

EVALUASI PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN PELEDAK TERHADAP BATUAN HASIL PELEDAKAN OVERBURDEN PIT 2 BANKO BARAT PT BUKIT ASAM Tbk

Orin Arneta^{1*}, Ridho Yovanda², Dedi Yansen³

Universitas Prabumulih

Jl. Patra No. 50, Sukaraja, Kec. Prabumulih Selatan., Kota Prabumulih, Sumatera Selatan 31111, Indonesia

Email: orinarneta536@gmail.com¹, ridho.yovanda@unpra.ac.id², dediyansen23@gmail.com³

ARTICLE INFO

Article history:

Received:

30 August 2025

Revised:

02 September 2025

Accepted:

03 September 2025

Kata Kunci: Bahan Peledak, Distribusi Fragmentasi, Optimalisasi Hasil Peledakan

Keywords: Explosives, Fragmentation Distribution, Optimization of Blasting Results

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi komprehensif terhadap komponen kunci dan efektivitas kegiatan peledakan di area pertambangan PT Bukit Asam, khususnya di Pit 2 Banko Barat. Tujuan utamanya adalah untuk menentukan distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan secara kuantitatif, karena hal ini merupakan faktor kritis yang memengaruhi produktivitas seluruh siklus operasi penambangan, mulai dari kemudahan penggalian (*digging*) hingga efisiensi alat peremuk (*crusher*). Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini menerapkan metodologi yang sistematis, diawali dengan observasi lapangan untuk mengamati langsung setiap tahapan proses peledakan, mulai dari persiapan lubang ledak hingga pengujian pasca-ledakan. Pengumpulan data primer mencakup parameter geometri peledakan (*burden* dan *spasi*), jenis bahan peledak yang digunakan seperti ANFO dan *Powergel*, serta dokumentasi visual tumpukan material hasil ledakan (*muckpile*). Data ini dilengkapi dengan data sekunder berupa kondisi geologi area tersebut. Puncak analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak *Split Desktop*, yang menganalisis citra digital dari *muckpile* untuk menghasilkan kurva distribusi fragmentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola dan bahan peledak yang digunakan telah disesuaikan dengan kondisi lapangan, di mana efektivitasnya divalidasi melalui data fragmentasi terukur yang menjadi dasar untuk optimasi peledakan selanjutnya.

Abstract

*This study aims to conduct a comprehensive evaluation of the key components and effectiveness of blasting activities in the PT Bukit Asam mining area, specifically in Pit 2 Banko Barat. The main objective is to quantitatively determine the distribution of blasted rock fragmentation, as this is a critical factor that affects the productivity of the entire mining operation cycle, from ease of digging to crusher efficiency. To achieve this objective, this study applies a systematic methodology, beginning with field observations to directly observe each stage of the blasting process, from blasthole preparation to post-blast testing. Primary data collection includes blasting geometry parameters (*burden* and *spacing*), the types of explosives used such as ANFO and *Powergel*, and visual documentation of the pile of blasted material (*muckpile*). This data is complemented by secondary data in the form of geological conditions of the area. The culmination of the analysis was carried out using *Split Desktop* software, which analyzes digital images of the *muckpile* to generate fragmentation distribution curves. The results show that the pattern and explosives used have been adjusted to field conditions, where their effectiveness is validated through measured fragmentation data that serves as the basis for further blasting optimization.*

PENDAHULUAN

Penambangan dengan sistem tambang terbuka (*open pit mining*) dilakukan dengan cara pengupasan tanah penutup bahan tambang (Apriyana, et al., 2025; Ngabalin, Putra & Darmawan, 2025). Tanah penutup dikeluarkan dari areal tambang dan bahan tambang digali dan diangkut keluar. Banyak cara yang dapat dipergunakan untuk membongkar batuan atau material yang bersifat keras tergantung dari mudah tidaknya batuan tersebut untuk digali atau dibongkar (Andrisno & Rosadi, 2025). Apabila batuan susah untuk dibongkar atau digali maka alternatif lainnya yaitu menggunakan metode peledakan (Pebrianto, Wibowo & Al Hadi, 2025). Peledakan (*Blasting*) adalah blasting adalah proses menghancurkan batuan atau tanah menggunakan bahan peledak yang ditempatkan dalam lubang bor untuk memecahnya menjadi fragmen yang lebih kecil agar mudah diangkut dan diolah (Yanottama, 2025).

Distribusi *fragmen* di daerah penelitian dipengaruhi oleh jenis bahan peledak, jumlah bahan peledak yang digunakan, faktor batuan, dan arah peledakan searah dengan orientasi bidang lemah atau searah atau arah peledakan berlawanan dengan orientasi bidang lemah arah atau berlawanan saat peledakan (Indra, 2025; Bariun, et al., 2025). Pengaturan dan pengawasan dalam penggunaan Bahan peledak di dalam pertambangan sebagaimana di dalam Peraturan Kapolri No 2 tahun 2008 Tentang Pengawasan, Pengendalian, dan Pengawasan bahan Peledak Komersial (Lambonan, et al., 2025; Nurismawati & Hidayat, 2025).

Pemilihan bahan peledak didasarkan pada sifat material *overburden*, kedalaman lapisan, dan dampak lingkungan yang dihasilkan. Beberapa bahan peledak yang umum digunakan meliputi ANFO (*Ammonium Nitrate Fuel Oil*), *emulsi*, dan bahan peledak *slurry*. Keunggulan dari bahan peledak modern seperti emulsi adalah stabilitas tinggi, efisiensi energi, serta pengendalian dampak getaran dan suara. Menurut Munawir, dkk (2020) Dalam proses peledakan ada beberapa indikator keberhasilan dari peledakan itu sendiri, salah satunya adalah *fragmentasi* dimana ukuran *fragmentasi* yang dihasilkan berpengaruh terhadap proses penggalian dan pemuatan material yang terledakkan Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah Mengevaluasi bahan peledakan terhadap fragmentasi batuan hasil peledakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini secara spesifik mengadopsi pendekatan kuantitatif untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan bahan peledak terhadap hasil fragmentasi batuan pada kegiatan peledakan di Pit 2 Banko Barat, PT Bukit Asam Tbk. Pendekatan ini dipilih karena kemampuannya untuk mengukur hubungan sebab-akibat antara variabel input dan output secara objektif dan terukur. Dalam pelaksanaannya, peneliti melakukan pengamatan langsung di lapangan untuk mengumpulkan data primer yang vital. Data primer ini mencakup variabel-variabel terkontrol seperti geometri peledakan (*burden*, *spasi*, *stemming*), jenis bahan peledak, dan jumlah isian per lubang, yang kemudian dikalkulasikan menjadi nilai *Powder Factor* (kg/m^3). Selain itu, data sekunder berupa karakteristik massa batuan dan data peledakan sebelumnya juga dikumpulkan sebagai data pendukung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lama Penimbunan

Lama waktu penimbunan batubara di *stockpile* berpengaruh terhadap meningkatnya risiko terjadinya swabakar. Batubara yang terekspose udara dalam jangka waktu panjang cenderung mengalami oksidasi yang memicu akumulasi panas. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, batubara di *stockpile* RL 56 di tumpukan *stockpile* AL 71 waktu penimbunannya cukup lama yaitu berkisar ± 5 bulan sebelum di lakukan pengangkutan. Sistem FIFO di *stockpile* RL 56 belum berjalan dengan optimal. Hal ini mengakibatkan batubara yang masuk lebih dahulu tidak segera digunakan atau dipindahkan, sehingga batubara tertimbun lebih lama lalu mengalami oksidasi dan akumulasi panas yang pada akhirnya meningkatkan potensi terjadinya swabakar. Dengan itu, lama penimbunan batubara hingga ± 5 bulan di *stockpile* RL 56 di tumpukan *stockpile* AL 71 menjadi salah satu faktor meningkatnya potensi swabakar di area tersebut.

Tabel 1. Data Fragmentasi menggunakan Metode *Image Analysis*

Tanggal Peledakan	Lokasi	Distribusi Fragmentasi	
		P20 (mm)	Top Size (mm)
10/3/2025	6103-PPA	72, 66	215, 24
11/3/2025	6103-PPA	149, 99	648, 59
13/3/2025	6103-PPA	204, 55	662,30

Tanggal Peledakan	Lokasi	Distribusi Fragmentasi	
		P20 (mm)	Top Size (mm)
22/3/2025	6104-PPA	118, 01	342, 27
23/3/2025	6104-PPA	77, 12	217, 32
8/4/2025	6103-PPA	118, 81	363, 30
10/4/2025	6103-PPA	195, 40	510, 87
11/4/2025	1229-BA	192, 05	658, 70
11/4/2025	1229-BA	112, 71	307, 25
15/4/2025	3001-BA	150, 45	441, 42
17/4/2025	2007-PPA	149, 00	405, 96
Rata-Rata		140, 06	433,92

Geometri Peledakan

Geometri peledakan merupakan suatu rancangan awal yang harus diperhatikan agar peledakan dapat berjalan dengan baik. Pola pemboran yang digunakan adalah pola pemboran *straggered pattern* atau *zig-zag* dan pola peledakan yang digunakan adalah *echelon* dan *box cut*. Peledakan dari tanggal 10 Maret 2025 sampai 17 April 2025. Data Geometri Peledakan dapat dilihat pada Tabel 2 Berikut:

Tabel 2. Data Geometri Peledakan

Tanggal	Fleet	Burden	Spasi	Diameter Lubang	Kedalaman	Pf (Kg/Bcm)	Jumlah Lubang
10/3/2025	6163-PPA	6,1	7	158	5,6	0,08	113
11/3/2025	6163-PPA	5,8	6,8	158	5,2	0,09	78
13/3/2025	6103-PPA	5,54	6,60	158	6,0	0,08	86
22/3/2025	6104-PPA	5,92	6,70	158	6,0	0,10	124
23/3/2025	6164-PPA	5,85	7,42	158	6,0	0,08	69
8/4/2025	6163-PPA	6,23	7,16	158	5,5	0,08	98
10/4/2025	6163-PPA	5,8	6,88	158	5,0	0,10	78
11/4/2025	1229-BA	5,9	7,0	158	5,0	0,05	39
11/4/2025	1229-BA	6,2	7,1	158	5,0	0,05	60
15/4/2025	3001-BA	5,94	6,99	158	5,0	0,05	75
17/4/2025	2007-PPA	5,90	6,85	158	6,0	0,10	138

Evaluasi Penggunaan Bahan Peledak

Keberhasilan peledakan juga dipengaruhi oleh bahan peledak yang digunakan. Semakin banyak bahan peledak yang digunakan dalam setiap lubang ledak akan menghasilkan lebih banyak energi, tetapi lebih sedikit energi akan dihasilkan. Tabel 3. berikut menampilkan data tentang penggunaan bahan peledak.

Tabel 3. Data Penggunaan Bahan Peledak

Tanggal	DETONATOR							BAHAN PELEDAK			
	LIL							Ammonium Nitrate	Fuel Oil	Dayagel	Faktor
	Nonel										
	6000 ms	3000 ms	176 ms	109 ms	67 ms	42 ms	25 ms				
	(pcs)	(pcs)	(pcs)	(pcs)	(pcs)	(pcs)	(pcs)				
10/3/2025	113	14	78	0	21	0	0	2000	149	113	0.08
11/3/2025	78	9	39	0	30	0	0	1575	116	78	0.09
13/3/2025	86	9	44	0	33	0	0	1625	119	86	0.08

22/3/2025	124	10	77	0	0	0	37	2900	215	124	0.10
23/3/2025	69	5	0	36	0	0	28	1275	96	69	0.08
8/4/2025	98	9	0	37	29	0	23	1675	125	98	0.08
10/4/2025	79	9	0	37	12	0	19	1500	113	78	0.10
11/4/2025	39	2	0	24	14	0	0	400	29	39	0.05
11/4/2025	60	4	0	36	22	0	0	600	44	60	0.05
15/4/2025	82	0	0	31	0	37	0	825	60	75	0.055
17/4/2025	139	11	0	59	45	0	22	3175	239	139	0.10

Data harian yang dicatat dari 10 Maret hingga 17 April 2025 menunjukkan bahwa bahan peledak utama, Ammonium Nitrate (AN), digunakan antara 825 kg hingga 3175 kg, Fuel Oil (FO) digunakan antara 29 liter hingga 239 liter, dan Dayagel digunakan antara 39 dan 139 pcs. pada tanggal 17 April 2025, dengan nilai AN 3175 kg, FO 239 liter, dan Dayagel 39 pcs. Ini menunjukkan bahwa volume peledakan pada hari tersebut besar, dengan Powder Factor (PF) tertinggi 0.10. Sebaliknya, pada tanggal 4 November 2025, penggunaan bahan peledak terendah terjadi, dengan AN hanya 400 kilogram, FO 29 liter, dan Dayagel 39 item, dengan PF hanya 0.05. Ini menunjukkan bahwa tidak ada kegiatan peledakan yang terjadi pada hari itu.

Volume dan efisiensi bahan peledak bervariasi menyesuaikan kebutuhan peledakan harian. Hari dengan volume tinggi seperti 17/4/2025 mencerminkan kegiatan peledakan besar dengan hasil fragmentasi yang lebih luas. Efisiensi Energi Berdasarkan *Powder Factor* (PF) tertinggi 0.10 (tanggal 22/3 & 17/4/2025) dan terendah 0.05 (tanggal 11/4/2025). Nilai PF yang lebih tinggi menunjukkan penggunaan bahan peledak yang lebih besar terhadap volume batuan yang dibongkar, yang mengindikasikan peledakan yang kuat dan luas.

Nilai PF yang terlalu rendah (<0.06) seperti pada tanggal 11 dan 14 April bisa mengindikasikan risiko fragmentasi batuan yang buruk, karena energi yang dihasilkan mungkin tidak cukup optimal. *Powder Factor* yang dijaga antara 0.05– 0.10 menunjukkan pengendalian penggunaan energi cukup baik, meskipun nilai $PF < 0.06$ perlu diwaspadai karena bisa mengakibatkan fragmentasi yang kurang optimal.

Detonator sistem yang digunakan terdiri dari dua jenis: LIL (Long Instantaneous Length), yang digunakan secara konsisten, terutama dengan delay 6000 ms dan 176 ms; dan nonel (non-elektrik), dengan kombinasi delay 25 ms hingga 109 ms. Penggunaan kombinasi delay menunjukkan pendekatan kontrol ledakan untuk mengontrol arah dan waktu ledakan untuk meminimalkan getaran ke lingkungan sekitar (terutama ke arah rumah warga). Sistem nonel delay (67 ms dan 4 ms) dan sistem nonel Pendekatan yang aman dan terkontrol menunjukkan penggunaan delay yang beragam. Ini cocok untuk area dekat pemukiman seperti di Pit 2 Banko Barat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan uraian pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa pengawasan yang ketat pada dua tahapan kritis, yaitu pengeboran dan pengisian bahan peledak (*charging*), merupakan faktor penentu utama keberhasilan operasi peledakan. Ditemukan bahwa pengawasan pada kegiatan pengeboran sangat penting untuk memastikan geometri peledakan yang direncanakan dapat tercapai secara aktual di lapangan. Hal ini mencakup kesesuaian kedalaman, diameter, dan posisi lubang bor, yang secara langsung berpengaruh pada optimalisasi hasil fragmentasi dan efisiensi penggunaan bahan peledak. Selanjutnya, pengawasan yang detail selama proses *charging* juga terbukti esensial untuk menjamin bahwa jumlah dan distribusi isian bahan peledak sesuai dengan rencana. Kesesuaian ini akan memastikan energi yang dihasilkan dari peledakan sesuai dengan kebutuhan untuk mencapai fragmentasi yang diinginkan, sekaligus menghindari risiko keselamatan akibat kelebihan atau kekurangan bahan peledak. Dengan demikian, kualitas kontrol di kedua tahapan ini adalah kunci untuk mencapai operasi peledakan yang efektif dan aman.

REFERENSI

- Amperadi, T. B., Ahmad. (2017). Kajian Teknis Mmu (Mobile Manufacture Unit) Pada Kegiatan Pengisian Bahan Peledak di PT. Ael Indonesia Site MsjSepari Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan*. Vol 21(2).
- Andrisno, R., & Rosadi, O. (2025). Upaya Penanggulangan Potensi Konflik Akibat Pengelolaan Tambang Batuan Andesit Dengan Menggunakan Bahan Peledak Di Wilayah Hukum Polres 50 Kota. *Ekasakti Legal Science Journal*, 2(2), 119-126. <https://doi.org/10.60034/v5015e68>
- Apriyana, Z. N., Nanda, A. Z., Azis, M. F., Sutrisno, E., & Dikrurrahman, D. (2025). Penegakan Hukum Illegal Fishing Menggunakan Bahan Peledak Pada Perspektif Membangun Keadilan Lingkungan. *Jurnal Greenation Sosial dan Politik*, 3(3), 453-464. <https://doi.org/10.38035/jgsp.v3i3.451>

- Ardi Kuswanto, Eko Santoso, & Annisa 2022. Kajian pengaruh arah peledakan terhadap fragmentasi batuan *Overburden* hasil peledakan berdasarkan Model Kuz-Ram, Vol. 7, No. 3, Desember 2022: 117.
- Bariun, L. O., Tolo, S. B., tri Brata, J., & Marselena, N. A. (2025). Optimalisasi Pencegahan Preventif Penangkapan Ikan oleh Masyarakat Pesisir Perairan Kabupaten Konawe Soropia. *Arus Jurnal Sosial dan Humaniora*, 5(1), 101-109. <https://doi.org/10.57250/ajsh.v5i1.993>
- Dian, A., S. (2018). Evaluasi Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan dan Biaya Peledakan Pt. Teguh Sinarabadi, Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Timur. Vol 6.
- Indra, M. A. (2025). Kajian Teknis Flyrock Dan Jarak Aman Minimum Peledakan Di Jobsite PT Unggul Dinamika Utama Site PT Indexim Coalindo: Flyrock Technical Study and Minimum Safe Distance for Blasting at PT Unggul Dinamika Utama's Jobsite at PT Indexim Coalindo's Site. *MINERAL*, 10(1), 17-25. <https://doi.org/10.33019/bwj5jg83>
- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Jakarta.
- Lambonan, O. M., Budiman, M. J., Manginsela, A. P., Wangarry, A. R., & Wabula, Y. (2025, June). Eksplorasi Prinsip Gelombang Kejut Energi Tinggi Berbasis Fisika Nuklir untuk Teknologi Penghancuran Batuan dalam Industri Pertambangan. In *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi* (Vol. 4, No. 1, pp. 11-16). <https://jurnal.polimdo.ac.id/index.php/semnas/article/view/1127>
- Ngabalin, T., Putra, A., & Darmawan, E. (2025). Implementasi Kebijakan Larangan Penggunaan Bahan Peledak dalam Penangkapan Ikan di Kecamatan Tambelan Kabupaten Bintan 2025. *Journal of New Trends in Sciences*, 3(3), 22-31. <https://doi.org/10.59031/jnts.v3i3.732>
- Nubatonis Jekson, F. H., Isjudarto, A., Rande, S. A (2020). Analisa Geometri Peledakan Untuk Mendapatkan Fragmentasi Yang Optimal Guna Meningkatkan Digging Time Alat Hydraulic Loading Excavator Komatsu PC 2000. *Mining Insight*. Vol 1(2): 235-265.
- Nurismawati, P., & Hidayat, N. R. (2025). Tanggung Jawab Korporasi Pertambangan Terhadap Lingkungan Pasca Undang-Undang Cipta Kerja: Studi Kasus Banjir Bandang Akibat Aktivitas Pertambangan PT Dairi Prima Mineral di Desa Bongkaras. *Jurnal Kajian Hukum dan Pendidikan Kewarganegaraan* | E-ISSN: 3089-7084, 1(3), 199-205. <https://jurnal.globalsciences.com/index.php/jkhp/article/view/387>
- Pebrianto, R., Wibowo, S., & Al Hadi, A. (2025). Kajian Teknis Perencanaan Desain Peledakan Untuk Mengurangi Getaran Tanah di PT Pamapersada Nusantara Site PT Bukit Asam Tbk: Study Of Blast Design Technical To Minimize Ground Vibration At PT Pamapersada Nusantara Site PT Bukit Asam Tbk. *MINERAL*, 10(1), 7-16. <https://doi.org/10.33019/r2ftaz19>
- Satuan Kerja Swakelola 1. 2025, *Laporan Satuan Kerja Swakelola 1*. Tanjung Enim: PT Bukit Asam.
- Sujiman, Ibnu Hasyim, Adi Putri. 2018. Kajian Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Di Pit 4 Tuc Pt. Mega Prima Persada Kecamatan Loa Kulu Kutai Kartanegara Kalimantan Timur.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. Jakarta.
- Yanottama, A., Juventa, J., Ericson, E., Seprizal, M. F., & Permadi, D. A. (2025). Kajian Teknis Geometri dan Fragmentasi Batuan Menggunakan Bottom Air Deck Pada Peledakan Interburden Terhadap Faktor Isian Bucket PC 3000 Di Pit 2 PT XYZ. *JTK (Jurnal Teknik Kebumihan)*, 13(02), 22-35.