

# STUDI KEBERHASILAN GEOMETRI PELEDAKAN TERHADAP *FLY ROCK* HASIL PELEDAKAN PT KALIMANTAN PRIMA PERSADA SITE RANTAU KABUPATEN TAPIN

Agus Salim Suardi<sup>[1]</sup>, Alfian Nawir<sup>[2]</sup>

<sup>[1,2]</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

<sup>a</sup>email: [agussalimsuardi16@gmail.com](mailto:agussalimsuardi16@gmail.com)

## ABSTRAK

Pada kegiatan penambangan, peledakan merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk pembongkaran material. Ukuran keberhasilan peledakan dapat dilihat dari ketercapaian target produksi, efisiensi bahan peledak, *fly rock* yang dihasilkan dan pengaruhnya terhadap lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui geometri peledakan ideal menurut C.J Konya dan untuk mengetahui *powder factor* ideal menurut C.J Konya. Penelitian ini dilakukan dengan cara menganalisis geometri yaitu spasi lubang bor, *burden*, *stemming*, kedalaman lubang bor, diameter lubang bor yang diukur menggunakan *roll meter*. Metode yang digunakan adalah C.J Konya dan Richard & Moore. Penelitian ini menunjukkan hasil yaitu geometri dan bahan peledak sangat memengaruhi hasil peledakan yang dilakukan dengan ukuran *burden*, kedalaman lubang bor, panjang kolom isian, tinggi jenjang dan *subdrilling* yaitu 8 m, 8,5 m, 9 m, 5,2 m dan 0 m dengan hasil aktual 9 m, 9 m, 2,5 m dan 0 m. Menggunakan bahan peledak amonium nitrat fuel oil (ANFO), *fly rock* yang terjadi akibat dari peledakan yaitu sejauh 74m secara aktual dan secara teori didapatkan secara matematis sejauh 64m. Dari hasil yang didapat yaitu ke peledakan yang digunakan tidak dapat memenuhi perencanaan hasil peledakan yaitu 467.58 ton/bulan, dimana produksi *crusher* per hari yaitu 15,586 ton.

**Kata Kunci:** kegiatan peledakan; geometri; bahan ledak; *fly rock*; target produksi.

*ABSTRACT: In mining activities, blasting is one of the methods that can be used to dismantle materials. Measuring the success of blasting can be seen from the achievement of production targets, the efficiency of explosives, the fly rock produced and its impact on the environment. The purpose of this study was to determine the ideal blasting geometry according to C.J Konya and to determine the ideal powder factor according to C.J Konya. This research was conducted by analyzing the geometry, namely drill hole spacing, loads, stemming, drill hole depth, drill hole diameter as measured using a roll meter. The method used was C.J Konya and Richard & Moore. This research shows that the geometry and materials of the blasting greatly affect the results of the blasting which is carried out with the size of the load, the depth of the borehole, the length of the filled column, the height of the ladder and the subdrilling, namely 8 m, 8.5 m, 9 m, 5.2 m and 0 m with actual results of 9 m, 9 m, 2.5 m and 0 m. Using the explosive material ammonium nitrate fuel oil (ANFO), the fly rock that occurs as a result of the explosion is actually 74m away and theoretically as far as 64m mathematically. From the results obtained, namely the blasting used cannot meet the blasting results of blasting, namely 467.58 tons / month, where the crusher production per day is 15.586 tons.*

**Keywords:** *blasting activity; geometry; explosives; fly rock; production target*

## 1. PENDAHULUAN

*Fly rock* yang terlempar terlalu jauh saat peledakan dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti kurangnya material penyumbat (*stemming*) di lubang ledak, rasio *burden* dan diameter lubang ledak yang tidak ideal (Afrouz et al., 2013), atau keberadaan zona lemah pada batuan. Untuk mencegah *fly rock* dan meminimalisir dampak negatifnya, perusahaan melakukan serangkaian persiapan matang sebelum kegiatan peledakan. Persiapan tersebut meliputi optimalisasi kedalaman lubang ledak, penentuan pola peledakan yang tepat, perancangan pola pemboran yang akurat, dan perhitungan yang cermat pada *charging sheet* (Chakraborty et al., 2012)(Herman et al., 2015)

Berdasarkan observasi lapangan, lemparan *fly rock* terjauh mencapai 74 meter. Mengacu pada metode yang diusulkan oleh Adrian J. Moore dan Alan B. Richard (Moore, 2012), radius aman untuk alat ditetapkan dua kali lipat dari jarak lemparan terjauh, yaitu 148 meter. Penetapan jarak aman ini bertujuan untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak terduga. Sejauh ini, belum ditemukan laporan kerusakan bangunan atau korban jiwa akibat *fly rock*. Perlu dicatat bahwa Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827K/30/MEM Tahun 2018 (Sumber Daya

Mineral Republik Indonesia, 2018) menetapkan radius aman untuk alat dan manusia masing-masing sebesar 300 meter dan 500 meter dari pusat ledakan. Namun, peraturan tersebut juga menyebutkan bahwa jarak aman dapat disesuaikan berdasarkan kajian teknis yang komprehensif. Berdasarkan hal tersebut, Penulis melakukan penelitian ini dengan judul analisis pengaruh geometri peledakan terhadap *fly rock* hasil peledakan agar mengetahui hal-hal apa yang dilakukan perusahaan sehingga *fly rock* yang terjadi akibat dari peledakan tidak merusak bangunan, lereng alat *loading & hauling* pada area penambangan tersebut.

## 2. METODE

Penelitian ini diawali dengan studi literatur sebagai dasar teoritis, dilanjutkan dengan pengambilan data di lapangan, pengolahan data, analisis data, dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan. Observasi langsung di lokasi penambangan dilakukan untuk mengamati geometri peledakan yang diterapkan, meliputi parameter *burden*, *stemming*, *diameter* lubang ledak, spasi, kedalaman lubang ledak, dan *powder factor*. Penentuan titik koordinat jatuhnya *flying rock* memanfaatkan aplikasi *Explore Garmin*, sedangkan jarak lemparan *flying rock* diukur menggunakan *Software Map Source*

Adapun Geometri Peledakan menurut C.J Konya yaitu *Burden*, *Spasi*, *Stemming*, *Subdrilling*, Panjang Kolom Isian dan *Powder Factor* (Konya & others, 1991).

### **Powder Factor**

*Powder factor* adalah suatu bilangan untuk menyatakan jumlah material yang diledakkan atau dibongkar oleh bahan peledak dalam jumlah tertentu, dapat dinyatakan dalam ton/kg atau kg/ton. Untuk menghitung *Powder factor* (F) menggunakan persamaan

$$(F) = \frac{E}{WB} \quad (1)$$

Dimana E adalah Jumlah bahan peledak (Kg), WB adalah volume batuan yang diledakkan tiap lubang.

### **Flying Rock**

Mekanisme *fly rock* yang diakibatkan oleh *rifling* cenderung menghasilkan lemparan dengan sudut elevasi tinggi. Sementara itu, fenomena *face burst* dan *crater* dapat menyebabkan lemparan material pada sudut rendah, yang berpotensi menjangkau jarak lebih jauh dan meningkatkan risiko bahaya (Brent et al., 2002). Fenomena *face burst* dan *cratering* perlu mendapat perhatian khusus karena dampaknya yang signifikan. Identifikasi dini terhadap potensi terjadinya kedua fenomena tersebut sangat krusial dalam upaya mitigasi risiko dan peningkatan keselamatan di area peledakan (Wang, 2013)

### **Target Produksi**

Target produksi merupakan sesuatu hal yang diharapkan dapat dicapai oleh suatu industri manufaktur, khususnya industri yang terfokus pada kegiatan memproduksi suatu produk jadi dan proses produksi yang ada bersifat kontinyu. Untuk menghitung target produksi sebenarnya dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Plubang} = \text{Phari} \times 1 \text{ bulan kerja} \quad (2)$$

## 3. HASIL

Adapun Geometri Peledakan yang didapatkan dilapangan, rancangan perusahaan dan teori menurut C.J Konya dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini:

**Tabel 1.** Geometri Peledakan Usulan, Aktual, dan Teori

Geometri	Rancangan Perusahaan	Aktual	Teori
Diameter Lubang (De)	4 Inch	4 Inch	4 Inch
<i>Burden</i> (B)	8 meter	9 meter	2,6 meter
Spasi (S)	10 meter	8 meter	3,7 meter
Kedalaman Lubang (L)	8,5 meter	9 meter	6,7 meter
<i>Stemming</i> (T)	3,3 meter	3,5 meter	1,8 meter

Kolom Isian (PC)	9 meter	2,5 meter	4,9 meter
Tinggi Jenjang (H)	5,2 meter	5,2 meter	6 meter
<i>Subdrilling</i> (J)	0 meter	0 meter	0,7 meter
<i>Specify Gravity</i> (SG)	0,81 ton/bcm	0,81 ton/bcm	0,81 ton/bcm
Densitas Batuan	8,92 ton/m <sup>3</sup>	8,92 ton/m <sup>3</sup>	8,92 ton/m <sup>3</sup>
Volume Peledakan (V)	3710,7 ton	333,9 ton	574,8 ton
<i>Loading Density</i> (de)	3,26 g/m	3,26 g/m	3,26 g/m
Jumlah Bahan Peledak (E)	29,34 kg	8,15 kg	15,9 kg
<i>Powder factor</i> (PF)	0.11 kg/m <sup>3</sup>	0,21 kg/m <sup>3</sup>	0,24 kg/m <sup>3</sup>

Perbedaan yang cukup signifikan ini terjadi karena penerapan geometri yang dilakukan tidak sesuai yang direncanakan atau yang ditetapkan oleh PT Kalimantan Prima Persada sehingga hasil yang didapatkan pun jauh dari perencanaan.

### **Powder Factor**

Seperti yang diketahui *powder factor* adalah suatu bilangan untuk menyatakan jumlah material yang diledakkan atau dibongkar oleh bahan peledak dalam jumlah tertentu, dapat dinyatakan dalam ton/kg atau kg/ton. Dimana cara perhitungan *powder factor* secara teori sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 (F) &= \frac{E}{WB} \\
 &= \frac{15,9 \text{ Kg}}{64,45 \text{ m}} \\
 &= 0,24 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan *powder factor* berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian secara teori diperoleh hasil *powder factor* adalah 0,24 kg/m<sup>3</sup>

### **Flying Rock**

Adapun Koordinat titik peledakan yang didapat dilapangan dengan menggunakan aplikasi *Explore Garmin* kemudian menggunakan *Software map source* untuk mengetahui jarak lemparan *fly rock*, adapun tabel titik koordinatnya sebagai berikut:

**Tabel 2.** Titik Koordinat *fly rock* dan titik koordinat lubang ledak

No	Titik Koordinat		Jarak Lemparan (m)	Dimensi Batuan (cm x cm)
	L. Peledakan	<i>Fly rock</i>		
1	50 M 304540	50 M 304490	74	5 x 8
	UTM 9676372	UTM 9676353		
2	50 M 0302383	50 M 0304382	58	3 x 5
	UTM 9678288	UTM 9676351		

Dari tabel di atas data peledakan menunjukkan jarak *fly rock* terjauh mencapai 74 meter. Berdasarkan hasil ini, ditetapkan radius aman sebesar 148 meter, atau dua kali jarak *fly rock* terjauh. Sebelumnya, jarak *fly rock* yang tercatat berkisar antara 50 hingga 100 meter. Perhitungan teoritis menggunakan persamaan Richard and Moore dari teori C.J. Konya untuk memprediksi jarak *fly rock*.

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{K^2}{SH} \left( \frac{\sqrt{m}}{SH} \right) \\
 &= \frac{23,52^2}{9,8} \left( \frac{\sqrt{2,5}}{1,8} \right)^{2,6} \\
 &= 56,35 \times 0,71 \\
 &= 40 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### **Face Burst**

2,6

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{K^2}{SH} \left( \frac{\sqrt{m}}{B} \right) \\
 &= \frac{23,52^2}{9,8} \left( \frac{\sqrt{2,5}}{2} \right)^{2,6} \\
 &= 56,35 \times 0,54 \\
 &= 30 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dengan teori Richards and Moore pada geometri rancangan C.J. Konya (Moore, 2012), diperoleh prediksi jarak *face burst* sebesar 40-meter dan *cratering* sebesar 30 meter. Karena lubang tembak dirancang dengan kemiringan 90°, maka nilai *rifling* adalah 0.

**Tabel 3.** Teori Richards and Moore (2005) dan C.J. Konya

<i>Face Burst</i> (m)	<i>Cratering</i> (m)	<i>Rifling</i> (m)
30 m	40 m	-

Berdasarkan hasil prediksi dengan teori C.J. Konya, konfigurasi *stemming* 1,8-meter menghasilkan jarak *fly rock* terpendek dan paling optimal, yaitu 30 meter. Dengan demikian, radius aman di PT. Kalimantan Prima Persada dapat direduksi menjadi 60 meter (dua kali jarak *fly rock* prediksi).



**Gambar 1.** Radius aman manusia secara aktual

### Target Produksi

$$\begin{aligned}
 \text{Plubang} &= \text{Phari} \times 1 \text{ bulan kerja} \\
 &= 15,586 \text{ ton/hari} \times 30 \text{ hari} \\
 &= 467.58 \text{ ton/bulan}
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan target produksi diatas didapatkan target produksi 467.58 ton/bulan, dimana produksi *crusher* per hari yaitu 15,586 ton.

### PEMBAHASAN

Geometri teori yang dihitung menggunakan persamaan dengan ketetapan C.J Konya didaptkan hasil yaitu diameter lubang ledak sebesar 4 inch, burden sebesar 2,6 meter, spasi sebesar 3,7 meter, *stemming* 1,8 meter, *subdrilling* sebesar 0,7 meter, kedalaman lubang ledak sebesar 6,7 meter, tinggi jenjang sebesar 6 meter, panjang kolom isian sebesar 4,9 meter, *specify gravity* atau massa jenis relatif bahan peledak sebesar 0,81 ton/bcm dan densitas batuan sebesar 8,92 ton/m<sup>3</sup> dan densitas batuan sebesar 8,92 ton/m<sup>3</sup>. dan hasil volume batuan hasil peledakan sebesar 574,8 ton, *loading density* atau perhitungan untuk menghitung jumlah bahan ledak yang dimasukkan per meter panjang kolom isian didapatkan hasil bahan peledak yang digunakan untuk setiap lubang ledak adalah 3,26 g/m, jumlah bahan peledak pada setiap lubang menggunakan persamaan dengan hasil dari *loading density* dengan panjang kolom isian didapatkan hasil jumlah bahan peledak yang digunakan tiap lubang ledak adalah 15,9 kg dan *powder factor* didapatkan hasil yaitu 0,24 kg/m<sup>3</sup>.

Berdasarkan perhitungan dengan metode C.J. Konya, penulis merekomendasikan geometri peledakan dengan burden 2 m, spasi 3,7 m, *stemming* 1,8 m, kedalaman lubang tembak 6 m, kolom isian 4,9 m, dan diameter 4 inci.

Untuk meminimalisir lemparan batuan, diusulkan dua strategi utama: Optimasi *Stemming*: Menutup lubang ledak dengan material *stemming* yang dipadatkan dengan baik dan berukuran tepat. Hal ini

bertujuan untuk mengurung energi ledakan secara optimal di dalam lubang dan mengarahkannya untuk memecah batuan ke arah samping, bukannya keluar sebagai fly rock. Uji Coba Variasi Stemming: Melakukan uji coba lapangan dengan mengubah parameter stemming, seperti panjang atau jenis material, untuk menemukan konfigurasi yang paling efektif dalam mengurangi jarak lemparan batuan.

Penulis menemukan bahwa penggunaan *Powder Factor* di lapangan, yaitu 0,11 kg/m<sup>3</sup>, menghasilkan lemparan batuan (*fly rock*) terjauh sejauh 74 meter. Meskipun tergolong aman, analisis dengan teori C.J. Konya menunjukkan potensi *fly rock* mencapai 60-meter dengan PF 0,24 kg/m<sup>3</sup> dan penggunaan bahan peledak 15,9 kg per lubang. Berdasarkan hubungan antara PF yang lebih rendah dengan jarak *fly rock* yang lebih pendek, penulis merekomendasikan perusahaan untuk mengurangi PF guna meningkatkan keamanan peledakan. Sementara itu, perhitungan target produksi menunjukkan bahwa *crusher* 1 dan 9 masing-masing menargetkan 11.020 MT/hari dan 4.566 MT/hari, sehingga total produksi gabungan mencapai 15.586 MT/hari. Dengan mempertimbangkan jam kerja, total produksi bulanan *crusher* 1 dan 9 mencapai 467.58 ton.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengkaji optimasi geometri peledakan untuk meminimalisir lemparan batuan (*fly rock*) dan mencapai target produksi di lokasi tambang. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode C.J. Konya dan data lapangan terkait penggunaan bahan peledak serta jarak *fly rock*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rekomendasi geometri peledakan berdasarkan metode C.J. Konya adalah burden 2 m, spasi 3,7 m, *stemming* 1,8 m, kedalaman lubang tembak 6 m, kolom isian 4,9 m, dan diameter lubang ledak 4 inci. *Stemming* yang dipadatkan dengan baik dan penggunaan material berukuran tepat sangat penting untuk mengendalikan energi ledakan dan meminimalisir *fly rock*. Hubungan *Powder Factor* dan *Fly Rock* menunjukkan erdapat korelasi positif antara *Powder Factor* (PF) dengan jarak *fly rock*. PF yang lebih rendah menghasilkan jarak *fly rock* yang lebih pendek. Meskipun PF di lapangan (0,11 kg/m<sup>3</sup>) menghasilkan jarak *fly rock* yang relatif aman (74 meter), disarankan untuk mengurangi PF lebih lanjut guna meningkatkan faktor keamanan. Target produksi gabungan *crusher* 1 dan 9 adalah 15.586 MT/hari atau 467.58 ton/bulan. Berdasarkan hasil penelitian, direkomendasikan untuk melakukan uji coba lapangan dengan variasi parameter *stemming* untuk menemukan konfigurasi optimal yang dapat meminimalisir jarak *fly rock* secara efektif. Mengkaji ulang dan menurunkan *Powder Factor* yang digunakan pada peledakan berikutnya dengan tetap memperhatikan target fragmentasi dan keamanan. Memantau secara ketat jarak *fly rock* dan karakteristik fragmentasi pada setiap peledakan untuk mengevaluasi efektivitas perubahan geometri peledakan dan PF. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan parameter peledakan lainnya, seperti jenis bahan peledak dan waktu inisiasi, serta mempertimbangkan faktor geologi dan lingkungan di sekitar lokasi tambang.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak PT Kalimantan Prima Persada Site Rantau Kabupaten Tapin Provinsi Kalimantan Prima Persada atas izinnya melakukan pengambilan data penelitian dan semua pihak yang turut membantu dan mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afrouz, A., Hassani, F., & Úcar, R. (2013). An investigation into blasting design for mining excavations. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 113(8), 617–625.
- Brent, G. F., Smith, G. E., & Lye, G. N. (2002). Studies on the Effect of Burden on Blast Damage and the Implementation of New Blasting Practices to Improve Productivity at {KCGMs Fimiston Mine}. *Fragblast*, 6(2), 189–206. <https://doi.org/10.1076/frag.6.2.189.8665>
- Chakraborty, A. K., Raina, A. K., Ramulu, M., & Singh, D. (2012). Parametric study to develop guidelines for blast fragmentation improvement in jointed and massive formations. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 112(9), 811–819.
- Herman, Widodo, S., & Nurwaskito, A. (2015). Analisis Pengaruh Kedalaman Lubang Ledak, Burden Dan Spacing Terhadap Perolehan Fragmentasi Batugamping. *Jurnal Geomine*, 3(1), 184–188.



- Konya, C. J., & others. (1991). *Rock Blasting and Overbreak Control*. US Department Of Transportation.
- Moore, A. J. (2012). *Explosives and Rock Blasting*. CRC Press.
- Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, K. E. (2018). *Peraturan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik*. [https://jdih.esdm.go.id/storage/document/Permen 1827 K 30 MEM 2018.pdf](https://jdih.esdm.go.id/storage/document/Permen%201827%20K%2030%20MEM%202018.pdf)
- Wang, J. W. (2013). The Applied Research of Loose Blasting Technique in Managing Crushing Accident of Fully Mechanized Coal Mining Face. *Resources and Sustainable Development*, 734, 863–867. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.734-737.863>