

## GEOMETRI DAN FRAGMENTASI BATUAN HASIL PELEDAKAN MENGUNAKAN METODE KUZ-RAM

Septi Wulandari<sup>1</sup>, Muhammad Fadil Bellico<sup>1</sup>, Dedy Yuli Ariadi<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi: [septiwulandari@itny.ac.id](mailto:septiwulandari@itny.ac.id)

### ABSTRAK

Peledakan merupakan salah satu rangkaian dalam kegiatan penambangan yang bertujuan untuk memberai batuan agar memudahkan dalam proses penggalian batuan penutup. Salah satu tolak ukur untuk keberhasilan dari peledakan adalah tingkat keseragaman batuan hasil peledakan atau fragmentasi. Target fragmentasi batuan hasil peledakan di PT. X mempunyai target untuk ukuran batuan lebih dari 50 cm adalah kurang dari 15%. Perubahan geometri peledakan dilakukan dengan *trial* menjadi ukuran *burden* 5,5 meter, spasi 5,5 meter, *depth* 5 meter, dan pola pengeboran bujur sangkar zig zag menghasilkan estimasi ukuran fragmentasi batuan lebih dari 50 cm adalah 10,78% berdasarkan metode Kuz-Ram. Berdasarkan simulasi dan estimasi tersebut diterapkan pada peledakan yang dilaksanakan selama periode 1 bulan, hasil yang diperoleh adalah fragmentasi dengan ukuran material lebih dari 50 cm sebesar 9,92%. Hasil tersebut memenuhi target perusahaan dan sesuai dengan estimasi Kuz-Ram dengan akurasi estimasi sebesar 92,02%.

**Kata kunci:** Fragmentasi, Geometri Peledakan, Kuz-Ram

### ABSTRACT

*Blasting is one of stage from mining activities aimed at destroying rock to facilitate the process of stripping overburden. One measure of the success of a blasting is the level of uniformity of the rock resulting from the explosion or fragmentation. The target for rock fragmentation resulting from blasting at PT. X, the target for rocks measuring more than 50 cm is less than 15%. Changes in blasting geometry were carried out by trial to a load size of 5.5 meters, a spacing of 5.5 meters, a depth of 5 meters, and a square zig zag drilling pattern resulting in an estimated size of rock fragmentation over 50 cm of 10.78% based on the Kuz-Ram method. Based on these simulations and estimates applied to blasting carried out over a period of 1 month, the results obtained were fragmentation with a material size of more than 50 cm of 9.92%. These results meet the company's targets and are in line with Kuz-Ram's estimates with an estimation accuracy of 92.02%.*

**Keywords:** Fragmentation, Blasting Geometry, Kuz-Ram

### PENDAHULUAN

Peledakan merupakan salah satu rangkaian dalam kegiatan penambangan yang bertujuan untuk memberai batuan agar memudahkan dalam proses penggalian batuan penutup. Salah satu tolak ukur untuk keberhasilan dari peledakan adalah tingkat keseragaman batuan hasil peledakan atau fragmentasi. Penentuan fragmentasi ini sangatlah sulit dilakukan mengingat banyaknya faktor yang mempengaruhi hasil peledakan. Beberapa faktor tersebut ialah faktor yang dapat dikontrol dan tidak dapat dikontrol [1], tetapi dengan pendekatan matematis hal tersebut dapat dilakukan dengan batuan *software* penentuan distribusi fragmentasi peledakan secara aktual di lapangan dan juga dengan pendekatan teoritis dapat dibandingkan hasil daripada keduanya.

Target fragmentasi batuan hasil peledakan di PT. X adalah ukuran batuan lebih dari 50 cm sebesar kurang dari 15%. Berdasarkan analisis hasil fragmentasi yang dilaksanakan pada triwulan 2 tahun 2024 fragmentasi yang ditargetkan tidak terpenuhi sehingga diperlukan kajian terhadap geometri peledakan. Prediksi ukuran fragmentasi menggunakan metode Kuz-Ram dengan *software* analisis fragmentasi. Metode Kuz-Ram merupakan metode yang menentukan tingkat kelulusan dari proses peledakan dengan ukuran-ukuran tertentu pada saringan [2]. Salah satu kelebihan dari metode ini adalah proses perhitungannya yang cukup mudah dan juga output yang dihasilkan berupa grafik yang mudah dibaca.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan fragmentasi batuan hasil peledakan yang optimal melalui perubahan geometri dengan menggunakan metode Kuz-Ram.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kausal komparatif yang bertujuan untuk menyelidiki kemungkinan sebab akibat terjadinya sesuatu. Penelitian dilakukan secara kuantitatif yang menggunakan data berupa angka untuk dianalisis.

Variabel yang digunakan dalam penelitian adalah variabel-variabel peledakan antara lain geometri peledakan, ukuran fragmentasi, dan faktor-faktor yang mempengaruhi fragmentasi batuan hasil peledakan [3].

### Geometri Peledakan

Rancangan geometri peledakan dengan metode *trial and error* atau dengan coba-coba berdasarkan *rule of thumb* yang diberikan oleh ICI-Explosive. Perhitungan geometri peledakan dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [4]:

1. Tinggi jenjang (H)
 
$$H = 60d \text{ sampai } 140d \quad (1)$$

2. Burden (B)
 
$$B = 25d \text{ sampai } 40d \quad (2)$$

3. Spasi (S)
 
$$S = 1B \text{ sampai } 1.5B \quad (3)$$

4. Subdrilling (J)
 
$$J = 8d \text{ sampai } 12d \quad (4)$$

5. Stemming (T)
 
$$T = 20d \text{ sampai } 30d \quad (5)$$

6. Powder Factor
 
$$PF = \frac{\text{Berat bahan}}{\text{Volume batuan}} \quad (6)$$

Dengan d adalah diameter lubang ledak.

### Metode Kuz-Ram

Distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan secara teori dapat digunakan persamaan Kuznetsov. Prakiraan ledakan yang mempertimbangkan faktor geologis selain beberapa parameter ledakan lain biasanya dilakukan dengan cara Kuz-Ram [5].

Persamaan Kuznetsov

$$X_m = Ax \left( \frac{V}{Q} \right)^{0,8} \times (Q)^{0,17} \times \left( \frac{E}{115} \right)^{-0,63} \quad (7)$$

Keterangan:

X = Ukuran rata-rata fragmen batuan (cm)

A = Faktor batuan

V = Volume batuan dalam m

Q = Massa bahan peledak per lubang Ledak (kg)

E = (ANFO= 100)

Persamaan Rosin-Ramler

$$R_x = e^{-(X/X_c)^n} \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan:

R<sub>x</sub> = Material yang tertahan (%)

X = ukuran ayakan

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

e = ephsilon = 2,71

n = indeks keseragaman

Persamaan Kuznetsov yang saat ini menjadirumusan atau Kuzram model.

$$n = \left( 2,2 - 14 \frac{B}{De} \right) \times \left( \frac{1+A}{2} \right)^{0,5} \times \left( 1 - \left( \frac{W}{B} \right) \times \left( \frac{PC}{L} \right) \right) \quad (9)$$

Keterangan:

B = Burden

De = Diameter Lubang Ledak

W = Standar Deviasi Kedalaman Lubang Bor

A = Spacing

L = Tinggi Bench

## HASIL DAN ANALISIS

### Geometri Peledakan

Area penelitian pada PT. X yang merupakan salah satu perusahaan pertambangan Batubara. Penelitian dilakukan pada area dengan jenis material *claystone* yang merupakan batuan penutup untuk Seam N dan Seam O. Geometri peledakan yang dipakai oleh perusahaan sebelumnya adalah dengan ukuran *burden* 5 meter, spasi 6 meter, dan *depth* 5 meter menggunakan pola pengeboran persegi panjang zig zag. Selanjutnya, perubahan geometri peledakan dilakukan dengan *trial* untuk mengestimasi fragmentasi sampai memenuhi target perusahaan.

Berdasarkan *rule of thumb* ICI-Explosive perubahan geometri peledakan menjadi ukuran *burden* 5,5 meter, spasi 5,5 meter, dan *depth* 5 meter menggunakan pola pengeboran bujur sangkar zig zag. Adapun panjang kolom isian utama 2,7 meter, *stemming* 2,3 meter, dan *powder factor* 0,18.

Tabel 1. Geometri peledakan

Parameter	Aktual	Trial
Burden (m)	5	5,5
Spasi (m)	6	5,5
Depth (m)	5	5
Pola Pengeboran	Persegi panjang, zig zag	Bujur sangkar, Zig zag

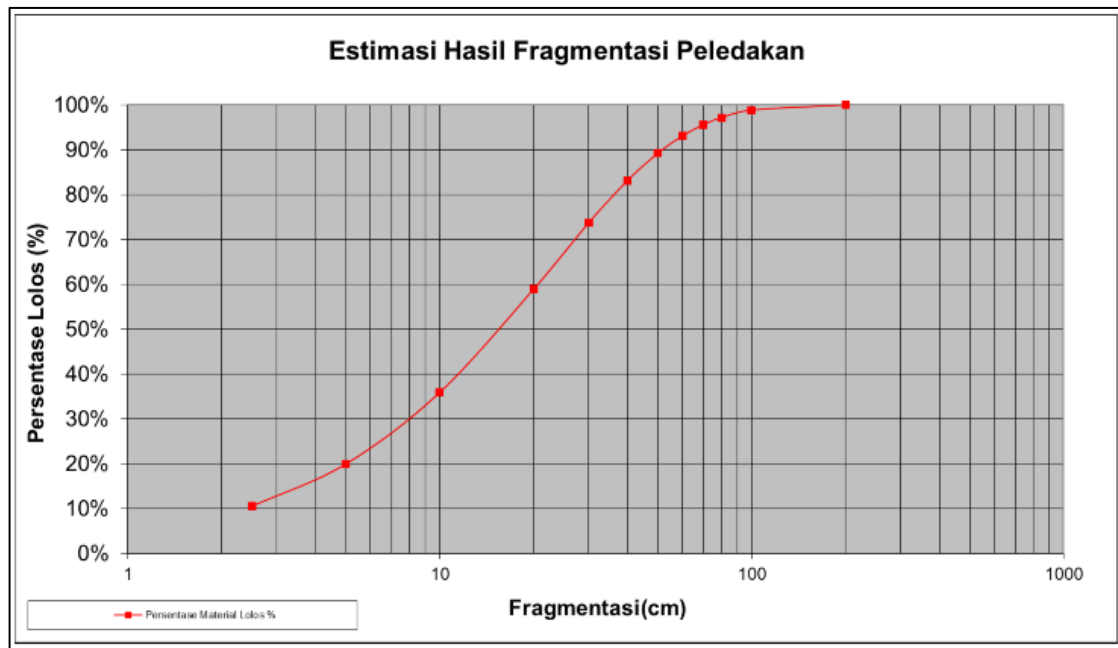
### Fragmentasi Batuan Metode Kuz-Ram

Berdasarkan *trial* geometri peledakan, selanjutnya dilaksanakan perhitungan estimasi fragmentasi hasil peledakan. Prediksi fragmentasi batuan hasil peledakan dihitung dengan menggunakan metode Kuz-Ram (Tabel 2.) sehingga didapatkan presentase fragmentasi untuk masing-masing ukuran.

Prediksi hasil fragmentasi peledakan dengan metode Kuz-Ram didapatkan ukuran batuan lebih dari 50 cm adalah 10,78% atau sebesar 89,22% untuk ukuran batuan 0 sampai dengan 50 cm. Hal tersebut sesuai dengan target hasil peledakan yang diinginkan oleh perusahaan. Target ukuran 50 cm yang ditetapkan merupakan target yang disesuaikan dengan unit alat gali muat yang bekerja pada lokasi penambangan PT. X yaitu excavator kapasitas 40 ton dan 80 ton.

Tabel 2. Hasil perhitungan fragmentasi

X Fragmentasi (cm)	R (Persen tertahan > Ukuran Mat)	(Persen Lolos < Ukuran Mat)
2,5	89,46%	10,54%
5	80,03%	19,97%
10	64,05%	35,95%
20	41,02%	58,98%
30	26,27%	73,73%
40	16,83%	83,17%
<b>50</b>	<b>10,78%</b>	<b>89,22%</b>
60	6,90%	93,10%
70	4,42%	95,58%
80	2,83%	97,17%
100	1,16%	98,84%
200	0,01%	99,99%



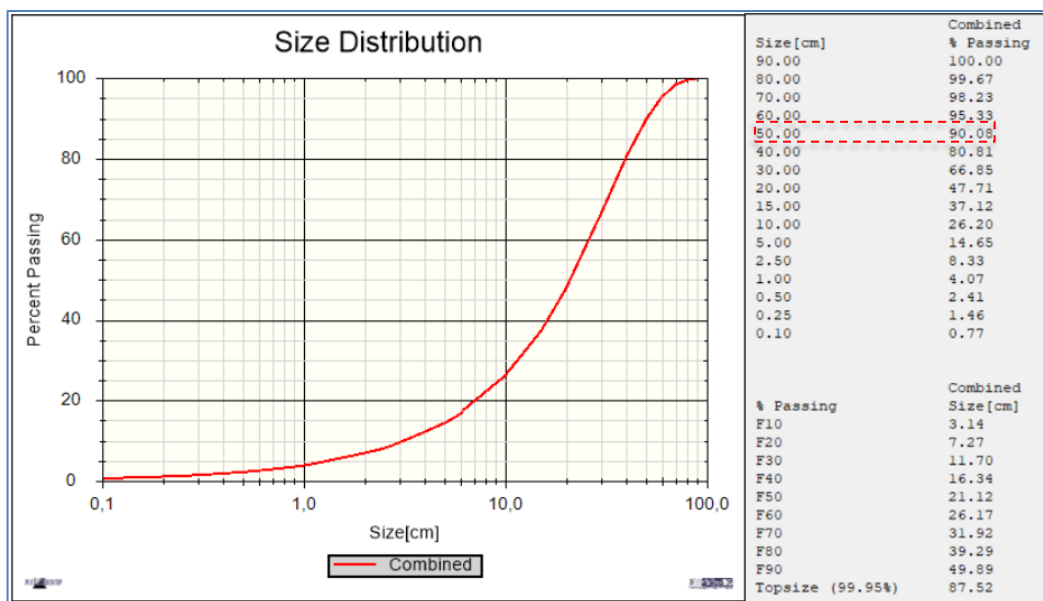
Gambar 1. Grafik estimasi hasil peledakan metode Kuz-Ram

**Fragmentasi Batuan Aktual**

Berdasarkan simulasi dan estimasi yang dilakukan dengan metode Kuz-Ram, hasil estimasi tersebut diterapkan pada peledakan yang dilaksanakan selama periode 1 bulan. Hasil yang didapatkan dengan perubahan geometri peledakan menjadi ukuran *burden* 5,5 meter, *spasi* 5,5 meter, *depth* 5 meter, dan pola pengeboran bujur sangkar zig zag didapatkan fragmentasi dengan ukuran material lebih dari 50 cm sebesar 9,92%. Hasil tersebut memenuhi target perusahaan dan sesuai dengan estimasi Kuz-Ram dengan akurasi estimasi sebesar 92,02%.



Gambar 2. Fragmentasi hasil peledakan aktual



Gambar 3. Hasil analisis fragmentasi aktual pada material *claystone*

#### KESIMPULAN

1. Perubahan geometri peledakan menjadi ukuran *burden* 5,5 meter, spasi 5,5 meter, *depth* 5 meter, dan pola pengeboran bujur sangkar zig zag, dengan analisis menggunakan metode Kuz-Ram menghasilkan estimasi fragmentasi peledakan dengan ukuran batuan kurang dari 50 cm sebesar 89,22% dan ukuran kurang dari 50 cm sebesar 10,78%.
2. Hasil peledakan aktual dengan perubahan geometri peledakan didapatkan distribusi fragmentasi pada material *claystone* dengan ukuran kurang dari 50 cm sebesar 90,08% dan ukuran lebih dari 50 cm sebesar 9,92% dengan ukuran terbesar 87,52 cm.
3. Perubahan geometri peledakan dan analisis yang dilakukan sesuai dengan estimasi Kuz-Ram jika dibandingkan dengan analisis aktual hasil peledakan menghasilkan akurasi sampai dengan 92,02%

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Prodi Teknik Pertambangan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, dan secara khusus kepada PT. X yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di area kerja perusahaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jimeno, C.L. *Drilling and Blasting of Rocks*. A.A Bakema, Rotterdam. 1995.
- [2] Gomis, M. *Identifikasi Tingkat Keseragaman Batuan Hasil Peledakan Dengan Metode Kuz-Ram Dan Metode Koefisien Tekstur Pada Front I Tambang Quarry Pt. Semen Padang*. Universitas Negeri Padang; 2015.
- [3] Soesiadhy P. dan Yulius G. P. Geometri dan Fragmentasi Batuan Menggunakan Metode Kuz-Ram Di Pt Semen Bosowa Maros Provinsi Sulawesi Selatan. *Intan Jurnal Penelitian Tambang*. 2021; 4(1).
- [4] Kartodharmo M. *Teknik Peledakan*. Bandung: Laboratorium Geoteknik Pusat Antara Universitas Ilmu Rekayasa, ITB. 1996:28.
- [5] Cunningham, C.V.B. *The Kuz-Ram Model for Prediction of Fragmentation from Blasting*. Sweden: First International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting. 1983.