

p-ISSN 2657-2451
e-ISSN 2723-6064



IMEJ

Indonesian Mining and Energy Journal

Vol. 8 No. 1 Mei 2025

**Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi
Universitas Trisakti**

imej

Vol.8

No.1

Hal.1 - 57

Jakarta,
Mei 2025

p-ISSN
2657-2451

Editorial Team

Editor in Chief



Dr. Edy Jamal Tuheteru, ST., MT

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Indonesia



(<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191359072>)



(<https://scholar.google.com/citations?user=mks9K0gAAAAJ&hl=en&oi=ao>)



(<https://orcid.org/0000-0003-2706-9107>)



(<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/5987100>)

Editors



Mixsindo Korra Herdyanti, ST, MT

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Indonesia



(<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57361808600>)



(<https://scholar.google.com/citations?user=zDI8ysgAAAAJ&hl=en&oi=ao>)



(<https://orcid.org/0000-0001-8902-8023>)



(<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6648770>)



Ririn Yulianti, ST, MT

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Indonesia



(<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57361785200>)



(<https://scholar.google.com/citations?user=k72nhocAAAAJ&hl=en&oi=ao>)



(<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6679706>)

Copy Editors



Christin Palit, ST, MT

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Indonesia



(<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57362407200>)



(<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=HeDlcJ0AAAAJ>)



(<https://orcid.org/0000-0003-2820-5588>)



(<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6731131>)



Fadliah SSI, MT

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195345058>)  (<https://scholar.google.com/citations?user=bDeuMSAAAAAJ&hl=en&oi=ao>)  (<https://orcid.org/0000-0002-1211-0077>)  (<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6648921>)



Riskavana, SPd, MSi

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Indonesia

 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57218978978>)  (<https://scholar.google.com/citations?user=Z6gJ8TYAAAAJ&hl=en&oi=ao>)  (<https://orcid.org/0000-0002-1848-7684>)  (<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6754088>)



Wira Yudha, ST, MT

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Haluoleo, Indonesia

 (https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Wira+yudha+uho&btnG=)
 (<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6799141>)

Layout Editors



Yuga Maulana, ST, MT

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Indonesia

 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57991639400>)  (<https://scholar.google.com/citations?user=DTotCnsAAAAJ&hl=en&oi=ao>)  (<https://orcid.org/0000-0001-9238-7561>)  (<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6778247>)



Dr. Danu Putra, ST, MT.

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Indonesia

 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57991578700>)  (<https://scholar.google.com/citations?user=BZOe17MAAAAJ&hl=en&oi=ao>)  (<https://orcid.org/0000-0002-7950-2593>)  (<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6770504>)



Fariz Aditya, ST, MT

Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59332735400>)  (<https://scholar.google.com/citations?user=LCn0P0MAAAAJ&hl=en&oi=ao>)  (<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6923284>)

Reviewer

Reviewer



Dr. mont.Ir. Andy Yahya Al Hakim, S.T., M.T.

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202091711>)  (<https://scholar.google.com/citations?user=Aq7S-C4AAAAJ&hl=en&oi=ao>)  (<https://orcid.org/0000-0003-1517-1374>)  (<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6706978>)



Dr. Eng. Ir. Sendy Dwiki, S.T., M.Eng

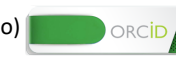
Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195260680>)  (<https://scholar.google.com/citations?user=iSypOIoAAAAJ&hl=en&oi=ao>)  (<https://orcid.org/0000-0002-2603-7894>)  (<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6747079>)



Yuniar Siska Novianti, S.T., M.T.

Prodi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia

 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57212141707>)  (<https://scholar.google.com/citations?user=y8OUMMkAAAAJ&hl=en&oi=ao>)  (<https://orcid.org/0000-0002-7012-2922>)  (<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/5979563>)



Dra. Suliestyah, Msi

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Indonesia

 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57218198883>)  (<https://scholar.google.com/citations?user=hE7MhG4AAAAJ&hl=en&oi=ao>)  (<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/5991059>)



Dr. Ir. Irfan Marwanza, S.T., M.T., IPM.

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Indonesia

 (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205443314>)  (<https://scholar.google.com/citations?user=BDQpJHUAJ&hl=en&oi=ao>)  (<https://orcid.org/0000-0003-3544-4886>)  (<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/5985899>)



Dr. Ir. Pantjanita Novi Hartami, S.T., M.T. IPM

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Indonesia



(<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57214700302>)



(<https://scholar.google.com/citations?user=B-V2csAAAAAJ&hl=en&oi=sra>)



(<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/5988061>)

POLICIES

[Click here to Submit](https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/submission/wizard)

(<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/submission/wizard>)

1. Author Guideline (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/about/submissions/authorGuidelines>)
2. Focus and Scope (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/scope>)
3. Publication Ethics (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/PUBLICATIONETHICS>)
4. Editorial Team (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/EditorialTeam>)
5. Reviewer (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/Reviewer>)
6. Plagiarism Policy and Check (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/Plagiarism>)
7. Retraction Policy (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/Retraction>)
8. Copyright Notice (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/CopyRight>)
9. Open Access Policy (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/OpenAccess>)
10. Unique Visits (https://statcounter.com/p12344272/summary/?account_id=6956411&login_id=1&code=5c3159a3bc57367d6cfab7aa059ead4b&guest_login=1)
11. Mailing Address (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/about/contact>)
12. Peer Review (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/PEERPREVIEW>)
13. Journal Business Model (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/JOURNALBUSINESSMODEL>)
14. Abstracting and Indexing (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/URLAbstracting>)

ARTICLE TEMPLATE



(https://drive.google.com/file/d/1KINHfPIFv_Nvnoempe5RiBjgt4qPtFKZ/view)

Journal Template (https://drive.google.com/file/d/1KINHfPIFv_Nvnoempe5RiBjgt4qPtFKZ/view)

Home (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/index>) / Archives (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/issue/archive>) / Vol. 8 No. 1 (2025): Mei



Published: 2025-05-31

Articles



KAJIAN KANDUNGAN BESI DAN SILIKA PADA MOLTEN ALUMINIUM DALAM PROSES HALL HEROULT DENGAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL DI PT X (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/22303>)

Michael Septiano, Subandrio, Riskaviana Kurniawati, Wiwik Dahani, Christin Palit, Suliestyah
01-08

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/22303/13689>)

(<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/22303>)

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0



(<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/20759>)

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN BAHAN PELEDAK ANFO DAN EMULSION TERHADAP FRAGMENTASI OVERBURDEN DI PT HANWHA MINING SERVICES INDONESIA SITE KIDECO JAYA AGUNG, KALIMANTAN TIMUR (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/20759>)

Fatih Farhan Trisettyo, Pantjanita Novi Hartami, Yuga Maulana, Edy Jamal Tuheteru, Mixsindo Korra Herdyanti
09-19

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/20759/13690>)



(<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/20767>)

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

Penilaian dan Evaluasi Tingkat Keberhasilan Reklamasi Lahan Backfilling Pit 3 barat di PT. Bukit Asam Tbk, Sumatera Selatan (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/20767>)

Laraswati Mukadar, Edy Jamal Tuheteru, Ririn Yulianti, Danu Putra, Yuga Maulana
20-27

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/20767/13691>)



(<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/20705>)

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

Analisis Kestabilan Bangunan Penahan Air Terhadap Ketinggian Air PT XYZ Menggunakan Perangkat Lunak RS2 (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/20705>)

Tiara Pertiwi, Edy Jamal Tuheteru, Yuga Maulana, Pantjanita Novi Hartami, Danu Putra
28-33

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/20705/13692>)



(<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/22278>)

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN GARAM NATRIUM KLO RIDA SEBAGAI MEDIA PEMISAH TAILING TIMAH DENGAN METODE SHAKING TABLE (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/22278>)

Naufal Madani Saputra, Subandrio, christin Palit, Wiwik Dahani, Suliestyah, Fadli ah
34-44

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/22278/13693>)



(<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/22302>)

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN TERHADAP TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) MENGGUNAKAN RAINFALL EROSION SIMULATOR (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/22302>)

Violeta Apriani Pandiangan, Reza Aryanto, Taat Tri Purwiyono, Ririn Yulianti, Irfan marwanza
45-51

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/22302/13694>)



(<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/22307>)

 Abstract: 0 |  PDF downloads:0

STUDI ANALISIS PRODUKTIVITAS AKTUAL UNIT JAW CRUSHER DI PT GUNUNG BALE (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/22307>)

Rico Damarizky, Edy Jamal Tuheteru, Christin Palit, Riskaviana Kurniawati, Irfan Marwanza
52-57

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/article/view/22307/13695>)

POLICIES

[Click here to Submit](https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/submission/wizard)

(<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/submission/wizard>)

1. Author Guideline (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/about/submissions/authorGuidelines>)
2. Focus and Scope (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/scope>)
3. Publication Ethics (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/PUBLICATIONETHICS>)
4. Editorial Team (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/EditorialTeam>)

ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN BAHAN PELEDAK ANFO DAN EMULSION TERHADAP FRAGMENTASI OVERBURDEN DI PT HANWHA MINING SERVICES INDONESIA SITE KIDECO JAYA AGUNG, KALIMANTAN TIMUR

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USE OF ANFO AND EMULSION EXPLOSIVES ON OVERBURDEN FRAGMENTATION AT PT HANWHA MINING SERVICES INDONESIA SITE KIDECO JAYA AGUNG, EAST KALIMANTAN

Fatih Farhan Trisettyo^{1*}, Pantjanita Novi Hartami¹, Yuga Maulana¹, Edy Jamal Tuheteru¹, Mixsindo Korra Herdyanti¹

¹ Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Trisakti, Jl. Letjen S. Parman No.1 Kampus A, Grogol, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 11440, Indonesia.

*E-mail untuk korespondensi (*corresponding author*): fatihfarhan64@gmail.com

ABSTRAK – Peledakan adalah aktivitas pembezaian batuan padat yang bersifat kompak dari batuan induknya dengan menggunakan bahan peledak. Pada proses peledakan PT Hanwha Site Kideco menggunakan dua jenis bahan peledak yaitu ANFO dan Emulsion. Pada lokasi penelitian terdapat masalah layering material di beberapa lubang ledak yang mengakibatkan kurangnya daya tarik gelombang bahan peledak terhadap hard material sehingga batuan akan pecah dari tepi bidang bebasnya yang mengakibatkan fragmentasi menjadi boulder dan mempengaruhi waktu digging time. Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan dua jenis bahan peledak yang berbeda terhadap hasil fragmentasi dengan kondisi lubang berair dan terdapat layering material. Batas target fragmentasi ukuran batuan >60cm yang di hasilkan <20%. Penelitian ini menggunakan metode Kuz-Ram untuk memprediksi fragmentasi dan metode image analysis dengan bantuan software Whipfrag dan foto fragmentasi untuk mengukur fragmentasi aktual. Penelitian ini juga mengukur waktu yang dibutuhkan excavator pada saat digging time. Target digging time sebesar 12 detik. Hasil penelitian ini ukuran fragmentasi aktual jauh dari prediksi metode Kuz-Ram, hasil pengolahan fragmentasi dengan software Whipfrag untuk kedua bahan peledak di dapatkan bahan peledak emulsion memenuhi kriteria target, sedangkan bahan peledak ANFO belum memenuhi kriteria target dan hasil pengukuran digging time didapatkan sebesar 13 detik untuk layering pertama dan ≤12 detik untuk layering kedua.

Kata kunci: Bahan peledak, Digging time, Fragmentasi.

ABSTRACT – *Blasting is the activity of separating solid, compact rock from its parent rock using explosives. In the blasting process, PT Hanwha Site Kideco uses two types of explosives, namely ANFO and Emulsion. At the research location there is a problem of material layering in several blast holes which results in a lack of attraction of the explosive wave towards the hard material so that the rock will break from the edge of the free surface which results in fragmentation into boulders and affects digging time. In this research, a comparison of two different types of explosives will be carried out regarding the fragmentation results with water hole conditions and the presence of layering material. The target limit for rock size fragmentation >60cm is <20%. This research uses the Kuz-Ram method to predict fragmentation and the image analysis method with the help of Whipfrag software and fragmentation photos to measure actual fragmentation. This research also measures the time required for the excavator during digging time. Target digging time is 12 seconds. The results of this research, the actual fragmentation size is far from the predictions of the Kuz-Ram method, the results of fragmentation processing with Whipfrag software for both explosives found that the emulsion explosive met the target criteria, while the ANFO explosive did not meet the target criteria and the digging time measurement results were found to be 13 seconds for the first layering and ≤12 seconds for the second layering.*

Keywords: Dynamite, Digging time, Fragmentation.

PENDAHULUAN

Industri pertambangan memiliki peranan yang krusial dalam perekonomian, baik secara global maupun nasional. Sektor ini tidak hanya menghasilkan bahan mentah yang dibutuhkan oleh berbagai industri, tetapi juga membuka banyak peluang kerja dan memberikan kontribusi besar terhadap pendapatan negara. Salah satunya sumber daya mineral yaitu batubara banyak tersebar luas didataran Kalimantan. Perusahaan yang mengelola batubara di Provinsi Kalimantan Timur adalah PT Kideco Jaya Agung (PT KJA). PT KJA merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara, yang berlokasi di Paser, Kalimantan Timur. Sistem penambangan yang diterapkan disini adalah sistem penambangan terbuka. PT KJA membagi wilayah penambangan menjadi dua pit yang terdiri dari Roto - SM dan Susubang Uko. Lokasi peledakan pada penelitian ini dilakukan di area penambangan pit Roto – SM (SMB) yang dikelola oleh kontraktor PT Sims Jaya Kaltim (PT SIMS). Lapisan tanah penutup pada area penelitian adalah sandstone (batupasir), yang pemberaiannya dilakukan menggunakan peledakan oleh PT Hanwha Mining Services Indonesia sebagai subkontraktor peledakan. Pada pit SMB yang dikelola oleh PT SIMS memiliki target ukuran fragmentasi batuan ≤ 60 cm yang di hasilkan $\geq 80\%$ dengan menggunakan dua jenis bahan peledak secara langsung pada satu lokasi peledakan.

Pada lokasi penelitian, terdapat beberapa lubang ledakan berada dalam kondisi basah. Hal ini terlihat dari pengamatan di lapangan dimana kondisi ketinggian air pada lubang ledak sekitar $<10\%$ dari kedalaman lubang ledak. Air yang terdapat dalam lubang ledak berasal dari air hujan. Beberapa lubang ledak terdapat masalah layering, layering adalah lapisan yang tidak diinginkan dalam lubang ledak, yang dapat mempengaruhi distribusi efek peledakan secara keseluruhan yang mengakibatkan perbedaan pada hasil fragmentasi. Hal ini dapat terjadi karena posisi layering material dengan kolom stemming berada pada posisi hard material dan isian bahan peledak pada posisi pasiran dan tidak semua lubang terdapat kondisi yang sama. Layering material yang terdapat pada beberapa lubang ledak dapat mempengaruhi hasil kualitas fragmentasi peledakan dimana isian bahan peledak sejajar dengan lapisan berpasir yang mengakibatkan tekanan peledakan tidak konsisten terhadap hard material sehingga hasil fragmentasi tidak memenuhi ekspektasi atau rencana. Berdasarkan hasil pengamatan, PT Hanwha site Kideco Jaya Agung akan menggunakan dua bahan peledak pada pit roto-sm (smb), yang bertujuan untuk meledakan lapisan berlapis keras dan berpasir, bahan peledak yang digunakan adalah ANFO, dan emulsion.

Bahan peledak ANFO akan di gunakan pada lubang kering tetapi terkadang akan digunakan pada lubang sedikit berair karena bahan peledak ini masih cukup efisien dalam menghasilkan energi yang cukup untuk lubang ledak yang diperlukan. Bahan peledak emulsion akan digunakan pada lubang berair dan kering. Dalam penelitian ini berfokus pada menganalisis perbandingan hasil fragmentasi dari penggunaan kedua bahan peledak tersebut pada lokasi pit smb yang terdapat masalah lubang ledak basah dan layering material dengan menggunakan metode Kuz-Ram untuk memprediksi hasil fragmentasi dan menggunakan metode image analysis dengan software whipfrag untuk mendapatkan hasil ukuran fragmentasi secara aktual. Terdapat juga pengukuran digging time excavator menggunakan Stopwatch untuk menganalisis hubungan fragmentasi dengan digging time.

METODE

Penelitian ini dilakukan di PT Hanwha Mining Services Indonesia site Kideco Jaya Agung, Desa Batu Kajang, Kecamatan Sopang, Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur. Data yang diperoleh dilapangan adalah data primer dan didukung oleh data sekunder.

Data primer yang dibutuhkan antara lain: pertama geometri peledakan yang terdiri dari *burden*, *spasi*, *stemming*, kedalaman lubang ledak, panjang isian bahan peledak, densitas bahan peledak. Kedua pengambilan foto fragmentasi disetiap lokasi penelitian peledakan. Ketiga *digging time* excavator Hitachi Ex2500-6 dengan menggunakan *stopwatch*.

Data sekunder yang dibutuhkan antara lain: pertama peta lokasi peledakan. Kedua data spesifikasi alat gali. Ketiga data spesifikasi bahan peledak yang digunakan pada penelitian. Dan keempat data faktor batuan menurut *lily blastility index*. Data geometri peledakan didapatkan dilapangan dengan cara mengukur secara langsung dengan menggunakan meteran. Fragmentasi batuan *overburden* diambil dengan menggunakan kamera ponsel yang selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan *software whipfrag v.3.3*. Sehingga diperoleh persentase distribusi fragmentasi hasil peledakan. Perhitungan Kuz-Ram dilakukan untuk meningkatkan keyakinan hasil fragmentasi, sehingga didapatkan persentase distribusi fragmentasi hasil peledakan. Pengukuran *digging time* dilakukan untuk menganalisis pengaruh ukuran fragmentasi terhadap *digging time*.

1. Perhitungan Geometri Lubang Ledak

Karakteristik massa batuan dan kondisi geologi lokasi peledakan diperhitungkan dalam menentukan geometri peledakan berdasarkan *burden*, *Spasi*, panjang kolom, kedalaman lubang bawah dan lubang peledakan, serta *powder factor*. Rumus geometri peledakan menurut RL Ash dalam geometri peledakan memiliki parameter utama yaitu *burden*, *spasi*, *stemming*, *subdrilling*, dan kedalaman lubang. Memiliki definisi sebagai berikut :

- a. *Burden* adalah jarak vertikal lubang ledak terhadap *free face* yang menjadi aspek penting dalam permodelan peledakan. Densitas batuan dapat mempengaruhi nilai *ratio* dan *burden*.

$$Af1 = \sqrt[3]{\frac{SG \text{ bahan peledak yang dipakai} \times (VOD \text{ yang dipakai})^2}{SG \text{ bahan peledak standar} \times (VOD \text{ standar})^2}} \quad (II.1)$$

$$Af2 = \sqrt[3]{\frac{Density \text{ batuan standar}}{Density \text{ batuan yang diledakan}}} \quad (II.2)$$

Setelah didapatkan faktor koreksi, maka dilakukan perhitungan konstanta *burden* (*Kb*) menggunakan rumus:

$$Kb = Kbstd \times Af1 \times Af2 \quad (II.3)$$

$$Burden (B) = \frac{Kb \times De (in)}{12} \quad (II.4)$$

- b. *Spasi* adalah jarak antara lubang bor yang berdekatan diukur sejajar dengan dinding lubang pengeboran. *Spasi* berkaitan dengan nilai pada *burden*, kedalaman lubang bor, posisi pondasi, jeda waktu, dan orientasi struktur batuan dasar.

$$Spasi (S) = Ks \times B \quad (II.5)$$

- c. *Stemming* adalah collar yang tidak diisi oleh bahan peledak, yang memiliki tujuan untuk menentukan *stress balance*.

$$Stemming (T) = Kt \times B \quad (II.6)$$

- d. *Subdrilling* adalah kedalaman yang melebihi batas bawah jenjang . Tujuan utama dibuatnya *subdrilling* ini adalah supaya proses peledakan batuan dapat meledak sempurna tanpa adanya *toe* yang dihasilkan akibat kegiatan peledakan yang tidak sempurna

$$Subdrilling (J) = Kj \times B \quad (II.7)$$

- e. Panjang kolom isian (PC) adalah lubang ledak yang sudah diisi oleh bahan peledak

$$PC = H - T \quad (11.8)$$

- f. Powder Faktor

$$PF = \frac{\text{Jumlah bahan peledak}}{\text{Volume batuan sekali peledakan}} \quad (11.9)$$

Di mana untuk menentukan jumlah bahan peledak yang digunakan maka harus diketahui terlebih dahulu jumlah bahan peledak/lubang. *Powder factor* yang disarankan untuk peledakan lapisan penutup (*overburden*) pada tambang batubara adalah berkisar antara 0,20 kg/BCM – 0,22 kg/BCM

2. Pembobotan Massa Batuan

Salah satu faktor yang diperlukan dalam perhitungan metode Kuz-Ram adalah faktor batuan yang didapatkan dari indeks kemampuledakan atau *Blastility Index* (BI). Nilai BI ditentukan dari penjumlahan lima parameter yang diberikan oleh Lily, yaitu *Rock Mass Description* (RMD), *Joint Plan Spacing* (JPS), *Joint Plane Orientation* (JPO), *Specific Gravity Influence* (SGI), dan *Hardness* (H). Parameter ini sangat bervariasi dan dapat dilihat pada tabel.1, yang menunjukkan hubungan antara kelima parameter tersebut dengan BI (Naufal & Kopa, 2021).

Tabel 1. Pembobotan Massa Batuan

Parameter	Pembobotan
1. Rock Mass Description (RMD)	
1.1 Powdery/Friable	10
1.2 Blocky	20
1.3 Totally Massive	50
2. Joint Plane Spacing (JPS)	
2.1 Close (Spasi < 0,1 m)	10
2.2 Intermediate (Spasi 0,1 - 1 m)	20
2.3 Wide (Spasi > 1m)	50
3. Joint Plant Orientation	
3.1 Horizontal	10
3.2 Dip Out of Face	20
3.3 Strike Normal to Face	30
3.4 Dip into Face	40
4. Specific Gravity Influence (SGI)	
SGI = 25 x SG – 50	
5. Hardeness (H)	1-10 (skala Mosh)

3. Tingkat Fragmentasi Batuan

Metode Kuz-Ram digunakan untuk menganalisis fragmentasi hasil peledakan berdasarkan geometri peledakan yang sebenarnya. Metode ini merupakan pengembangan dari persamaan Kuznetsov dan Rossin-Rammler. Persamaan empiris yang menghubungkan ukuran fragmentasi rata-rata dengan penerapan energi peledakan per unit volume batuan (*powder factor*) dikembangkan oleh Kuznetsov sebagai fungsi dari tipe batuan. Persamaan Kuznetsov memberikan ukuran rata-rata fragmentasi batuan, sedangkan persamaan Rossin-Rammler menentukan persentase material yang tertahan pada ayakan dengan ukuran tertentu atau menentukan persentase material dalam ukuran saringan tertentu. Data yang diperlukan untuk menggunakan metode ini meliputi geometri peledakan, karakteristik batuan, dan spesifikasi bahan peledak (Ampulembang, 2019).

1. Perhitungan faktor batuan (A) Perhitungan faktor batuan dilakukan dengan menggunakan pembobotan dalam persamaan faktor batuan sebagai berikut:

$$BI = 0,5 \times (RMD + JPS + JPO + SGI + H)$$

$$A = BI \times 0,12$$

(II.10)

Keterangan :

BI = *Blastility index*RMD = *Rock mass description*JPS = *Joint plane spacing*JPO = *Joint plane orientation*SGI = *Spesific gravity index*H = *Hardeness*

A = Faktor batuan

2. Penentuan ukuran rata-rata fragmentasi batuan hasil peledakan Perhitungan ukuran rata-rata fragmentasi berdasarkan persamaan Kuznetsov sebagai berikut :

$$x = A \left(\frac{V_o}{Q} \right)^{0,8} \times Q^{0,167} \times \left(\frac{E}{115} \right)^{-0,63}$$

(II.11)

Keterangan :

X = Ukuran fragmentasi rata-rata

A = Faktor batuan

Vo = Volume batuan per lubang ledak (B x S x L dalam M³)

Q = Jumlah bahan peledak ekivalen per lubang ledak (Kg)

E = RWS bahan peledak, ANFO = 100, TNT = 115

3. Perhitungan indeks keseragaman Indeks n adalah indeks homogen atau keseragaman. Artinya, semakin besar nilai n, semakin seragam atau homogen suatu fragmentasi, keseragaman (n) memiliki nilai 0,6 – 2,2 (Poalahi Salu & Sartika Ambarsari, 2023).

Secara teori pendekatan dihasilkan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$n = (2,2 - 14 \frac{B}{D})x(1 - \frac{W}{B})x(1 + \frac{(A-1)}{2})x \frac{L}{H}$$

(II.12)

Keterangan :

B = *Burden* (m)

D = Diameter lubang (mm)

W = Standart deviasi dari pengakuratan pengeboran (M)

A = Ratio spasi/burden

L = Panjang muatan (m)

H = Tinggi jenjang (m)

Untuk menghitung dan mengetahui persentase material tertahan pada ayakan digunakan pendekatan dengan persamaan Kuznetzov sebagai berikut :

$$Xc = \frac{x}{(0,693)^{\frac{1}{n}}}$$

(II.13)

Distribusi fragmentasi batuan dengan pendekatan Rossin-Ramler :

$$R = e^{\frac{-(X)^n}{xc}}$$

(II.14)

Keterangan :

X = Ukuran ayakan (cm)

Xc = Karakteristik ukuran (cm)

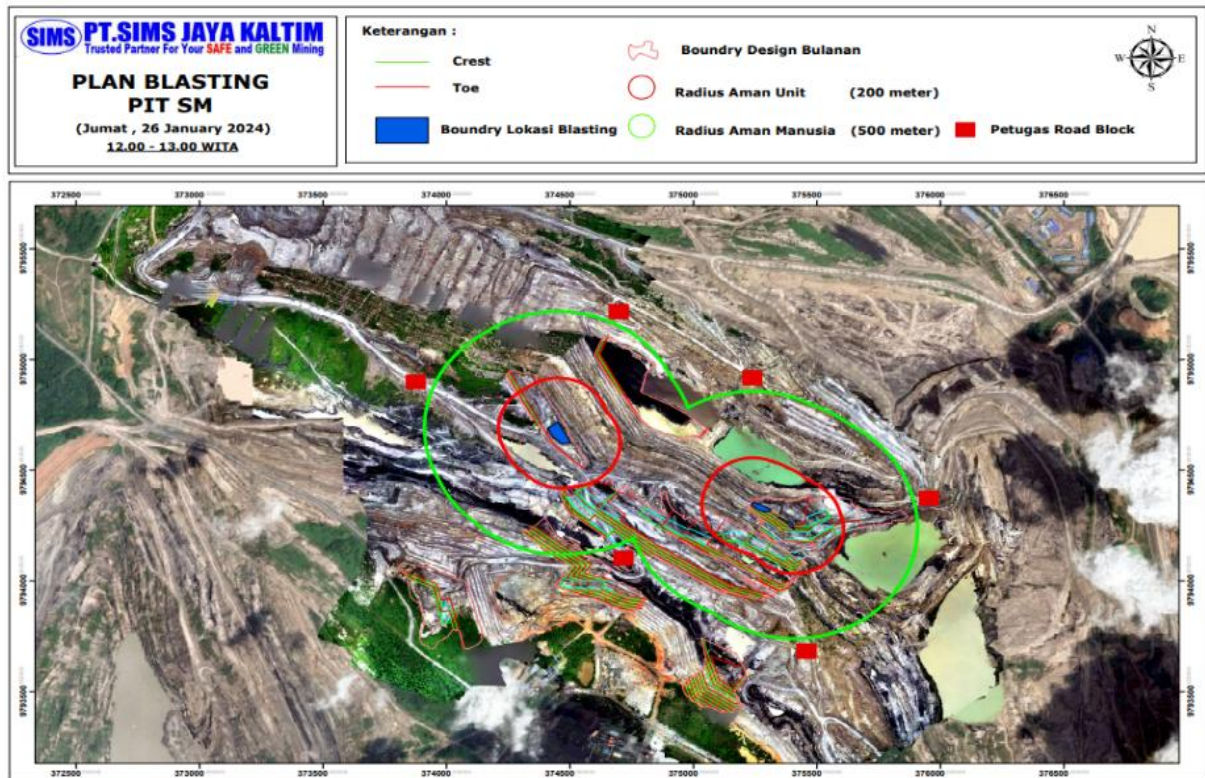
n = Index keseragaman

e = 2,71828

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada area penambangan di PT Hanwha Mining Services Indonesia *site* Kideco Jaya Agung, Paser, Kalimantan Timur pada Pit SMB seperti pada gambar 1. Pada saat melaksanakan penelitian dilakukan peledakan dengan menggunakan emulsi (HIMEX70) sebagai bahan peledak dan

perbandingan hasil peledakan menggunakan bahan peledak ANFO dalam satu area peledakan yang sama. Penelitian ini berfokus pada pembongkaran material overburden di Pit SMB. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah fragmentasi hasil peledakan dengan menggunakan waktu gali (*digging time*) excavator Hitachi ex 2500-6 ketika menggali hasil peledakan menggunakan 2 jenis bahan peledak yang berbeda pada lokasi yang sama. Selain melakukan pengamatan terhadap waktu gali alat (*digging time*) dilakukan juga analisis ukuran fragmentasi aktual dengan bantuan *software whipfrag* dan sebagai perbandingan hasil fragmentasi dilakukan juga perhitungan fragmentasi secara teori menggunakan metode Kuz-Ram.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian PT Hanwha site KJA

1. Geometri Peledakan Teori

Pada lokasi penelitian dilakukan pelebaran geometri peledakan guna untuk mendapatkan hasil *powder factor* yang optimal (0,20-0,22 Kg/m³) dilakukan rekomendasi pembuatan pattern geometri peledakan dibuat dengan mengacu pada persamaan II.1, perhitungan *burden* berdasarkan persamaan RL.Ash:

1. Koreksi bahan peledak standar (Af1)

$$Af1 = \sqrt[3]{\frac{1,1 \times 16148^2 \text{ fps}}{1,2 \times 12000^2 \text{ fps}}}$$

$$Af1 = 1,2$$

2. Koreksi batuan standar (Af2)

$$Af2 = \sqrt[3]{\frac{160 \frac{\text{lbs}}{\text{cuft}}}{163,12 \frac{\text{lbs}}{\text{cuft}}}}$$

$$Af2 = 1,0$$

$$Kb = 35 \times 1,2 \times 1$$

$$Kb = 41,2$$

Berdasarkan nilai K_b std, angka 35 digunakan untuk batuan dengan kategori soft dan densitas bahan peledak antara 1 dan 1,2 gr/cc. Berdasarkan persamaan II.1 dan II.2 didapatkan hasil rekomendasi *burden* dan *spasi* sebesar 8 x 9 m

$$B = \frac{41,2 \times 7,875}{39,3}$$

$$B = 8,25 \text{ M}$$

$$S = 1,15 \times 8,25 \text{ m}$$

$$S = 9,49 \text{ M}$$

Dari hasil pengolahan data pada Lampiran D maka didapatkan geometri peledakan menurut R.L.Ash dengan perbandingan data aktual dan rencana didapatkan hasil seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Geometri Peledakan

NO	Geometri Peledakan	Teoritis R.L.Ash	Rencana	Aktual	Rekomendasi
1	Burden (m)	8,25	8	8,3	7
2	Spasi (m)	9,49	9	9,2	8
3	Stemming (m)	5,78	5	4,5	4
4	Kedalaman Lubang (m)	12,38	8	7,6	7
5	Panjang Kolom Isian	6,6	3	3,1	3
6	Powder Faktor (Kg/m ³)	0,24	0,22	0,22	0,22

2. Pembobotan Faktor Batuan Lily

Berikut hasil dari pembobotan 5 parameter faktor batuan dari Lily :

Parameter	Kondisi Lapangan	Pembobotan
Rock Mass Description (RMD)	Powdery/Friable	10
Joint Plane Spacing (JPS)	Intermediate (Spasi 0,1 - 1 m)	20
Joint Plant Orientation	Horizontal	10
Specific Gravity Influence (SGI)	25 x 2,32 – 50	8
Hardeness (H)	Skala Moh's batuan	1

Tabel 3. Lily Blastility Index

Berdasarkan tabel 3, nilai BI yang di dapatkan dengan persamaan II.10 didapatkan hasil *Blastility Index* sebagai berikut:

$$BI = 0,5 \times (10 + 20 + 10 + 8 + 1)$$

$$A = 24,5 \times 0,12$$

$$A = 2,94$$

3. Prediksi Fragmentasi Bahan Peledak ANFO dan Emulsi dengan Kuz-Ram dan Whipfrag

Prediksi hasil fragmentasi pasca peledakan menurut teori Kuz-Ram dapat dilihat pada gambar 2 dan data persen kelolosan dan ukuran fragmentasi dapat dilihat pada tabel 4 untuk bahan peledak ANFO

dan emulsi dengan menggunakan persamaan II.11 didapatkan hasil ukuran fragmentasi sebagai berikut:

1. Bahan peledak ANFO

$$x = 2,94 \left(\frac{604,2}{132,9} \right)^{0,8} \times 132,9^{0,167} \times \left(\frac{100}{115} \right)^{-0,63}$$

$$x = 24,39 \text{ cm}$$

2. Bahan peledak emulsi

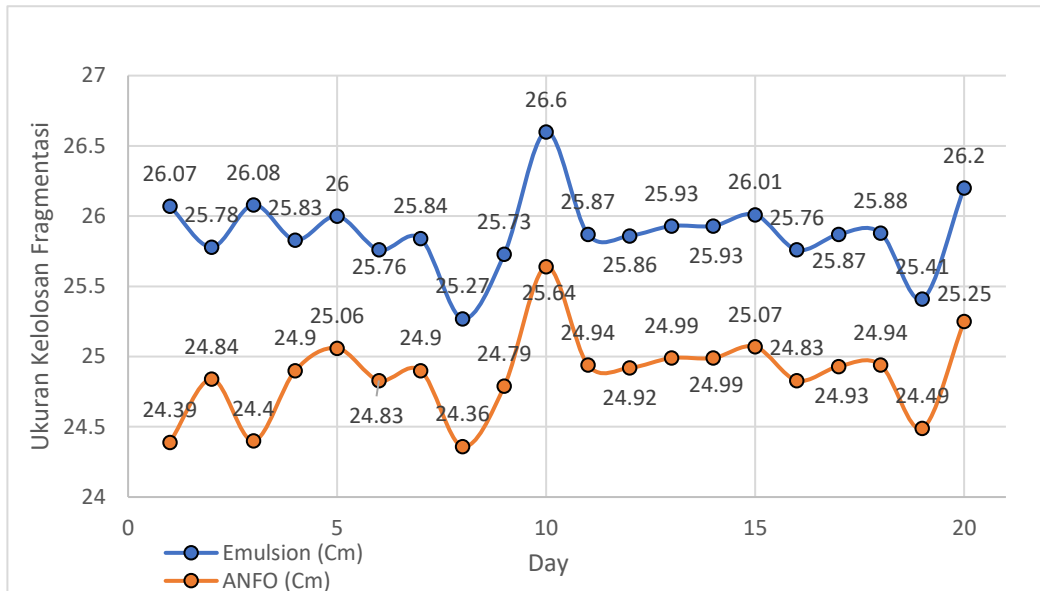
$$x = 2,94 \left(\frac{604,2}{132,9} \right)^{0,8} \times 132,9^{0,167} \times \left(\frac{90}{115} \right)^{-0,63}$$

$$x = 26,07 \text{ cm}$$

Untuk menentukan faktor batuan, dilakukan pembobotan berdasarkan indeks keledakan batuan (*lily's blastibility index*) yang didapatkan dari PT Sims Jaya Kaltim data mengacu pada tabel 3, pada 16okasi penelitian memiliki faktor batuan sebagai berikut, berdasarkan persamaan II.6 dan II.7 : Indeks peledakan (BI) = 24,5 Faktor batuan (A) = 2,94

Tabel 4. Prediksi Fragmentasi Peledakan dengan Kuz-Ram

Status	Day	Emulsion (Cm)	ANFO (Cm)	Presentase Ukuran Fragmentasi (P80)
Passing	1	26,07	24,39	80%
Passing	2	25,78	24,84	80%
Passing	3	26,08	24,4	80%
Passing	4	25,83	24,9	80%
Passing	5	26	25,06	80%
Passing	6	25,76	24,83	80%
Passing	7	25,84	24,9	80%
Passing	8	25,27	24,36	80%
Passing	9	25,73	24,79	80%
Passing	10	26,6	25,64	80%
Passing	11	25,87	24,94	80%
Passing	12	25,86	24,92	80%
Passing	13	25,93	24,99	80%
Passing	14	25,93	24,99	80%
Passing	15	26,01	25,07	80%
Passing	16	25,76	24,83	80%
Passing	17	25,87	24,93	80%
Passing	18	25,88	24,94	80%
Passing	19	25,41	24,49	80%
Passing	20	26,2	25,25	80%
Rata – Rata		25,88	24,87	

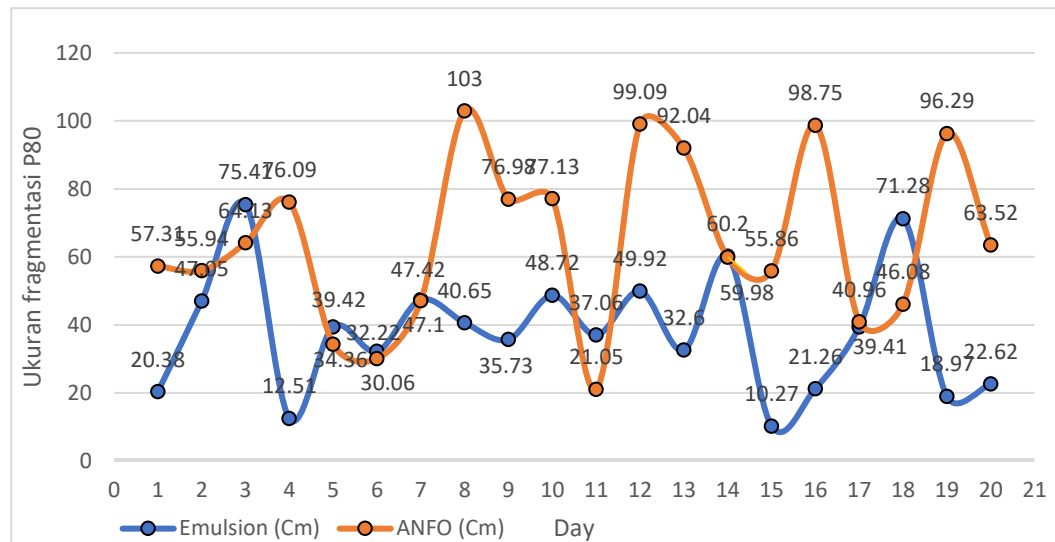


Gambar 2. Grafik Prediksi Fragmentasi Peledakan dengan Kuz-Ram

Hasil fragmentasi aktual pasca peledakan dengan bantuan *software whipfrag* dapat dilihat pada gambar 3 dan data persen kelolosan dan ukuran fragmentasi dapat dilihat pada table 5.

Tabel 5. Fragmentasi Peledakan dengan Menggunakan *Software Whipfrag*

Status	Day	Emulsion (Cm)	ANFO (Cm)	Presentase Ukuran Fragmentasi (P80)
Passing	1	20,38	57,31	80%
Passing	2	47,05	55,94	80%
Passing	3	75,41	64,13	80%
Passing	4	12,51	76,09	80%
Passing	5	39,42	34,36	80%
Passing	6	32,22	30,06	80%
Passing	7	47,42	47,1	80%
Passing	8	40,65	103	80%
Passing	9	35,73	76,98	80%
Passing	10	48,72	77,13	80%
Passing	11	37,06	21,05	80%
Passing	12	49,92	99,09	80%
Passing	13	32,6	92,04	80%
Passing	14	60,2	59,98	80%
Passing	15	10,27	55,86	80%
Passing	16	21,26	98,75	80%
Passing	17	39,41	40,96	80%
Passing	18	71,28	46,08	80%
Passing	19	18,97	96,29	80%
Passing	20	22,62	63,52	80%
Rata - Rata		38,16	64,79	



Gambar 3. Fragmentasi Peledakan dengan Menggunakan Software Whipfrag

4. Digging Time Fragmentasi Peledakan

Pengamatan *digging time* merupakan salah satu parameter untuk memberikan penilaian terhadap kinerja alat gali muat terhadap ukuran fragmentasi peledakan. Berikut prinsip cara pengambilan datanya, data *digging time* dilakukan saat *bucket* alat menyentuh material atau tanah sampai terisi penuh dan mulai terangkat dengan pengamatan menggunakan *stopwatch*. Ukuran *bucket* excavator Hitachi ex2500-6 sebesar 15 m³. Hasil pengamatan *digging time* yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Rata-Rata Digging Time

Tanggal	Digging Time			
	Emulsion		ANFO	
	Layer 1	Layer 2	Layer 1	Layer 2
14 Januari 2024	12,31	10,34	12,92	10,31
18 Januari 2024	11,15	11,34	12,10	11,10
25 Januari 2024	10,55	11,19	13,19	11,57
27 Januari 2024	10,82	10,48	12,69	10,73
2 Februari 2024	10,91	11,25	13,09	11,38
5 Februari 2024	11,19	11,34	13,38	11,06
Rata-rata	11,16	10,99	12,89	11,02

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Geometri peledakan yang diterapkan PT Hanwha Mining Services Indonesia pada pit smb adalah: diameter lubang 0,22 m, pola pemboran *staggered*, *burden* 8,3 m, *spasi* 9,2 m, kedalaman lubang 7,6 m, *stemming* 3,9 m, dan panjang isian bahan peledak 3,7 m.
2. Distribusi fragmentasi untuk *image analysis whipfrag* didapatkan 64,79 cm dengan presentase 80% terdapat selisih 4,79 cm dari target perusahaan sebesar 60 cm untuk bahan peledak ANFO, sedangkan untuk bahan peledak emulsion sebesar 38,16 cm dengan presentase 80% sudah memenuhi kriteria fragmentasi target perusahaan.
3. *Digging time* rata-rata bahan peledak emulsion layer pertama sebesar 11,16 detik terhadap material *blasting* dengan batuan *claystone*. Pada layer kedua sebesar 10,99 detik terhadap

material *sands*. Sedangkan *digging time* rata-rata bahan peledak ANFO pada layer pertama sebesar 12,89 detik terhadap material *blasting* dengan batuan *claystone*. Pada layer kedua sebesar 11,02 detik terhadap material *sands*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada PT Hanwha Mining Services Indonesia site Kideco Jaya Agung karena telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di pit smb dan membantu penulis dalam pengambilan data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Acnopha, Y. (2021). Evaluasi Geometri Peledakan Overburden Terhadap Digging Time Alat Gali PT Artamulia Tatapratama Jobsite Kuansing Inti Makmur Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi. 2(2), 31–41.
- Ampulembang, N. (2019): Analisis pengaruh fragmentasi hasil peledakan overburden terhadap waktu gali di PT Global Makara Teknik site BRE, Rantau, Kalsel.
- Hidayatullah, S. (2019). Teknik Peledakan. POLIBAN PRESS.
- Naufal, P., & Kopa, R. (n.d.). Evaluasi Geometri Peledakan Berdasarkan Pengaruh Perhitungan Blastability Index Untuk Mendapatkan Fragmentasi Ideal Pada Front. Jurnal Bina Tambang, 6(1).
- Poalahi Salu, S dan Sartika Ambasari, I. (2023). Analisis Fragmentasi Peledakan terhadap Variasi Bahan Peledak pada Tambang Kuari Batugamping Blok B5 Utara PT Semen Tonasa Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan.
- Tri wulandari, D dan Fernanada M, K. (2023). Kajian Pengaruh Kedalaman Kolom Stemming Terhadap Digging Time pada Pembongkaran Overburden.