

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*)

Maria Zefanya Bulog¹, Frengky Seki Banunaek², Richard Ndolu³

Teknik Pertambangan, Universitas Nusa Cendana^{1,2,3}
mariazefanyabulog@gmail.com

Abstrak

PT Antam Tbk. UBPE Pongkor merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan emas yang dalam operasi penambangan diterapkan sistem penambangan bawah tanah dengan metode yang digunakan yaitu metode *cut and fill*. Peledakan merupakan metode utama yang digunakan dalam kegiatan pembongkaran batuan dalam upaya pengambilan bahan galian. Geometri peledakan merupakan parameter utama dalam mencapai kemajuan tambang dan hasil peledakan yang diinginkan. Evaluasi pada geometri peledakan dilakukan dengan penambahan jumlah *cut* dan *perimeter hole* dengan tujuan mengontrol hasil peledakan dan dimensi bukaan terowongan. *Empty hole* dalam bujursangkar dibuat dengan diameter 75 mm. Adapun burden rata-rata 1,1 m dan spasi rata-rata 1,1 m pada peledakan aktual dengan volume yang dihasilkan yaitu 61,81 m³, dengan rata-rata penggunaan bahan peledak sebesar 100 Kg, sehingga diperoleh nilai *powder factor* 1,61 Kg/m³ serta rata-rata kemajuan terowongan rata-rata sebesar 1,88 m, tinggi rata-rata 5,71 m, dan lebar rata-rata 5,76 m. Setelahnya dilakukan evaluasi dari geometri peledakan aktual pada lokasi Tambang Gudang Handak dengan menggunakan Metode *Swedish Technique* menghasilkan 4 buah *empty hole* dalam bujursangkar, dengan burden rata-rata 1 m, spasi rata-rata 1,06 m dari kedalaman lubang ledak sebesar 2,5 m, dan penggunaan bahan peledak sebesar 65,8 Kg, dengan volume batuan yang dihasilkan sebesar 56,39 m³, sehingga diperoleh *powder factor* sebesar 1,16 Kg/m³.

Kata Kunci: Penambangan Bawah Tanah, Peledakan, Geometri Peledakan.

Abstract

PT Antam Tbk. UBPE Pongkor is one of the companies engaged in gold mining, which applies an underground mining system in its mining operations using the *cut and fill* method. Blasting is the primary method used in rock excavation activities to extract ore. Blasting geometry is a key parameter in achieving mining progress and desired blasting results. Blasting geometry evaluation is conducted by increasing the number of cuts and hole perimeters to control blasting results and tunnel opening dimensions. Empty holes in the square grid are made with a diameter of 75 mm. The average burden is 1.1 m and the average spacing is 1.1 m in actual blasting, with a volume of 61.81 m³, and an average use of 100 kg of explosives, resulting in a powder factor of 1.61 kg/m³ and an average tunnel advance of 1.88 m, average height of 5.71 m, and average width of 5.76 m. Subsequently, an evaluation of the actual blasting geometry at the Gudang Handak Mine site was conducted using the *Swedish Technique*, resulting in 4 empty holes in a square pattern, with an average burden of 1 m, an average spacing of 1.06 m from the blast hole depth of 2.5 m, and the use of 65.8 kg of explosives, resulting in a rock volume of 56.39 m³, yielding a powder factor of 1.16 kg/m³.

Keywords: Underground Mining, Blasting, Blasting Geometry

PENDAHULUAN

Kegiatan peledakan pada tambang bawah tanah merupakan langkah krusial dalam proses penambangan, akan tetapi aktivitas peledakan dalam terowongan juga memiliki dampak negatif yang dapat mengganggu kestabilan terowongan dari getaran yang dihasilkan, zona kerusakan batuan, zona batuan yang terganggu, dan dimensi hasil peledakan yang tidak sesuai dengan dimensi perencanaan. Tujuan dilakukannya evaluasi pada desain pola peledakan ialah untuk mencapai hasil peledakan yang optimal, efisien dan aman untuk keberlanjutan kegiatan penambangan. Kegiatan peledakan pada tambang bawah tanah mempunyai beberapa parameter keberhasilan yaitu kemajuan *front* bukaan tambang hasil peledakan dan volume bongkaran hasil peledakan terutama pada lokasi produksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui teknis geometri peledakan yang dilakukan pada lokasi penelitian, meliputi faktor-faktor utama yang berpengaruh terhadap geometri peledakan. Setelah diketahui

faktor-faktor tersebut maka akan dilakukan evaluasi terhadap geometri peledakan aktual berupa rancangan pola peledakan yang akan direkomendasikan untuk mencapai hasil peledakan yang diharapkan.

METODOLOGI

Metode penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data lapangan berupa geometri peledakan, kemajuan bukaan tambang dan volume batuan hasil peledakan. Evaluasi pada rancangan geometri peledakan dilakukan dengan menggunakan *Swedish Technique*. Setelah dilakukan perancangan geometri peledakan, maka dilakukan pengujian dari hasil perencanaan yang telah dilakukan perhitungan dan diperoleh hasil berupa kemajuan *front* bukaan tambang hasil peledakan dan volume hasil peledakan.

Pengujian dilakukan dengan mendesain pola peledakan yang akan dilakukan pada lokasi produksi Tambang Gudang Handak. Pengujian dilakukan di lapangan menggunakan geometri yang telah direncanakan dengan kemajuan yang diharapkan 90% dari panjang batang bor. Jika sudah memperoleh hasil yang diinginkan dari hasil pengujian, kemudian dibandingkan dengan hasil data-data yang sudah dikumpulkan di lapangan. Pada peledakan tambang bawah tanah diperlukan lubang bebas tambahan (*cut*), dikarenakan pada tambang bawah tanah hanya terdapat satu bidang bebas. Maka dari itu diberi lubang bebas (*cut*) tambahan pada rekomendasi pola peledakan menggunakan *cut* dengan jenis *burn cut*. Berat jenis perlu diketahui dalam mendesain pola peledakan. Berat jenis batuan secara umum oleh perusahaan mempunyai nilai $2,5 \text{ g/cm}^3$. *Cut* dibagi menjadi 4 bujursangkar, di mana masing-masing bujursangkar terdapat 4 buah lubang ledak dan pada bujursangkar pertama terdapat 1 buah lubang kosong (*Empty hole*) yang tidak diisi bahan peledak. Lubang kosong mempunyai ukuran diameter yang lebih besar dibandingkan dengan diameter lubang ledak.

Metode Pengumpulan Data

Tahap awal dalam pengumpulan data yang dilakukan yaitu studi literatur yang bertujuan untuk memperoleh data sekunder guna mendukung data primer pada penelitian yang bertujuan untuk menganalisis permasalahan yang pada penelitian. Adapun data sekunder yang diperoleh, yaitu klasifikasi kelas batuan pada lokasi penelitian. Setelahnya dilakukan tahapan studi lapangan dengan melakukan penelitian langsung di lapangan dan diperoleh data primer, sebagai berikut: dimensi bukaan terowongan, geometri peledakan, kedalaman lubang ledak, diameter lubang ledak kebutuhan dan penggunaan bahan peledak.

Metode Analisis Data

Adapun dalam menganalisis data faktor-faktor peledakan perlu diperhatikan agar sesuai dengan rencana peledakan, sebagai berikut:

Geometri Peledakan Bawah Tanah

- Burden adalah jarak tegak lurus antara lubang tembak yang terisi bahan peledak dengan bidang bebas (*free face*) atau arah batuan terlempar. Dalam menentukan burden harus memperhatikan jarak terdekat dari bidang bebas dan karakteristik batuan yang akan dilakukan peledakan.
- Spasi adalah jarak antar lubang tembak yang berdekatan dalam satu baris atau *row*, yang mengukur jarak antara lubang-lubang peledakan yang berdekatan, yang disusun dalam satu baris sejajar dengan kedalaman lubang ledak dan tegak lurus terhadap *burden*.
- Loading density* digunakan untuk menghitung jumlah bahan peledak yang diperlukan dalam setiap lubang peledakan.

$$de = 0,508 \times D^2 \times SG$$

Keterangan:

de = *Loading Density* (kg/m)
SG = Berat jenis bahan peledak
D = Diameter lubang ledak (*inchi*)

- Volume peledakan merupakan banyaknya batuan yang terbongkar.

$$V = B \times S \times PC$$

Keterangan:

V = Volume peledakan (m^3)
B = Burden (m)
S = Spasi (m)
PC = Panjang kolom isian (m)

- Powder factor* merupakan Perbandingan antara banyaknya bahan peledak yang digunakan untuk meledakkan sejumlah batuan.

$$PF = \frac{Q}{V}$$

Keterangan:

V = Volume batuan yang diledakkan (m^3)

Q = Berat bahan peledak (kg)

PF = Powder factor (kg/m^3)

Setelah diperoleh data secara keseluruhan selanjutnya dilakukan pengkajian dari data-data yang telah terkumpul. Setelah itu dilakukan perancangan pola peledakan menggunakan Metode *Swedish Technique* meliputi *cut hole*, *floor holes*, *wall holes*, *roof holes* dan *stopping hole*. Setelah dilakukan rencana geometri peledakan, maka dilakukan pengujian dari perencanaan geometri peledakan yang telah diperhitungkan. Setelah dilakukan peledakan diperoleh hasil berupa dimensi bukaan terowongan dan kemajuan *front* untuk mengetahui volume bongkaran dan besar nilai *powder factor* (PF) dari peledakan rekomendasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geometri Peledakan Lokasi Penelitian

Geometri pengeboran untuk kegiatan peledakan dilakukan pada lokasi penelitian berdasarkan pengalaman operator yang bertugas. Geometri peledakan pada lokasi penelitian berubah-ubah setiap kali dilakukan peledakan, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu pembuatan geometri pengeboran untuk peledakan pada lokasi penelitian tidak dilakukan menggunakan garis bantu melainkan menggunakan pengalaman operator yang bertugas sehingga tidak mengikuti geometri standar yang telah ditetapkan perusahaan, sehingga setiap kali peledakan geometri peledakan selalu berubah ubah. Pembentukan dan peletakan lubang *cut* pada lokasi penelitian juga hanya diletakkan di antara burden dan spasi sesuai pengalaman operator. Jumlah lubang ledak pada lokasi penelitian yaitu 30 tanpa adanya bujursangkar untuk *cut*, hal ini terjadi karena pola pengeboran untuk peledakan dilakukan sesuai pengalaman dan perkiraan operator. Jarak rata-rata burden dan spasi pada lokasi penelitian yaitu 1,1 m dan 1,1 m, seperti yang ditampilkan pada tabel 1.

Kemajuan dan Bukaan Tambang

Salah satu parameter penentu keberhasilan dari kegiatan peledakan pada tambang bawah tanah ialah kemajuan dan bukaan tambang. Semakin besar kemajuan yang dihasilkan dari kegiatan peledakan, maka semakin besar pula volume bongkaran yang dihasilkan sehingga dapat mencapai target produksi harian. Kemajuan rata-rata pada lokasi penelitian yaitu sebesar 1,8 m yang kurang memenuhi target perusahaan. Target kemajuan yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu 2,5 m dari kedalaman rencana pemboran untuk peledakan yaitu 90% dari panjang batang bor 3 m. Target kedalam lubang pengeboran untuk kegiatan peledakan yaitu 2,7 m.

Jika semakin besar dimensi bukaan hasil peledakan menunjukkan terjadinya *overbreak*, di mana dimensi bukaan hasil peledakan melebihi dimensi rencana peledakan. Dimensi rencana peledakan disesuaikan dengan dimensi bukaan awal terowongan dan disesuaikan dengan kebutuhan dimensi alat berat dalam terowongan dan penggunaan ruang bagi para pekerja yaitu dengan tinggi 5 m dan lebar 5 m. Kenyataan rata-rata dimensi bukaan terowongan yang dihasilkan pada lokasi penelitian yaitu tinggi 5,71 m dan lebar 5,76 m, jauh melebihi dimensi bukaan rencana seperti yang disajikan pada tabel 1.

Powder Factor

Powder factor (Kg/m^3) diperoleh dari hasil pembagian penggunaan bahan peledak dengan volume bongkaran hasil peledakan. Rata-rata volume bongkaran hasil peledakan pada lokasi penelitian yaitu sebesar 61,81 m^3 (Tabel 1) dan rata-rata banyaknya bahan peledak yang digunakan pada lokasi penelitian setelah dilakukan perhitungan berat bahan peledak yaitu 100 Kg. Hasil perhitungan didapatlah nilai *powder factor* rata-rata yang terjadi pada lokasi penelitian yaitu sebesar 1,61 Kg/m^3 .

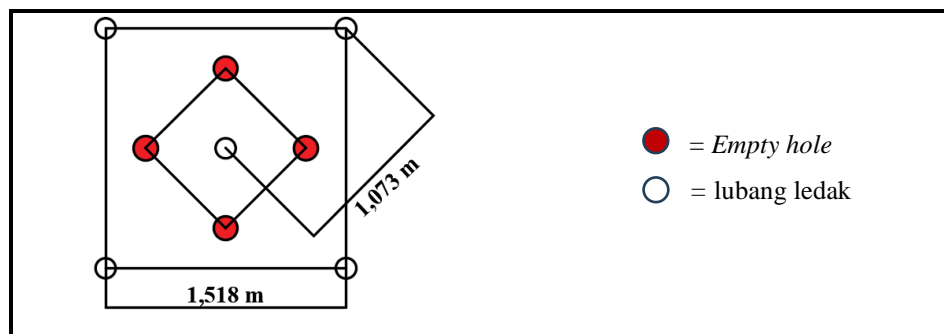
Tabel 1. Geometri dan Hasil Peledakan Aktual pada Lokasi Penelitian (Olahan Penulis, 2024)

No	Tanggal	Burden (m)	Spasi (m)	Dimensi Bukaan		Kemajuan (m)	Volume (m^3)
				Tinggi (m)	Lebar (m)		
1	02 September 2024	1	1,2	4,96	5,26	1,46	38,03
2	03 September 2024	1,2	1	6,18	5,78	2,37	84,63
3	06 September 2024	1	1	5,04	5,09	1,64	42,26
4	09 September 2024	1	1	4,53	4,89	1,95	43,25
5	10 September 2024	1	1,2	4,75	5,81	1,57	43,29
6	13 September 2024	1	1,2	5,74	5,11	2,23	65,50
7	16 September 2024	1	1	5,77	6,75	2,29	89,08

No	Tanggal	Burdan (m)	Spasi (m)	Dimensi Bukaannya		Kemajuan (m)	Volume (m ³)
				Tinggi (m)	Lebar (m)		
9	18 September 2024	1,2	1,2	6,47	7,30	1,50	70,66
10	20 September 2024	1	1,3	5,14	6,44	2,25	74,67
11	23 September 2024	1,2	1	6,18	5,18	1,31	41,91
12	24 September 2024	1,3	1,2	6,23	7,54	1,20	56,35
13	25 September 2024	1,3	1	6,81	5,68	2,43	93,99
14	01 Oktober 2024	1,2	1	6,37	4,09	2,30	59,92
	RATA-RATA	1,11	1,10	5,71	5,76	1,88	61,81

Perancangan Geometri Peledakan Rekomendasi

Perancangan geometri peledakan menggunakan Metode *Swedish Technique* meliputi 5 bagian utama yaitu, *cut hole*, *floor holes*, *wall holes*, *roof holes* dan *stopping hole*. Pola peledakan rekomendasi yang diterapkan dengan penambahan jumlah *cut* dan *perimeter hole*. *Cut* berfungsi sebagai bidang bebas tambahan dalam kegiatan peledakan sebagai arah lemparan batuan saat dilakukannya peledakan dan *perimeter hole* berfungsi sebagai pembatas zona peledakan dalam menghindari terjadinya *ovrbreak* ataupun dimensi bukaan yang melebihi dimensi rencana. Pola peledakan yang direkomendasikan ialah dengan menggunakan pola peledakan jenis *burn cut*, dengan jarak antara lubang ledak dengan lubang kosong (*Empty hole*) yaitu 0,5 m pada bujursangkar pertama dan 0,8 m pada bujursangkar kedua, serta jarak antara lubang ledak dalam bujursangkar yaitu 1,07 m. Pola *burn cut* yang digunakan pada pola peledakan rekomendasi menggunakan 4 buah lubang kosong (*Empty hole*) dan 2 buah bujursangkar dalam peledakan *cut* pada geometri peledakan.



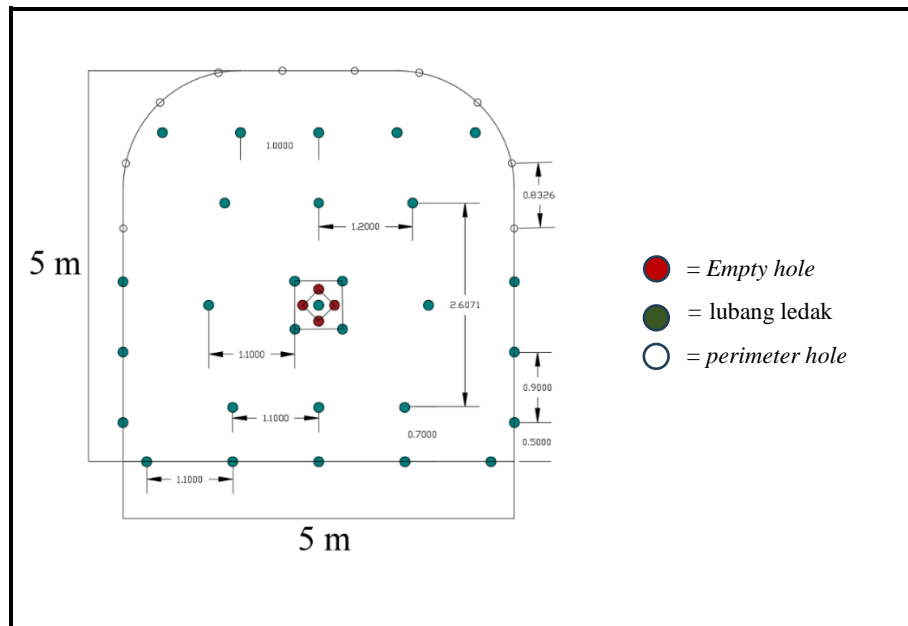
Gambar 1. Cut hole Rekomendasi

Setelah didapatkan geometri dari *cut hole* kemudian dilanjutkan dengan perhitungan untuk perencanaan *stopping* seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Perencanaan Stopping (Olahan Penulis, 2024)

Section Round	Jumlah Lubang	Burdan (m)	Spasi (m)	Stemming (m)	Q (kg)	Total Bahan Peledak(kg)
Cut 3	1	0,3	0,43	0,14	0	0
Cut 4	4	0,6	0,92	0,31	2,2	8,6
Lifter	5	1,0	1,1	0,20	3,6	18,2
Wall	6	0,9	1	0,45	2,4	14,2
Roof	5	0,9	1	0,45	1,4	7,2
S. Upwards	3	1,0	1,1	0,50	2,3	6,8
S. Horizontal	2	1,0	1,1	0,50	2,3	4,6
S. Downwards	3	1,0	1,2	0,50	2,1	6,2
RATA-RATA	29	1,0	1,06	0,38		65,8

Pada Tabel 2. menunjukkan hasil perhitungan geometri peledakan dari perencanaan *cut* dan perencanaan *stopping* pada Tabel 2. Dapat dilihat bahwa dari hasil perhitungan di dapatkan rata-rata data yaitu: *Burdan* 1 m; *Spasi* 1,06 m; *Stemming* 0,38; Total bahan peledak 65,8 Kg dari 29 jumlah lubang ledak yang direncanakan. Dari Tabel 2. didapatkan desain dari pola peledakan pada Gambar 2. Dengan dimensi rencana dengan tinggi 5 m dan lebar 5 m juga dengan kedalaman lubang bor sebesar 3 m menggunakan dimensi bor diameter 75 mm pada lubang kosong (*empty hole*) dan diameter 64 mm pada lubang ledak, serta 10 *perimeter hole* dengan diameter 45 mm.



Gambar 2. Geometri Peledakan Rekomendasi

Perbandingan Hasil Peledakan Aktual Lokasi Penelitian dengan Geometri Rekomendasi

Berdasarkan pengamatan di lapangan dengan hasil perhitungan geometri pengeboran dan peledakan rekomendasi didapatkan perbandingan antara hasil pengamatan pada peledakan aktual dengan hasil peledakan rekomendasi ditunjukkan pada Tabel 3. meliputi *cut*, diameter lubang ledak, *stemming*, teknik peledakan, tinggi, lebar, kemajuan terowongan, volume bongkaran, *powder factor*, dan geometri pengeboran sebagai berikut:

Tabel 3. Perbandingan Hasil Peledakan (Olahan Penulis, 2024)

No	Parameter Perbandingan	Perbandingan	
		Aktual	Rekomendasi
1	<i>Cut</i>	Penambahan <i>empty hole</i> pada burden <i>blast hole</i>	<i>Cut</i> tipe <i>burn cut</i> dengan 2 bujursangkar 3 & 4, dan 4 <i>empty hole</i>
2	Diameter Lubang Ledak	64 mm	64 mm
3	<i>Stemming</i>	Tidak menggunakan <i>stemming</i>	Batuan sisa pengeboran
4	Teknik Peledakan	Tidak menggunakan <i>smooth blast</i>	Menggunakan teknik <i>smooth blast</i>
5	Tinggi	5,71 m	5,12 m
6	Lebar	5,76 m	5,22 m
7	Kemajuan	1,88 m	2,11 m
8	Volume Bongkaran	61,81 m ³	56,39 m ³
10	<i>Powder Factor</i>	1,61 kg/ m ³	1,16 kg/ m ³
11	Geometri Pengeboran	Burden = 1 m	<i>Lifter</i> : B = 1 m; S = 1,1 m
		Spasi = 1,2 m	<i>Wall</i> : B = 0,90 m; S = 1 m
		H = 2,75 m	<i>Stoping</i> : B = 1 m; S = 1,2 m
		Q = 100 kg	<i>Roof</i> : B = 0,9 m; S = 1 m
		Jumlah Lubang Pengeboran = 30 Buah	<i>Contur</i> : S = 0,66 m Jumlah Lubang Pengeboran = 39 Buah

KESIMPULAN

Peledakan yang dilakukan pada lokasi penelitian dilakukan dengan diameter *bit* 64 mm untuk *blast hole*. Jumlah lubang ledak pada geometri peledakan yaitu 30 lubang pengeboran dengan nilai rata-rata total kedalaman pengeboran pada lokasi penelitian yaitu sebesar 2,5 m. Rata-rata kemajuan *front* bukaan di lokasi penelitian sebesar 1,88 m, *powder factor* di lokasi penelitian yaitu 1,61 Kg/m³ dengan volume rata-rata hasil bongkaran di lokasi penelitian yaitu 61,81 m³. Faktor-faktor yang berpengaruh pada kemajuan *front* dan bukaan tambang yaitu *cut*, kedalaman lubang ledak, lubang kosong lebih pendek dibandingkan

lubang ledak, lubang ledak tidak seragam serta nilai burden yang besar sehingga menyebabkan kemajuan penambangan. Rancangan geometri peledakan rekomendasi dengan menggunakan Metode *Swedish Technique* dan pola pengeboran jenis *burn cut*, serta teknik *smooth blast* menjadi salah satu solusi yang dapat diterapkan pada lokasi penelitian. Peledakan menggunakan geometri rekomendasi dilakukan pada lokasi penelitian dengan diameter *bit* 45 mm untuk *perimeter hole*, 64 mm untuk *blast hole* dan 75 mm untuk *empty hole* pada *cut*. Jumlah lubang ledak pada geometri peledakan yaitu 39 lubang pengeboran dengan lubang bukaan *cut* rekomendasi menggunakan 2 bujursangkar dengan jumlah 5 buah lubang ledak dalam bujursangkar dan 4 buah *empty hole*. Setelah dilakukan pengujian pada lokasi penelitian diperoleh hasil, yaitu kemajuan *front* rata-rata 2,11 m, dimensi bukaan dengan tinggi rata-rata 5,12 m, lebar 5,22 m, dengan volume bongkaran rata-rata hasil peledakan yaitu sebesar 56,39 m³. Bahan peledak rata-rata yang digunakan setelah dilakukan perhitungan berat bahan peledak dalam satu kali peledakan yaitu sebesar 65,8 Kg sehingga didapatkan nilai *powder factor* sebesar 1,16 kg/ m³.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmiani, N., Widodo, S., Sibali, M. G. D. (2016). Studi Pemboran Dan Peledakan Tambang Bawah Tanah Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Geomine*, 4(2), 80–82.
- Banunaek, F. S., & Widodo, P. (2019). Analisis Probabilitas Keruntuhan *Sill Pillar*. In *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan*, 1,(1), 49–56.
- Ghorbani, Y., Nwaila, G. T., Zhang, S. E., Bourdeau, J. E., Cánovas, M., Arzua, J., & Nikadat, N. (2023). *Moving towards deep underground mineral resources: Drivers, challenges and potential solutions*. (1-15).
- Hazzaliandiah1, M., Taufik T., Bochori. (2017). Analisis Peledakan Dan Kemajuan *Front* Bukaan Pada Tambang Bawah Tanah Bijih Emas Pt Cibaliung Sumberdaya, Pandeglang-Banten. *Jurnal Pertambangan I*(2)
- Hustrulid, W. (1999). *Blasting principles for open pit mining: Volume 1 - General design concepts. In General Design Concept* (Vol. 1, p. 412).
- Putra, D., Hartami, P. N., Cokro, N. F., Tuheteru, E. J., & Korra, M. (2024). Analisis Geoteknik Metode RMR Dan Q-System Pada Bukaan Area *Batching Plant* Tambang Bawah Emas. *10*(01), 77–84.
- S. Akbar, G. M. Simangunsong, N. P. Widodo, T. F. (2024). Prediksi *Overbreak* Pada Peledakan Tambang Bawah Tanah Menggunakan Metode Empirik, Statistik Dan Artificial Intelligence. *Jurnal Pertambangan*, 8(2), 107–114.
- Sari L. R., dan Octavianie. (2016). Analisa *Overbreak* di *Common Infrastructure Project* AB Tunnel PT . Freeport Indonesia. *Jurnal Bina Tambang*, 111–116.
- Stig O. Olofsson. (1990). *Applied explosives technology for construction and mining* (pp. 131–171). APPLEPLEX.