

ANALISIS PERBANDINGAN GEOMETRI PELEDAKAN TERHADAP FRAGMENTASI, TARGET PRODUKSI, DAN BIAYA PELEDAKAN BATUANDESIT PT. SULENCO WIBAWA PERKASA

COMPARATIVE ANALYSIS OF BLAST GEOMETRY EFFECTS ON FRAGMENTATION, PRODUCTION, AND BLASTING COST IN ANDESITE MINING AT PT. SULENCO WIBAWA PERKASA

Mansidi^{1*}, Syahrudin¹, Murad¹

¹ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak Indonesia
Jl. Prof Dr. H. Hadari Nawawi Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat

*Penulis korespondensi: mansididantun@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17th March 2026

Received in revised from 19th May 2026

Accepted 24th May 2026

Available online May 2026

Keywords:

Blasting cost

Rock fragmentation

Blast geometry

ICI-Explosives

Kuz-Ram

ABSTRACT

Suboptimal blasting is often the primary cause of failing to achieve production targets and escalating operational costs in quarry mining. This study aims to provide recommendations for blasting geometry and optimal cost estimates to achieve <40 cm fragmentation of 85% and support the production target of 50,000 bcm/year at PT. Sulenco Wibawa Perkasa, West Kalimantan. The research employed a quantitative approach using a comparative method, comparing three blasting geometry designs (R.L. Ash, C.J. Konya, ICI-Explosives) against actual field geometries from five blasting events conducted during July–August 2024. Fragmentation predictions were performed using the Kuz-Ram model. The results showed that the actual geometry had a powder factor of 0.89 kg/m³, significantly above the normal range for andesite (0.4–0.6 kg/m³). The proposed ICI-Explosives Design 2 proved to be the most optimal, yielding fragmentation of 85.19% passing <40 cm (meeting the 85% target), a production volume of 2,488 bcm per blast (exceeding the 2,100 bcm target), and a powder factor of 0.54 kg/m³ (39% more efficient than the actual operation). The cost per bcm for this design was Rp38,080, representing a 38% reduction compared to the actual cost (Rp61,567/bcm). The study concludes with a recommendation for the ICI-Explosives Design 2 geometry comprising: 6 m borehole depth, 2.4 m burden, 2.4 m spacing, 0.6 m subdrilling, 5.4 m bench height, 1.6 m stemming, 4.4 m charge column length, and 80 blast holes per shot, at a cost of Rp94,740,215 per blast or Rp1,184,253 per blasthole.

ABSTRAK

Peledakan yang tidak optimal sering menjadi penyebab utama tidak tercapainya target produksi dan membengkaknya biaya operasional di tambang *quarry*. Penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi geometri peledakan beserta usulan biaya optimal untuk

Kata Kunci:

Biaya peledakan

Fragmentasi batuan

Geometri peledakan

ICI-Explosives

Kata Kunci:

Kuz-Ram

ABSTRAK

menghasilkan fragmentasi <40 cm sebesar 85% dan mendukung target produksi 50.000 bcm/tahun di PT. Sulenco Wibawa Perkasa, Kalimantan Barat. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode komparatif, membandingkan tiga rancangan geometri (R.L. Ash, C.J. Konya, ICI-Explosives) terhadap geometri aktual dari lima kali peledakan periode Juli-Agustus 2024. Prediksi fragmentasi menggunakan model Kuz-Ram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa geometri aktual memiliki powder factor 0,89 kg/m³, jauh di atas kisaran normal (0,4–0,6 kg/m³). Rancangan ICI-Explosives usulan 2 terbukti paling optimal dengan fragmentasi 85,19% lolos <40 cm (memenuhi target 85%), volume produksi 2.488 bcm per peledakan (melampaui target 2.100 bcm), dan powder factor 0,54 kg/m³ (lebih efisien 39% dari aktual). Biaya per bcm usulan ini sebesar Rp38.080, lebih hemat 38% dibandingkan biaya aktual (Rp61.567/bcm). Kesimpulan penelitian ini adalah merekomendasi geometri ICI-Explosives usulan 2 dengan parameter: kedalaman 6 m, burden 2,4 m, spasi 2,4 m, subdrilling 0,6 m, tinggi jenjang 5,4 m, stemming 1,6 m, kolom isian 4,4 m, dan 80 lubang per peledakan, dengan biaya Rp94.740.215 per peledakan atau Rp1.184.253 per lubang ledak.

How to Cite This Article: Mansidi, dkk (2026). Analisis Perbandingan Geometri Peledakan terhadap Fragmentasi, Target Produksi, dan Biaya Peledakan Batuandesit PT. Sulenco Wibawa Perkasa. *INTAN: Jurnal Penelitian Tambang*, 9(1), 38–44. <https://doi.org/10.56139/intan.v9i1.385>

PENDAHULUAN

Peledakan merupakan faktor kunci dalam menentukan keberhasilan produksi penambangan, terutama pada tambang quarry. Penerapan geometri yang kurang tepat dapat menyebabkan terhambatnya proses produksi, *flying rock*, fragmentasi yang tidak ideal (terlalu kecil atau besar/boulder), penurunan efisiensi biaya, serta tidak tercapainya target produksi [1]. Pemakaian bahan peledak dan perlengkapan peledakan sangat tergantung pada geometri, sehingga biaya yang dikeluarkan akan bervariasi [2]. Penggunaan jumlah bahan peledak yang tidak tepat dapat mengakibatkan pemborosan energi ledakan, fragmentasi yang tidak ideal, serta meningkatkan *ground vibration* dan *air blast* [3]. Oleh karena itu, kajian teknis dan ekonomis terhadap peledakan diperlukan untuk mencapai efisiensi biaya sekaligus volume batuan sesuai target produksi [4,5].

PT. Sulenco Wibawa Perkasa adalah perusahaan penambangan batuandesit yang berlokasi di Desa Peniraman, Kecamatan Sungai Pinyuh, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat. Sistem penambangan yang diterapkan adalah tambang terbuka dengan metode *quarry*. Target produksi perusahaan ditetapkan sebesar 50.000 bcm per tahun, dengan ukuran fragmentasi hasil peledakan yang diharapkan <40 cm sebesar 85% agar proses pengolahan pada *hopper* dapat berjalan optimal. Namun, berdasarkan observasi lapangan, realisasi produksi hanya mencapai 36.000 bcm per tahun, sehingga terdapat gap sebesar 14.000 bcm per tahun yang perlu diatasi.

Penerapan geometri peledakan di lapangan saat ini belum optimal. Hal ini terindikasi dari nilai *powder factor* (PF) aktual yang mencapai 0,89 kg/m³, jauh di atas kisaran normal untuk batuan andesit (0,4–0,6 kg/m³). Perbedaan rancangan geometri menyebabkan variasi penggunaan bahan peledak dan biaya. Oleh karena itu, diperlukan analisis perbandingan beberapa rancangan geometri untuk memperoleh desain yang menghasilkan fragmentasi sesuai standar, memenuhi target produksi, dan memberikan biaya yang optimal. Urgensi penelitian ini terletak pada potensi penghematan biaya peledakan yang signifikan sekaligus peningkatan produksi tanpa investasi alat baru.

Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan penelitian ini adalah memberikan rekomendasi geometri peledakan beserta usulan biaya optimal agar menghasilkan fragmentasi batuan dengan ukuran <40cm sebesar 85% dan mendukung tercapainya target produksi perusahaan sebesar 50.000 bcm per tahun.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode komparatif. Pendekatan kuantitatif dipilih karena data yang dikumpulkan berupa angka-angka geometri, konsumsi bahan peledak, dan biaya. Metode komparatif digunakan untuk membandingkan hasil perhitungan tiga rancangan geometri usulan terhadap geometri aktual di lapangan. Prediksi fragmentasi batuan dilakukan menggunakan model Kuz-Ram.

Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan dan wawancara dengan Juru Ledak serta Kepala Teknik Tambang. Data yang dikumpulkan meliputi:

- Geometri peledakan aktual: burden, spasi, kedalaman lubang, stemming, subdrilling, tinggi jenjang dari lima kali peledakan.
- Kebutuhan bahan peledak per peledakan: jumlah Amonium Nitrat, Fuel Oil, dinamit, detonator, dan *connecting wire*.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan dan studi literatur, meliputi:

- Gaji tenaga kerja pengeboran (4 orang) dan peledakan (7 orang) berdasarkan UMK Kabupaten Mempawah sebesar Rp2.700.000/orang.
- Harga alat peledakan (Blasting Machine Rp17.760.000, Ohm Meter Rp10.000.000) dan alat pengeboran (Compressor Airman Rp210.000.000, Rock Drill Rp388.000.000).
- Harga bahan peledak dan bahan pengeboran.
- Biaya pengangkutan bahan peledak Rp100.000 per peledakan.

Rancangan Geometri Usulan

Tiga metode perhitungan geometri peledakan digunakan sebagai usulan:

- Metode R.L. Ash [6]: parameter berdasarkan nisbah *burden* (Kb) yang dikoreksi terhadap bahan peledak dan batuan.
- Metode C.J. Konya [6]: *burden* dihitung berdasarkan diameter lubang dan densitas bahan peledak serta batuan.
- Metode ICI-Explosives [6]: *burden* dan spasi ditentukan berdasarkan kelipatan diameter lubang (25d–40d untuk *burden*, 1B–1,5B untuk spasi).

Parameter yang dihitung untuk setiap metode meliputi: *burden* (B), spasi (S), *stemming* (T), *subdrilling* (J), kedalaman lubang (H), panjang kolom isian (PC), dan tinggi jenjang (L).

Teknik Analisis Data

1. Analisis Fragmentasi (Model Kuz-Ram)

Prediksi fragmentasi batuan dilakukan menggunakan model Kuz-Ram [7] dengan parameter:

- Ukuran rata-rata fragmentasi

$$(\bar{x}) = A \left(\frac{V}{Q} \right)^{0,8} \times Q^{0,17} \times \left(\frac{E}{115} \right)^{-0,63} \quad (1)$$

Dengan $\bar{x}$ adalah ukuran rata-rata fragmentasi batuan (cm), A adalah faktor batuan, V adalah volume batuan terongkar (m^3), Q adalah berat

bahan peledak/ lubang (kg), dan E adalah *relative weight strength* (ANFO=100).

- Indeks keseragaman

$$n = \left(2,2 - 14 \frac{B}{d} \right) \times \left(\frac{1+S}{2} \right)^{0,5} \times \left(1 - \frac{W}{B} \right) \times \left(\frac{PC}{L} \right) \quad (2)$$

Dengan n adalah indeks keseragaman, B adalah Burden (m), d adalah diameter lubang ledak (inchi), S adalah Spasi (m), W adalah standar deviasi, PC adalah panjang kolom isian (m), dan L adalah Tinggi jenjang (m).

- Persentase lolos ayakan

$$R = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n} \times 100 \% \quad (3)$$

Dengan R adalah persentase *boulder* (%), e adalah konstanta eksponensial (2,718), X adalah ukuran ayakan (cm), X_c adalah karakteristik ukuran (cm).

Faktor batuan (A) ditentukan berdasarkan blastability index (BI) yang mempertimbangkan kekuatan batuan, spasi diskontinuitas, dan kondisi bidang diskontinuitas [8, 9].

2. Analisis Target Produksi dan Powder Factor [10,11]

Volume batuan terongkar per lubang (V_0) dihitung dengan persamaan:

$$V_0 = B \times S \times L \quad (4)$$

Volume per peledakan (V_t) dihitung dengan persamaan:

$$V_t = V_0 \times N \quad (5)$$

Dengan N adalah jumlah lubang ledak.

3. Analisis Biaya Peledakan

Biaya peledakan dihitung dengan menjumlahkan komponen:

Biaya pengeboran = depresiasi alat pengeboran + biaya bahan bakar & pelumas + biaya pemeliharaan + gaji tenaga kerja pengeboran (6)

Biaya peledakan = depresiasi alat peledakan + biaya bahan peledak + gaji tenaga kerja peledakan + biaya pengangkutan handak (7)

Biaya per bcm = total biaya per peledakan / volume batuan terongkar (8)

Depresiasi alat dihitung menggunakan metode garis lurus berdasarkan Peraturan Menteri Keuangan RI No. 72 Tahun 2023 [12].

4. Kriteria Pemilihan Geometri Terbaik

Pemilihan geometri terbaik didasarkan pada empat kriteria secara berurutan:

- Fragmentasi paling mendekati target 85% lolos <40 cm (tidak boleh terlalu kecil >90% atau terlalu besar <80%).

- b. Target produksi ≥ 2.100 bcm per peledakan (setara dengan 50.000 bcm/tahun dengan 24 kali peledakan/tahun).
- c. *Powder factor* serendah mungkin (efisiensi bahan peledak).
- d. Biaya per bcm terendah di antara usulan yang memenuhi kriteria 1 dan 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geometri Peledakan Aktual

Data geometri aktual dari lima kali peledakan (Tabel 1) menunjukkan bahwa perusahaan

menerapkan pola geometri yang relatif rapat: burden berkisar antara 1,48–1,77 m, spasi 1,71–1,82 m, dengan kedalaman lubang 4,39–5,74 m. Tinggi jenjang aktual (3,95–5,14 m) lebih rendah dari standar ideal untuk diameter lubang 3 inci (yang seharusnya mencapai 5,4–6 m). Akibatnya, powder factor aktual mencapai 0,89 kg/m³, jauh di atas kisaran normal untuk batuan andesit (0,4–0,6 kg/m³). Kondisi ini menunjukkan bahwa geometri aktual terlalu rapat, menyebabkan penggunaan bahan peledak berlebihan dan pemborosan biaya.

Tabel 1. Geometri peledakan actual

Peledakan	Kedalaman (m)	Burden (m)	Spasi (m)	Subdrilling (m)	Tinggi Jenjang (m)	Stemming (m)	Panjang Kolom Isian (m)	PF (kg/m ³)
1	4,55	1,48	1,71	0,60	3,95	1,51	3,04	0,89
2	4,39	1,63	1,74	0,60	3,79	1,46	2,93	0,89
3	5,13	1,68	1,77	0,60	4,53	1,71	3,42	0,89
4	4,88	1,69	1,78	0,60	4,28	1,62	3,26	0,89
5	5,74	1,77	1,82	0,60	5,14	1,91	3,83	0,89
Rata-rata	4,94	1,65	1,76	0,60	4,34	1,64	3,30	0,89

Sumber: PT. Sulenco Wibawa Perkasa, 2024

Rancangan Geometri Usulan

Tabel 2 menyajikan perbandingan parameter geometri dari tiga metode usulan. Terlihat bahwa metode ICI-Explosives menghasilkan *burden* dan

spasi yang paling lebar (2,4 m × 2,4 m) dibandingkan R.L. Ash (2,0 m × 2,2 m) dan C.J. Konya (2,0 m × 2,5 m). Semakin lebar burden dan spasi, semakin sedikit jumlah lubang yang diperlukan per satuan volume, yang berpotensi menurunkan biaya pengeboran.

Tabel 2. Perbandingan rancangan geometri usulan

Parameter	R.L. Ash	C.J. Konya	ICI-Explosives			Aktual
	Rencana	Usulan 1	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 3	Rata-Rata
Diameter (inci)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Kedalaman (m)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	4,94
Burden (m)	2,00	2,00	2,30	2,40	2,50	1,65
Spasi (m)	2,20	2,50	2,30	2,40	2,50	1,76
Subrilling (m)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Tinggi Jenjang (m)	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	4,34
Stemming (m)	1,80	1,40	1,50	1,60	1,80	1,64
Kolom Isian (m)	4,20	4,60	4,50	4,40	4,20	3,30
Jumlah Lubang	100	90	85	80	70	89

Sumber: data diolah

Perbandingan Fragmentasi Hasil Peledakan

Hasil prediksi fragmentasi menggunakan model Kuz-Ram disajikan pada Tabel 3. Metode ICI-Explosives usulan 2 menghasilkan persentase lolos ayakan 40 cm sebesar 85,19%, nilai yang paling mendekati target perusahaan (85%). Sementara itu, R.L. Ash rencana dan C.J. Konya usulan 1 menghasilkan fragmentasi

yang terlalu kecil (93,98% dan 93,67% lolos), yang justru tidak diinginkan karena mengindikasikan pemborosan energi ledakan, biaya pengeboran dan bahan peledak yang membengkak, serta potensi debu berlebih. Sebaliknya, ICI-Explosives usulan 3 menghasilkan fragmentasi terlalu besar (78,78% lolos) yang berisiko menyebabkan penyumbatan pada *hopper*.

Tabel 3. Perbandingan Fragmentasi Hasil Peledakan (Kuz-Ram)

Metode Usulan	Persentase Lolos Ayakan <40 cm	Kategori	Alasan
R. L. Ash rencana	93,88%	Terlalu kecil	Boros energi & biaya
C.J. Konya usulan 1	93,67%	Terlalu kecil	Boros energi & biaya
ICI-Explosives usulan 1	88,35%	Terlalu kecil	Masih di atas 85%

Metode Usulan	Persentase Lolos Ayakan <40 cm	Kategori	Alasan
ICI-Explosives usulan 2	85,19%	Optimal	Paling mendekati target
ICI-Explosives usulan 3	78,78%	Terlalu besar	Resiko penyumbatan hopper

Sumber: data diolah

Fragmentasi yang terlalu kecil tidak lebih baik. Secara intuitif, fragmentasi yang lebih halus (lolos 93%) mungkin tampak lebih baik. Namun dalam praktik penambangan, fragmentasi yang jauh lebih kecil dari kebutuhan *hopper* (85%) berarti energi ledakan berlebih telah terbuang sia-sia. Hal ini berdampak pada: (1) peningkatan konsumsi bahan peledak per bcm, (2) biaya pengeboran yang lebih tinggi karena geometri yang lebih rapat, (3) peningkatan getaran tanah dan *air blast*, serta (4) debu berlebih yang mengganggu lingkungan dan kesehatan pekerja. Oleh karena itu, fragmentasi yang

"tepat" (mendekati 85%) lebih diutamakan daripada fragmentasi yang "terlalu baik".

Perbandingan Target Produksi dan Powder Factor

Seluruh rancangan usulan (Tabel 4) menghasilkan volume batuan per peledakan di atas target perusahaan (2.100 bcm), yaitu berkisar antara 2.362–2.570 bcm. Kondisi ini justru menguntungkan karena berpotensi meningkatkan produksi tanpa tambahan biaya peledakan yang signifikan.

Tabel 4. Perbandingan Target Produksi dan Powder Factor

Metode Usulan	Volume per Peledakan (bcm)	Pencapaian Target	PF (kg/m ³)	Efisiensi
Target Perusahaan	2.100	-	-	-
R. L. Ash rencana	2.376	Ya (113%)	0,68	Cukup
C.J. Konya usulan 1	2.430	Ya (116%)	0,66	Cukup
ICI-Explosives usulan 1	2.427	Ya (116%)	0,61	Baik
ICI-Explosives usulan 2	2.488	Ya (118%)	0,54	Sangat baik
ICI-Explosives usulan 3	2.362	Ya (112%)	0,48	Paling efisien
Aktual (Rata-rata)	1.473	Tidak (70%)	0,89	Tidak efisien

Sumber: data diolah

Dari sisi *powder factor* (PF), ICI-Explosives usulan 2 memiliki nilai 0,54 kg/m³, lebih rendah 39% dibandingkan PF aktual (0,89 kg/m³). Meskipun ICI-Explosives usulan 3 memiliki PF 0,48 kg/m³ (paling efisien), tetapi fragmentasinya tidak memenuhi target (78,78%) sehingga tidak memenuhi kriteria utama usulan ini. Hal ini menunjukkan bahwa prioritas utama adalah fragmentasi yang sesuai target, kemudian efisiensi bahan peledak. Pemilihan ICI-Explosives usulan 2 mencerminkan keseimbangan antara ketiga parameter, yaitu fragmentasi (85,19%), produksi (2.488 bcm), dan PF (0,54 kg/m³).

Perbandingan Biaya Peledakan

Tabel 5 menyajikan perbandingan biaya antara geometri aktual dan ICI-Explosives usulan 2. Meskipun biaya nominal usulan (Rp. 94,74 juta) sedikit lebih tinggi dibandingkan peledakan aktual termurah pada 27 Agustus 2024 (Rp. 90,75 juta), volume produksi yang dihasilkan jauh lebih besar (2.488 bcm vs 1.474 bcm, atau +68,9%).

Tabel 5. Perbandingan Biaya Peledakan Aktual dengan ICI-Explosives Usulan 2

Parameter	Aktual (27 Agustus 2024)	Aktual (Rata-rata 5 peledakan)	ICI-Explosives Usulan 2
Jumlah lubang	89	125	80
Biaya per peledakan (Rp)	90.749.065	115.763.250	94.740.215
Volume per peledakan (bcm)	1.474	1.544	2.488
Biaya per bcm (Rp)	61.567	74.965	38.080
PF (kg/m ³)	0,89	0,89	0,54

Sumber: data diolah

Penghematan biaya sebesar 38% (dari Rp.61.567/bcm menjadi Rp.38.080/bcm) dicapai karena:

1. Fragmentasi yang optimal (tidak terlalu kecil), tidak ada pemborosan bahan peledak.

2. Geometri lebih lebar (burden 2,4 m vs 1,77 m), jumlah lubang lebih sedikit (80 vs 89) untuk volume yang lebih besar.
3. Efisiensi bahan peledak (PF 0,54 vs 0,89 kg/m³).

Dengan produksi 2.488 bcm per peledakan dan 24 kali peledakan per tahun, target tahunan 50.000 bcm

dapat tercapai hanya dengan 20 kali peledakan ($2.488 \times 20 = 49.760$ bcm) atau 21 kali peledakan untuk mencapai 52.248 bcm (melebihi target). Hal ini berarti perusahaan dapat menghemat biaya peledakan untuk 3-4 kali peledakan per tahun dibandingkan kondisi aktual.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT. Sulenco Wibawa Perkasa pada bulan Juli-Agustus dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rekomendasi geometri peledakan yang paling optimal adalah rancangan ICI-Explosives usulan 2 dengan parameter:
 - a. kedalaman lubang 6 m,
 - b. *burden* 2,4 m,
 - c. spasi 2,4 m,
 - d. *subdrilling* 0,6 m,
 - e. tinggi jenjang 5,4 m,
 - f. *stemming* 1,6 m,
 - g. panjang kolom isian 4,4 m, dan
 - h. jumlah lubang 80 lubang per peledakan.
2. Fragmentasi batuan yang dihasilkan dari rekomendasi geometri tersebut sebesar 85,19% berukuran < 40 cm, sehingga memenuhi target perusahaan (85%).
3. Target produksi perusahaan sebesar 50.000 bcm per tahun dapat tercapai karena rekomendasi geometri menghasilkan volume 2.488 bcm per peledakan, atau setara dengan 59.712 bcm per tahun (asumsi 24 kali peledakan/tahun), melampaui target yang ditetapkan.
4. Usulan biaya optimal yang diperlukan adalah sebesar Rp. 94.740.215 per peledakan atau Rp.1.184.253 per lubang ledak, dengan biaya per bcm sebesar Rp. 38.080, yang lebih hemat 38% dibandingkan biaya aktual.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Penulis 1 melakukan riset dari berbagai jurnal tambang dan skripsi, melihat kondisi aktual di lapangan, melakukan pengambilan data, mengolah data, dan analisis data. Penulis 2 melakukan perancangan konsep, memberikan konsep rumusan masalah penelitian dan dasar teori, terutama teori tentang biaya peledakan seperti depresiasi alat dan biaya peledakan. Penulis 3 mengecek format penulisan karya ilmiah, mengecek validasi data, memberikan konsep teori peledakan R.L Ash, C.J Konya dan ICI-Explosives serta memberikan usulan biaya peledakan dan geometri peledakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, terutama Keluarga Besar PT. Sulenco Wibawa Perkasa dan pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Penulisan karya ilmiah ini tidak akan terselesaikan jika tidak

ada dukungan peran dari pihak-pihak yang sudah membantu.

DAFTAR REFERENSI

- [1]. Izdihar C. F., Syahrudin, dan Purwoko B., "Optimalisasi Biaya Peledakan Batu Granodiorit Di PT Gilgal Batu Alam Lestari Sungai Duri II Kecamatan Sungai Kunyit Kabupaten Mempawah," *J. PWK, Laut, Sipil, Tambang*, hal. 1–7, 2018.
- [2]. Abimanyu D., Trides T., dan Sakhdillah, "Evaluasi Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Dan Biaya Peledakan PT. Teguh Sinarabadi, Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Barat," *J. Teknol. Miner. FT UNMUL*, vol. 6, no. 2, hal. 29–36, 2018.
- [3]. Assany F. dan Kopa R., "Kajian Teknis dan Ekonomis Peledakan di Pit 1 PT. Pebana Adi Sarana Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat," *J. Bina Tambang*, vol. 6, no. 1, hal. 218–228, 2021.
- [4]. Fauzy M., Widodo S., dan Jafar N., "Analisis Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batugamping PT. Semen Bosowa Maros Provinsi Sulawesi Selatan," *J. Geomine*, vol. 3, no. 1, hal. 143–147, 2015.
- [5]. Agnesty I., Purwoko B., dan Meilasari F., "Kajian Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batuan Granit di PT Hansindo Mineral Persada," *JeLAST J. PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 1, no. 1, hal. 1–12, 2018.
- [6]. Murad M., "Rancangan Geometri Peledakan Batuan Granodiorit PT. Gilgal Batu Alam Lestari Mempawah Kalimantan Barat," *J. Sains dan Teknol. J. Keilmuan dan Apl. Teknol. Ind.*, vol. 22, no. 2, hal. 388, 2022.
- [7]. Safarudin S., Purwanto P., dan Djamaluddin D., "Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Digging Time Material Blasting," *J. Penelit. Enj.*, vol. 20, no. 2, hal. 54–62, 2016.
- [8]. Prasongko R. D. dan Pradani D. I., "Kajian Teknis Geometri Peledakan di Pit Cendana PT Kalimantan Prima Persada Jobsite Rantau," *J. Sumberd. Bumi Berkelanjutan*, vol. 2, no. 1, hal. 28–37, 2023.
- [9]. Frampton S. M., Saptono S., Wiyono B., dan Nursanto E., "Perancangan Geometri Peledakan Berdasarkan Karakteristik Batuan dan Struktur Geologi Permukaan Hasil Pemetaan UAV pada Batuan Metamorf di Penambangan Emas Blasting Geometry Design Based on Rock Characteristics and Surface Geological Structure of UAV Mappi," *J. Teknol. Pertamb.*, vol. 11, hal. 14–21, 2025.
- [10]. Kambuno Y. A., "JGP (Jurnal Geologi Pertambangan) Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Penggunaan Bahan Peledak di Pit Merandai Energi Kabupaten Kutai Kartanegara," *J. Geol. Pertamb.*, vol. 27, no. 2,

- hal. 25–37, 2021.
- [11]. Bulog M. Z., Banunaek F. S., Ndolu R., T. Pertambangan, dan U. N. Cendana, “Evaluasi Desain Pola Peledakan Pada PT Antam Tbk . UBPE Pongkor Tambang Gudang Handak (Evaluation Of Blasting Pattern Design At PT Antam Tbk . UBPE Pongkor Tambang Gudang Handak),” *J. Teknol. Miner. FT UNMUL*, vol. 13, no. 02, hal. 19–24, 2025.
- [12]. UU, “Peraturan Menteri Keuangan republik Indonesia Nomor 72 Tahun 2023.” hal. 1–76, 2023.