

Kajian Teknis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Overburden Hasil Peledakan di Pit 2 Banko Barat PT Bukit Asam Tbk, Sumatra Selatan

Yudho Dwi Galih Cahyono¹, Christian Vieri Haisoo², dan Jusfarida³

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3}

*e-mail: galih.1453@itats.ac.id

ABSTRACT

Blast geometry is a crucial factor in blasting activities. This research aims to determine the blast geometry that indicates the fragmentation distribution value from blasting activities, apart from the blast geometry already established by the company. It focuses on determining the blast geometry and the pass rate of the fragmentation distribution value resulting from blasting that is less than 100 cm. This study took place at the coal mine of Bukit Asam Pte Ltd., with blast geometry data collection at Pit 2 West Banko. It measured hole diameter, burden, spacing, blast hole depth, charge column, and stemming per hole. The research results indicated that the actual blast geometry in the field, with a hole diameter of 6.25 inches, a burden of 5.6 meters, a spacing of 6.8 meters, a blast hole depth of 5.5 meters, and a charge column of 1.5 meters, had a pass rate of 66% for the fragmentation distribution value of less than 100 cm. Recommended Blasting Geometry according to R.L. Ash's theory with a Hole Diameter of 6.25 inches, a burden of 4.5 meters, a spacing of 5.5 meters, and a blast hole depth of 6 meters. It has a pass rate for the fragmentation distribution value of less than 100 cm of 88%. Therefore, based on the increase in the pass rate of the fragmentation distribution value, the recommended blast geometry is more effective than the actual blast geometry.

Kata kunci: *blasting, fragmentation, R.L. Ash*

ABSTRAK

Geometri Peledakan merupakan salah satu faktor yang mendukung dalam aktifitas peledakan. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menentukan Geometri Peledakan yang menunjukkan hasil Nilai Distribusi Fragmentasi dari kegiatan peledakan selain dari Geometri Peledakan yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. Fokus dari penelitian ini adalah menentukan Geometri Peledakan serta tingkat kelolosan Nilai Distribusi Fragmentasi hasil peledakan kurang dari 100 cm. Penelitian ini dilakukan ditambang batubara PT. Bukit Asam Tbk, dan pengambilan data Geometri Peledakannya berada di Pit 2 Banko Barat, dengan mengukur Diameter Lubang, Burden, Spacing, Kedalaman Lubang Ledak, Kolom Isian, dan Stemming per lubang. Berdasarkan kajian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa Geometri Peledakan Aktual dilapangan dengan nilai Diameter Lubang 6.25 inchi, Burden 5.6 meter, Spacing 6.8 meter, Kedalaman Lubang Ledak 5.5 meter, Kolom Isian 1.5 meter, memiliki presentase kelolosan Nilai Distribusi Fragmentasi kurang dari 100 cm yaitu 66%. Geometri Peledakan rekomendasi menurut teori R.L. Ash dengan Diameter Lubang 6.25 inchi, Burden 4.5 meter, Spacing 5.5 meter, Kedalaman Lubang Ledak 6 meter, memiliki presentase kelolosan Nilai Distribusi Fragmentasi kurang dari 100 cm yaitu 88%. Maka dari itu dilihat dari kenaikan kelolosan Nilai Distribusi Fragmentasi menunjukkan Geometri Peledakan Rekomendasi lebih efektif daripada Geometri Peledakan Aktual.

Kata kunci: *Peledakan, Fragmentasi, R.L. Ash*

PENDAHULUAN

PT Bukit Asam Tbk merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak pada bidang industri pertambangan. Perusahaan tersebut terfokus pada bahan galian batubara yang dimana proses serta teknologi yang lengkap dalam mengolah batubara dari awal penambangan

hingga reklamasi. PT Bukit Asam Tbk berlokasi di jalan parigi, Tanjung Enim, Provinsi Sumatera Selatan ini adalah salah satu perusahaan dalam naungan BUMN[1].

Peledakan merupakan aktivitas dalam kegiatan penambangan yang digunakan untuk memberai suatu material lapisan penutup pada bahan galian. Kajian teknis peledakan dapat dikaji dari geometri peledakan yang digunakan dan fragmentasi hasil peledakan[2]. Ukuran fragmentasi hasil peledakan dipengaruhi oleh geometri peledakan yang dimana merupakan faktor penting dalam hasil fragmentasi dari proses peledakan. Kegiatan pengeboran dan peledakan terdiri dari beberapa kegiatan utama, yaitu penentuan lokasi, persiapan lokasi, pembuatan titik pemboran, pemboran, charging atau pengisian bahan peledak, perangkaian, peledakan dan diakhiri dengan pengecekan hasil peledakan[3]. Semakin besar nilai geometri peledakannya, maka ukuran fragmentasinya akan semakin besar[4].

TINJAUAN PUSTAKA

Lokasi Penelitian

Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT Bukit Asam Tbk di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan dengan jarak \pm 186 km Barat Daya dari pusat Kota Palembang. Untuk mencapai ke lokasi penelitian dari Kota Surabaya dibutuhkan waktu \pm 21 jam dengan jarak 1.460 km menggunakan transportasi darat serta transportasi laut. Titik kordinat pada Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) Banko Barat yaitu pada posisi $103^{\circ} 45' BT - 103^{\circ} 50' BT$ dan $3^{\circ} 42' 30'' - 4^{\circ} 47' 30'' LS$ atau garis bujur 9.583.200 – 9.593.200 dan lintang 360.600 – 367.000.

Pemboran (*Drilling*)

Pemboran merupakan pengaturan jarak antara lubang dalam satu baris (Spacing) maupun jarak antara lubang tembak dengan bidang bebas (Burden)[5]. Pola pemboran dalam pit 2 banko barat yaitu pola pemboran zig-zag atau pola bujur sangkar. Pola pemboran yang baik sesuai dengan geometri peledakan dapat menghasilkan hasil peledakan yang diharapkan.

Terdapat 2 arah dalam pemboran yang dibuat secara teratur, yaitu[6]:

1. Arah lubang ledak vertikal
Arah lubang ledak vertikal ini merupakan cara meledakan yang dilakukan ke atas dari permukaan tanah atau batuan. Lubang-lubang peledakan dibor tegak lurus ke dalam tanah atau batuan untuk memastikan ledakan bergerak keatas.
2. Arah lubang ledak miring
Arah lubang ledak miring adalah metode pengeboran dengan sudut kemiringan terhadap permukaan tanah atau batuan. Dalam proses ini lubang bor dibuat dengan sudut miring terhadap garis vertikal memberikan fleksibilitas untuk beradaptasi dengan kondisi geologis.

Peledakan (*Blasting*)

Kegiatan peledakan merupakan suatu upaya pemberaian batuan dari batuan induk menggunakan bahan peledak[7]. Peledakan ini memiliki tujuan untuk memperkecil ukuran material dalam bentuk pecahan yang dinyatakan dalam nilai distribusi fragmentasi[8]. Fragmentasi hasil dari peledakan disesuaikan dengan ukuran yang sudah ditetapkan oleh perusahaan agar proses pengangkutan sesuai dengan efisiensi kerja alat angkut[9]. Pada saat melakukan kegiatan peledakan atau mendesain geometri peledakan, hal yang perlu diperhatikan adalah lokasi yang akan diledakkan dan banyaknya jumlah material yang akan diledakkan[10]. Hasil peledakan yang memiliki tingkat keberhasilan yang optimal yaitu dimana fragmentasi dari hasil peledakan sudah sesuai. Faktor keberhasilan dari proses peledakan itu dipengaruhi oleh geometri peledakan, pola pemboran, serta sifat fisik bahan peledak[11].

Terdapat 3 pola peledakan yang umumnya sering digunakan untuk menentukan arah lemparan batuan, yaitu sebagai berikut [12]:

1. *Echelon*, pola peledakan echelon sering diterapkan pada lokasi peledakan yang memiliki 3 bidang bebas atau bagian free face. Arah lemparan hasil peledakan dengan menggunakan pola ini adalah ke arah pojok (corner).
2. *Box cut*, pola peledakan ini sering diterapkan pada lokasi peledakan yang memiliki 1 bidang bebas atau bagian free face, yaitu permukaan bersentuhan langsung dengan udara yang arahnya vertikal. Pola peledakan ini bertujuan menghasilkan bongkahan awal seperti kota (box).
3. *V cut*, pola peledakan ini sering diterapkan pada lokasi peledakan yang memiliki 2 bidang bebas atau bagian free face. Arah lemparan hasil peledakan ke arah tengah dengan menyerupai huruf "V".

Geometri Peledakan menurut R.L.Ash (1967)

Geometri peledakan adalah suatu rancangan peledakan yang meliputi 7 standar dasar dalam geometri peledakan yaitu burden, spacing, stemming, subdrilling, kedalaman lubang ledak, panjang kolom isian dan tinggi jenjang. Perhitungan geometri peledakan menurut Ash (1967) yaitu rumus empirik yang digunakan untuk pedoman dalam rancangan awal peledakan batuan [13]:

1. *Burden*

Burden merupakan jarak terdekat antar lubang ledak dengan bidang bebas (*free face*).

$$B = \frac{K_b \times D_e}{12} \quad (1)$$

2. *Spacing*

Spasi merupakan jarak antar lubang ledak yang dirancang dalam satu baris serta diukur sejajar terhadap bidang bebas.

$$S = K_s \times B \quad (2)$$

3. *Stemming*

Stemming merupakan panjang isian dari lubang ledak yang diisi material hasil pemboran. *Stemming* berfungsi untuk mengisolasi gas-gas hasil peledakan.

$$T = K_t \times B \quad (3)$$

4. *Subdrilling*

Subdrilling adalah tambahan kedalaman lubang ledak dibawah lantai jenjang yang bertujuan untuk menghindari masalah tonjolan pada lantai hasil peledakan.

$$J = K_j \times B \quad (4)$$

5. *Kedalaman Lubang Ledak*

Kedalaman lubang ledak merupakan panjang dari stemming hingga panjang kolom isian (PC).

$$H = K_h \times B \quad (5)$$

6. *Panjang Kolom Isian (PC)*

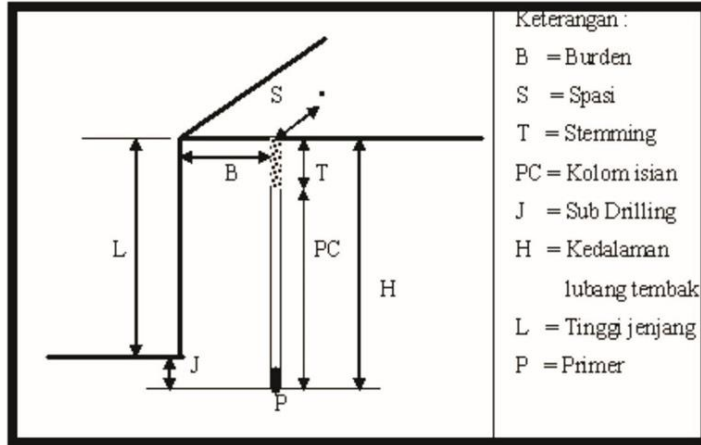
Panjang kolom isian adalah kedalaman lubang yang diisi oleh bahan peledak untuk proses peledakan.

$$PC = H - T \quad (6)$$

7. *Tinggi Jenjang*

Tinggi jenjang sebenarnya harus ditentukan sesuai dengan diameter lubang bor, sehingga semakin besar diameter lubang bor maka tinggi jenjang juga semakin besar, begitupun sebaliknya.

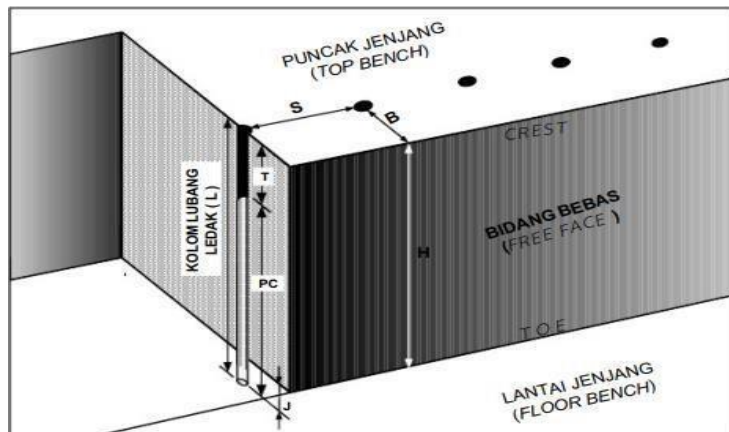
$$L = H - J \quad (7)$$



Gambar 1. Geometri Peledakan R.L.Ash
 Sumber: R.L.Ash, 1967

Geometri Peledakan menurut C.J.Konya

Untuk memperoleh hasil pembongkaran batuan sesuai dengan yang diinginkan maka perlu suatu perencanaan ledakan dengan memperhatikan besaran-besaran geometri peledakan. Terminologi dan simbol yang digunakan pada geometri peledakan ditunjukkan oleh Gambar 2 dengan keterangan B adalah burden, L adalah kedalaman lubang ledak, S adalah spasi, T adalah material penutup (stemming), H adalah tinggi jenjang, PC adalah isian utama (primary charge atau powder column) dan J adalah subdrilling[14].



Gambar 2. Geometri Peledakan C.J.Konya
 Sumber: C.J.Konya, 1990

Fragmentasi

Fragmentasi batuan merupakan ukuran dari suatu pecahan hasil dari proses kegiatan peledakan. Fragmentasi batuan adalah sebagai dasar dalam penilaian apakah suatu proses peledakan itu bisa dibilang berhasil atau tidak[15]. Untuk mencari nilai fragmentasi diperlukan nilai dari faktor batuan, terdapat beberapa parameter untuk mendapatkan nilai faktor batuan RMD, JPS, JPO, SGI, dan hardness. Parameter-parameter tersebut didapat dari hasil pengamatan lapangan dan uji batuan di lab batuan[16].

Tabel 1. Faktor Batuan

<i>Rock Mass Description (RMD)</i>	Pembobotan
<i>Powder/friable</i>	10
<i>Blocky</i>	20
<i>Totally masive</i>	50
<i>Joint Plane Spacing (JPS)</i>	Pembobotan
<i>Close (<0,1 m)</i>	10
<i>Intermediate (0,1-1,0 m)</i>	20
<i>Wide (>1.0 m)</i>	50
<i>Joint Plane Orientation (JPO)</i>	Pembobotan
<i>Horizontal</i>	10
<i>Dip out of face</i>	20
<i>Strike normal to face</i>	30
<i>Dip into face</i>	40
<i>Specific Gravity Influence</i>	$SGI = (25 \times \text{bobot isi}) - 50$
<i>Hardness (H)</i>	1-10

Sumber: Lily, 1986

Berdasarkan tabel 1, batuan memiliki indeks peledakan dan faktor batuan sebagai berikut:

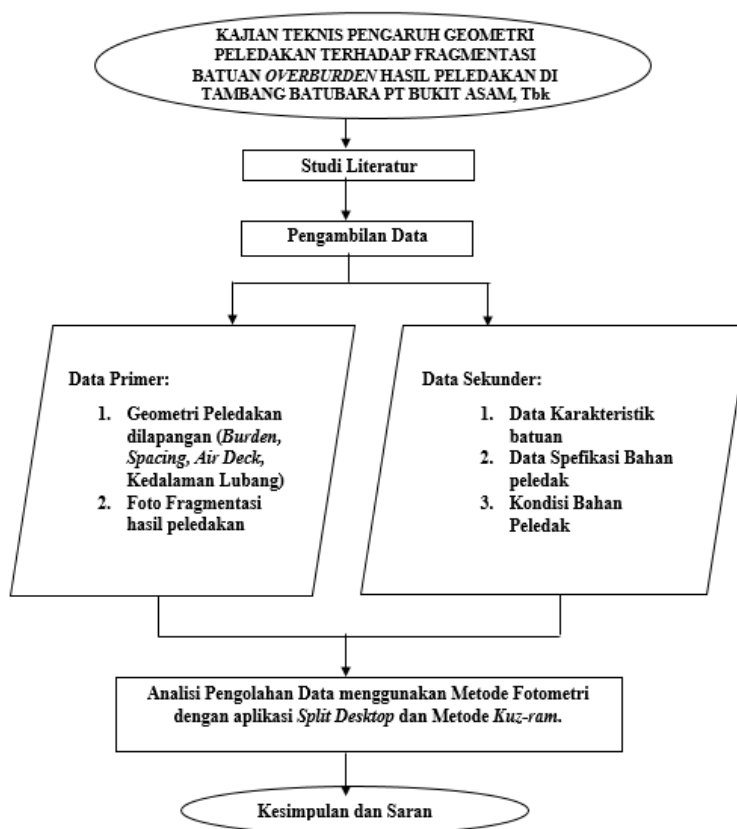
$$BI = 0,5 \times (RMD + JPS + JPO + SGI + H) \quad (8)$$

Faktor batuan diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$A = BI \times 0,12 \quad (9)$$

Metode Penelitian

Pada penelitian ini, mengkaji nilai distribusi fragmentasi batuan overburden hasil peledakan yang dipengaruhi oleh geometri peledakan di Pit 2 Banko barat PT Bukit Asam Tbk, menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Pengolahan data ialah proses perubahan dari data lapangan yang kemudian disusun berdasarkan urutan, kemudian memunculkan nilai-nilai yang nantinya akan menjadi bahan analisa dalam perhitungan dan pembahasan lebih lanjut setelah diperoleh data primer berupa geometri peledakan aktual, fragmentasi hasil peledakan serta data sekunder lainnya berupa data faktor batuan, data spesifikasi bahan peledak, dan kondisi bahan peledak. Adapun urutan pengambilan data menurut diagram alir penelitian:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geometri Peledakan Aktual

Geometri peledakan aktual merupakan data geometri yang diambil dan diukur dilapangan di Pit 2 Banko Barat PT Bukit Asam Tbk. Adapun data geometri peledakan yang diambil antara lain burden, spacing, kedalaman lubang ledak. Selain itu, observasi lapangan dan dokumentasi juga turut diamati dan diambil pada saat dilapangan.

Tabel 2. Geometri Peledakan Aktual

No	Tanggal	Jumlah Lubang	De (cm)	B (m)	S (m)	H (m)	Air Deck (m)	T (m)	PC (m)	Powder Factor (kg/bcm)	Pola
1	17/11/2023	145	15.8	5.61	6.84	5.81	1.2	3.00	1.61	0.121	Echelon
2	22/11/2023	225	15.8	5.75	6.91	5.6	1.2	2.75	1.65	0.125	Echelon
3	23/11/2023	113	15.8	6	7	6	1.3	3.15	1.55	0.103	Echelon

4	24/11/2023	115	15.8	5.72	6.69	5.3	1.2	2.61	1.49	0.123	<i>Echelon</i>
5	27/11/2023	185	15.8	5.5	6.5	6	1	3.40	1.6	0.126	<i>Echelon</i>
6	28/11/2023	110	15.8	5.76	6.82	5.35	1.3	2.56	1.49	0.119	<i>Echelon</i>
7	30/11/2023	116	15.8	5.6	6.6	5.5	1.2	2.70	1.6	0.133	<i>Echelon</i>
8	05/12/2023	141	15.8	5.6	6.87	5.42	1.3	2.61	1.51	0.120	<i>Echelon</i>
9	06/12/2023	232	15.8	5.4	7	5.5	1.2	2.80	1.5	0.120	<i>Echelon</i>
10	12/12/2023	42	15.8	6	7	5.5	1	2.90	1.6	0.117	<i>Echelon</i>

Sumber: Data Penelitian, 2023

Geometri Peledakan menurut R.L.Ash

Berdasarkan analisis geometri peledakan untuk memperbaiki fragmentasi hasil peledakan, perlu dilakukan perubahan pada geometri dan isian bahan peledak. Perhitungan geometri peledakan dengan menggunakan persamaan menurut R.L.Ash maka didapatkan nilai pada geometri peledakan usulan tersebut sebagai berikut:

Tabel 3. Geometri Peledakan menurut R.L.Ash

Geometri Peledakan	Nilai	Satuan
<i>Burden (B)</i>	4.5	Meter
<i>Spacing (S)</i>	6.75	Meter
<i>Tinggi Jenjang (L)</i>	6	Meter
<i>Kolom Isian (PC)</i>	2.4	Meter
<i>Diameter (De)</i>	158.75	Milimeter
<i>Subdrilling</i>	0.9	Meter
<i>Bahan Peledak / Lubang (E)</i>	36.02	Kg
<i>Kedalaman Lubang Ledak</i>	6.75	Meter
<i>Volume batuan yang diledakan/Lubang (V)</i>	209.5	Bcm
<i>Powder Factor</i>	0.17	kg/Bcm

Sumber: Pengolahan data peneliti, 2023

Geometri Peledakan Menurut C.J.Konya

Setelah dilakukan perhitungan geometri peledakan dengan menggunakan persamaan menurut C.J.Konya maka didapatkan nilai pada geometri peledakan usulan tersebut sebagai berikut:

Tabel 6. Geometri Peledakan menurut C.J.Konya

Geometri Peledakan	Nilai	Satuan
<i>Burden (B)</i>	7	Meter
<i>Spacing (S)</i>	7	Meter
<i>Tinggi Jenjang (L)</i>	6	Meter
<i>Kolom Isian (PC)</i>	3.2	Meter
<i>Diameter (De)</i>	6.25	Ichi
<i>Subdrilling</i>	2.1	Meter
<i>Bahan Peledak / Lubang (Q)</i>	48.06	Kg
<i>Kedalaman Lubang Ledak (H)</i>	8.1	Meter
<i>Volume batuan yang diledakan/Lubang (V)</i>	397	Bcm
<i>Powder Factor</i>	0.1	kg/bcm

Stemming	4.9	Meter
-----------------	-----	-------

Sumber: Pengolahan data peneliti, 2023

Geometri Peledakan Rekomendasi

Setelah dilakukan perhitungan geometri peledakan menurut rekomendasi peneliti sesuai dengan kondisi dilapangan, maka didapatkan nilai geometri peledakan rekomendasi sebagai berikut:

Tabel 8. Geometri Peledakan Rekomendasi

Geometri Peledakan	Nilai	Satuan
Burden (B)	4.5	Meter
Spacing (S)	5.5	Meter
Kedalaman Lubang Ledak (H)	6	Meter
Kolom Isian (PC)	1.5	Meter
Diameter (De)	6.25	Inchi
Bahan Peledak / Lubang (E)	22.515	Kg
Volume batuan yang diledakan/Lubang (V)	148.5	Bcm
Powder Factor	0.1	kg/Bcm

Sumber: Pengolahan data peneliti, 2023

Perbandingan Geometri Peledakan Dan Fragmentasi

Berikut adalah parameter perbandingan dari geometri Peledakan yang mempengaruhi nilai dari hasil fragmentasi batuan:

Tabel 9. Parameter Perbandingan Geometri Peledakan dan Fragmentasi

Parameter	R.L.Ash	C.J.Konya	Rekomendasi	Aktual
Jumlah Lubang	171	90	144	144
Geometri Peledakan	4.5 meter x 6,75 meter	7 meter x 7 meter	4.5 meter x 5.5 meter	5.9 meter x 6.8 meter
X	34 cm	47 cm	25 cm	43 cm
N	0.7	0.6	0.8	0.5
Xc	55 cm	87 cm	39 cm	87 cm
Tertahan \geq 100 cm (%)	20%	34%	12%	34%
Lolos $<$ 100 cm (%)	80%	66%	88%	66%
Powder Factor	0.17 kg/bcm	0.12 kg/bcm	0,10 kg/bcm	0.11 kg/bcm

Sumber: Pengolahan data peneliti, 2023

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut: Berdasarkan pengamatan dilapangan geometri peledakan rencana yang diterapkan di satuan kerja penunjang tambang PT Bukit Asam yang berada di Pit 2 Banko Barat, Tbk yaitu dengan diameter 6,25 inchi yang menggunakan *burden* 6 meter, *spacing* 7 meter, kedalaman lubang ledak 6 meter, *stemming* 4.5 meter, kolom isian 1.5 meter dengan *powder factor* 0.1 kg/bcm. Sedangkan geometri. Peledakan aktual dilapangan terdapat sedikit perubahan dengan rata-rata yaitu *burden* 5.6 meter,

spacing 6.8 meter, kedalaman 5.5 meter, *stemming* 2.8 meter, kolom isian 1.5 meter. Berdasarkan nilai distribusi fragmentasi hasil peledakan dilapangan dengan metode *image analysis* menggunakan software *split desktop*, didapatkan nilai ukuran fragmentasi hasil peledakan rata-rata *top size* nya yaitu sebesar 969,49 mm. Sedangkan nilai distribusi fragmentasi hasil peledakan dengan presentase kelolosan 80% memiliki ukuran rata-rata yaitu sebesar 582,245 mm. Setelah dilakukannya perhitungan geometri peledakan berdasarkan metode R.L.Ash, maka nilai distribusi fragmentasi hasil peledakan yang berukuran ≥ 100 cm mengalami penurunan. Pada geometri peledakan usulan menurut R.L.Ash didapatkan distribusi fragmentasi hasil peledakan yang berukuran ≥ 100 cm dengan nilai 20% serta besarnya *powder factor* sebesar 0,1 kg/bcm, sedangkan pada geometri usulan menurut C.J.Konya mendapatkan distribusi fragmentasi hasil peledakannya dengan nilai 34% dengan perhitungan *powder factor* sebesar 0.1 kg/bcm. Maka dari itu diperlukannya geometri usulan rekomendasi agar distribusi fragmentasinya dibawah 15%. Perhitungan geometri peledakan usulan rekomendasi, didapatkan distribusi fragmentasi peledakan yang berukuran ≥ 100 cm yaitu sebesar 12% dengan nilai *powder factor* sebesar 0,1 kg/bcm. Sehingga geometri peledakan usulan rekomendasi dengan diameter lubang 6,25 inci, *burden* 4.5 meter, *spacing* 5.5 meter, kedalaman lubang ledak 6 meter, kolom isian 1.5 meter, *stemming* 4,5 meter dan *powder factor* 0,1 kg/bcm sudah memenuhi permintaan perusahaan dengan presentase *boulder* 15%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Pt Bukit Asam Tbk, Laporan, “Laporan Tahun 2022 Pt Bukit Asam Tbk, Memaksimalkan Inovasi Untuk Ketahanan Nasional,” 2022.
- [2] T. Simamora, N. Nurhakim, R. Riswan, And M. Radeng, “Evaluasi Geometri Peledakan Pada Pembongkaran Overburden Berdasarkan Fragmentasi Di Pit Warute Pt Bukit Intan Indoperkasa,” *J. Himasapta*, Vol. 3, No. 02, 2019, Doi: 10.20527/Jhs.V3i02.961.
- [3] B. Di, P. T. Harmoni, And P. Utama, “Analisis Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Pada Tambang,” Vol. 01, No. 02, Pp. 163–167, 2020.
- [4] Y. D. G. Cahyono, “Evaluasi Dampak Getaran Tanah Terhadap Aktivitas Peledakan Di Pit Tsbc Pt Bukit Asam Tbk, Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan,” In *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 2022.
- [5] D. S. Pratama *Et Al.*, “Pengaruh Powder Factor Peledakan Terhadap Produktivitas Backhoe Komatsu Pc 2000 Di Pt . Bukit Asam (Persero) Tbk The Influence Of Blasting Powder Factor To Backhoe Komatsu Pc 2000 Productivity In Pt . Bukit Asam (Persero) Tbk,” No. 1973, 2013.
- [6] Alfauzi Ritonga, “Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Hasil Peledakan Batu Gamping Di Pt Semen Padang,” Jambi, 2022.
- [7] Deffal Syafarda, “Analisis Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Hasil Material Blasting Pada Pt Gunung Bumi Perkasa Di Sukabumi, Jawa Barat,” 2023.
- [8] Y. D. G. Cahyono, “Kajian Fragmentasi Pemberaian Batuan Quarry Andesit Di Bukit Tapuan Pt. Xyz,” In *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 2019, Pp. 453–458.
- [9] M. T. Toha, “Kajian Teknis Pemboran Dan Peledakan Untuk Meningkatkan Produksi Granit Di Pt Trimegah Perkasa Utama,” *J. Pertamb.*, Vol. 5, No. 3, Pp. 130–135, 2021.
- [10] Y. D. G. Cahyono, “Evaluasi Nilai Powder Factor Untuk Peningkatan Produksi Peledakan Quarry Batu Andesit Di Pt. Arga Wastu Desa Sanetan, Kecamatan Sluke, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah,” In *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan Dan Kelautan (Semitan)*, 2020, Pp. 563–568.

- [11] Irfan, “Analisa Geometri Peledakan,” *Anal. Geom. Peledakan Tambang Bawah Tanah Di Pt. Allied Indo Coal Jaya, Nagari Parambahan, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat*, 2020.
- [12] M. Fadel And K. Raimon, “Kajian Teknis Geometri Peledakan Berdasarkan Analisis Blastability Index Dengan Perhitungan RI Ash Combine Vertical Energy Distribution (Ved) Untuk Mendapatkan Target Fragmentasi Ideal Pada Penambangan Batu Kapur Di Area 15.15 Pt Semen Padang, Bukit Karan,” *J. Bina Tambang*, Vol. 6, No. 4, Pp. 112–120, 2021.
- [13] R. . Ash, *Surface Mining, Second Edition*. Society For Mining, Metallurgy, And Exploration, 1990. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=Qjjrynpt2py>
- [14] C. J. Konya And E. J. Walter, “Surface Blast Design,” *Surf. Blast Des.*, 1990.
- [15] L. Boy, A. Harahap, And D. Yulhendra, “Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Hasil Peledakan Limestone Pada Pt. Semen Padang, Kota Padang,” *J. Bina Tambang*, Vol. 6, No. 3, Pp. 133–142, 2021.
- [16] S. Hidayattullah And B. Heriyadi, “Rancangan Geometri Peledakan Untuk Mencapai Target Fragmentasi Ideal Berdasarkan Nilai Blastability Index Pada Tamka Pt. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto,” *J. Bina Tambang*, Vol. 4, No. 3, Pp. 1–11, 2019.