

Analisis Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batu Gamping di Quarry D Blok 2 Pt Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat

Muhamad Alfian Sanjaya^{*}, Iswandaru, Elfida Moralista

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*alfan.sanjaya0209@gmail.com, iswandaru@unisba.ac.id, elfidamoralista95@gmail.com

Abstract. PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk is a company engaged in limestone and claystone mining using a quarry mining system. In its blasting activities, the company sets a fragmentation target with a maximum boulder percentage (>80 cm) of 15%. However, the actual condition shows that the blasting results produce boulders at a percentage of 17%, exceeding the target. This study was conducted to determine the effect of blasting geometry and types of explosives on fragmentation results, as well as to design a blasting geometry model that can reduce the boulder percentage to below 15%. The methods used include blasting geometry analysis based on the equations of R.L. Ash and C.J. Konya, and fragmentation analysis using the Kuznetsov and Rosin-Rammler methods, supported by WipFrag software for image analysis. The actual blasting geometry is analyzed and compared with theoretical simulation calculations. The results of the study indicate that the geometry based on R.L. Ash produces a boulder percentage of 8.53%, while the geometry based on C.J. Konya results in 9.79%. Both show a significant improvement in fragmentation compared to the initial condition and can be used as references in designing more effective blasting geometries to achieve production targets and improve mining operation efficiency.

Keywords: *Blasting geometry, Boulder percentage, Fragmentation.*

Abstrak. PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batugamping dan batu lempung dengan metode penambangan sistem *quarry*. Dalam kegiatan peledakan, perusahaan menetapkan target fragmentasi dengan persentase bongkah (>80 cm) maksimal sebesar 15%. Namun, kondisi aktual menunjukkan bahwa fragmentasi hasil peledakan menghasilkan bongkah sebesar 17%, melebihi target. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh geometri peledakan dan jenis bahan peledak terhadap hasil fragmentasi, serta merancang model geometri peledakan yang dapat menurunkan persentase bongkah hingga di bawah 15%. Metode yang digunakan meliputi analisis geometri peledakan berdasarkan persamaan R.L. Ash dan C.J. Konya, serta analisis fragmentasi menggunakan metode Kuznetsov dan Rosin-Rammler, dibantu perangkat lunak WipFrag untuk analisis citra. Geometri peledakan aktual dianalisis dan dibandingkan dengan simulasi perhitungan teoritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa geometri berdasarkan R.L. Ash menghasilkan persentase bongkah sebesar 8,53%, sedangkan berdasarkan C.J. Konya sebesar 9,79%. Keduanya menunjukkan peningkatan fragmentasi yang signifikan dibandingkan kondisi awal, sehingga dapat dijadikan acuan dalam merancang geometri peledakan yang lebih efektif untuk mencapai target produksi dan efisiensi operasi penambangan.

Kata Kunci: *Geometri Peledakan, Persentase bongkah, Fragmentasi.*

A. Pendahuluan

Kegiatan peledakan yang dilakukan oleh PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk memiliki variasi dalam penerapan geometri peledakan, seperti perbedaan pada jarak burden, spacing, subdrilling, stemming, kedalaman lubang, dan pola peledakan. Variasi tersebut menyebabkan hasil fragmentasi batuan yang dihasilkan tidak sama dan sering kali tidak sesuai dengan ukuran fragmentasi yang diharapkan. Ketidaksesuaian ini dapat berdampak pada efisiensi proses lanjutan, seperti pemuatan, pengangkutan, dan proses penghancuran batuan. Penyesuaian model geometri peledakan yang tepat dapat menghasilkan fragmentasi optimal.

Terdapat anggapan mendasar penyebab terjadinya bongkahan hasil peledakan diantaranya penggunaan bahan peledakan. Faktor-faktor tersebut antara lain berkaitan dengan pemilihan dan penggunaan bahan peledak yang kurang tepat, penerapan geometri peledakan yang belum optimal oleh pihak perusahaan, serta kondisi geologi massa batuan, khususnya keberadaan bidang lemah (weak planes). Ketidaksesuaian dalam parameter-parameter tersebut dapat mengakibatkan distribusi energi peledakan yang tidak merata, sehingga fragmentasi batuan tidak berlangsung secara efektif dan menghasilkan bongkahan berukuran besar yang sulit ditangani dalam proses selanjutnya.

Material hasil peledakan yang berukuran bongkah memberikan dampak negatif terhadap produktivitas kegiatan penambangan, khususnya pada tahapan pengecilan ukuran material. Ukuran fragmentasi yang terlalu besar juga dapat menyebabkan tidak tercapainya target produksi yang telah ditetapkan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menyesuaikan model geometri peledakan berdasarkan hasil fragmentasi batu gamping di *Quarry D*. Dengan demikian, diharapkan efektivitas kegiatan peledakan di lokasi tersebut dapat ditingkatkan.

Dalam proses kegiatan peledakan di *Quarry D* PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk, ditemukan beberapa permasalahan yang berdampak terhadap pencapaian target produksi. Salah satu permasalahan utama adalah belum optimalnya hasil fragmentasi batuan, yang disebabkan oleh penggunaan geometri peledakan yang belum sepenuhnya sesuai dengan karakteristik batu gamping. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengevaluasi dan menyesuaikan desain geometri peledakan guna meningkatkan efisiensi fragmentasi. Penelitian dibatasi pada wilayah *Quarry D*, dengan tidak mempertimbangkan faktor kekuatan batuan. Metode analisis yang digunakan meliputi pendekatan Kuz-Ram dan *software* Wipfrag. Adapun fokus kajian mencakup pengaruh geometri peledakan dan bahan peledak terhadap hasil fragmentasi serta identifikasi desain geometri yang paling sesuai untuk mencapai fragmentasi yang optimal. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui pengaruh geometri peledakan terhadap hasil fragmentasi;
2. Mengetahui pengaruh bahan peledak terhadap hasil fragmentasi.
3. Mengetahui model geometri peledakan dengan metode Kuz-Ram yang dapat menghasilkan fragmentasi dengan persentase bongkah $< 15\%$.

B. Metode

Metode penelitian yang digunakan untuk menunjang dalam kegiatan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang diantaranya proses pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data. Dapat dilihat pada diagram alir metodologi dapat dilihat pada **Gambar 1**.

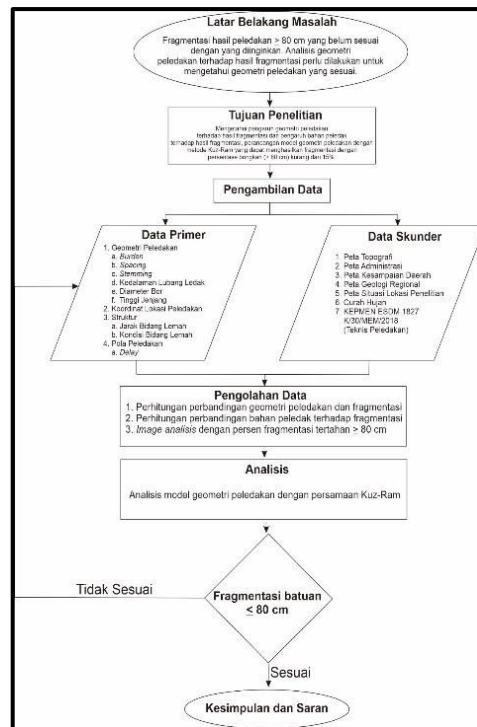
Terdapat dua data dalam teknik pengambilan data yang digunakan yaitu:

1. Data *primer*

Data *primer* yang digunakan berupa data geometri peledakan seperti *burden*, *spacing*, *subdrilling*, *stemming*, kedalaman lubang ledak, tinggi jenjang, jumlah bahan ledak, diameter lubang ledak, jumlah lubang ledak, dan dimensi fragmentasi hasil peledakan.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan berasal dari referensi yang sudah ada. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian diantaranya peta administrasi, peta kesampaian yang berasal dari rupa bumi Indonesia dan *my maps*. Peta topografi dan geologi yang berasal dari Lembar Geologi Bogor dan rupa bumi Indonesia. Kondisi iklim dan cuaca yang berasal dari badan informasi geospasial. Data spesifikasi alat mekanis, peralatan perlengkapan kegiatan peledakan.



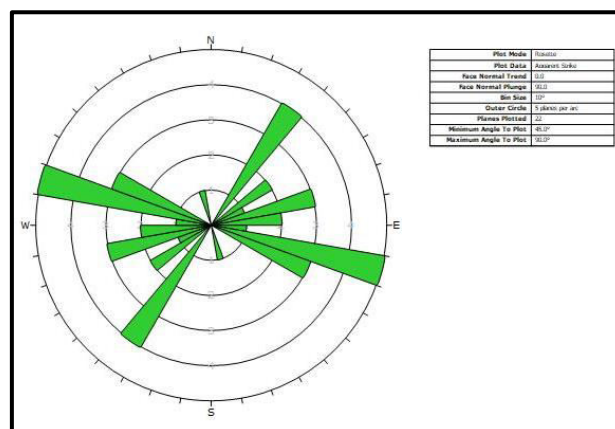
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Karakteristik Massa Batuan Daerah Penelitian

Ukuran fragmentasi hasil peledakan dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah keberadaan struktur geologi berupa kekar di area peledakan. Semakin tinggi frekuensi kekar pada lokasi tersebut, maka semakin beragam pula ukuran fragmentasi batuan yang dihasilkan. Karakteristik batuan di area peledakan juga terus menentukan tingkat keseragaman fragmentasi, serta berpengaruh terhadap efektivitas energi dari bahan peledak yang digunakan. Faktor-faktor batuan yang mempengaruhi meliputi litologi, densitas, porositas, tekanan, usia batuan, dan suhu batuan.

Untuk mengetahui struktur kekar di area peledakan dilakukan dengan metode *scanline* yang diterapkan pada Blok 2. Data yang dikumpulkan mencakup kedudukan kekar, yang selanjutnya dianalisis menggunakan prangkat lunak *Dips* guna menentukan arah dominan kekar. Analisis ini dilakukan melalui pemetaan dalam bentuk diagram kontur pada stereonet serta diagram rosset.



Gambar 2. Analisis Kekar Roset Keseluruhan

Untuk mendapatkan nilai Rock Mass Description (RMD) perlu dilakukanya perhitungan RQD dengan metode scanline menggunakan rumus Priest & Hudson (1976). Nilai λ merupakan nilai yang mewakili berapa banyak jumlah struktur kekar dalam 1 meter, persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} RQD &= 100 (0,1 \times 0,42 + 1) e^{-0,1 \times 0,42} \\ &= 99,91\% \end{aligned}$$

Menurut Bieniawski (1989) nilai RQD yang didapatkan pada lokasi penelitian termasuk batuan kategori Totally Massive dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rock Mass Description (RMD)

Kondisi Batuan	Rock Quality Designation (%)	RMD	Bobot
<i>Hard and Intact</i>	99,91	<i>Totally Massive</i>	50

Berdasarkan jarak antara bidang lemah kekar yang ada di daerah penelitian sendiri berjarak > 1 m, artinya jarak antara bidang lemah yang ada pada dinding jenjang sangat berjauhan atau tebal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Joint Mass Description (JPS)

Deskripsi	Struktur bidang lemah	Jarak (mm)	Bobot
Spasi lebar	Perlapisan tebal	600 – 2.000	50

Tabel 3. Joint Plane Orientation (JPO)

Parameter	Parameter	Bobot
<i>Joint Plane Orientation (JPO)</i>	<i>Strike Normal to face</i>	30

Berdasarkan data dari hasil pengamatan pada PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk. dimana batugamping memiliki berat jenis 2,1 gr/m³ dan kekerasan 45,6 MPa. Menurut Bieniawski (1989) maka batugamping pada lokasi penelitian termasuk batuan kuat lemah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hardness (Mohs)

Classification	UCS (Mpa)	Mohs
<i>Moderately Weak</i>	45,6	3,41

Memprediksi fragmentasi hasil peledakan menurut Kuz-Ram diperlukan nilai *blastibility Index* dan faktor batuan, dan untuk mendapatkan nilai tersebut dibutuhkan parameter-parameter menurut Lilly (1986) yang terdiri dari *Rock mass Description*, *Joint Plane Spacing*, *Joint Plane Orientation*, *Specific Gravity Influence*, dan *Hardness*. Parameter tersebut bisa dilihat pada tabel.

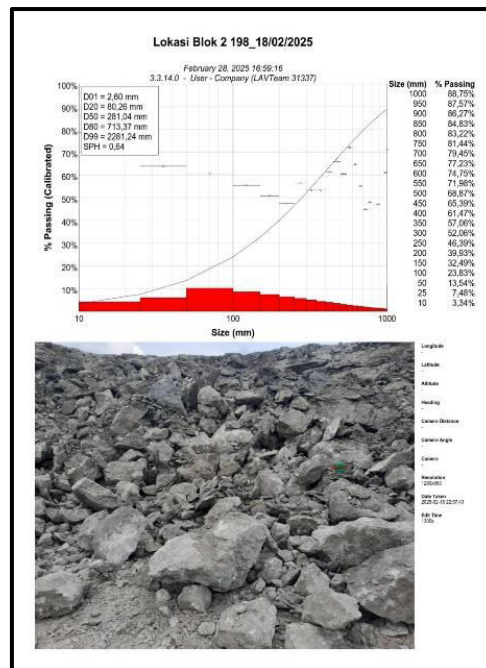
Tabel 5. Pembobotan Batuan

No	Parameter	Pembobotan
<i>Rock Mass Description (RMD)</i>		
1	<i>Totally Massive</i>	50
<i>Joint Mass Description (JPS)</i>		
2	<i>Wide (Spasi > 1m)</i>	50
<i>Joint Plane Orientation (JPO)</i>		
3	<i>Strike normal to face</i>	30
4	<i>Spesific Gravity Influence (SGI)</i>	15

No	Parameter	Pembobotan
5	Hardness (Mohs)	3,41
	Total Pembobotan	148,41
	Blastibility Index (BI)	74,21
	Rock Faktor (RF)	8,90

Fragmentasi Hasil Peledakan Aktual

Hasil fragmentasi diolah dengan bantuan image analysis dengan berdasarkan perbandingan gambar dan skala pembanding dengan menggunakan helm. Jarak dari analisis dan posisi foto akan mempengaruhi hasil analisis wifrag yang telah dilakukan proses pengolahan oleh bantuan software wifrag yang nantinya akan muncul nilai lolos ayakan dalam bentuk % pada masing-masing setiap ukuran dimana ukuran yang di analisis adalah 10 mm hingga 1000 mm. Lihat Gambar 3.



Gambar 3. Hasil *Wifrag* 18/02/2025

Usulan Geometri Peledakan

Geometri aktual yang didapatkan dari hasil laporan harian dari hasil pengamatan pada PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk. Sedangkan geometri teoritis didapatkan dari hasil persamaan pada ahli seperti R.L Ash (1963) dan C.J Konya (1972). Perbandingan geometri tersebut guna mendapatkan output geometri yang aktual dengan hasil fragmentasi yang diinginkan. Pada Tabel 6 menunjukan output data perbandingan antara geometri aktual dan geometri teoritis menurut R.L Ash dan C.J Konya.

Tabel 6. Perbandingan Rata -Rata Geometri Aktual dan Geometri Teoritis

Variabel	Rata-Rata Aktual	Teoritis	
		R.L Ash	C.J Konya
Diameter (Inchi)	4	4	4
Burden (m)	3,00	3,10	3,06
Spacing (m)	4,87	4,03	4,20
Stemming (m)	2,69	2,17	2,14
Subdrilling (m)	1,00	0,93	0,92

Variabel	Rata-Rata Aktual	Teoritis	
		R.L Ash	C.J Konya
Tinggi Jenjang Tegak (m)	10,00	11,47	12,22
Tinggi Jenjang Miring (m)	10,64	12,20	13,01
Kedalaman Lubang Ledak (m)	11,64	12,40	13,14
Jumlah Lubang Ledak (n)	30,00	30,00	30,00
Kebutuhan Bahan Peldak (Power Gel/Kg)	12,00	12,00	12,00
Kebutuhan Bahan Peledak (Anfo/ Kg)	1.500,00	2.120,01	2.279,67
Panjang Kolom Isian (m)	8,95	10,23	11,00
Volume Batuan (BCM)	4.265,94	4.297,01	4.705,66
Tonase	8.958,47	7.304,91	7.999,63
Powder Faktor (kg/ton)	0,17	0,29	0,29

Prediksi Fragmentasi

Berdasarkan data geometri peledakan yang didapat diprediksi ukuran fragmentasi yang dihasilkan secara teoritis dan aktual. Perhitungan prediksi fragmentasi dapat dilakukan secara teoritis menggunakan metode Kuz-Ram (1973) dengan mengetahui nilai indeks keseragaman (n), Ukuran rata-rata fragmentasi dan distribusi fragmentasi, maka didapatkan persentase lolos pada ukuran terutama pada ukuran 80 cm. Data yang diperlukan pada metode ini adalah data geometri peledakan, karakteristik batuan dan spesifikasi bahan peledak. Berikut hasil persamaan Kuz-Ram (1973) pada Tabel 7.

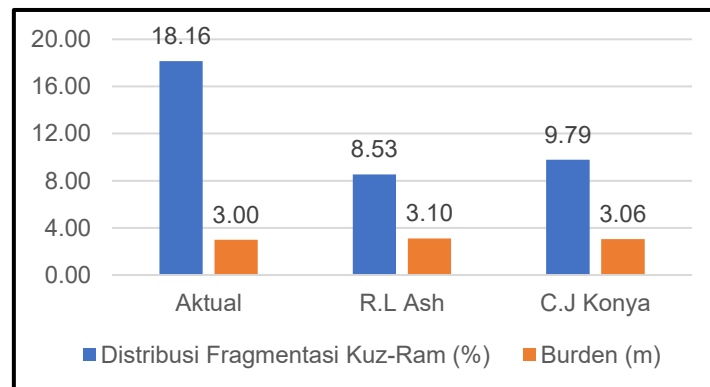
Tabel 7. Prediksi Fragmentasi

Persamaan Kuznesstov dan Rosin Rammler (Kuz - Ram)			
Keterangan	Analisis Fragmentasi Batuan Berdasarkan Aktual	Analisis Fragmentasi Batuan Berdasarkan R.L Ash	Analisis Fragmentasi Batuan Berdasarkan C.J Konya
Rata- Rata Ukuran Fragmentasi (X dalam cm)	45,74	37,44	38,27
Indeks Keseragaman (n)	1,66	1,67	1,65
Nilai Karakteristik dari Ukuran Batuan (Xc)	57,04	46,61	47,83
Rx 20 cm (%)	83,95	78,50	78,86
Rx 40 cm (%)	57,52	46,21	47,57
Rx 50 cm (%)	44,89	32,59	34,22
Rx 60 cm (%)	33,82	21,85	23,51
Rx 70 cm (%)	24,65	13,97	15,48
Rx 80 cm (%)	17,41	8,53	9,79
Rx 90 cm (%)	11,93	4,99	5,95
Rx 100 cm (%)	7,95	2,80	3,49

Prediksi Fragmentasi diinginkan dengan Persamaan Kuz-Ram

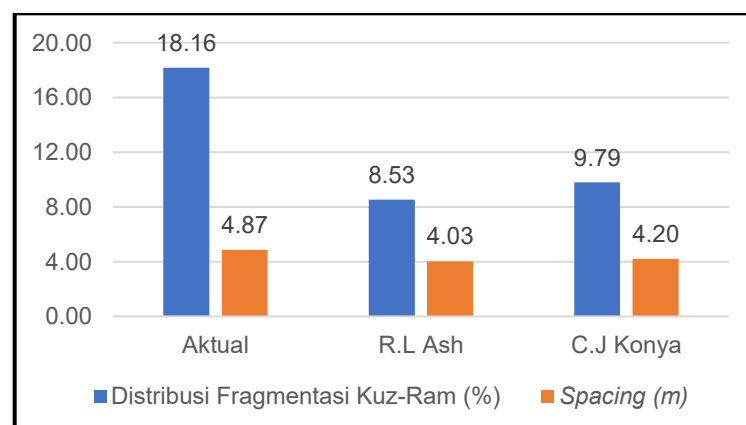
Ukuran prediksi fragmentasi yang diinginkan berdasarkan perusahaan adalah persen ukuran 80 cm harus dibawah 15% untuk yang tertahan. Hasil distribusi fragmentasi yang didapat berdasarkan aktual pada persen ukuran fragmentasi 80 cm adalah 18,16% dimana nilai ini tidak termasuk kedalam distribusi fragmentasi tertahan yang diinginkan oleh perusahaan yang harus <15% hal ini dikarenakan pengaruh geometri peledakan berdasarkan *burden*, *spacing*, tinggi jenjang dan bahan peledak dapat menentukan hasil distribusi fragmentasi terutama pada jarak *burden* dan *spacing* yang lebih dominan. Hasil distribusi fragmentasi berdasarkan persamaan R.L Ash pada persen ukuran 80 cm didapatkan 8,53% distribusi fragmentasi memenuhi kriteria perusahaan yang di inginkan dan untuk C.J Konya didapatkan 9,79%. Berdasarkan ketiga analisis distribusi fragmentasi tersebut yang memenuhi kriteria adalah persamaan C.J Konya dan R.L Ash lebih terlihat jelas adalah dari nilai *spacing* yang berbeda menghasilkan nilai yang cukup signifikan dimana semakin kecil nilai *spacing* maka distribusi fragmentasi tertahan pada persen fragmentasi ukuran 80 cm semakin kecil.

Distribusi ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan aktual yang dilakukan selama penelitian didapatkan analisis menggunakan metode *image analysis* dari beberapa geometri peledakan aktual secara berturut-turut sebesar 18,16%, R.L ash 8,53% dan C.J Konya 9,79%. Hasil tersebut menunjukan bahwa bongkah hasil peledakan aktual terbilang cukup besar daripada dengan teoritis. Lihat Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Geometri *burden* (m) terhadap Fragmentasi

Berdasarkan perbandingan geometri *spacing* dari aktual, R.L Ash, dan C.J Konya dengan fragmentasi didapatkan jarak *spacing* aktual 4,87 m dengan fragmentasi 18,16%, sedangkan untuk R.L Ash jarak *spacing* 4,03 m dengan fragmentasi 8,53 %, dan C.J Konya jarak *spacing* 4,20 m dengan fragmentasi 9,79 %. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5. Sehingga semakin sedikit jarak *spacing* maka semakin baik nilai fragmentasi dengan persentase bongkah yang < 15%.



Gambar 5. Perbandingan Geometri *spacing* (m) terhadap Fragmentasi

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk dapat diambil kesimpulan yaitu *spacing* <4 m cukup berpengaruh terhadap fragmentasi dengan R^2 0,4229, dan *spacing* >4 m kurang berpengaruh terhadap fragmentasi dengan R^2 0,0824, sehingga disimpulkan semakin rapat jarak dari geometri peledakan *spacing* maka hasil fragmentasi semakin baik. Pengaruh penggunaan bahan peledak terhadap hasil fragmentasi dimana rata-rata nilai *powder factor* (PF) yang mendekati 0,16 - 0,2 kg/ton dapat menghasilkan persen fragmentasi yang lebih baik. Hasil model geometri peledakan yang menghasilkan fragmentasi ≤ 80 cm menggunakan persamaan Kuz-Ram, dengan rancangan geometri peledakan yang direkomendasikan berdasarkan teoritis menurut R.L Ashburden 3,1 m, *spacing* 4,03 m, *stemming* 2,31 m, *subdrilling* 0,99 m dengan kedalaman lubang 13,19 m menghasilkan distribusi fragmentasi pada ukuran ≥ 80 cm tertahan sebesar 8,53%. Berdasarkan teoritis menurut C.J Konya dengan *burden* 3,06 m, *spacing* 4,20 m, *stemming* 2,28 m, *subdrilling* 0,98 m dengan kedalaman lubang 13,01 m menghasilkan distribusi fragmentasi pada ukuran ≥ 80 cm tertahan sebesar 9,79 %. Sehingga pengaruh geometri yang semakin rapat dapat menghasilkan fragmentasi yang lebih baik.

Ucapan Terimakasih

Penyusunan skripsi ini tidak akan berhasil tanpa adanya dukungan, bimbingan, nasihat, dan motivasi yang diberikan kepada penyusun. Oleh karena itu, penyusun ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan kepada:

1. Bapak Dr. Ir Yunus Ashari, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung yang senantiasa membimbing dan mengarahkan pengerjaan skripsi.
2. Bapak Noor Fauzi Isnarno, S.Si., M.T., selaku Dosen Wali dan Sekretaris Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung yang senantiasa membimbing dan mengarahkan pengerjaan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Zaenal, M.T., selaku Koordinator Skripsi mengarahkan penyusun selama pengerjaan dan penyelesaian pengerjaan skripsi ini.
4. Bapak Iswandaru, S.T., M.T, selaku Pembimbing Skripsi yang senantiasa membimbing dan mengarahkan pengerjaan skripsi.
5. Ibu Elfida Moralista, S.Si., M.T, selaku Co-Pembimbing Skripsi yang telah membantu memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi.
6. Seluruh Bapak/ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan yang telah memberikan ilmu pengetahuan, serta arahan selama kegiatan perkuliahan.

Selanjutnya penyusun mengucapkan terima kasih kepada pihak PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk yang telah memberikan kesempatan, dukungan dan juga bimbingan dalam penyelesaian skripsi, diantaranya:

1. Bapak Didin Jahidin selaku Co HRD PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk yang telah memberikan kesempatan bagi penyusun dalam melaksanakan skripsi.
2. Bapak Prawit selaku Dept *Head Mining Limestone* PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk yang telah memberikan kesempatan bagi penyusun dalam melaksanakan skripsi.
3. Bapak Ozzy selaku Penanggung Jawab *Team Blasting Limestone* Dept. PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama pelaksanaan skripsi.
4. Seluruh Staf dan Karyawan PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekeliruan dan kekurangan dalam hal isi maupun susunanya. Oleh karena itu, kritik dan saran akan selalu diterima untuk penyempurnaan skripsi ini penyusun juga berharap bahwa penyusunan skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penyusun sebagai penulis maupun bagi pembaca sekalian. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Daftar Pustaka

- Falah, A. F., Yuliadi, N., & Fauzi, I. (2025). *Penentuan Zona Aquifer di Quarry Trass PT XYZ*. <https://journal.sbpublisher.com/index.php/minetech>
- Khoerunnisa Prihatini, Yuliadi, & Dwihandoyo Marmer. (2025). Pengaruh Flyrock Hasil Peledakan terhadap Sarana Prasarana Bendungan Tiga Dihaji. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 29–38. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v5i1.6604>
- Muhammad Sundayana, Yuliadi, & Indra Karna Wijaksana. (2022). Analisis Hubungan Kerapatan Kekar dengan Tingkat Getaran Tanah Hasil Peledakan. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 133–140. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i2.1411>
- Assany, Fadhlan, and Raimon Kopa. 2021. “Kajian Teknis Dan Ekonomis Peledakan Di Pit 1 PT. Pebana Adi Sarana Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat.” *Jurnal Bina Tambang*, Volume 6, Nomor 1, Halaman 218–28.
- Anonim, 2024, "Kabupaten Bogor dalam Angka 2024", Bogor: Badan Pusat Statistika Kabupaten Bogor.
- Anonim, 2018, "Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 k/30/MEM/2018 Tentang Kaidah Pertambangan yang Baik", Menteri Energi dan Sumber Daya Republik Indonesia.
- Anonim, 2019, "Batas Perwilayah RBI Provinsi Jawabar" Kabupaten Bogor: Indonesia Geospasial.
- Alien S, and Jusfarida, 2022, “Pemetaan Geologi Untuk Mengetahui Batugamping Dengan Metode Petrografi Pada Formasi Madura, Kecamatan Ujungpangkah Dan Sekitarnya, Kabupaten Gresik, Jawa Timur" *Teknik Geologi - Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*. Volume 6, Nomor 2, Halaman 1–7.
- Armansyah, H Abuamat, and Makmur, 2021. “Modifikasi Geometri Peledakan Dalam Upaya Mencapai Target Produksi 80.000 Ton/Bulan dan Mendapatkan Fragmentasi Yang Diinginkan Pada Tambang Granit Pt. Kawasan Dinamika Harmonitama Kabupaten Karimun Kepulauan Riau" *Jurnal Teknik Pertambangan*, Volume 2, Nomor 1, Halaman 1-10.
- Bhandari, Sushil. 1997. “*Engineering Rock Blasting Operations*.” Jodhpur India: J.NV. University Jodhpur
- Defriansyah, Aulia, and Dedi Yulhendra. 2019. “Evaluasi Teknis Geometri Peledakan Untuk Mendapatkan Fragmentasi Dan Identifikasi Tingkat Keseragaman Batuan Hasil Peledakan Yang Ideal Di PT. Allied Indo Coal Jaya, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.” *Jurnal Bina Tambang*, Volume 4, Nomor 1, Halaman 100–113.
- Dheatyrta, Aliv, and A Machali Muchsin. 2016. “Kajian Teknis Peledakan Untuk Mendapatkan Hasil Fargmentasi Yang Diinginkan Pada Tambang Bijih Tembaga Pit Batu Hijau, PT Newmont Nusa Tenggara, Provinsi Nusa Tenggara Barat.” *Jurnal Teknik Pertambangan*, Volume 4, Nomor 2, Halaman 0–7.
- Fauzi, Fellya Septia, and Dedi Yulhendra, 2021, “Kajian Teknis Geometri Peledakan Berdasarkan Analisis Blastability Index Untuk Mencapai Target Fragmentasi Ideal Dan Diggability PC2000 Komatsu Pada Material Keras Seam D2, C2 Dan DU Di PIT 7 West PT. Bukit Makmur Mandiri Utama.” *Jurnal Bina Tambang*, Volume 6, Nomor 2, Halaman 30–42.
- Hadi, A., and M. Toha. 2013. “Redesign Geometri Peledakan Untuk Mendapatkan Fragmentasi Batuan Yang Optimal Di Prebench Pt. Bukit Asam (Persero) Tbk.” *Jurnal Ilmu Teknik*

Sriwijaya, Volume 1, Nomor 1, Halaman 1- 10.

Handayan, Riski Lestari. 2015. "Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan pada Pt. Pamapersada Nusantara Site Adaro Provi." Jurnal Geomine, Volume 3, Nomor 1, Halaman 136–42. doi:10.33536/jg.v3i1.12.

Harukadol, Tunaiki, and Raimon Kopa. 2021. "Evaluasi Rancangan Geometri Peledakan Untuk Mengoptimalkan Hasil Peledakan Pada Penambangan Batu Andesit Di PT. Bintang Sumatera Pacific Pangkalan Koto Baru Kabupaten 50 Kota Provinsi Sumatera Barat." Jurnal Bina Tambang, Volume 6, Nomor 1, Halaman 24–36.

Hasyim Sujiman, Ibnu, and Adi Putra. 2014. "Kajian Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Di Pit 4 Tuc Pt. Mega Prima Persada Kecamatan Loa Kulu Kutai Kartanegara Kalimantan Timur." Jurnal Geologi Pertambangan, Volume 2, Nomor 16, Halaman 1–13.
<https://ejurnal.unikarta.ac.id/index.php/jgp/article/view/120>.

Hartman dan Mutmansky, 2002, " *Introductory Mining Engineering*". Canada

Ridho, Muhammad, and Mulya Gusman. 2018. "Kajian Teknis Pengaruh Fragmentasi Hasil Peledakan Di PT. Semen Padang." Jurnal Bina Tambang, Volume 4, Nomor 1, Halaman 24–34.

Wibowo, Heri, and Annisa Nurhakim. 2021. "Analisis Fragmentasi Batuan Pada Kegiatan Peledakan Di PT Anugerah Bara Kaltim Analysis of Rock Fragmentation in Blasting Activities at PT Anugerah Bara Kaltim." Jurnal Himasapta, Volume 6, Nomor 3, Halaman 177–80.