

# Evaluasi Biaya Peledakan dan Geometri Peledakan Terhadap Hasil Fragmentasi Pada Proses Pembongkaran Batu Kapur di PT. Semen Padang

Loewina Putri Nabila<sup>1</sup>, Jarot Wiratama<sup>1</sup>, Yudi Arista Yulanda<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Jambi, Jambi-Indonesia

\* Corresponding author : yudiarista@unja.ac.id

Received: Sep 16, 2023; Accepted: Dec 22, 2023.

DOI: [doi.org/10.31764/jpl.v4i2.17987](https://doi.org/10.31764/jpl.v4i2.17987)

**Abstrak.** PT. Semen Padang merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri penambangan batu kapur dengan sistem tambang terbuka dimana pemberaian batuan nya dilakukan dengan teknik pengeboran dan peledakan dikarenakan batuan nya bersifat kompak dan *massive*. PT Semen Padang memiliki target produksi sebesar 7.089.908 ton/tahun. Target produksi batu kapur pada bulan Juni sebesar 675.273 ton dan sedangkan produksi aktual hanya 465.258 ton. Penelitian ini dilakukan pada lokasi PNB. Evaluasi biaya peledakan diperlukan untuk mendapatkan biaya yang optimal dan efisien yang dibandingkan dengan usulan biaya. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi geometri peledakan agar mencapai target produksi dengan hasil fragmentasi yang sesuai dan optimalisasi biaya peledakan. Untuk mengetahui perbandingan biaya peledakan dilakukan dengan usulan menggunakan rumusan *Anderson, C.J Konya* dan *R.L Ash*. Maka didapat biaya yang optimal dan efisien menggunakan rumusan *Anderson*. Biaya peledakan aktual sebanyak 15 kali peledakan sebesar Rp. 1.903.802.600 dengan jumlah lubang ledak sebanyak 1.050 lubang, *burden* 3,7 m, spasi 4,1 m, panjang kolom isian 7,0 m dan *powder factor* 0,27 kg/ton dengan fragmentasi 40,41 cm. Usulan geometri peledakan yang disarankan untuk mencapai target produksi 675.273 ton adalah *Anderson* dengan parameter *burden* 4,3 m, spasi 4,9 m, kedalaman lubang ledak 10,7 m, kolom isian 6,4 m, dan *powder factor (PF)* 0.18 kg/ton. Pelebaran *burden*, spasi, kolom isian, kedalaman lubang ledak, dan pengurangan jumlah isian bahan peledak dalam satu lubang berdampak pada naiknya fragmentasi menjadi 76 cm namun besaran ini masih dibawah target perusahaan sebesar 80 cm. Dampak lainnya adalah pengurangan jumlah lubang ledak yang sangat berpengaruh dalam biaya peledakan dikarenakan semakin banyak jumlah lubang ledak dan panjang kolom isian maka akan semakin banyak biaya yang dikeluarkan. Biaya peledakan dibutuhkan sebesar Rp. 1.966.859.676.

**Kata Kunci:** *Biaya peledakan, geometri, hasil fragmentasi, powder factor*

**Abstract.** *PT. Semen Padang is a company that operates in the limestone mining industry using surface mining system where rock dispersion is carried out using drilling and blasting techniques because the rock is compact and massive. PT Semen Padang has a production target of 7,089,908 tons/year. The limestone production target in June was 675,273 tons and actual production was only 465,258 tons. This research was conducted at the PNB location. Evaluation of blasting costs is needed to obtain optimal and efficient costs compared to the proposed costs. The aim of this research is to evaluate blasting geometry in order to achieve production targets with appropriate fragmentation results and optimize blasting costs. To find out the comparison of blasting costs, the proposed formula of Anderson, C.J Konya and R.L Ash was carried out. So, optimal and efficient costs are obtained using Anderson's formula. The actual blasting cost for 15 blasts is IDR. 1,903,802,600 with a total of 1,050 blast holes, a burden of 3.7 m, a spacing of 4.1 m, a filling column length of 7.0 m and a powder factor of 0.26 kg/ton with fragmentation of 40.41 cm. The recommended blasting geometry to achieve the production target of 675,273 tons is Anderson with burden parameters of 4.3 m, spacing of 4.9 m, blast hole depth of 10.7 m, fill column of 6.4 m, and powder factor of 0.18 kg/ton. Widening the burden, spacing, filling columns, depth of blast holes, and reducing the amount of explosives filled in one hole had an impact on increasing fragmentation to 76 cm, but this amount was still below the company's target of 80 cm. Another impact is a reduction in the number of blast holes which has a big influence on blasting costs because the more the number of blast holes and the length of the fill column, the more costs will be incurred. The cost of blasting is IDR. 1,966,859,676.*

**Keywords:** *Blasting Cost, geometry, fragmentation, powder factor*

---

## 1. Pendahuluan

PT. Semen Padang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri pertambangan batu kapur yang berupaya dalam peningkatan produksi batu kapur. Dalam pemanfaatannya, batu kapur merupakan bahan utama dalam pembuatan semen. PT Semen Padang memiliki target produksi sebesar 7.089.908 ton/tahun. PT Semen Padang menggunakan sistem penambangan dengan tambang terbuka metode *quarry* yang dilakukan untuk membongkar material batu kapur. Pemberaian batuan pada kegiatan penambangan dilakukan dengan pengeboran dan peledakan karena batuan yang bersifat *massive* dan kompak sehingga tidak dapat digali langsung (*free digging*) menggunakan alat pemindahan mekanis.

Peledakan merupakan kegiatan pemecahan suatu material (batuan) dengan menggunakan bahan peledak untuk membongkar tanah penutup, batuan padat atau material berharga dari batuan induknya menjadi material yang cocok dikerjakan dalam proses produksi (Rosyad et al, 2016). Komponen biaya peledakan adalah jumlah seluruh biaya yang diperoleh berdasarkan pada harga masing-masing komponen peledakan. Perhitungan biaya per lubang ledak terdiri atas bahan peledak dan perlengkapan peledakan (*In hole delay detonator*, *Surface delay detonator*) (Sundoyo, 2019). Permasalahan yang mempengaruhi biaya peledakan meliputi jumlah lubang ledak yang dipengaruhi oleh *burden*, *spacing*, diameter, *stemming*, kedalaman lubang ledak, panjang lubang isian dan *loading density*, bahan dan peralatan peledakan, kebutuhan bahan bakar, dan gaji tenaga kerja (Manik et al, 2018).

Ekonomi peledakan didefinisikan sebagai cara mengevaluasi untuk mengontrol efisiensi biaya peledakan termasuk aktivitas lain yang berkaitan dengan peledakan. Biaya peledakan sebagai salah satu komponen biaya bagi perusahaan. Adapun biaya-biaya peledakan meliputi biaya pengeboran, biaya bahan peledak, biaya peralatan dan perlengkapan peledakan serta biaya tenaga kerja, dan biaya lainnya yang bersifat tetap maupun tidak tetap (Sulistijo, 2005).

Kegiatan peledakan yang dilakukan pada PT Semen Padang membutuhkan biaya yang cukup besar untuk tercapainya target produksi. Berdasarkan data aktual yang didapatkan pada kegiatan peledakan yang telah dilakukan di PT Semen Padang, target produksi batu kapur pada bulan Juni sebesar 675.273 ton dan sedangkan produksi aktual hanya 465.258 ton. Ketidaktercapaian target produksi peledakan ternyata berbanding terbalik dengan biaya yang dikeluarkan mendekati rencana yaitu Rp. 1,903,802,600 dari rencana Rp. 2.000.000.000.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi biaya peledakan pada geometri aktual dan melakukan kajian teknis terhadap geometri peledakan dalam upaya melakukan optimalisasi biaya peledakan untuk mencapai target produksi. Adapun sasaran terakhir dari optimalisasi operasi peledakan adalah mendapatkan biaya peledakan yang optimal dengan perhitungan geometri yang sesuai dan hasil fragmentasi yang sesuai. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan mengenai "Evaluasi Biaya Peledakan dan Geometri Peledakan Terhadap Hasil Fragmentasi Pada Proses Pembongkaran Batu Kapur di PT Semen Padang".

## 2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode kuantitatif. Metode kuantitatif mengenai data-data bersifat numerik atau dalam bentuk angka. Penelitian ini dilakukan dengan membahas biaya peledakan yang dikeluarkan oleh perusahaan, mengukur geometri dan menganalisis hasil fragmentasi menggunakan *software* peledakan. Penelitian ini dilakukan langsung di lapangan dengan menggunakan data sekunder dan data primer.

Penelitian terapan merupakan penelitian yang dikerjakan dengan maksud untuk menerapkan menguji dan mengevaluasi kemampuan suatu teori dalam memecahkan permasalahan praktis dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pengambilan data geometri peledakan, seperti penentuan jarak spasi, *burden*, kedalaman lubang, *stemming*, kolom isian, *subdrilling* dan tinggi jenjang.
  2. Pengambilan gambar dari hasil peledakan untuk di-*input* ke *software* peledakan.
  3. Perhitungan hasil fragmentasi
-

4. Perhitungan biaya peledakan aktual
5. Perhitungan Target peledakan dalam satu bulan
6. Biaya bahan peledak
7. Biaya peralatan dan perlengkapan peledakan

## 2.1. Pengumpulan Data

### a. Data Primer

Data Primer adalah data yang diambil berdasarkan observasi lapangan meliputi data produktivitas pengeboran, data geometri, data jumlah bahan peledak yang digunakan, dan data volume batuan yang terbongkar dalam setiap kali peledakan.

1. Data Geometri peledakan aktual  
Data geometri peledakan didapatkan dengan mengukur *burden*, *spacing*, *stemming*, panjang kolom isian dan panjang lubang ledak dengan alat bantu meteran dengan melakukan survey ke lokasi peledakan langsung dengan *crew drill blast*.
2. Data dokumentasi fragmentasi batuan hasil peledakan. Adapun tujuan dari pengambilan dokumentasi fragmentasi batuan hasil peledakan ini adalah untuk mengetahui hasil ukuran fragmentasi batuan aktual hasil peledakan dan digunakan sebagai sampel foto dalam melakukan analisis gambar dengan menggunakan *software* peledakan dengan menggunakan foto hasil distribusi fragmentasi batuan tersebut.
3. Observasi kegiatan peledakan meliputi pola pengeboran, pola peledakan, prosedur peledakan, serta kendala-kendala yang terjadi di lapangan.

### b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data pendukung yang telah ada sebelumnya, data sekunder yang diperlukan meliputi menghitung banyaknya pemakaian bahan peledak, perawatan peralatan dan gaji pekerja untuk menghitung total biaya yang dikeluarkan.

1. Peta perusahaan, peta topografi, peta kesampaian daerah diperoleh dari PT. Semen Padang.
2. Data spesifikasi bahan peledak, yaitu :
  - a. Mengetahui densitas bahan peledak.
  - b. Mengetahui kecepatan ledak dari bahan peledak tersebut.
3. Data tabel *Blastability Index* (BI)
4. Data biaya bahan peledak.
5. Data target produktivitas.

## 2.2 Pengolahan Data

Adapun analisis data yang dilakukan meliputi :

### 1. Pengukuran Geometri Peledakan

Pengukuran geometri peledakan terdiri dari *burden*, spasi, kedalaman lubang ledak, *stemming*, panjang kolom isian. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan meterean untuk mengetahui jarak *burden*, spasi, panjang kolom isian dari masing-masing lubang ledak. Setelah dilakukan geometri peledakan, maka akan diketahui jumlah lubang ledak untuk kegiatan peledakan.

### 2. Pengecekan Peralatan dan Perlengkapan Peledakan

Setelah dilakukan perhitungan geometri peledakan, maka akan didapatkan jumlah bahan peledak, serta perlengkapan dan peralatan bahan peledakan yang akan digunakan. Selanjutnya harus mengajukan bon permintaan/pengeluaran handak ke Gudang handak terlebih dahulu, setelah itu bahan peledak dan perlengkapan serta peralatan peledakan diangkut ke lokasi pengadukan handak.

### 3. Monitoring Hasil Peledakan dan Pemeriksaan Setelah Peledakan

Evaluasi dan monitoring dimulai dari geteran tanah, *flyrock* dan fragmentasi yang dihasilkan dari peledakan yang dilakukan. Pemeriksaan ini dilakukan untuk memastikan semua lubang ledak tidak terjadi *misfire*. Selanjutnya dilakukan dokumentasi hasil peledakan untuk diolah

menggunakan *software*. Data-data yang sudah dikumpulkan kemudian diolah menggunakan aplikasi *software* pemrosesan gambar untuk menentukan distribusi ukuran dari fragmen batuan pada proses penghancuran batuan yang terjadi pada proses penambangan. *Software* tersebut dirancang untuk menghitung distribusi ukuran fragmentasi hasil peledakan berdasarkan *image analysis*, selanjutnya *software* ini dapat melakukan penggambaran pada batas-batas (*split*) batuan secara otomatis ataupun manual. Setelah dilakukan pengeditan dari hasil penggambaran tersebut kemudian dianalisis ukuran (*compute size*) untuk menghasilkan suatu *output* berupa informasi distribusi fragmentasi yang ditampilkan dalam suatu grafik hubungan persen kumulatif material yang lolos dengan ukuran distribusi fragmentasi batuan yang ada digambar.

#### 4. Perhitungan Biaya Peledakan

Setelah semua data didapatkan seperti pengeluaran handak dan pengukuran geometri, selanjutnya melakukan perhitungan biaya menggunakan *Microsoft Excel*. Adapun data biaya peledakan meliputi jumlah lubang, penggunaan handak, penggunaan *eldeto*, penggunaan *booster*, penggunaan *inhole delay*, penggunaan *surface delay* serta peralatan dan perlengkapan penunjang peledakan lainnya dan memasukkan gaji penanggung jawab operasional (PJO) dan karyawan peledakan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Lokasi penelitian dilakukan di IUP 329 Bukit Tajarang PT. Semen Padang pada lokasi penelitian ini dilakukan pada lokasi PNB 4, PNB 5, PNB 6, PNB 7 dan PNB 10 dimana lokasi tersebut melakukan kegiatan pembeaian batu kapur dengan melakukan kegiatan peledakan.

#### 3.1. Perbandingan Geometri Peledakan dengan Biaya Aktual

Geometri peledakan berguna untuk mengontrol hasil suatu kegiatan peledakan. Rancangan geometri peledakan yang baik akan menghasilkan efek peledakan yang baik pula, selain itu juga akan didapatkan fragmen batuan yang sesuai dengan standar produk yang dikehendaki (Santika, 2012). Berdasarkan hasil data geometri peledakan di area 329 pada Tabel 1 maka dapat dilihat nilai rata-rata geometri peledakan yang dilakukan. Dari geometri peledakan tersebut bahwa di area 329 PT Semen Padang menggunakan rata-rata *burden* 3,7 m, *spacing* 4,1 m, kedalaman lubang 11 m, *stemming* 4 m dan panjang isian (PC) 7,0 m. Dari geometri yang dipakai didapatkan rata-rata tonase batuan terbongkar dari setiap peledakan yang dilakukan adalah 31.035 ton dengan rata-rata kebutuhan handak yaitu 8.344 kg sehingga rata-rata *powder factor* (PF) 0,27 kg/ton. *Powder factor* merupakan salah satu parameter yang dapat menunjukkan tingkat keekonomisan kegiatan peledakan (Abimanyu & Trides, 2018). Geometri aktual pada bulan Juni merupakan rata-rata dari kegiatan sebanyak 15 kali peledakan dengan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 1.903.802.600.

Biaya peledakan aktual menunjukkan bahwa jumlah biaya peledakan/hari bervariasi tergantung jumlah lubang ledak yang dibutuhkan. Semakin banyak lubang ledak maka total biaya peledakan yang dikeluarkan oleh perusahaan akan semakin meningkat. Biaya peledakan total tertinggi ada pada tanggal 5 Juni dengan biaya sebesar Rp. 226.860.200 dengan dengan jumlah 130 lubang yang mampu membongkar 57.600 ton dengan *powder factor* 0,27 kg/ton. Sedangkan untuk biaya terendah terjadi pada 16 Juni 2023 karena pada peledakan tersebut memiliki jumlah lubang hanya 40 lubang sehingga dengan jumlah lubang peledakan tersebut akan mempengaruhi jumlah penggunaan bahan peledak serta perlengkapan peledakan yang nantinya akan berkaitan dengan biaya peledakan yang akan dikeluarkan. Semakin rendah biaya peledakan tidak berarti semakin optimal peledakan. Optimalisasi peledakan dilihat dari besarnya biaya peledakan terhadap banyaknya volume batuan yang terbongkar (Fauzy et al, 2015). Dengan demikian, peledakan paling optimal terjadi pada tanggal 8 Juni dimana volume terbongkar 33.158 Ton dengan bahan peledak 8.598 kg dan *powder factor* 0,26 kg/ton.

#### 3.2 Perbandingan Geometri Aktual terhadap Hasil Fragmentasi

Fragmentasi batuan yang dihasilkan oleh peledakan terjadi akibat dari gelombang kejut. Fragmentasi tidak hanya dipengaruhi oleh *powder factor* saja, tetapi juga dipengaruhi oleh geometri peledakan (Palimbu & Pangkung, 2021). Pada suatu peledakan nilai geometri dapat dikatakan sangat penting untuk mengontrol fragmentasi batuan yang dihasilkan. Keberhasilan suatu peledakan dapat

ditentukan oleh ukuran fragmentasi batuan sehingga ukuran fragmentasi sangat penting diperhatikan. Untuk mengontrol fragmentasi batuan yang dihasilkan perlu adanya perhitungan yang lebih spesifik agar dapat mengontrol fragmentasi sesuai dengan yang diinginkan. Keberhasilan suatu peledakan ditentukan oleh ukuran fragmentasi batuan sehingga ukuran fragmentasi sangat penting untuk diperhatikan.

Pada bulan Juni 2023 hasil menggunakan *software* didapatkan hasil fragmentasi hasil peledakan rata-rata 40,41 cm. Hasil fragmentasi peledakan tergolong kecil jika dibandingkan terhadap fragmentasi yang ditargetkan yaitu 80 cm. Ukuran fragmentasi dipengaruhi oleh geometri peledakan berupa kerapatan *burden* spasi serta kolom isian, ini merupakan salah satu faktor yang menyebabkan pembesaran biaya peledakan (Boy et al, 2020). Efisiensi peledakan dapat dilakukan dengan menaikkan fragmentasi mendekati ukuran target.

Tabel 1. Perbandingan Geometri dengan Biaya Peledakan

Tanggal peledakan	Lokasi Peledakan	Jumlah Lubang (N)	Diameter (inchi)	Burden (m)	Spasi (m)	H (m)	Stemming (m)	PC (m)	Jumlah Handak (kg)	PF	Tonase (ton)	Biaya Peledakan
5 Juni	PNBP 4	130	5	3,8	4	11	4	7	15.470	0,27	57.600	226.860.200
6 Juni	PNBP 6	63	5	3,7	4,1	11	4	7	7.497	0,27	27.858	114.585.800
7 Juni	PNBP 10	70	5	3,8	4,1	10,9	4	6,9	8.211	0,26	31.501	129.533.000
8 Juni	PNBP 10	70	5	3,8	4,2	11,2	4	7,2	8.568	0,26	33.158	129.533.000
12 Juni	PNBP 10	105	5	3,7	4,1	10,8	4	6,8	12.138	0,27	45.587	184.196.600
13 Juni	PNBP 5	70	5	3,8	4,1	11,2	4	7,2	8.568	0,26	32.369	129.225.800
15 Juni	PNBP 7	45	5	3,7	4,2	11	4	7	5.355	0,26	20.384	83.792.200
16 Juni	PNBP 5	40	5	3,7	4,1	11,2	4	7,2	4.896	0,27	18.009	75.988.600
19 Juni	PNBP 7	125	5	3,7	4,2	11,3	4	7,3	15.513	0,27	58.168	225.760.200
20 juni	PNBP 10	50	5	3,7	4,1	11,1	4	7,1	6.035	0,27	22.311	91.595.800
21 Juni	PNBP 5	60	5	3,7	3,9	11	4	7	7.140	0,28	25.238	107.990.200
22 Juni	PNBP 5	47	5	3,7	4,1	11,1	4	7,1	5.673	0,27	20.972	90.935.800
23 Juni	PNBP 5	60	5	3,4	4,1	10,3	4	6,3	6.426	0,28	22.829	100.499.400
26 Juni	PNBP 4	60	5	3,6	3,9	10,9	4	6,9	7.038	0,29	24.332	107.203.000
27 Juni	PNBP 5	55	5	3,8	4,1	11,1	4	7,1	6.639	0,26	25.205	106.103.000
Jumlah		1.050				119	4	105,1	125.166		465.528	1.903.802.600
Rata-rata		70	5	3,7	4,1	11,0	4	7,0	8.344	0,27	31.035	1.813.145

Tabel 1. Perbandingan Geometri terhadap Hasil Fragmentasi

Tanggal	Geometri dan Hasil Fragmentasi				
	Burden(m)	Spasi (m)	H (m)	PF	P80(cm)
5 Juni	3,8	4	11	0,27	52,78
6 Juni	3,7	4,1	11	0,27	50,65
7 Juni	3,8	4,1	10,9	0,26	40,82
8 Juni	3,8	4,2	11,2	0,26	44,37
12 Juni	3,7	4,1	10,8	0,27	34,29
13 Juni	3,8	4,1	11,2	0,26	36,77
15 Juni	3,7	4,2	11	0,26	42,38
16 Juni	3,7	4,1	11,2	0,27	43,32
19 Juni	3,7	4,2	11,3	0,27	31,62
20 juni	3,7	4,1	11,1	0,27	33,41
21 Juni	3,7	3,9	11	0,28	39,23
22 Juni	3,7	4,1	11,1	0,27	32,69
23 Juni	3,4	4,1	10,3	0,28	42,94
26 Juni	3,6	3,9	10,9	0,29	27,33
27 Juni	3,8	4,1	11,1	0,26	53,62
<b>Rata-rata</b>	<b>3,7</b>	<b>4,1</b>	<b>11,0</b>	<b>0,27</b>	<b>40,41</b>

(Sumber : Pengolahan Data Peneliti,2023)

### 3.3 Rekomendasi Usulan Geometri

Berdasarkan dari analisis geometri yang telah dilakukan, maka untuk memperbaiki fragmentasi hasil peledakan dan mencapai target produksi perlu adanya dilakukan perubahan pada geometri dan

isian bahan peledakan. Penelitian ini menganalisis fragmentasi hasil peledakan menggunakan metode Kuz-Ram dengan target produksi 675.273 Ton sesuai target perusahaan.

Tabel 2. Perbandingan Rekomendasi Geometri

Geometri	Anderson	ICI Explosive	C.J Konya	R.L ASH	Aktual
Burden (m)	4,3	4,2	3,8	4,8	3,7
Spasi (m)	4,9	4,8	4,7	5,8	4
Kedalaman (m)	10,7	11,5	11,1	12	11
PC (Kg)	6,4	7,5	7,3	7,2	7
PF (Kg/Ton)	0,18	0,21	0,24	0,14	0,27
Fragmentasi (cm)	76	64	56	86	40,41
Jumlah lubang	1.130	1.099	1.285	763	1.565
Produksi (Ton)	675.273	675.273	675.273	675.273	675.273
Biaya Peledakan (Rp)	1.966.859.676	2.181.585.942	2.478.135.643	1.501.179.650	2.060.643.148

(Sumber : Pengolahan Data Peneliti, 2023)

### 3.4 Perbandingan Geometri Usulan dengan Biaya

Hasil dari analisis terhadap perbandingan geometri usulan terlihat bahwa untuk mendapatkan target produksi dengan *powder factor* yang lebih rendah dan fragmentasi <80 cm menggunakan geometri usulan menggunakan teori Anderson memiliki ukuran *burden* 4,3 m, spasi 4,9 m, kedalaman lubang ledak 10,7 m, dan panjang isian (PC) 6,4 m, dapat dilihat pada Tabel 3. Dari usulan geometri didapatkan rata-rata *powder factor* 0,18 kg/ton dengan dan fragmentasi 76 cm. Di dalam pelaksanaan rancangan ulang geometri peledakan dilakukan perancangan geometri untuk mengoptimalkan hasil dengan memperhatikan *burden*, spasi, *stemming*, panjang kolom isian dan handak tiap lubang. Namun analisis geometri peledakan jika dilihat dari bahan peledak yang digunakan dan biaya yang optimum adalah rumus geometri peledakan menurut Anderson berdasarkan perbandingan *Powder Factor*. Penurunan *powder factor* berdampak pada pengurangan biaya peledakan (Frianto et al, 2014).

Dari hasil perhitungan menggunakan *Kuz-Ram*, fragmentasi hasil peledakan Anderson, maka didapatkan rata-rata fragmentasi batuan  $\geq 80$  % yang lolos sebesar 76 cm dengan biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 1.966.859.676 lebih rendah dari target perusahaan Rp. 2.000.000.000. Model Kuzram masih mungkin memiliki bias karena pada jumlah isian bahan peledak setiap lubang dianggap sama untuk semua lubang ledak, sedangkan penerapan di lapangan isian bahan peledak dapat berbeda-beda. Selain itu, dalam estimasi model Kuz-Ram tidak memperhitungkan pengaruh dari waktu tunda peledakan, padahal waktu tunda dapat mempengaruhi distribusi fragmentasi (Sakti, 2021).

## 4. Kesimpulan

Usulan geometri peledakan yang disarankan untuk mencapai target produksi dengan biaya dan fragmentasi yang sesuai adalah Anderson dengan parameter *burden* 4,3 m, spasi 4,9 m, kedalaman lubang ledak 10,7 m, kolom isian 6,4 m, dan *powder factor* 0,18 kg/ton. Dibandingkan dengan geometri actual terjadi pelebaran *burden*, spasi, kolom isian, kedalaman lubang ledak, dan pengurangan jumlah isian bahan peledak dalam satu lubang. Kondisi berdampak pada naiknya fragmentasi menjadi 76 cm namun besaran ini masih di bawah target perusahaan sebesar 80 cm. Dampak lainnya adalah pengurangan jumlah lubang ledak yang sangat berpengaruh dalam biaya peledakan dikarenakan semakin banyak jumlah lubang ledak dan panjang kolom isian maka akan semakin banyak biaya yang dikeluarkan. Biaya peledakan untuk mencapai target produksi 675.273 ton dibutuhkan biaya sebesar Rp. 1.966.859.676.

## Referensi

Abimanyu, D. & Trides, T., 2018. Evaluation of Blasting Geometry to Fragmentation of Rock and Blasting Cost on Pit Lisat PT. Teguh Sinarabadi, District West Kutai Province East Kalimantan. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 6(2), pp. 29-36.

- 
- Boy, L., Harahap, A. & Yulhendra, D., 2021. Analisis Pengaruh Geometri Peledakan terhadap Fragmentasi Hasil Peledakan Limestone pada PT. Semen Padang, Kota Padang. *Jurnal Bina Tambang*, 6(3), pp. 133-142.
- Fauzy, M., 2015. Analisis Biaya Peledakan pada Proses Pembongkaran Batugamping PT. Semen Bosowa Maros Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 3(1), pp. 143-147.
- Frianto, R., Nurhakim & Riswan, 2014. Kajian Teknis Geometri Peledakan pada Keberhasilan Pembongkaran Overburden berdasarkan Fragmentasi Hasil Peledakan. *Jurnal Fisika Flux*, 11(1), pp. 56-67.
- Manik, R. R. S., Marsudi & Sutarto, Y., 2018. Kajian Biaya Peledakan pada Pembongkaran Batuan Gradionorit di PT. TOTAL Optima Prakarsa. *Jurnal PWK*, 6(1).
- Palimbu, S. & Pangkung, Y. G., 2022. Geometri dan Fragmentasi Batuan menggunakan Metode Kuz-Ram di PT Semen Bosowa Maros Provinsi Sulawesi Selatan. *INTAN Jurnal Penelitian Tambang*, 4(1), pp. 1-6.
- Rosyad, F. & et al, 2016. Evaluasi Geometri Peledakan untuk menghasilkan Fragmentasi yang diinginkan pada Kegiatan Pemberaian Batuan Andesit di PT. Mandiri Sejahtera Sentra, Kabupaten Purakarta Provinsi Jawa Barat. *Prosiding Teknik Pertambangan*, 2(1).
- Sakti, P., 2021. Analisis Perbandingan Metode Kuz-Ram dengan Digital Image Analysis terhadap Ukuran Fragmentasi dalam Desain Peledakan Produksi Batugamping pada PT. Semen TOnasa.. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 4(2), pp. 112-116.
- Santika, A. P., 2012. *Kajian Teknis Peledakan pada Kegiatan Pembongkaran Lapisan Penutup untuk Meningkatkan Produktivitas Alat Muat di PT Thiess CONTRACTORS Indonesia Melak, Kalimantan Timur*, Yogyakarta: Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran".
- Sulistijo, B., 2005. *Diklat Pengelola Peledakan Bahan Galian Kelas I: EKonomi Peledakan*, Bandung: Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara.
- Sundoyo, S. & Hidayat, R. N., 2019. Kajian Perhitungan Biaya Blasting PT. Bukit Baiduri Energi Site Merandal Kabupaten Kutai Kertanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan*, 25(2).
-