

Evaluasi Rancangan Geometri Peledakan untuk Mengoptimalkan Hasil Fragmentasi pada Kegiatan Penambangan Andesit di PT Mandiri Sejahtera Sentra, Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat

Resha Indi Fakhriyan^{*}, Yunus Ashari, Dono Guntoro

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

*indiresa21@gmail.com, yunusashari3@gmail.com, guntoro_mining@yahoo.com

Abstract. Blasting activity is one of the stages carried out in andesite rock mining at PT Mandiri Sejahtera Sentra. Blasting activities that are optimally designed will produce rock fragmentation according to the company's production target. This study aims to evaluate the design of the blasting geometry used in the field and provide recommendations for more effective geometry designs. The research methods include literature studies, primary data collection through observation and measurement of blasting parameters, and analysis of fragmentation data using WipFrag software. The results of the study indicate that the actual geometry with an average burden of 1.97 meters and an average spacing of 2.40 meters has not been able to achieve the percentage of fragmentation <80 cm of 85% targeted by the company. The recommendation for geometry design based on the C.J. Konya method is set with a burden of 1.94 meters and a spacing of 3.20 meters, which is estimated to produce a more optimal fragmentation distribution. This study provides a basis for evaluation and improvement of blasting design in order to increase the efficiency of fragmentation production.

Keywords: *Blasting Geometry, Fragmentation, Andesite, Powder Factor.*

Abstrak. Kegiatan Peledakan merupakan salah satu tahapan yang dilakukan dalam penambangan batuan andesit di PT Mandiri Sejahtera Sentra. Kegiatan peledakan yang dirancang secara optimal akan menghasilkan fragmentasi batuan sesuai target produksi perusahaan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi rancangan geometri peledakan yang digunakan di lapangan serta memberikan rekomendasi desain geometri yang lebih efektif. Metode penelitian meliputi studi literatur, pengambilan data primer melalui pengamatan dan pengukuran parameter peledakan, serta analisis data fragmentasi menggunakan perangkat lunak WipFrag. Hasil penelitian menunjukkan bahwa geometri aktual dengan burden rata-rata 1,97 meter dan spasi rata-rata 2,40 meter belum mampu mencapai persentase fragmentasi <80 cm sebesar 85% yang ditargetkan perusahaan. Rekomendasi desain geometri berdasarkan metode C.J. Konya ditetapkan dengan burden 1,94 meter dan spasi 3,20 meter, yang diperkirakan dapat menghasilkan distribusi fragmentasi lebih optimal. Penelitian ini memberikan dasar evaluasi dan perbaikan rancangan peledakan guna meningkatkan efisiensi produksi fragmentasi.

Kata Kunci: *Geometri Peledakan, Fragmentasi, Andesit, Powder Factor.*

A. Pendahuluan

Kegiatan peledakan merupakan salah satu tahapan penting dalam sistem penambangan terbuka, khususnya pada metode quarry. Tujuan utama dari peledakan adalah untuk membongkar massa batuan menjadi ukuran yang lebih kecil sehingga dapat mempermudah proses lanjutan seperti pemuatan, pengangkutan, dan peremukan. Keberhasilan peledakan sangat ditentukan oleh rancangan geometri peledakan, yang mencakup parameter seperti burden, spacing, kedalaman lubang, dan stemming. Salah satu hasil yang paling krusial dari kegiatan peledakan adalah fragmentasi, yaitu ukuran butir atau pecahan batuan hasil peledakan.

Fragmentasi memiliki peran penting dalam menentukan efisiensi dan efektivitas proses penambangan secara keseluruhan. Ukuran fragmentasi yang tidak sesuai dengan target dapat menyebabkan hambatan dalam proses lanjutan dan berdampak pada meningkatnya biaya operasional, terutama jika dibutuhkan proses pengecilan ukuran batuan tambahan seperti penggunaan rock breaker atau bahkan dapat dilakukannya secondary blasting. Oleh karena itu, kontrol terhadap hasil fragmentasi menjadi aspek yang perlu diperhatikan dan dianalisis secara menyeluruh.

PT Mandiri Sejahtera Sentra merupakan perusahaan pertambangan yang berlokasi di Desa Sukamulya, Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat. Perusahaan ini melakukan kegiatan penambangan batuan andesit yang memiliki karakteristik batuan keras, sehingga metode peledakan menjadi metode utama dalam proses pembongkarannya. Ukuran fragmentasi yang ditargetkan oleh perusahaan adalah < 80 cm sebesar 85%. Namun, pada kenyataannya masih ditemukan hasil peledakan dengan ukuran > 80 cm cukup besar, yang memerlukan proses pengecilan kembali menggunakan alat rock breaker. Kondisi ini menunjukkan perlunya evaluasi terhadap desain geometri peledakan yang diterapkan saat ini. Penelitian mengenai fragmentasi penting dilakukan untuk mengetahui sejauh mana desain geometri peledakan yang diterapkan dapat menghasilkan ukuran butir yang sesuai dengan kebutuhan operasi. Evaluasi terhadap hasil fragmentasi juga berfungsi sebagai dasar dalam pengambilan keputusan teknis untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi konsumsi energi, serta meminimalkan penggunaan alat tambahan yang tidak diperlukan. Dengan kata lain, kajian terhadap fragmentasi merupakan langkah awal dalam upaya optimalisasi sistem peledakan dan efisiensi keseluruhan kegiatan penambangan.

Dari latar belakang tersebut, adapun perumusan masalah dalam kegiatan penelitian ini yaitu: “Bagaimana efektivitas rancangan geometri peledakan dalam menghasilkan fragmentasi batuan andesit yang sesuai target. Berdasarkan pengamatan awal di PT Mandiri Sejahtera Sentra, hasil peledakan sering kali menghasilkan ukuran fragmentasi > 80 cm, sehingga diperlukan penanganan tambahan”. Kemudian, adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui dan mengevaluasi parameter geometri peledakan aktual yang digunakan di PT Mandiri Sejahtera Sentra;
2. Mengetahui Pengaruh struktur batuan terhadap hasil fragmentasi;
3. Menganalisis hasil fragmentasi batuan berdasarkan hasil peledakan aktual menggunakan perangkat lunak WipFrag;
4. Menghitung nilai powder factor aktual yang diterapkan di lapangan;
5. Memberikan rekomendasi rancangan geometri peledakan berdasarkan pendekatan metode C.J. Konya;
6. Membandingkan hasil fragmentasi antara rancangan geometri peledakan aktual dan hasil rekomendasi.

B. Metode

Metodologi penelitian yaitu dengan menggunakan data primer dan data sekunder dari kegiatan penelitian. Adapun untuk uraian dari setiap data primer dan data sekunder yaitu sebagai berikut:

1. Data primer diambil secara langsung di lapangan melalui pengamatan di PT Mandiri Sejahtera Sentra berupa data geometri peledakan aktual dan ukuran fragmentasi hasil peledakan aktual.
2. Data sekunder berasal dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya baik dalam bentuk jurnal maupun buku yang dapat menunjang dalam kegiatan penelitian.

Dari data tersebut, kemudian dilakukan pengolahan data Geometri peledakan aktual dilakukan pengamatan terkait hasil dari fragmentasi yang diolah menggunakan *software Wipfrag 3.3* untuk mengetahui hasil volume peledakan aktual. Analisis data dengan membandingkan geometri peledakan

aktual dengan geometri peledakan rekomendasi untuk membandingkan nilai volume yang dihasilkan. Hasil fragmentasi dianalisis menggunakan perangkat lunak *WipFrag* 3.3 untuk memperoleh distribusi fragmentasi dari peledakan. Kesimpulan diambil berdasarkan hasil evaluasi dan rekomendasi terhadap geometri peledakan, sehingga dapat mendukung hasil kegiatan produksi.

Batuan Andesit

Batuan andesit merupakan salah satu jenis batuan beku vulkanik yang dapat terbentuk secara ekstrusif dan digunakan untuk keperluan bahan bangunan. Batuan ini memiliki karakteristik keras, kompak, dan tahan terhadap air, sehingga sering dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, fondasi jalan, dan lantai yang memiliki umur panjang. Secara umum, batuan andesit yang memenuhi standar kualitas memiliki kandungan alumina silikat hidrous atau lempung yang rendah. Secara komposisi, batuan andesit memiliki kandungan silika yang cukup tinggi.

Peledakan

Peledakan merupakan sebuah kegiatan pemberaian atau pembongkaran batuan yang memiliki kekerasan yang tinggi. Kegiatan peledakan umumnya dilakukan disebabkan karena pada alat gali tidak mampu memberaikan material. Kegiatan peledakan biasanya dapat menciptakan dampak negatif untuk lingkungan, oleh karena itu diperlukan perencanaan dan rancangan secara terukur harus dilakukan. Peledakan batuan merupakan proses menggunakan bahan peledak untuk memecahkan batuan menjadi ukuran – ukuran lebih kecil sehingga akan mempermudah melakukan proses selanjutnya.

Menurut Suhil Bhandari, (1997) dalam buku *Engginering Rock Blasting Operation*, adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi dari kegiatan agar dalam kegiatan peledakan dapat berhasil sesuai dengan rencana yaitu sebagai berikut:

1. Karakteristik bahan peledakan.
2. Densitas atau kekerasan massa batuan.
3. Geometri peledakan.
4. Menjalankan prosedur operasional standar yang ditetapkan.

Teknik Pengeboran

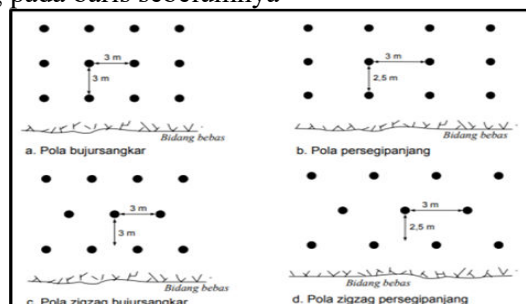
Pengeboran merupakan kegiatan yang penting dilakukan, dengan tujuan pembuatan lubang untuk diisi bahan peledak pada proses kegiatan drill and blasting. W.A. Hustrulid, (2013). Dimana proses sebelum melakukan kegiatan peledakan harus tersedia lubang bor, lubang bor akan diisi oleh bahan peledak sehingga akan di ledakan dengan tujuan untuk memecah batuan menjadi berukuran kecil. Pada umumnya terdapat tiga pola pengeboran yang sering digunakan pada tambang terbuka yaitu:

1. Pola Bujur Sangkar

Pola Bujur sangkar merupakan sebuah pola yang dilaksanakan dalam penempatan sebuah lubang lubang bor antara baris satu dan juga baris selanjutnya yang dalam garis sejajar dan membentuk segi empat.

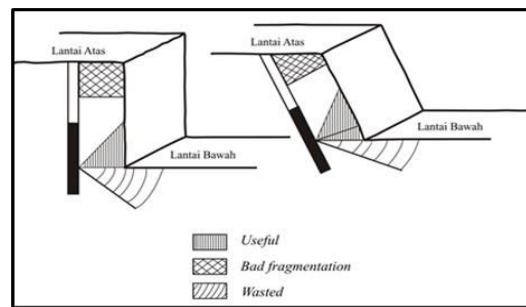
2. Pola Zig-zag

Pola zigzag memiliki pola pemboran yang pada setiap lubangnya dapat ditempatkan diantara dua lubang dan juga lubang pada baris sebelumnya



Gambar 1. Pola Pengeboran (*Hans William, 2023*)

Arah sebuah pemboran sendiri yaitu merupakan sebuah arah yang digunakan dalam membuat alat bor dan juga kegiatan peledakan. Arah pemboran dibagi menjadi dua jenis yaitu arah pemboran tegak dan arah pemboran miring. Bidang gelincir dan rekahan tarik memiliki *strike* yang sejajar terhadap *strike* lereng;



Gambar 2. Lubang Bor Tegak dan Lubang Bor Miring (Ocky Pradikha Riadi, 2018)

Fragmentasi Batuan

Fragmentasi merupakan istilah umum yang menunjukkan ukuran dari setiap bongkahan batuan hasil dari kegiatan peledakan. Pada ukuran fragmentasi secara umumnya tergantung pada setiap proses selanjutnya untuk tujuan dari ukuran fragmentasi yang boulder atau besar biasanya untuk digunakan sebagai penghalang jalan ditepi. Sedangkan, jika ukuran fragmentasi yang kecil biasanya mudah dalam tahap pengolahan selanjutnya.

Dalam ukuran sebuah fragmentasi yang didalam penggolongannya atau klasifikasiannya sendiri terbagi menjadi tiga macam yaitu:

1. Oversize yaitu merupakan sebuah ukuran ukuran batuan yang memiliki ukuran relatif besar dimana didalam standar yang sudah ditetapkan sehingga umumnya sendiri disebut dengan boulder yang sangat perlu untuk pemecahan sekunder sebelum melakukan sebuah penanganan selanjutnya. Pada sebuah tambang bawah tanah sendiri didalam ukuran bouldernya sendiri memiliki ukuran kurang dari 300 mm dan juga dalam tambang terbuka memiliki ukuran boulder lebih dari sebuah 100 mm.
2. Fine sendiri merupakan sebuah partikel yang sulit ditangani secara mekanis, sehingga penanganannya lebih efektif menggunakan proses kimia, seperti flotasi. Contohnya dapat ditemukan pada batubara atau dolomit berukuran sekitar 6 mm, maupun pada bijih emas yang memiliki ukuran partikel sekitar 1 mm.
3. Medium merupakan ukuran fragmentasi yang signifikan sebagai syarat pengolahan namun memiliki nilai yang cukup ekonomis.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

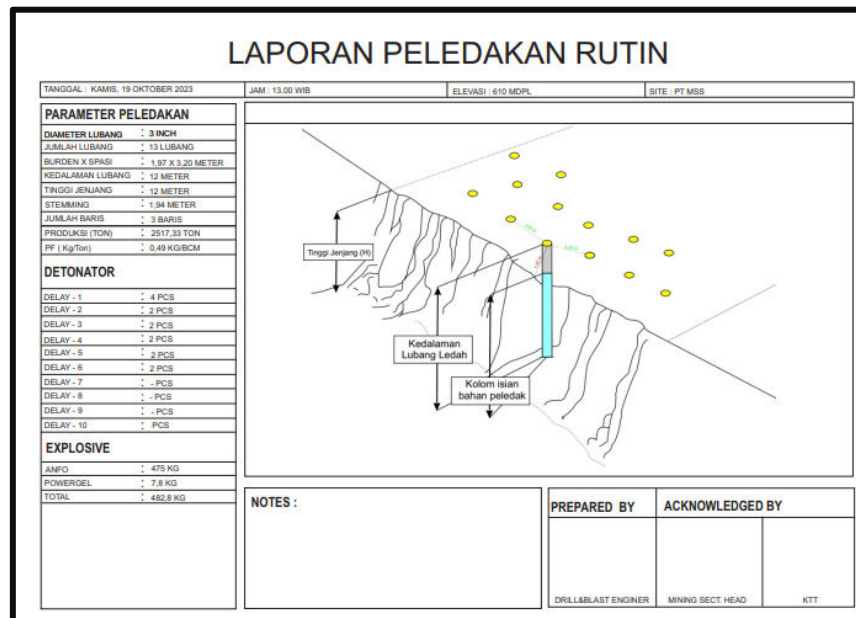
Penerapan Geometri Rekomendasi

Setelah dilakukan perhitungan rekomendasi geometri didapatkan burden 1,97 m, spasi 3,23 m, dengan kedalaman lubang 12 m, dan total lubang 13 lubang. Hasil yang didapatkan untuk volume peledakan sebesar 2517,65 ton dengan hasil fragmentasi > 80cm yaitu sebesar 9,78% dengan < 80cm sebesar 90,22%. Dengan nilai powder factor didapatkan 0,49 Kg/Bcm.

Tabel 1. Volume Geometri Rekomendasi

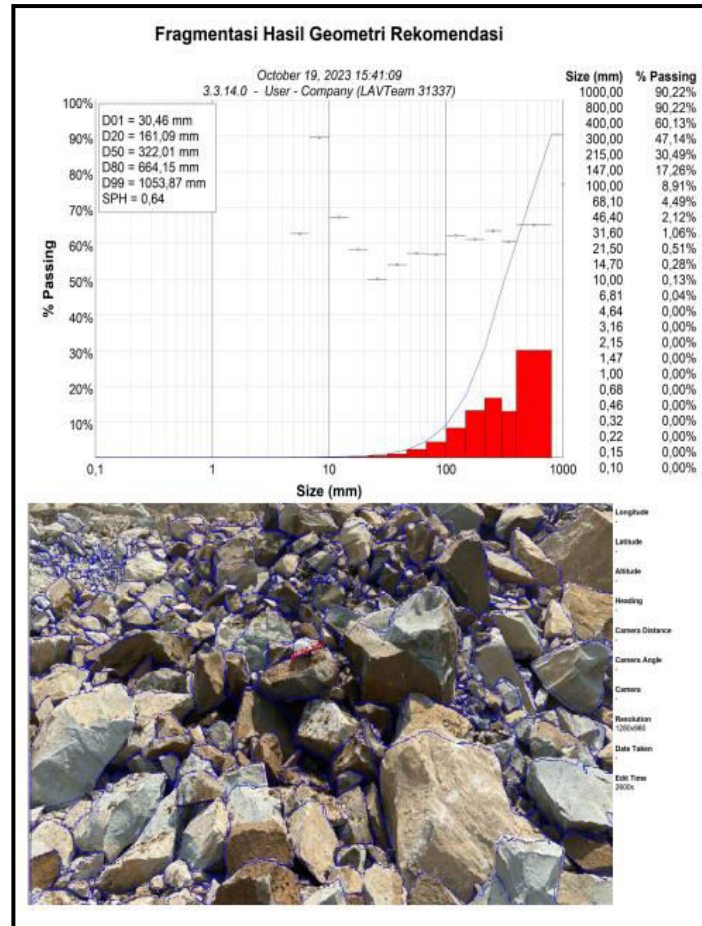
Tanggal (m)	Burden (m)	Spasi (m)	Kedalaman (m)	PF (Kg/Bcm)
	1,94	3,24	10,68	
	1,94	3,12	11,63	
	1,94	3,27	12,17	
	1,94	3,24	11,84	
	1,94	3,18	11,96	
	1,94	3,22	11,63	
	1,94	3,14	11,71	
	2,02	3,21	11,82	
	2,06	3,58	11,46	
	1,96	3,13	11,93	
	1,98		12,19	
	2,01		11,07	
Hasil rekomendasi				0,49

Tanggal (m)	Burden (m)	Spasi (m)	Kedalaman (m)	PF (Kg/Bcm)
	2,04		11,71	
Rata - rata	1,97	3,23	11,68	
Volume/lubang		74,49		
Volume Keseluruhan		968,33		
Tonasse		2.517,65		



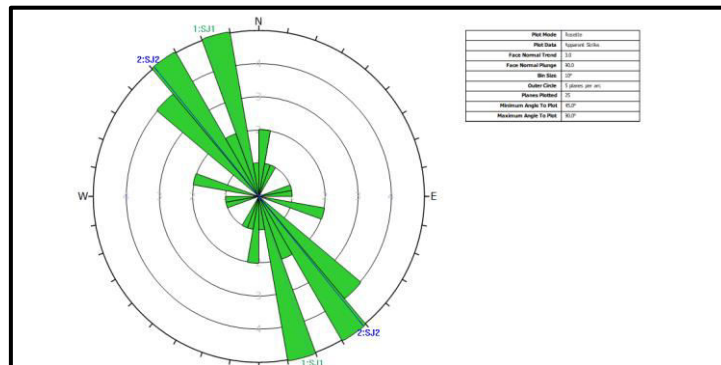
Gambar 3. Sketsa Geometri Rekomendasi

Fragmentasi hasil peledakan dengan presentase jumlah oversize > 80 cm yaitu sebanyak 9,83% atau sebesar 246,23 ton; size antara 80cm hingga 45cm sebesar 18% atau sebesar 450,16 ton, untuk ukuran < 45 cm didapat sebesar 72% atau sebesar 1821,27 ton.



Gambar 4. Hasil Fragmentasi Rekomendasi

Pengaruh Struktur Batuan Terhadap Fragmentasi



Gambar 5. Arah Umum Kekar

Pada Lokasi penelitian di PT Mandiri Sejahtera Sentra, struktur batuan dianalisis menggunakan data hasil pengukuran orientasi kekar dan direpresentasikan dalam bentuk diagram roset. Arah umum struktur Kekar Dominan 1 (SJ1) berarah Utara – Selata. Kekar Dominan 2 (SJ2) berada pada arah Barat Laut – Tenggara, dengan jarak rata – rata spasi 0,89 m; dengan rata – rata persistence 1,37 m; dengan rata – rata separasi 0,52 cm dengan kondisi air cenderung kering.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, terdapat berbagai macam karakteristik struktur seperti orientasi bidang kekar (strike dan dip), spasi antar bidang, persistensi, kekasaran bidang, separasi, dan kondisi air di bidang rekahan. Klasifikasi ini menunjukkan bahwa kondisi struktur batuan di area penelitian cenderung memiliki kekar berukuran sedang dengan orientasi bidang yang masuk ke arah lereng peledakan (dip into face). Orientasi tersebut menyebabkan energi peledakan lebih cepat terserap oleh bidang lemah yang sejajar atau mendekati arah dip, sehingga meningkatkan efektivitas

dalam pembongkaran batuan namun juga dapat menyebabkan overbreak atau fragmentasi yang tidak seragam jika tidak ditangani dengan desain peledakan yang tepat, kekasaran bidang yang sangat kasar dan tingkat separasi yang relatif kecil <5 cm turut mempengaruhi penyebaran energi ledakan. Kondisi ini cenderung menahan propagasi gelombang peledakan, sehingga dibutuhkan penyesuaian dalam geometri peledakan dan pemilihan bahan peledak yang sesuai agar distribusi energi tetap optimal.

Dari data yang diperoleh dan diolah menggunakan metode Blastability Index (BI), diketahui bahwa sebagian besar lokasi peledakan memiliki nilai BI yang tergolong sedang hingga tinggi. Ini mengindikasikan batuan di lokasi tersebut memiliki kekompakan tinggi (massive) dengan spasi kekar lebar serta orientasi kekar yang kurang mendukung arah propagasi energi ledakan. Beberapa kekar ditemukan memiliki orientasi dip into face, yang mana keduanya dapat menyebabkan hambatan terhadap penyebaran energi ke arah bidang bebas, sehingga menghasilkan fragmentasi yang kasar atau ukuran bongkah batuan yang besar. Sebagai contoh, pada pengamatan peledakan ke-4 dan ke-7 yang menunjukkan fragmentasi >80 cm sebesar 27,58% dan 24,46%.

Bilgin et al. (1996) juga menambahkan bahwa batuan blocky memiliki kecenderungan menghasilkan fragmentasi yang heterogen apabila tidak didukung dengan powder factor yang tepat. Dengan kondisi RMD Blocky hasil fragmentasi aktual di lokasi menunjukkan rata-rata fragmentasi <80 cm sebesar 80,91%, di bawah target perusahaan yang 85%. Ini mengindikasikan bahwa meskipun secara tekstur batuan mendukung pembongkaran, namun kombinasi desain peledakan dan kontrol energi masih belum optimal, terutama dalam mengelola bidang lemah alami di dalam batuan blocky.

Pengaruh lain dari struktur batuan terhadap fragmentasi adalah terhadap lokasi inisial point (IP). IP yang diletakkan tanpa mempertimbangkan arah kekar dapat menyebabkan propagasi gelombang ledakan menjadi tidak merata. Hal ini sesuai dengan teori Konya dan Walter (1990), yang menyatakan bahwa inisial point sebaiknya diletakkan pada freeface yang searah dengan bidang lemah agar distribusi energi peledakan dapat berlangsung maksimal.

Berdasarkan diagram tersebut, terlihat bahwa kekar SJ1 memiliki frekuensi tertinggi dan menjadi sistem kekar paling dominan, yang dapat berperan sebagai bidang lemah alami dalam batuan. Keberadaan kekar dan rekahan ini akan berpengaruh terhadap hasil peledakan, karena arah dan distribusi energi ledakan akan mengikuti bidang lemah yang tersedia. Jika arah peledakan selaras atau mendekati orientasi bidang kekar, maka energi dapat terdistribusi lebih optimal. Sebaliknya, arah peledakan yang tidak memperhitungkan struktur kekar dapat menyebabkan hilangnya sebagian energi akibat penyebaran energi yang tidak efisien. Pengaruh struktur batuan terhadap fragmentasi dimana akan mempengaruhi penentuan arah peledakan, sedangkan arah peledakan akan mempengaruhi hasil dari fragmentasi itu sendiri. Penentuan arah peledakan diharuskan searah dengan arah tegasan struktur, dikarenakan arah tegasan struktur merupakan bidang lemah, sehingga energi ledak yang dihasilkan akan terdistribusi secara merata apabila arah peledakan berlawanan dengan arah peledakan struktur maka energi peledakan yang dihasilkan tidak terdistribusi secara optimal. Struktur kekar dan retakan batuan di lokasi penelitian menjadi jalur lemah alami tempat energi ledakan menyebar. Ketika peledakan dilakukan pada batuan yang banyak memiliki kekar, energi ledakan akan menyebar melalui retakan ini dan menyebabkan over-break atau hasil fragmentasi yang tidak seragam. Hal ini dapat menyebabkan batuan menjadi terlalu kecil (*overbreak*) atau terlalu besar jika energi menyebar tidak merata (*underbreak*). Jika dilihat berdasarkan struktur batuan pada lokasi peledakan pada pengamatan 6 mendapatkan hasil fragmentasi yang lebih kecil dengan hasil fragmentasi pengamatan 8 hal ini dipengaruhi oleh penentuan arah peledakan dimana pada pengamatan 8 penentuan IP searah dengan arah tegasan sehingga pada distribusi energi peledak dapat terdistribusikan secara optimal, sedangkan pada pengamatan 6 sendiri pada penentuan IP berlawanan dengan arah tegasan sehingga dalam distribusi energi peledak tidak terdistribusikan secara optimal sehingga nilai fragmentasi yang lebih besar.

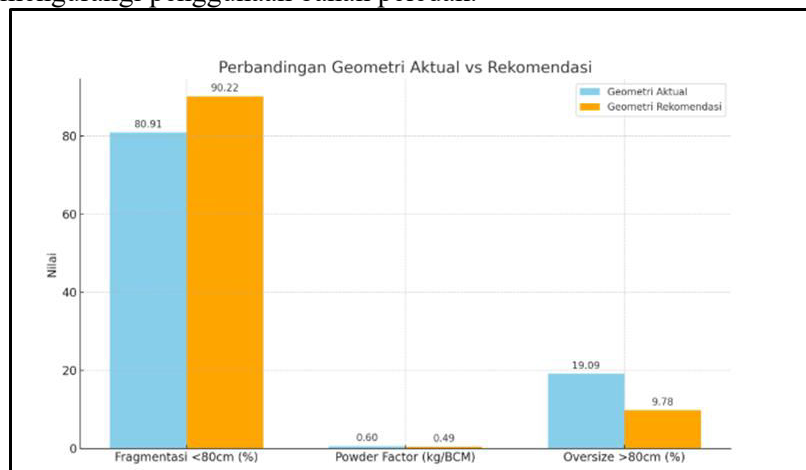
Perbandingan Geometri Aktual dan Rekomendasi

Dari hasil analisis stereografis untuk mengetahui potensi jenis longsoran menurut *Hoek and Bray* tahun 1981 dilihat dari arah umum struktur dan juga orientasi lereng yang nantinya diklasifikasikan Perbandingan antara hasil peledakan aktual dengan aktual rekomendasi untuk geometri peledakan berdasarkan hasil pengamatan dengan geometri 2 meter x 2,5 meter. Dengan geometri aktual rekomendasi didapatkan burden 1,97 m, spasi 3,23 m. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, rata-rata burden aktual sebesar 1,97 meter dan spasi sebesar 2,40 meter, dengan kedalaman lubang bor sekitar 11,65 meter. Meskipun selisih antara burden aktual dan rencana hanya sekitar 0,03 meter,

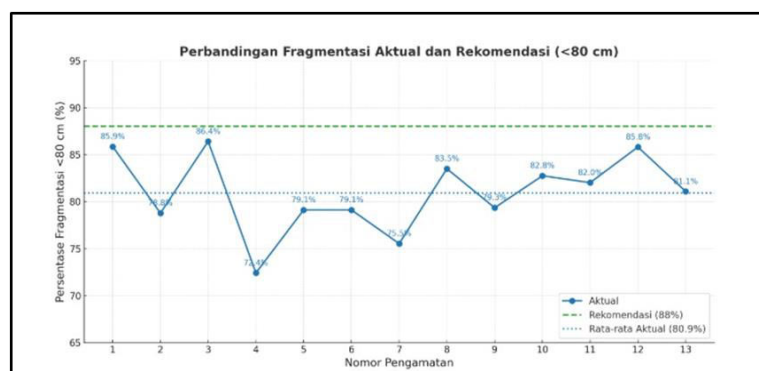
namun variasi yang terjadi di lapangan cukup signifikan dan berdampak terhadap hasil peledakan. Fragmentasi yang dihasilkan dari geometri aktual menunjukkan bahwa ukuran batuan hasil peledakan banyak yang melebihi 80 cm, sehingga tidak memenuhi target perusahaan yaitu fragmentasi <80 cm sebesar 85%

Berdasarkan perbandingan antara hasil geometri aktual dengan nilai powder factor 0,66 Kg/Bcm, sedangkan untuk hasil dari geometri rekomendasi didapat nilai powder factor 0,49 Kg/Bcm. Nilai Powder Factor (PF) akan menjadi acuan untuk penggunaan bahan peledak, jika nilai PF besar terlalu besar maka akan menyebabkan banyak energi hilang atau loss energy dan sebaliknya apabila nilai PF terlalu kecil akan menyebabkan energi yang dihasilkan semakin kecil sehingga akan terjadi banyak material yang oversize. Pada nilai isian bahan peledak akan sangat mempengaruhi hasil ukuran fragmentasi yang akan diledakkan.

Fragmentasi hasil peledakan aktual rata – rata ukuran <80 cm didapatkan nilai 80,91% dan nilai >80 cm 19,02%, sedangkan untuk hasil geometri rekomendasi didapatkan untuk ukuran < 80 cm 90,22% dan > 80 cm 9,78%. Nilai fragmentasi harus <80 cm dikarenakan untuk ukuran mulut jaw crusher maksimal 80cm sehingga untuk ukuran > 80cm tidak akan masuk kedalam mulut jaw crusher dan tidak akan dapat dilakukan proses selanjutnya. Berdasarkan nilai powder factor dan hasil fragmentasi yang dihasilkan, maka dapat dilihat bahwa nilai yang optimal dari geometri rekomendasi dikarenakan dengan nilai powder factor 0,49 Kg/Bcm dapat menghasilkan hasil fragmentasi 90,22%, sehingga dapat mengurangi penggunaan bahan peledak.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Geometri Aktual Dan Rekomendasi



Gambar 7. Grafik Perbandingan Fragmentasi Aktual Dan Rekomendasi.

D. Kesimpulan

Dari hasil kegiatan penelitian yang kemudian dilakukan pengolahan data, terdapat beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Geometri peledakan yang digunakan PT Mandiri Sejahtera Sentra yaitu dengan burden 2 meter

- spasi 2,5 meter, dengan kedalaman 12 meter. Namun pada kondisi aktual dilapangan rencana geometri peledakan tidak sesuai dengan rencana didapatkan rata – rata burden 1,97 meter, spasi 2,40 meter, dengan kedalaman 11,65 meter.
2. Untuk fragmentasi hasil peledakan berdasarkan software Wipfrag 3.3 yang dengan 13 pengamatan fragmentasi didapatkan rata – rata ukuran fragmentasi < 80 cm yaitu 80,91%. Dimana dengan hasil ini tidak tercapai target dari perusahaan karena target yang ingin dicapai ialah 85% fragmentasi < 80 cm. Jika dilihat dari pengamatan hanya pada pengamatan 1, 3 dan 12 yang mencapai target melebihi 85%.
 3. Struktur batuan di lokasi penelitian diklasifikasikan sebagai blocky dengan joint plane spacing kategori intermediate dan joint plane orientation dip into face. Kondisi ini berpengaruh terhadap penyebaran energi peledakan dan hasil fragmentasi.
 4. Nilai powder factor aktual yang didapat pada saat melakukan penelitian yaitu sebesar 0,66 kg/m³. Jika dibandingkan dengan dengan rekomendasi yang mendapatkan nilai PF sebesar 0,49 kg/m³.
 5. Rekomendasi geometri peledakan berdasarkan pendekatan metode C.J Konya didapatkan burden 1,97 meter, spasi 3,20 meter, kedalaman 12 meter, stemming 1,94 meter.
 6. Fragmentasi hasil peledakan aktual rata – rata ukuran < 80 cm didapatkan nilai rata-rata 81,04% dan nilai >80 cm 18,96%, sedangkan untuk hasil geometri rekomendasi didapatkan untuk ukuran < 80 cm 90,22% dan > 80 cm 9,78%.

Ucapan Terimakasih

Dari penelitian ini, penulis banyak mengucapkan banyak terimakasih telah membantu dan menyelesaikan penelitian ini kepada:

1. Keluarga Tersayang

Penyusun mempersembahkan kepada ayah dan ibu selaku kedua orang tua yang sudah sangat memberikan support baik moral dan moril dalam penyusunan penelitian ini terhadap penyusun yang akhirnya dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

2. Keluarga Asisten Laboratorium Tambang Unisba

Penyusun sangat berterimakasih terhadap keluarga asisten dari Laboratorium Tambang Unisba yang telah mengajarkan saya arti suatu team dalam suatu Lembaga. Dalam hal ini, penyusun sangat berterimakasih karena memberikan semangat yang sangat besar serta membantu dalam menyelesaikan pengerjaan penelitian ini.

3. Keluarga Teknik Pertambangan Angkatan 2019

Penelitian ini juga penyusun persembahkan terhadap keluarga tersayang tambang 2019 yang sudah memberikan dukungan yang lebih terhadap penyusun, serta memberikan kenangan yang indah terhadap penyusun untuk menyelesaikan pengerjaan penelitian ini.

4. Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Unisba

Penyusun mempersembahkan penelitian ini untuk dosen-dosen Unisba yang sangat penyusun banggakan yaitu Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T., selaku pembimbing Bapak Ir. Dono Gunto S.T., M.T., Ibu Elfida Moralista, S.Si., M.T., Bapak Ir. Zaenal, M.T., Bapak Noor Fauzi Isnarno, S.Si., M.T., yang senantiasa memberikan arahan serta ilmu pengetahuan, dan semangat terhadap penyusun untuk menyelesaikan perkuliahan dan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Alif Dhito Renaldhy, Sri Widayati, & M.Rahman Ardhiansyah. (2024). Desain Teknis Pemanfaatan Lahan Bekas Tambang PT. Gunung Kulalet. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 143–150. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i2.5216>
- Awliya, U. T., Zaenal, N., & Fauzi, I. (2025). *Analisis Investasi dan Kelayakan Ekonomi Penambangan Batubara pada PT XYZ*. <https://journal.sbpubliher.com/index.php/minetech>
- Rafly Aditya Pratama, Solihin, & Yunus Ashari. (2024). Analisis Kinerja Crushing Plant untuk Mencapai Target Produksi Batu Andesit. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 103–108. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i2.5030>

- Aditya, Moch Alwi. (2021). “Kajian Peledakan Untuk Memperbaiki Powder Factor Dan Fragmentasi Batuan Di PT Nusantara Swedesi mining Kecamatan Plered Kabupaten Purwakarta Provinsi Jawa Barat”. Akademi Geologi Pertambangan (AGP).
- Bhandari, S. (1997). “Engineering Rock Blasting Operation”. Taylor & Francis.
- Bilgin, H. (1991). Single hole test blasting at an open pit mine in full scale: a case study. *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*, 5(4), 191–19.
- Cunningham, CVB., (1983). The Kuz-Ram Model For prediction of Fragmentation from Blasting. *Proc. 1st.Symposium on Rock Fragmentation by Blasting*. Lulea, Sweden, 2, 439 – 453.
- F. Rosyad, Zaenal, Solihin. (2015). Evaluasi Geometri Peledakan untuk Menghasilkan Fragmentasi yang diinginkan pada Kegiatan Pemberaian Batuan Andesit di PT. Mandiri Sejahtera Sentra, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat.
- Firman Aulia, (2020). “Evaluasi Nilai Powder Factor Untuk Peningkatan Produksi Peledakan Quarry Batu Andesit di PT. Arga Wastu Desa santan Kecamatan Sluke, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah” Program Studi Teknik Pertambangan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Hustrulid, W. A. (1999). *Blasting Principles for Open Pit Mining*, Volume 1 & 2. Rotterdam: A.A. Balkema.
- Kepmen Nomer 1827/K/Mem,2018, “Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik”
- Kuznetsov, V. M. (1973). The mean diameter of the fragments formed by blasting rock. *Soviet mining science*, 9(2).
- Konya, CJ. And Walter Ej, (1990), “Surface Blast Design”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey
- Isdianto, Ibnu. (2016). “Analisis Peledakan Untuk Mendapatkan Fragmen yang Diinginkan Pada Tambang Batubara” Jurusan Teknik Pertambangan Sekolah Tinggi Teknologi Nasional (STTNAS): Yogyakarta
- Bhandari, S. (1997). “Engineering Rock Blasting Operation”. Taylor & Francis.
- Irawan Jimmy dkk, (2020) “Kajian Teknis Geometri Peledakan Dan Powder Factor Terhadap Fragmentasi di PT. Semen Padang”. Universitas Negeri Padang.
- Koesnaryo. S. (2001). “Teori Peledakan”, Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.
- Koesnaryo, S. (1988). “Bahan Peledak dan Metode Peledakan”. Fakultas Teknologi Mineral UPN Veteran: Yogyakarta.
- Nurhakim, Ditta Listine, Marelinus. (2015). “Studi Teknis Penentuan Geometri Peledakan Dan Powder Factor (PF) Pada Pembongkaran Bijih Besi Di PT Putera Bara Mitra, Desa Mentawakan Mulya Kec. Mentawe, Kab. Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan”, Universitas Lambung Mangkurat: Kalimantan Selatan.
- Moelhim Karthodharmo, Irwandy Arif, Suseno Kramadibrata. “Teknik Peledakan”, Diktat Kuliah Jilid I, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung.
- Riadi, Ocky Pradikha, Toha, M. Taufik, & Bochori, Bochori. (2018).”Kajian Teknis Fragmentasi Hasil Peledakan Lapisana Tanah Penutup Terhadap Produktivitas Excavator pada Tambang Batubara PT BUMA – DAHANA (Persero) Jobsite Adaro, Kalimantan Selatan”. Universitas Sriwijaya.
- Safarudin, Purwanto, Djamaluddin. (2016.) “Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Dingging time Material Blasting”. Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Wiliam Hans, (2023). “Analisis Pengaruh Faktor Isian Terhadap Hasil Fragmentasi Pada Kegiatan Peledakan di PT. Putra Perkasa Abadi Site PT. BIB”. Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.