*image editing tools*), digitasi otomatis partikel batuan, Identifikasi otomatis partikel halus, menggunakan ukuran ayakan yang bisa disesuaikan (standar ISO,US, UK), hasil

berupa grafik distribusi ukuran butir yang bisa disesuaikan, basis pelaporan dalam HTML dan *text*, menggunakan perhitungan algoritma untuk menggabungkan dua gambar yang berbeda skala, kalkulasi otomatis parameter dengan pendekatan metode distribusi Rossin-Ramler atau Schumann.

Split Desktop merupakan program pemrosesan gambar (*image analysis*) untuk menentukan distribusi ukuran dari fragmen batuan pada proses penghancuran batuan yang terjadi pada proses penambangan. Program *Split Desktop* dijalankan oleh engineer tambang atau teknisi di lokasi tambang dengan mengambil input data berupa foto digital fragmentasi.

Sistem *Split Desktop* terdiri dari *software*, *computer*, *keyboard* dan monitor. Terdapat mekanisme untuk mengunduh gambar dari kamera digital ke dalam komputer. (Yudha, 2016)^[14].

3.3 Faktor yang mempengaruhi peledakan (tidak dapat dikendalikan manusia)

3.3.1 Karakteristik massa batuan,

Dalam kegiatan pemboran dan peledakan, karakteristik massa batuan yang harus diperhatikan dalam rangka perbaikan fragmentasi batuan yaitu kekerasan batuan, elastisitas batuan, serta kuat tekan dan kuat tarik batuan yang akan diledakkan

3.3.2 Pengaruh air tanah,

Kondisi air tanah dapat mempengaruhi kecepatan reaksi bahan peledak dan akan mengurangi energi peledakan sehingga sebagai akibatnya akan dihasilkan tingkat fragmentasi yang rendah. Bahan peledak seperti ANFO yang memiliki ketahanan buruk terhadap air, bila terkontaminasi oleh air akan mempengaruhi energi ledakan yang dihasilkan sehingga fragmentasi yang dihasilkan menjadi buruk atau bahkan mengakibatkan terjadinya kegagalan dalam peledakan (*misfire*), maka untuk mengatasi pengaruh air tanah tersebut, dapat dilakukan dengan menutup lubang tembak pada saat hujan atau dengan membungkus bahan peledak yang akan dimasukkan ke dalam lubang tembak dengan bahan kedap air.

3.3.3 Kondisi cuaca,

Kondisi cuaca mempunyai pengaruh besar terhadap kegiatan pembongkaran batuan, hal ini berkaitan dengan jadwal kerja waktu kerja efektif rata-rata. Dalam suatu operasi peledakan, proses pengisian dan penyambungan rangkaian lubang-lubang ledak dilakukan pada cuaca normal, dan harus dihentikan manakala cuaca mendung (akan hujan). Untuk daerah yang curah hujannya tinggi maka biasanya digunakan bahan peledak yang tahan terhadap air dan detonator yang digunakan mempunyai tahanan lebih besar untuk menghindari pengaruh petir, semuanya itu demi kelancaran proses

peledakan dan disamping itu akan menjamin keamanan para pekerja.

4. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian studi lapangan dengan melakukan percobaan langsung di lapangan (*experimental*). Penelitian *experimental* adalah suatu penelitian yang dengan sengaja peneliti melakukan manipulasi terhadap satu atau lebih variabel dengan suatu cara tertentu sehingga berpengaruh pada satu atau lebih variabel lain yang di ukur (Arboleda 1981:27)^[6].

Dalam penelitian ini penulis melakukan penggabungan antara teori dari beberapa ahli dengan kondisi di lapangan, dari teori-teori dari beberapa ahli tersebut, selanjutnya penulis melakukan percobaan di lapangan, sehingga nantinya akan didapat perbandingan data (rasio) hasil nyata di lapangan. Data yang ada pada skripsi ini yang merupakan data kualitatif.

Data primer berupa geometri dari peledakan yang digunakan pada lokasi penambangan, sedangkan data sekunder seperti halnya peta lokasi tambang, keadaan struktur dari batuan, sejarah dari perusahaan, dan lain sebagainya. Penelitian ini memfokuskan kepada hasil peledakan yang optimal dari segi produksi dan biaya kegiatan penambangan di PT. Pebana Adi Sarana.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1. Peledakan Aktual

1.1.1 Geometri Peledakan Aktual

Bedasarkan hasil pengamatan di lapangan geometri peledakan yang sering digunakan oleh PT. Pebana Adi adalah geometri peledakan aktual, yang mana data peledakan aktual tanggal 15 Agustus 2020 sampai 22 Agustus 2020 dapat di lihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Data Peledakan Aktual

NO.	Parameter Geometri Peledakan	Peledakan Periode Agustus 2020				Rata - Rata
		15/08/2020	18/08/2020	20/08/2020	22/08/2020	
1	Burden (B)	1,8 m	1,8 m	1,8 m	1,8 m	1,8 m
2	Spasi (S)	2 m	2 m	2 m	2 m	2 m
3	Kedalaman Lubang (L)	3,5 m	3,5 m	3,5 m	3,5 m	3,5 m
4	Tinggi Jenjang (H)	3,2 m	3,2 m	3,2 m	3,2 m	3,2 m
5	Subdrilling (J)	0,3 m	0,3 m	0,3 m	0,3 m	0,3 m
6	Steaming (T)	2,53 m	2,42 m	2,36 m	2,53 m	2,48 m
7	Powder Column (PC)	0,97 m	1,08 m	1,04 m	0,97 m	1,02 m
8	Handak per lubang	3,75 kg	4,17 kg	4 kg	3,75 kg	3,92 kg
8	Diameter Lubang (De)	3 Inchi	3 Inchi	3 Inchi	3 Inchi	3 inchi
9	Volume Peledakan (B x S x H x n)	921,6 bcm	691,2 bcm	864 bcm	921,6 bcm	
10	Jumlah Bahan Peledak (Kg)	300 Kg	250 Kg	300 Kg	300 Kg	
11	Jumlah Lubang Ledak	80	60	75	80	
12	Powder Factor (PF)	0,3255	0,3617	0,3472	0,3255	0,34

1.1.2 Hasil Peledakan Aktual

Untuk hasil peledakan penulis menggunakan analisis perhitungan *split desktop*. *Split desktop* berfungsi untuk menganalisa ukuran fragmentasi batuan melalui foto digital, yang mana ukuran

bongkahan fragmentasi hasil peledakan yang ditetapkan menurut standar perusahaan yaitu ukuran ≥ 40 , yang mana hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Persentase Fragmentasi Peledakan Aktual dengan Split Desktop

No.	Tanggal Peledakan	Ukuran (size) %
		40 cm
1	15/08/2020	33,96%
2	18/08/2020	30,09%
3	20/08/2020	30,44%
4	22/08/2020	37,55%
Rata - rata		33%

Dengan hasil pengolahan *split desktop* didapatkan hasil fragmentasi di angka rata-rata 33%. Masih jauh dari target yang diinginkan oleh perusahaan diangka $< 20\%$. Maka diperlukannya geometri usulan untuk mencapai peledakan yang efektif.

1.1.3 Biaya Peledakan Aktual

Pada kegiatan peledakan yang dilakukan di PT. Pebana Adi Sarana menggunakan bahan peledak anfo, detonator listrik dan dinamit. Untuk perhitungan biaya peledakan penulis hanya menghitung berdasarkan penggunaan bahan peledak dan penggunaan *breaker* untuk mendapatkan hasil perhitungan biaya hasil.

1. Biaya Bahan Peledak, berdasarkan data yang didapatkan di perusahaan biaya peledakan per-unit dapat di lihat pada Tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Harga Bahan Peledak

No.	Bahan Peledak	Satuan	Harga/satuan
1.	Anfo	Kg	Rp. 10.000,-
2.	Detonator Listrik	Pcs	RP. 14.000,-
3.	<i>Dynamite/powergel</i>	Kg	RP. 40.000,-

2. Biaya penggunaan *breaker*, untuk memaksimalkan hasil peledakan di PT. Pebana Adi Sarana ukuran hasil fragmentasi yang masuk dalam kategori *boulder* (> 40 cm) akan dilakukan pemecahan atau *resizing* ukuran agar dapat diproses di *crusher*. Pemecahan dilakukan dengan menggunakan alat *breaker* pc 200 komatsu. Untuk perhitungan biaya rental atau sewa alat *breaker* di PT. Pebana Adi Sarana menggunakan hitungan satuan dari batuan *boulder* yang di pecahkan. Biaya *breaker* yang dikeluarkan adalah Rp. 15.000,-/ton batuan.
3. Total biaya kegiatan peledakan aktual, berdasarkan data aktual yang di lapangan yang digunakan ialah data peledakan periode agustus-september dengan data sebagai berikut:

Tabel 6. Total Biaya Peledakan Aktual

PRODUKSI PERIODE AGUSTUS - SEPTEMBER = 18360				
Biaya Peledakan				
No	Jenis	Qty	Harga(@)	Total Biaya
1	Anfo	2500 Kg	Rp10.000	Rp25.000.000
2	<i>Dynamite</i>	64 Kg	Rp40.000	Rp2.560.000
3	Detonator Listrik	640 pcs	Rp14.000	Rp8.960.000
4	<i>Breaker Boulder</i>	6000 ton	Rp15.000	Rp90.000.000
Total Biaya Peledakan				Rp126.520.000
Total Biaya Peledakan/ton				Rp6.891/ton

5.2. Rencana Peledakan Usulan

5.2.1 Rancangan Peledakan Usulan R. L. Ash

Adapun pada geometri usulan I penulis ingin menggunakan metode perhitungan R. L. Ash. Geometri usulan menggunakan teori R. L. Ash dengan data sebagai berikut :

Tabel 7. Geometri Usulan Teori R. L. Ash

No	Parameter Geometri Peledakan	Nilai Variable
1	<i>Burden</i> (B)	2 m
2	Spasi (S)	2 m
3	Kedalaman Lubang (L)	3,5 m
4	Tinggi Jenjang (H)	3,2 m
5	<i>Subdrilling</i> (J)	0,3 m
6	<i>Steaming</i> (T)	1,99 m
7	<i>Powder Column</i> (PC)	1,51 m
8	Diameter Lubang (De)	3 inch
9	Volume Peledakan (B x S x H)	12,8 m ³
10	Jumlah Bahan Peledak (Kg)	5,84 kg
11	<i>Powder Factor</i> (PF)	0,45
12	Fragmentasi Kuzram	22,3%

5.2.2 Rancangan Peledakan Usulan Konya

Rancangan geometri berdasarkan teori konya bertujuan sebagai pebanding usulan geometri untuk mencapai hasil dan peledakan yang efisien. Hasil geometri usulan sebagai berikut.

Tabel 8. Geometri Usulan Teori C. J. Konya

No	Parameter Geometri Peledakan	Nilai Variable
1	<i>Burden</i> (B)	2 m
2	Spasi (S)	2 m
3	Kedalaman Lubang (L)	3,5 m
4	Tinggi Jenjang (H)	3,2 m
5	<i>Subdrilling</i> (J)	0,3 m
6	<i>Steaming</i> (T)	1,4 m
7	<i>Powder Column</i> (PC)	2,1 m
8	Diameter Lubang (De)	3 inch
9	Volume Peledakan (B x S x H)	12,8 m ³
10	Jumlah Bahan Peledak (Kg)	8,127 kg
11	<i>Powder Factor</i> (PF)	0,63
12	Fragmentasi Kuzram	7,43%

5.2.3 Perbandingan Rancangan Peledakan Usulan

Berdasarkan perhitungan dan analisis yang telah dilakukan penulis maka didapatkan perbandingan dari kedua perhitungan usulan geometri sebagai berikut:

Tabel 9. Perbandingan Geometri Usulan

No	Parameter	Rancangan Usulan R.L. Ash	Rancangan Usulan C.J. Konya
A	Geometri Peledakan		
1	Burden (B)	2 m	2 m
2	Spasi (S)	2 m	2 m
3	Steaming (T)	1,99 m	1,4 m
4	Subdrilling (J)	0,3 m	0,3 m
5	Tinggi Jenjang (H)	3,2 m	3,2 m
6	Kedalaman Lubang (L)	3,5 m	3,5 m
7	Panjang Kolom Isian (PC)	1,51 m	2,1 m
8	Loading Density (de)	3,87 kg/m ³	3,87 kg/m ³
9	Bahan Peledak (Q)	5,84 kg	8,127 kg
10	Volume Peledakan	12,8 m ³	12,8 m ³
11	Powder Factor (PF)	0,45 kg/m ³	0,63 kg/m ³
12	Fragmentasi Kuzram	22,3%	7,43%
13	Total Biaya Peledakan	Rp 105.880.000	Rp 84.560.000
14	Total Biaya Peledakan/ton	Rp 5.294/Ton	Rp 4.228/Ton

Berdasarkan hasil perbandingan rancangan usulan diatas dimana pada teori R. L. Ash didapatkan nilai *powder faktor* 0,45 kg/m³, persentase fragmentasi 22,3 % dengan biaya peledakan Rp 105.880.000. Penulis lebih memilih menggunakan **teori R. L. Ash** yang di ujicobakan dilapangan dibandingkan dengan teori C. J. Konya karena pada teori ini *powder factor* yang dihasilkan lebih besar dengan nilai 0,63 kg/m³. Meskipun dari segi biaya pada teori C. J. Konya lebih rendah biaya peledakan yang diperlukan dibandingkan teori R. L. Ash. Tetapi pada nilai *powder factor* akan berpengaruh terhadap lingkungan setempat.

5.3. Uji Coba Peledakan Usulan

5.3.1 Geometri Peledakan Uji Coba

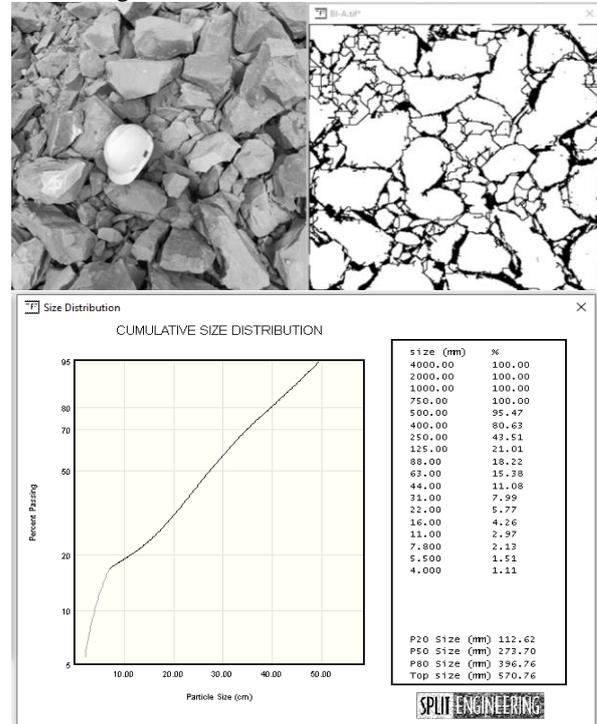
Dengan kesimpulan diatas maka untuk geometri yang akan di uji coba dan telah mendapatkan persetujuan dari pihak perusahaan adalah geometri dengan perhitungan R. L. Ash. Adapun geometrinya sebagai berikut :

Tabel 10. Geometri Peledakan Uji Coba

No	Parameter Geometri Peledakan	Nilai Variable
1	Burden (B)	2 m
2	Spasi (S)	2 m
3	Kedalaman Lubang (L)	3,5 m
4	Tinggi Jenjang (H)	3,2 m
5	Subdrilling (J)	0,3 m
6	Steaming (T)	1,99 m
7	Powder Column (PC)	1,51 m
8	Diameter Lubang (De)	3 inch
9	Jumlah Lubang	40 lb
10	Volume Peledakan (B x S x H x n)	512 m ³
11	Jumlah Bahan Peledak per lubang (Kg)	5,84 kg
12	Total Bahan peledak	232,4 Kg
13	Powder Factor (PF)	0,45

5.3.2 Hasil Peledakan Uji Coba

Dari hasil pengujian dilapangan dengan 40 lubang percobaan penulis menggunakan metode perhitungan fragmentasi dengan menggunakan *software splitdesktop*. Adapun hasil fragmentasi peledakan uji coba sebagai berikut :



Gambar 4. Hasil Fragmentasi Peledakan Uji coba

Berdasarkan uji coba yang dilakukan dilapangan dengan penerapan 30 lubang ledak maka didapatkan hasil persentase fragmentasi menggunakan *split desktop* untuk ukuran >40 cm di angka 19,37% yang tertahan/dinyatakan *boulder*. Hasil ini bisa dijadikan acuan untuk perusahaan sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan evaluasi geometri peledakan.

5.3.3 Biaya Peledakan Uji Coba

Dengan geometri dan hasil fragmentasi yang telah dilakukan sekali maka untuk biaya dari kegiatan peledakan uji coba akan dihitung sesuai dengan target produksi 20.000 Ton dan tonase batuan yang akan *dibreaker* diambil persentase dari target produksi, maka dapat kita simpulkan sebagai berikut:

1. Banyak pemakaian detonator listrik,

$$\text{Deto} = \frac{20.000 \text{ ton} / 2,5 \text{ ton/m}^3}{12,8 \text{ m}^3} = 625 \text{ pcs}$$
2. Banyak pemakaian *dynamite*,

$$\text{Dyna} = 625 \times 0,1 \text{ kg} = 62,5 \approx 63 \text{ Kg}$$
3. Banyak pemakaian anfo

$$\text{Anfo} = 625 \times 5,84 \text{ Kg/lubang} = 3650 \text{ Kg}$$
4. Banyak *boulder* untuk *dibreaker*

$$\text{Boulder} = 20.000 \text{ ton} \times 19,37\% = 3874 \text{ Ton}$$

Tabel 11. Biaya peledakan uji coba

Target Produksi 20.000 Ton				
Biaya Peledakan				
No.	Jenis	Qty	Harga(@)	Total Biaya
1	Anfo	3650 Kg	Rp10.000	Rp36.500.000
2	Dynamite	63 Kg	Rp40.000	Rp2.520.000
3	Detonator Listrik	625 pcs	Rp14.000	Rp8.750.000
4	Boulder Blasting	3874 ton	Rp15.000	Rp58.110.000
Total Biaya Peledakan				Rp105.880.000
Total Biaya Peledakan/Ton				Rp5.294/ton

5.4 Analisis Perbandingan Hasil Peledakan dan Biaya Peledakan Aktual dan Uji Coba

5.4.1 Perbandingan Hasil Peledakan

Setelah dilakukan penelitian terhadap peledakan aktual dan peledakan dengan menggunakan geometri usulan maka penulis mendapatkan perbandingan geometri sebagai berikut :

Tabel 12. Perbandingan hasil ketiga geometri peledakan

No	Parameter	Geometri Aktual	R.L. Ash
A	Geometri Peledakan		
1	Burden (B)	1,8 m	2 m
2	Spasi (S)	2 m	2 m
3	Steaming (T)	2,42 m	1,99 m
4	Subdrilling (J)	0,3 m	0,3 m
5	Tinggi Jenjang (H)	3,2 m	3,2 m
6	Kedalaman Lubang (L)	3,5 m	3,5 m
7	Panjang Kolom Isisan (PC)	1,02 m	1,51 m
8	Loading density (de)	3,87 kg/m	3,87 kg/m
9	Bahan Peledak (Q)	3,92 kg	5,84 kg
10	Volume Peledakan	11,52 m ³	12,8 m ³
11	Powder Factor (PF)	0,34	0,45
12	Persentase Fragmentasi	33%	19,37%

Dari tabel dapat dilihat berdasarkan perhitungan dua geometri yaitu teori Aktual dan R. L. Ash. Dan hasil persentase fragmentasi peledakan dengan menggunakan teori R. L. Ash sesuai dengan target persentasinya *boulder* yaitu <20%, dalam artian untuk saat ini memang diperlukan rekomendasi geometri peledakan di PT. Pebana Adi Sarana untuk mendapatkan kegiatan peledakan yang ideal.

5.4.2 Hasil Perbandingan Biaya

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di lapangan dan data yang bersumber dari perusahaan maka didapat perbandingan biaya peledakan sebagai berikut :

Tabel 13. Hasil Perbandingan Biaya

No.	Geometri	Produksi (Ton)	Biaya Handak	Biaya Breaker	Total Biaya	Total Biaya/Ton
1	Aktual	18360	Rp 36.520.000	Rp 90.000.000	Rp 126.520.000	Rp 6.891
2	R. L. Ash	20000	Rp 47.770.000	Rp 58.110.000	Rp 105.880.000	Rp 5.294

*keterangan : Produksi yang digunakan berdasarkan data produksi sumber perusahaan

Dari Tabel di atas dapat disimpulkan geometri R. L. Ash lebih efisien digunakan dibandingkan aktual. Dengan selisih biaya dari kedua geometri sebesar Rp1.597,-/Ton. Dikarenakan biaya untuk *breaker* jauh lebih besar dari pada penggunaan bahan peledak. Dan di geometri uji coba kita lebih diuntungkan dari segi fragmentasi yang lebih kecil dan volume batuan yang terbongkar lebih besar dibandingkan aktual.

6. Penutup

6.1 Kesimpulan

- Dari penelitian di lapangan didapatkan rata-rata data geometri aktual yaitu : (1) *burden* : 1,8 m, (2) spasi : 2 m, (3) *stemming* : 2,48 m, (4) *subdrilling* 0,3 m, (5) tinggi jenjang : 3,2 m, (6) kedalaman lubang ledak : 3,5 m, (7) *powder colomn* : 1,02 m, (8) *powder factor* : 0,34 Kg/bcm, dan hasil fragmentasi dari *split desktop* yaitu 33%.
- Dan biaya penggunaan bahan peledak dan *breaker* dari peledakan aktual dalam satu periode didapatkan sebesar Rp36.520.000,- untuk bahan peledak dan Rp90.000.000,- untuk penggunaan *breaker* dengan total keduanya adalah Rp. 126.520.000,- atau apabila di sesuaikan dengan produksi Agustus–September sebesar 18.360 Ton maka biaya peledakan pertonasnya didapatkan sebesar Rp6.891/Ton.
- Berdasarkan perancangan geometri usulan maka untuk geometri uji coba menggunakan geometri R. L. Ash dengan hasil percobaan di lapangan didapatkan persentase framentasi sebesar 19,37% untuk ukuran 40 cm dengan perhitungan fargmentasi menggunakan *split desktop*.
- Berdasarkan penelitian maka didapatkan biaya penggunaan bahan peledak dan *breaker* dari peledakan uji coba untuk satu periode didapatkan sebesar Rp47.770.000,- untuk bahan peledak dan Rp58.110.000,- untuk penggunaan *breaker* dengan total keduanya adalah Rp105.880.000,- atau apabila di sesuaikan dengan produksi satu periode sebesar 20.000

Ton maka biaya peledakan pertonasnya didapatkan sebesar Rp5.294/Ton..

5. Dari hasil penelitian maka didapatkan hasil perbandingan biaya dari geometri aktual dan geometri uji coba dengan selisih Rp1597,-/Ton. Dengan biaya untuk aktual sebesar Rp6891,-/Ton dan Biaya untuk geometri usulan Rp5294,-/Ton. Maka Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari segi hasil dan biaya kegiatan peledakan PT. Pebana Adi Sarana memang membutuhkan evaluasi geometri dan rekomendasi geometri yang baru untuk dapat lebih efisien dalam kegiatan penambangan di PT. Pebana Adi Sarana.

6.2 Saran

1. Untuk mendapatkan hasil fragmentasi peledakan yang baik, perlu dilakukan banyak pengujian. Sehingga akan didapat geometri peledakan yang paling sesuai untuk diterapkan pada suatu lokasi.
2. Perlunya pengujian prediksi hasil fragmentasi dengan menggunakan metode Kuz – ram untuk mengetahui geometri mana yang paling baik dan efektif untuk digunakan.
3. Untuk evaluasi kegiatan peledakan ada baiknya dilakukan evaluasi terhadap biaya kegiatan peledakan baik dari penggunaan bahan peledak dan penggunaan alat breaker untuk mendapatkan kegiatan peledakan yang ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Anonim, Modul Diklat Juru Ledak Kelas II
- [2]Anonim. 2013. Panduan Tugas Akhir Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
- [3]Ash, R.L. 1967. *Design of Blasting Round, "Surface Mining", B.A. Kennedy, Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration*, pp. 565-584
- [4]Febrianto. 2015. Perencanaan Ulang Geometri Peledakan Untuk Mendapatkan Frgamentasi Yang Optimum Dilokasi Penambangan Front IV quarry PT.Semen Padang"., Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
- [5]Konya, C.J. dkk. 1991. *Rock Blasting and Overbreak Control*. Virginia: US Department Of Transportation
- [6]Listine, Dita. 2015. Studi Teknis Penentuan Geometri Peledakan Dan Powder Factor (PF) Pada Pembongkaran Bijih Besi Di Pt Putera Bara Mitra, Desa Mentawakan Mulya Kec. Mantewe, Kab. Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan.
- [7]Luden, Doni Rei. 2009. Kajian Geometri Peledakan Batu Gamping dalam Penentuan Fragmentasi pada PT. Semen Bosowa Provinsi Sulawesi Selatan.
- [8]Munawir dan Anshariah. 2014. Analisis Geometri Peledakan Terhadap Ukuran Fragmentasi Overburden Pada Tambang Batubara PT. Pama persada Nusantara Jobsite Adaro Kalimantan Selatan.
- [9]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.
- [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.
- [11]Safarudin. 2016. Analisa Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Digging Time Material Blasting.
- [12]Sofyan, Rizky Nishpuanis. dkk. 2017. Evaluasi Desain Geometri Peledakan Terhadap Payload Bucket Untuk Meningkatkan Produktivitas Alat Gali Muat Pc4000 Class.
- [13]Susanti, Reny. 2011. Kajian Teknis Operasi Peledakan untuk Meningkatkan Nilai Perolehan Hasil Peledakan di Tambang Batubara Kab. Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur"., Teknik Pertambangan UPN Yogyakarta.
- [14]Yuliadi. 2016. Kajian Teknis Peledakan untuk Mendapatkan Hasil Fargmentasi yang Diinginkan pada Tambang Bijih Tembaga Pit Batu Hijau, PT. Newmont Nusa Tenggara, Provinsi Nusa Tenggara Barat