

PERBANDINGAN FRAGMENTASI BATUAN PADA LUBANG NORMAL DAN LUBANG LEDAK BASAH DENGAN LINER

Jonathan Aprilino Tundan¹, Steven Hagia Purba², Yusias Andri³

^{1,2,3}Universitas Palangka Raya

Email: jonathanatundan@gmail.com

Abstrak: Peledakan yang efektif akan menghasilkan fragmentasi batuan yang optimal, yaitu ukuran batuan yang sesuai untuk proses selanjutnya, seperti pemuatan (*loading*) dan pengangkutan (*hauling*). Namun, seringkali dalam praktik, peledakan masih menghasilkan fragmentasi yang kurang seragam, dengan adanya bongkah-bongkah besar (*boulder*) yang menghambat proses produksi terlebih pada lubang dalam keadaan basah. Masalah ini diduga akibat dari faktor isian bahan peledak yang kurang tepat dan tentunya kondisi lubang yang berair. Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil fragmentasi pada lubang kering dan lubang basah dengan *liner* dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi fragmentasi batuan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan model Kuz-Ram dan metode fotografi dengan bantuan perangkat lunak. Hasil penelitian menunjukkan fragmentasi batuan pada lubang ledak kering cenderung menghasilkan ukuran fragmentasi yang lebih halus, seragam, dan sedikit bongkah besar dibandingkan dengan lubang basah yang menggunakan *liner*, dengan rata-rata persentase ukuran ≥ 40 cm sebesar 21,15% dan persentase ukuran ≤ 40 cm sebesar 88,33%. Dan fragmentasi pada lubang basah dengan *liner* memiliki rata-rata persentase ukuran ≥ 60 cm sebesar 11,04 % dan persentase ukuran ≤ 60 cm sebesar 88,99%. Untuk faktor-faktor yang mempengaruhi fragmentasi pada lubang basah dan kering meliputi efektivitas bahan peledak, penggunaan *liner*, material *Stemming*, distribusi energi peledakan, hujan dan air tanah, penggunaan jumlah PF yang sama antara lubang basah dan kering.

Kata Kunci: Peledakan, Fragmentasi, *Liner*.

Abstract: Effective blasting will produce optimal rock fragmentation, namely rock sizes suitable for subsequent processes, such as loading and hauling. However, in practice, blasting often still produces less uniform fragmentation, with the presence of large boulders that hinder the production process, especially in wet holes. This problem is thought to be due to inappropriate explosive filling factors and of course the wet hole conditions. This study aims to compare the fragmentation results in dry holes and wet holes with liners and identify factors that influence rock fragmentation. The study was conducted using the Kuz-Ram model and photography methods with the help of software. The results showed that rock fragmentation in dry blast holes tends to produce finer, more uniform fragmentation sizes and fewer large boulders compared to wet holes using liners, with an average percentage of sizes ≥ 40 cm of 21.15% and a percentage of sizes ≤ 40 cm of 88.33%. And fragmentation in wet holes with liners has an average percentage of size ≥ 60 cm of 11.04% and a percentage of size ≤ 60 cm of 88.99%. Factors that influence fragmentation in wet and dry holes include the effectiveness

of explosives, the use of liners, stemming materials, the distribution of blasting energy, rain and groundwater, the use of the same amount of PF between wet and dry holes.

Keywords: *Blasting, Fragmentation, Liner.*

PENDAHULUAN

Studi dilakukan di PT. Sinar Nirwana Sari pada PIT 3000, PT. Sinar Nirwana Sari merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa kontraktor pertambangan dengan pengalaman luas dalam menangani berbagai operasi tambang seperti *coal getting*, *blasting*, dan *over Burden removal*.

Kegiatan peledakan batuan merupakan proses kompleks yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk sifat batuan, jenis bahan peledak, dan geometri peledakan. Tantangan umum di lapangan adalah mencapai fragmentasi yang seragam akibat keberadaan air di dalam lubang ledak, yang dapat secara signifikan mengurangi efektivitas bahan peledak konvensional yang tidak tahan air seperti *Ammonium Nitrate Fuel Oil (ANFO)*. Untuk mengatasi masalah ini, penggunaan *liner* atau selongsong pelindung (plastik atau bahan lain) di dalam lubang ledak basah telah diperkenalkan. *Liner* berfungsi untuk mengisolasi bahan peledak dari air, sehingga secara teoritis dapat menjaga kinerja bahan peledak. Namun, penggunaan *liner* yang berdiameter lebih kecil dari lubang ledak mau tidak mau mengurangi volume bahan peledak yang dapat dimuat, sehingga berpotensi menurunkan total energi yang dilepaskan.

Studi ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan *liner* dengan membandingkan hasil fragmentasi pada lubang kering dan lubang basah dan untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi hasil fragmentasi pada PT Sinar Nirwana Sari jobsite Bharinto Ekatama.

METODE PENELITIAN

Pada studi ini digunakan metode kuantitatif dengan pendekatan studi kasus di lokasi penambangan PT. Sinar Nirwana Sari. Data primer dikumpulkan melalui pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan, yang mencakup data geometri peledakan aktual (*burden, spasi*, kedalaman lubang), jenis dan jumlah bahan peledak yang digunakan, dan karakteristik massa batuan. Dan data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan.

Karakteristik Massa Batuan

Pada PT. Sinar Nirwana Sari secara umum sifat fisik dan mekanik *claystone* pada PIT 3000 adalah *specific gravity* 2,3 gr/cm³ dan kuat tekan (UCS) 32,4 Mpa. Indeks kemampuan ledakkan batuan (*blastability index*) diperoleh dari lima parameter yaitu (A. Lilly 1986):

Tabel 1. Pembobotan Massa Batuan

No.	Parameter	Nilai	Keterangan
1	<i>RMD</i>	20	Blocky
2	<i>JPS</i>	20	Intermediate
3	<i>JPO</i>	20	Dip Out To Face
4	<i>SIG</i>	7,5	$SIG = 25 \times SG - 50$
5	<i>Hardness</i>	4	<i>Skala Mohs</i> $Y = 1.36x - 0,84$

Desain Peledakan Dan Bahan Peledak

Pola Pemboran yang digunakan adalah pola selang-seling (*staggered pattern*) dengan diameter lubang bor sebesar 5 *inch*. Dengan Pola peledakan kombinasi antara *box cut* dan *echelon cut* dan tetap menggunakan satu IP (*initiation point*). Dengan geometri peledakan aktual yang di tunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Geometri Peledakan Aktual

Tanggal	Diameter Lubang (inch)	Burden (m)	Spasi (m)	Stemming (m)	Subdrilling (m)	Kedalaman Lubang (m)	Panjang Kolom Isian (m)
7 Agustus 2025	5	6	7	2,9	0,5	7,5	4,6
8 Agustus 2025	5	6	7	2,9	0,5	7,5	4,6
9 Agustus 2025	5	6	7	2,9	0,5	7,5	4,6
11 Agustus 2025	5	6	6,5	2,9	0,5	7,5	4,6
12 Agustus 2025	5	6	6,5	2,9	0,5	7,5	4,6
25 Agustus 2025	5	6	6,5	2,3	0,5	7,5	2,7

Bahan Peledak yang digunakan adalah *ANFO* dengan perbandingan 95,5 *Ammonium Nitrate* dan 4,5 *fuel oil*, *Detonator* yang digunakan yaitu *Detonator in hole delay* 500 ms dan *surface delay* bervariasi 17 ms, 42 ms, dan 100 ms. Untuk material stemming yang digunakan pada PT. Sinar Nirwana Sari adalah material stemming dari cutting drill atau batuan dari hasil pengeboran lubang ledak.

Metode Analisis Fragmentasi

Analisis fragmentasi batuan dilakukan dengan menggunakan dua metode :

1. Model Kuz-Ram, digunakan untuk memprediksi distribusi ukuran fragmentasi batuan berdasarkan parameter peledakan dan karakteristik massa batuan.
2. Metode fotografi dengan bantuan perangkat lunak, digunakan untuk mengukur distribusi ukuran fragmentasi aktual hasil peledakan di lapangan berdasarkan dokumentasi foto lapangan dengan helm keselamatan dengan dimensi 22,5 cm digunakan sebagai referensi skala. Perangkat lunak ini memberikan distribusi persentase ukuran fragmentasi yang sebenarnya berdasarkan dokumentasi lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fragmentasi Pada Lubang Basah Dengan Liner

Analisis peledakan di lubang basah menggunakan liner dilakukan pada kegiatan peledakan di tanggal 7, 8, dan 25 Agustus 2025.

Hasil Analisis Model Kuz-Ram

Berdasarkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan teori Kuz-Ram pada kegiatan peledakan di tanggal 7,8 dan 25 Agustus 2025 didapatkan fragmentasi rata-rata batuan dan persentase distribusi ukuran batuan yang di tunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Fragmentasi Batuan Dengan Perhitungan Kuz-Ram Pada Lubang Ledak Basah Dengan *Liner*

No.	Tanggal Kegiatan	Fragmentasi Rata-rata (cm)	Persentase Ukuran Lebih Dari 60 cm (%)
1	7 Agustus 2025	41,03	26%
2	8 Agustus 2025	41,03	26%
3	25 Agustus 2025	37,03	26,5%
	Rata-rata	39,69	26,16%

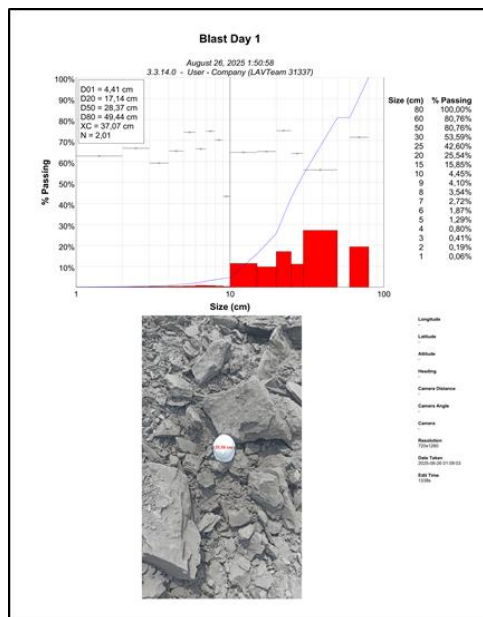
Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa rata-rata fragmentasi hasil peledakan aktual yang dilakukan pada tanggal 7, 8 dan 25 Agustus 2025 adalah 39,69 cm, dengan fragmentasi batuan yang berukuran ≤ 60 cm sebesar 73,84% dan fragmentasi batuan yang berukuran ≥ 60 cm sebanyak 26,16% .

Perhitungan fragmentasi dengan menggunakan persamaan Kuz- Ram dapat dikatakan tidak *valid* karena dalam rumus Kuz-Ram tidak memperhitungkan faktor luar seperti *freeface* pada lokasi peledakan, proses *tie up* atau perangkaian waktu tunda (*delay*) yang digunakan

pada kegiatan peledakan dan kemungkinan adanya air pada lubang ledak akibat hujan.

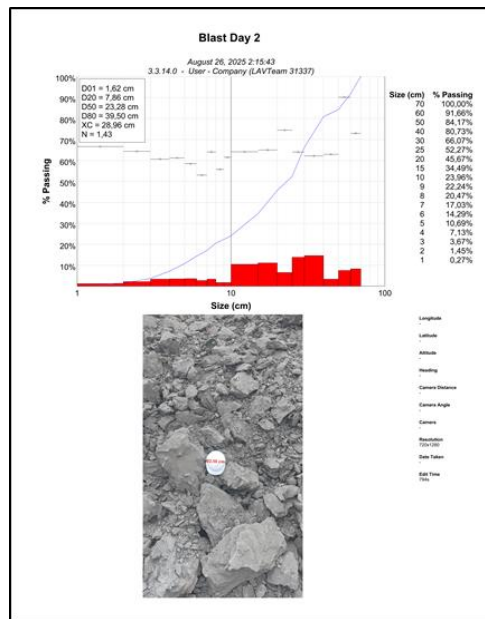
Hasil Analisis Metode Fotografi

Pada metode fotografi memiliki ketentuan agar gambar dapat dianalisis yaitu gambar fotografi harus disertai dengan pembanding yang diketahui dimensinya, pada pengamatan yang dilakukan, digunakan *safety helmet* yang berdimensi 22,5 cm sebagai pembanding. Perangkat lunak akan memberikan hasil akhir berupa grafik dan tabel distribusi dari hasil peledakan, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 1, 2 dan 3.



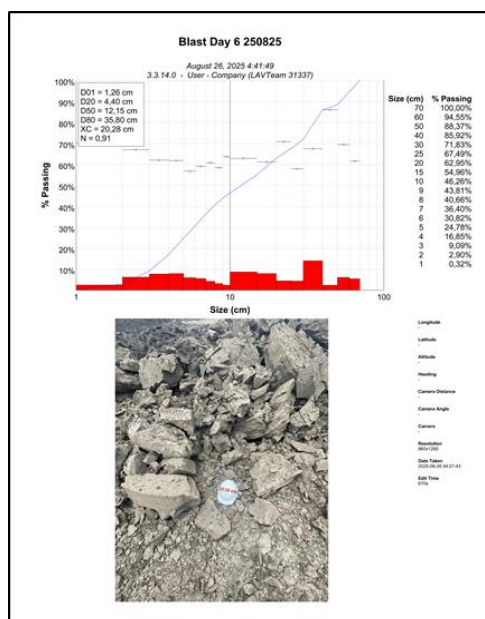
Gambar 1. Data Grafik Fragmentasi Hasil Analisis Metode Fotografi pada Peledakan 7 Agustus 2025

Pada Gambar 1 Data Grafik Fragmentasi Hasil Analisis Metode Fotografi pada Peledakan 7 Agustus 2025 menyatakan pada *size* (cm) 60 cm persentase passingnya berada di 80,76%, angka ini menunjukkan ukuran fragmentasi batuan yang berada dibawah 60 cm adalah sebesar 80,76% dan fragmentasi batuan yang ukurannya lebih dari 60 cm adalah sebesar 19,24%.



Gambar 2. Data Grafik Fragmentasi Hasil Analisis Metode Fotografi pada Peledakan 8 Agustus 2025

Pada Gambar 2 Data Grafik Fragmentasi Hasil Analisis Metode Fotografi pada Peledakan 8 Agustus 2025 menyatakan pada *size* (cm) 60 cm persentase passingnya berada di 91,66%, angka ini menunjukkan ukuran fragmentasi batuan yang berada dibawah 60 cm adalah sebesar 91,66% dan fragmentasi batuan yang ukurannya lebih dari 60 cm adalah sebesar 8,34%.



Gambar 3. Data Grafik Fragmentasi Hasil Analisis Metode Fotografi pada Peledakan 25 Agustus 2025

Pada Gambar 3 Data Grafik Fragmentasi Hasil Analisis Metode Fotografi pada Peledakan 25 Agustus 2025 menyatakan pada *size* (cm) 60 cm persentase passingnya berada di 94,55%, angka ini menunjukkan ukuran fragmentasi batuan yang berada dibawah 60 cm adalah sebesar 94,55% dan fragmentasi batuan yang ukurannya lebih dari 60 cm adalah sebesar 5,45%.

Hasil distribusi ukuran fragmentasi batuan pada lubang ledak basah pada kegiatan peledakan tanggal 7, 8 dan 25 Agustus 2025 dengan menggunakan metode fotografi pada perangkat lunak ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Distribusi Fragmentasi Batuan Metode Fotografi Pada Lubang Ledak Basah

No.	Tanggal Kegiatan	Persentase Ukuran Lebih Dari 60 cm (%)	Persentase Ukuran Kurang Dari 60 cm (%)
1	7 Agustus 2025	19,24	80,76
2	8 Agustus 2025	8,34	91,66
3	25 Agustus 2025	5,45	94,55
	Rata-rata	11,04	88,99

Mengacu pada tabel diatas, diketahui bahwa rata- rata fragmentasi hasil peledakan pada tanggal 7, 8 dan 25 Agustus 2025, rata rata persentase batuan yang memiliki ukuran ≤ 60 cm adalah 88,99% dan batuan yang memiliki ukuran ≥ 60 cm adalah 11,04%

Fragmentasi Pada Lubang Kering

Analisis peledakan pada lubang normal kering dilakukan pada kegiatan peledakan di tanggal 9, 11, dan 12 Agustus 2025.

Hasil Analisis Model Kuz-Ram

Berdasarkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan teori Kuz-Ram pada kegiatan peledakan di tanggal 7,8 dan 25 Agustus 2025 didapatkan fragmentasi rata-rata batuan dan persentase distribusi ukuran batuan yang di tunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Distribusi Fragmentasi Batuan Teoritis Kuz-Ram Pada Lubang Ledak Normal

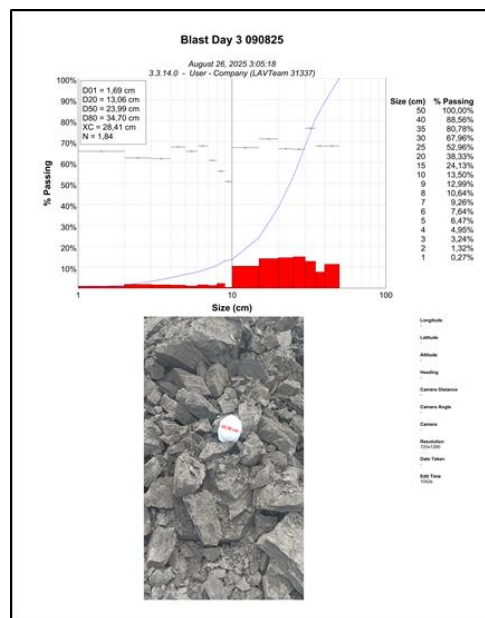
No.	Tanggal Kegiatan	Fragmentasi Rata-rata (cm)	Persentase Ukuran Lebih Dari 40 cm (%)
1	9 Agustus 2025	41,03	18,2
2	11 Agustus 2025	38,29	19,4
3	12 Agustus 2025	38,29	19,3
	Rata-rata	39,20	18,96

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa rata-rata fragmentasi hasil peledakan

aktual yang dilakukan pada tanggal 9, 11 dan 12 Agustus 2025 adalah 39,20 cm, dengan fragmentasi batuan yang berukuran ≤ 40 cm sebesar 81,04% dan fragmentasi batuan yang berukuran ≥ 40 cm sebanyak 18,96% .

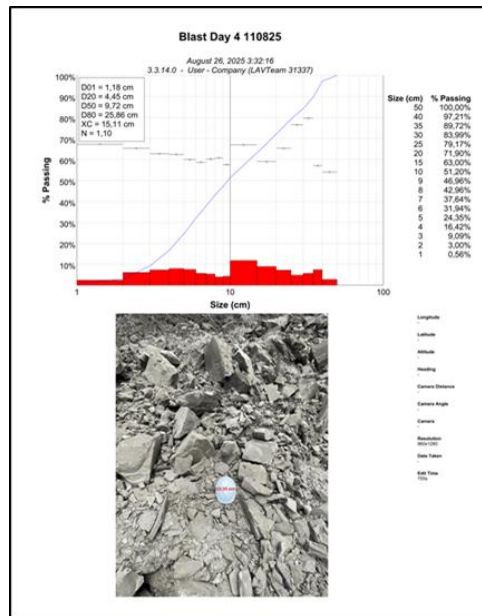
Hasil Analisis Metode Fotografi

Pada metode fotografi memiliki ketentuan agar gambar dapat dianalisis yaitu gambar fotografi harus disertai dengan pembanding yang diketahui dimensinya, pada pengamatan yang dilakukan, digunakan *safety helmet* yang berdimensi 22,5 cm sebagai pembanding. Perangkat lunak akan memberikan hasil akhir berupa grafik dan tabel distribusi dari hasil peledakan, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4, 5 dan 6.



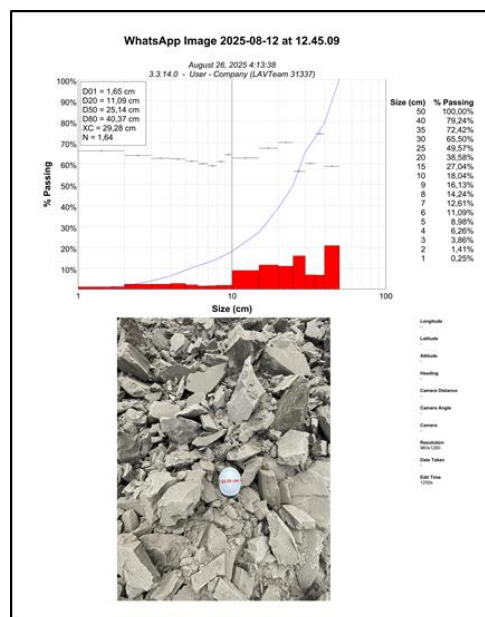
Gambar 4. Data Grafik Fragmentasi Hasil Analisis Metode Fotografi Pada Peledakan 9 Agustus 2025

Pada Gambar 4 Data Grafik Fragmentasi Hasil Analisis Metode Fotografi pada Peledakan 9 Agustus 2025 menyatakan pada *size* (cm) 40 cm persentase passingnya berada di 88,56%, angka ini menunjukkan ukuran fragmentasi batuan yang berada dibawah 40 cm adalah sebesar 88,56% dan fragmentasi batuan yang ukurannya lebih dari 40 cm adalah sebesar 11,44%.



Gambar 5. Data Grafik Fragmentasi Hasil Analisis Metode Fotografi Pada Peledakan 11 Agustus 2025

Pada Gambar 5 Data Grafik Fragmentasi Hasil Analisis Metode Fotografi pada Peledakan 11 Agustus 2025 menyatakan pada *size* (cm) 40 cm persentase passingnya berada di 97,21%, angka ini menunjukkan ukuran fragmentasi batuan yang berada dibawah 40 cm adalah sebesar 97,21% dan fragmentasi batuan yang ukurannya lebih dari 40 cm adalah sebesar 2,79%.



Gambar 6. Data Grafik Fragmentasi Hasil Analisis Metode Fotografi Pada Peledakan 12

Agustus 2025

Pada Gambar 6 Data Grafik Fragmentasi Hasil Analisis Metode Fotografi pada Peledakan 11 Agustus 2025 menyatakan pada *size* (cm) 40 cm persentase passingnya berada di 79,24%, angka ini menunjukkan ukuran fragmentasi batuan yang berada dibawah 40 cm adalah sebesar 79,24% dan fragmentasi batuan yang ukurannya lebih dari 40 cm adalah sebesar 20,76%.

Hasil distribusi ukuran fragmentasi batuan pada lubang ledak kering pada kegiatan peledakan tanggal 9, 11 dan 12 Agustus 2025 dengan menggunakan metode fotografi pada perangkat lunak ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Distribusi Fragmentasi Batuan Metode Fotografi Pada Lubang Ledak Kering

No.	Tanggal Kegiatan Peledakan	Persentase Ukuran Lebih Dari 40 cm	Persentase Ukuran Kurang Dari 40 cm
1	9 Agustus 2025	11,44%	88,56%
2	11 Agustus 2025	2,79%	97,21%
3	12 Agustus 2025	20,76%	79,24%
	Rata-rata	21,15%	88,33%

Mengacu pada tabel diatas, diketahui bahwa rata- rata fragmentasi hasil peledakan pada tanggal 9, 11 dan 12 Agustus 2025 persentase batuan yang memiliki ukuran ≤ 40 cm adalah 88,33% dan batuan yang memiliki ukuran ≥ 40 cm adalah 21,15%.

KESIMPULAN

Pada studi ini, didapat hasil yang menunjukkan fragmentasi batuan pada lubang ledak kering cenderung menghasilkan ukuran fragmentasi yang lebih halus, seragam, dan sedikit bongkah besar dibandingkan dengan lubang basah yang menggunakan *liner*, dengan rata rata persentase ukuran ≥ 40 cm sebesar 21,15% dan persentase ukuran ≤ 40 cm sebesar 88,33%. Dan fragmentasi pada lubang basah dengan *liner* memiliki rata rata persentase ukuran ≥ 60 cm sebesar 11,04 % dan persentase ukuran ≤ 60 cm sebesar 88,99%. Untuk faktor-faktor yang mempengaruhi fragmentasi pada lubang basah dan kering meliputi efektivitas bahan peledak, penggunaan *liner*, material *Stemming*, distribusi energi peledakan, hujan dan air tanah, penggunaan jumlah PF yang sama antara lubang basah dan kering.

Studi lanjutin diperlukan untuk optimalisasi fragmentasi agar lebih seragam antara lubang ledak basah dan juga lubang ledak kering dengan mengkaji lebih lanjut geometri

peledakan, jenis material stemming dan jumlah powder factor antara lubang ledak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abimanyu Dian, Trides T., Sakhdillah. (2018). Evaluasi Geometri Peledakan terhadap Fragmentasi Batuan dan Biaya Peledakan PT. Teguh Sinarabadi, Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*
- Dairona, R. (2020). Analisis Fragmentasi Hasil Peledakan untuk Meningkatkan Produktivitas Alat Gali Muat pada Penambangan Batugamping di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. Skripsi, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Gultom, R. B., Trides, T., Pontus, A. J., Oktaviani, R., & Harjuni. (2023). Fragmentasi Peledakan Batuan Dengan Metode Image Analysis Dan Perhitungan Teoritis Pada Pit Tempudo 6 PT. Indexim Coalindo Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. *Prosiding ReTII XVIII*, 902–909.
- Hidayatullah, R., & Salmani. (2019). *Teknik Peledakan*. Banjarmasin: Poliban Press. ISBN: 978-623-92412-1-6.
- Hutabarat, Hans William (2022) Analisis pengaruh faktor isian terhadap hasil fragmentasi berdasarkan geometri masing-masing diameter lubang ledak pada kegiatan peledakan di PT. Putra Perkasa Abadi Situs PT.BIB. Tesis lainnya, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Irianto, I., & Rozali, A. (2018). Analisis Dampak Lubang Ledak Basah Terhadap Fragmentasi Dan Biaya Peledakan Pada Penambangan Batubara. *Jurnal Pertambangan*, 2(1), 1-8.
- Lutfi Fitri, S. (2021). Evaluasi Kegiatan Peledakan untuk Mencapai Target Fragmentasi Batuan ≤ 50 Cm (Studi Kasus: PT. Lotus SG Lestari). Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
- Milus, A., Santoso, E., & Fikri, H. N. (2021). Kajian Pengaruh Faktor Batuan terhadap Fragmentasi Batuan *OverBurden* Hasil Peledakan Berdasarkan Model Kuz-Ram. *Jurnal Himasapta*, 6(2), 79–84.
- Mutinda, E.K., Alunda, B.O., Maina, D.K., & Kasomo, R.M. (2021). *Prediction of rock fragmentation using the Kuznetsov-Cunningham-Ouchterlony model*. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 121(3), 107–112.
- Palimbu, R. D., & Pangkung, R. (2021). Geometri dan Fragmentasi Batuan Menggunakan Metode Kuz-Ram di PT Semen Bosowa Maros Provinsi Sulawesi Selatan. *INTAN Jurnal Penelitian Tambang*, 4(1).

- Pradana, Y. R., & Syafri, I. (2020). Analisis Pengaruh Air Pada Lubang Ledak Terhadap Hasil Fragmentasi Peledakan *Overburden* di PT X. *Jurnal Bina Tambang*, 5(4), 112-120.
- Putra, D. E. (2020). Analisis Pengaruh Pola Peledakan Terhadap Tingkat Getaran Tanah dan Bangunan di sekitar Tambang pada Peledakan di Pit 2 Banko Barat PT Bukit Asam Tbk. *Jurnal Mineral*, 5(1), 23-30.
- Saptono, S., Susanto, H., & Widayat, A. (2013). Studi Optimalisasi Peledakan untuk Meminimalkan Batuan Berukuran Bongkah (Boulder) pada Area yang Mengandung Air di Tambang Batubara PT. X. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 1(1), 23-30.
- Siregar, A. A. (2018). Pelaksanaan Kegiatan Peledakan dalam Upaya Pemberaian *OverBurden* (OB). *Jurnal Geologi Pertambangan (JGP)*, 25(1).
- Sitorus, L., Amijaya, D. H., & Setiawan, I. (2019). Studi Perbandingan Fragmentasi Hasil Peledakan antara Lubang Kering dan Lubang Basah pada Lapisan Batugamping. *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan*.
- Syiffa Lutfi Fitri. (2021). EVALUASI KEGIATAN PELEDAKAN UNTUK MENCAPAI TARGET FRAGMENTASI BATUAN ≤ 50 CM (Studi Kasus: PT. Lotus SG Lestari). Desa Cipinang, Kecamatan Rumpin, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Widodo, S., & Pangaribuan, Y. A. (2021). Kajian Teknis Efektivitas Penggunaan Lapisan Plastik (Liner) pada Lubang Ledak Basah Terhadap Hasil Peledakan di PT. Semen Padang. *Jurnal Bina Tambang*, 6(4).