

## Analisis Perbandingan Metode Kuz-Ram dan *Digital Image Analysis* pada Tanah Penutup Tambang Batubara PT. XYZ, Kalimantan Timur<sup>1</sup>

### *Comparative Analysis of Kuz-Ram Method and Digital Image Analysis on Coal Mining Overburden, PT. XYZ, East Kalimantan*

Fanteri Aji Dharma Suparno<sup>a,2</sup>, Haeruddin<sup>a</sup>, Siti Aminah<sup>a</sup>, Difan Tri Andalas<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

<sup>b</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

#### ABSTRAK

PT. XYZ adalah perusahaan tambang batubara yang beroperasi di Kalimantan Timur. Metode penambangan yang digunakan adalah *open pit* dengan kegiatan pembersihan utama tanah penutup adalah peledakan. Fragmentasi menjadi faktor penting dalam peledakan dimana untuk perusahaan ini ukuran fragmentasi tidak melebihi 80 cm atau  $\leq 15\%$  berdasarkan pada ukuran *bucket* alat gali. Metode yang digunakan dalam menganalisis fragmentasi hasil peledakan yaitu *Digital Image Analysis* secara aktual di lapangan menggunakan perangkat lunak *Split-Dekstop*, dan secara teoritis menggunakan metode Kuz-Ram. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui dan membandingkan persentase distribusi ukuran fragmentasi hasil peledakan. Hasil dari analisis fragmentasi peledakan PT. XYZ di lapangan, dilakukan pada dua lokasi pengambilan data yaitu *loading point* A1 dan A2. Geometri peledakan ada A1 adalah burden 5,04 m, spasi 6,03 m, menghasilkan fragmentasi ukuran  $\geq 80$  cm sebesar 8,15% dan A2 adalah burden 5,2 m, spasi 5,7 m, menghasilkan fragmentasi 5,61% ini berdasarkan metode *Digital Image Analysis* dengan *Split-Dekstop*. Sedangkan dengan metode prediksi Kuz-Ram justru sebaliknya menghasilkan ukuran fragmentasi dengan persentase yang besar yaitu pada *quarry* A1 sebesar 24,17% dan A2 sebesar 22,99%, pada fragmentasi berukuran  $\geq 80$  cm.

Kata kunci: tanah penutup, fragmentasi, split-desktop, kuz-ram

#### ABSTRACT

PT. XYZ is a coal mining company operating in East Kalimantan. The mining method used is *open pit* with the main overburden removal activity being blasting. Fragmentation is an important factor in blasting where for this company the fragmentation size does not exceed 80 cm or  $\leq 15\%$  based on the digging bucket size. The method used in analyzing the fragmentation of blasting results is the actual *Digital Image Analysis* in the field using *Split-Dekstop* software, and theoretically using the Kuz-Ram method. This is intended to determine and compare the percentage size distribution of fragmentation blasting results. The results of the blasting fragmentation analysis of PT. XYZ in the field, carried out at two data collection locations, namely loading points A1 and A2. The blasting geometry in A1 is 5.04 m burden, 6.03 m spacing, resulting in fragmentation size  $\geq 80$  cm of 8.15% and A2 is 5.2 m burden, 5.7 m spacing, resulting in 5.61% fragmentation based on the *Digital Image Analysis* method with *Split-Desktop*. Whereas the Kuz-Ram prediction method, on the contrary, produces fragmentation sizes with a large percentage, namely in *quarry* B7 of 24.17% and B8 of 22.99%, in fragmentation sizes  $\geq 80$  cm.

Keywords: overburden, fragmentation, split-desktop, kuz-ram

<sup>1</sup> Info Artikel: Received: 17 November 2022, Revised: 10 Desember 2022, Accepted: 12 Desember 2022, Published: 22 Desember 2022

<sup>2</sup> E-mail: [fanteri.teknik@unej.ac.id](mailto:fanteri.teknik@unej.ac.id)

## PENDAHULUAN

PT. XYZ berlokasi di Kalimantan Timur dengan komoditas utamanya adalah batubara. Aktivitas pembeaian tanah penutup dilakukan dengan peledakan. Keberhasilan sebuah peledakan diukur salah satunya dengan ukuran fragmentasi pada batuan yang diledakkan. Ukuran fragmentasi akan mempermudah proses pemuatan dan pengangkutan (Ghadafi et al.,2012). Ukuran fragmentasi yang mampu diangkut oleh alat gali tidak lebih dari 80 cm atau 15% dari ukuran *bucket* alat muat yang digunakan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi ukuran fragmentasi diantaranya adalah faktor yang dapat dikontrol dan tidak dapat dikontrol (Jimeno, 1995). Pendekatan matematis dan teoritis membantu menyelesaikan permasalahan ini dengan konsep distribusi fragmentasi batuan di lapangan. Dari hasil analisis ini, perbandingan distribusi fragmentasi batuan yang sesuai untuk alat muat yang ada bisa diperoleh. Dampak lebih besarnya adalah produktivitas alat gali muat menjadi meningkat.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dan menghitung hasil fragmentasi rancangan geometri pengeboran dan peledakan yang sesuai dengan kondisi di lapangan, menghitung dan membandingkan distribusi batuan menggunakan *Split Desktop* dan memodelkan distribusi ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan menggunakan *Kuz-Ram*.

## METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini yaitu menggunakan *Digital Image Analysis* dengan perangkat lunak *Split-Desktop*, data yang digunakan berupa foto fragmentasi hasil peledakan aktual dilapangan menggunakan kamera digital. Output dari data olahan perangkat lunak berupa distribusi ukuran fragmentasi. Dengan membandingkan secara teoritis menggunakan metode persamaan Kuz-Ram dari data geometri aktual yang didapatkan di lapangan, kemudian menghubungkan ukuran rata-rata fragmentasi yang ditetapkan berdasarkan kemampuan alat crusher. Adapun analisis fragmentasi batuan dengan perangkat lunak *Split-Desktop* adalah dengan menggunakan foto hasil peledakan di lapangan. Foto ini kemudian diproses dengan bantuan *Split Desktop* dan hasilnya adalah persentase kelolosan material dan ukuran rata-rata fragmentasi. Standar ukuran fragmentasi yang telah ditetapkan yakni  $\geq 80$  cm maksimum sebanyak 15 % atau  $\leq 15$  %. Rumus Kuz-Ram yang digunakan adalah yaitu:

$$X = A x \left[ \frac{V}{Q} \right]^{0.8} x Q^{0.17} x \left( \frac{E}{115} \right)^{-0.63} \quad (1)$$

Keterangan:

- X = Ukuran Fragmentasi Rata-rata (cm)
- A = Faktor Batuan
- V = Volume Batuan per Lubang Tembak (BxSxL dalam m<sup>3</sup>)
- Q = Jumlah Bahan Peledak per Lubang Tembak (kg)
- E = *Relative Weight Strength* Bahan Peledak (ANFO = 100. TNT = 115, Dabex 73 = 77)

Penentuan distribusi batuan tanah penutup menggunakan persamaan Rossin – Ramler (Cunningham, 1983), yaitu:

$$Rx = e^{-\left(\frac{X}{xc}\right)^n} \quad (2)$$

$$X_c = \frac{X}{0.693^{1/n}} \tag{3}$$

Keterangan:

- R<sub>x</sub> = Persentase Massa Batuan yang Tertahan dengan Ukuran X (cm)
- X<sub>c</sub> = Karakteristik Ukuran Batuan (cm)
- X = Ukuran Ayakan (cm)
- n = Indeks Keseragaman

R merupakan persentase material yang tertahan di ayakan. Ini bisa diartikan bahwa ada material yang tidak lolos pada setiap ayakan. Indeks *n* adalah indeks keseragaman ukuran distribusi fragmentasi peledakan dengan rentang nilai 0.6 – 2.2, dimana nilai *n* yang tinggi menunjukkan keseragaman yang tinggi pada fragmentasi batuan, dan sebaliknya jika nilai *n* kecil, maka fragmentasi batuan tidak seragam dan tidak terkontrol. Nilai *n* diperoleh dari persamaan Cunningham:

$$n = \left[ 2.2 - 14 \frac{B}{De} \right] \left[ 1 - \frac{W}{B} \right] \left[ 1 + \frac{A - 1}{2} \right] \left[ \frac{PC}{L} \right] \tag{4}$$

Keterangan:

- n = Indeks Keseragaman
- De = Diameter Bahan Peledak (mm)
- W = Standar Deviasi dari Keakuratan Lubang Bor (W) ≈ 0
- PC = Kolom Isian (m)
- L = Tinggi Jenjang (m)

## PEMBAHASAN

### Kegiatan Peledakan

PT. XYZ menggunakan bahan peledak Dubex 73 (perpaduan 70% emulsi dan 30% ANFO). Pencampuran dilakukan di MMU (Mobile Mixer Unit). *Booster* seberat 200 gr dirangkai dengan detonator *non-electric inhole* sebagai *primer*. *Primer* diletakkan di bawah lubang tembak (*bottom priming*).

**Tabel 1** Penggunaan Handak *Loading Point* A1 dan A2

Lokasi	Geometri Peledakan (m)						
	B (m)	S (m)	H (m)	T (m)	PC (m)	J (m)	L (m)
A1	5.1	6.1	9.7	2.5	7.2	1.2	9.4
A2	5.2	5.6	9.6	2	7.1	1.1	9.5

### Geometri Peledakan

Geometri peledakan berbeda di setiap *loading point*. Hal ini disebabkan perbedaan kondisi geologi dan target produksi yang ditentukan perusahaan setiap harinya.

**Tabel 2** Geometri *Loading Point* A1 dan A2

Lokasi	Jumlah Broken Material (ton)	Jumlah Handak (kg)	PF (Ton/kg)
--------	------------------------------	--------------------	-------------

A1	34,530.50	4,678.3	7.34
A2	34,975.30	4967.2	7.06
	<b>Jumlah</b>		14.40
	<b>Rata-rata</b>		7.2

### Sistem Peledakan dan Waktu Tunda

Pola peledakan *Echelon/Corner Cut* dan *V-Cut* sering dipakai di lokasi PT. XYZ. Sistem peledakan beruntun dan penyalan menggunakan waktu tunda antar barisnya.

**Tabel 3** Powder Factor (PF) *Loading Point* A1 dan A2

Lokasi	Jumlah Lubang	H (m)	PC (m)	Dabex 73		Booster (kg)
				ANFO	Emulsi	
A1	50	9.7	7.2	1352.60	3155.30	10
A2	57	9.6	7.1	1493.40	3484.47	11

Target produksi sesuai yang ditentukan perusahaan berdasarkan angka *forecast* adalah 35,000 ton/hari. Data produksi actual di lapangan untuk *loading point* A1 dan A2 seperti pada Tabel 4. Data produksi dari *loading point* A2 mendekati angkat target perusahaan.

**Tabel 4** Powder Factor (PF) *Loading Point* A1 dan A2

Lokasi	Produksi/Lubang (Ton)	Jumlah Lubang/Hari (n)	Produksi Broken (Ton/hari)
A1	664.04	52	34529.72
A2	613.55	57	34972.24
	<b>Jumlah</b>		69501.96
	<b>Rata-rata</b>		34750.98

### Analisis Perbandingan Split-Desktop dan Kuz-Ram

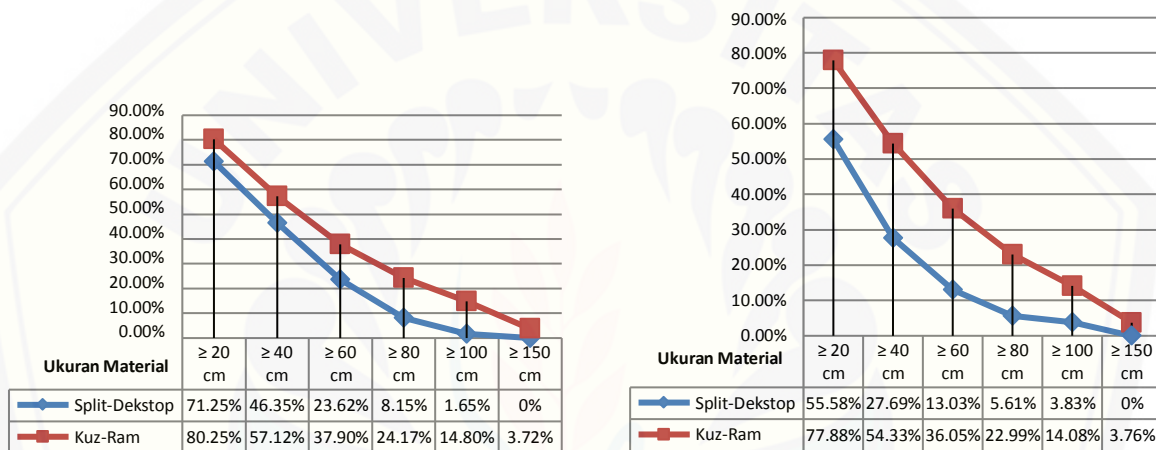
Tabel 5 menunjukkan rekapitulasi hasil perbandingan data perhitungan fragmentasi baik secara actual di lapangan menggunakan perangkat lunak *Split-dekstop* dan prediksi model Kuz-ram pada daerah *loading point* A1 dan A2 dengan standar ukuran fragmentasi yang telah ditetapkan yakni  $\geq 80$  cm maksimum sebanyak 15 % atau  $\leq 15$  %.

**Tabel 5** Perbandingan Split-Desktop dan Kuz-Ram pada *Loading Point* A1

Ukuran Ayakan (cm)	Split-Desktop		Ukuran Ayakan (cm)	Metode Kuz-Ram	
	Tertahan (%)	Lolos (%)		Tertahan (%)	Lolos (%)
20	71.34	28.76	20	80.26	19.74
40	46.34	53.66	40	57.13	42.87
60	23.61	76.39	60	38.00	62.00
80	8.14	91.86	80	24.18	75.82
100	1.64	98.36	100	14.81	85.19
150	0	100	150	3.73	96.27

Tabel 6 Perbandingan *Split-Desktop* dan Kuz-Ram pada Loading Point A2

Split-Desktop			Metode Kuz-Ram		
Ukuran Ayakan (cm)	Tertahan (%)	Lolos (%)	Ukuran Ayakan (cm)	Tertahan (%)	Lolos (%)
20	55.59	44.41	20	77.87	22.13
40	27.70	72.30	40	54.32	45.68
60	13.04	86.96	60	36.04	63.96
80	5.62	94.38	80	22.98	77.02
100	1.93	98.07	100	14.07	85.93
150	0	100	150	3.75	96.25



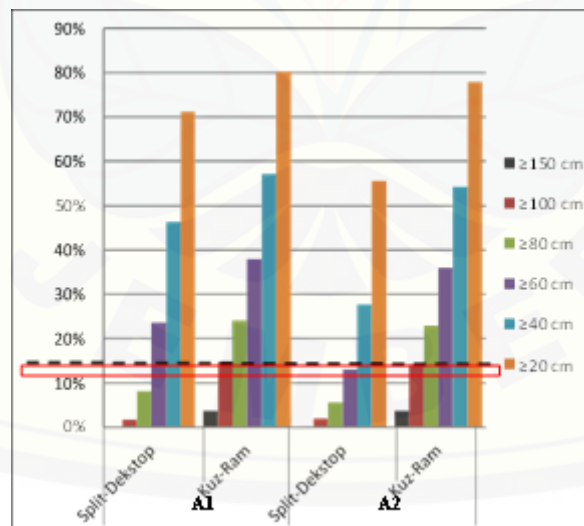
Gambar 1. Grafik Perbandingan *Split Desktop* dan Kuz-Ram untuk *Loading Point* A1 (kiri) dan A2 (kanan)





**Gambar 2.** Foto Hasil Peledakan untuk *Loading Point* A1 (atas) dan A2 (bawah)

Dari Gambar 1 di atas dapat disimpulkan bahwa baik pada *loading point* A1 dan A2 dengan *Split Desktop* untuk hasil fragmentasi  $\geq 80$  cm didapatkan nilai kurang dari yang ditentukan perusahaan (15%), yaitu 8,15% dan 5,61%. Pada *loading point* A1, geometri peledakan yang sesuai adalah 5.04 (B), 6.03 (S), 2.5 (Stemming), 1.1 (Subdrill), dan 7.3 (PC). Sedangkan pada *loading point* A2, geometri peledakan yang sesuai adalah 5.2 (B), 5.7 (S), 2.5 (Stemming), 1.2 (Subdrill), dan 7.18 (PC). Metode Kuz-Ram memberikan hasil yang lebih besar untuk fragmentasi dimana untuk hasil fragmentasi  $\geq 80$  cm semuanya di atas nilai ambang batas perusahaan (15%). Untuk *loading point* A1 sebesar 24.17% dan A2 sebesar 22.99%. Gambar 2 memperlihatkan perbedaan hasil peledakan di lapangan antara *loading point* A1 dan A2.



**Gambar 3.** Grafik Perbandingan Split Desktop dan Kuz-Ram A1 dan A2

Garis putus-putus pada grafik di atas menunjukkan bahwa untuk kedua *loading point* A1 dan A2 tingkat fragmentasi nya sudah efektif memasuki zona aman dari ketetapan persentase jumlah ukuran lebih besar dari 80 cm berdasarkan ukuran *bucket* berdasarkan perhitungan secara aktual di lapangan menggunakan *software split-desktop*. Adapun faktor-faktor yang

dapat menyebabkan perbedaan antara perhitungan fragmentasi secara aktual di lapangan (*split-dekstop*) dengan estimasi model kuz-ram antara lain:

- a. Pada penentuan bobot nilai lima parameter dari indeks kemampuan ledakan berdasarkan Lilly (1986), faktor kehadiran air dalam lubang ledak tidak diperhitungkan, padahal hal tersebut dapat mempengaruhi tingkat daya ledak yang dihasilkan;
- b. Estimasi model Kuz-Ram juga pada jumlah isian bahan peledak setiap lubang dianggap sama untuk semua lubang ledak, sedangkan penerapan di lapangan isian bahan peledak setiap lubang berbeda-beda;
- c. Dalam estimasi model Kuz-Ram tidak memperhitungkan pengaruh dari waktu tunda peledakan, sedangkan aplikasi di lapangan menerapkan peledakan dengan sistem *delay* antar baris satu dengan baris yang lainnya. Padahal penggunaan waktu tunda dapat pula memperbaiki tingkat distribusi fragmentasi.

## KESIMPULAN

Geometri yang diterapkan pada kegiatan peledakan tanah penutup di PT. XYZ pada *loading point* A1 dengan nilai *burden* 5.04 m dan *spasi* 6.03 m serta A2 dengan nilai *burden* 5.2 m dan *spasi* 5.7 m sudah cukup baik untuk mendapatkan ukuran fragmentasi  $\geq 80$  cm dibawah 15%, walaupun memang tetap ada pula *boulder* ukuran  $\geq 100$  cm 1,65 % (A1) dan 1,92% (A2) yang dihasilkan, tetapi tidak melewati zona nyaman dari kebutuhan dan spesifikasi ukuran bucket.

Perbandingan distribusi ukuran fragmentasi secara aktual menggunakan *Digital Image Analysis (Split-Dekstop)* pada dua *loading point* A1 dan A2 menghasilkan ukuran fragmentasi yang berukuran  $\geq 80$  cm berturut-turut yaitu 8,15% dan 5,61%. Sedangkan berdasarkan perhitungan distribusi ukuran fragmentasi dengan model Kuz-Ram pada *loading point* A1 dan A2 menghasilkan fragmentasi berukuran  $\geq 80$  cm berturut-turut yaitu 24,17% dan 22,99%.

Faktor – faktor yang mempengaruhi dari ukuran fragmentasi hasil peledakan pada *loading point* A1 dan A2 yakni terdapatnya struktur batuan (kekar) yang berbeda pada masing-masing *front* penambangan, ke dalam lubang tembak yang berkurang dari rancangan awal peledakan yang bukan hanya berefek pada ukuran fragmentasi bahkan dapat menimbulkan (*toe*) tonjolan pada lantai jenjang akibat tidak adanya *subdrilling*, serta geometri peledakan yang cukup jelas mempengaruhi tingkat dari ukuran fragmentasi hasil peledakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ash, R.L, (1967). *Design of Blasting Round, Surface Mining*, B.A. Kennedy Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Exploition, Inc. Page. 565-584
- Cunningham, C,V,B. (1983). “The Kuz-Ram model for prediction of fragmentation from blasting”. *First International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting*, Lulea, Sweden.
- Franklin, J.A dan Katsabanis, T. (2016). *Measurement of Blast Fragmentation*, A.A Balkema, Rotterdam.
- Ghadafi M.a., Komar S., dan Sudarmono D, (2012). *Kajian Teknis Geometri Peledakan Berdasarkan Analisis blastability dan digging rate alat gali muat di pit MT-4 tambang*

- air laya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Palembang.*
- Higgins, M., Bobo, T., Girdner, K., Kemeny, J. And Seppala, V., (2019). “Intergrated software tools and methodology for optimization of blast fragmentation”. *Gen. Proc Of The 25 th Ann Conf on Expl And Blasting Tech.*, Nashville.
- Hustrulid, W., (2020). *Blasting Principles For Open Pit Mining. General Design Concepts*, Rotterdam.
- Jimeno, C.L. (2015). *Drilling and Blasting Of Rocks*. A.A Bakema, Rotterdam.
- Nobel, D., (2011). *Efficient Blasting Techniques. Blast Dynamics*.
- Singgih, S., 2006. *Teknik Peledakan*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Venkantesh, M. (2010). *Limestone Rock Fragmentation Analysis using WipFrag*. Departemen of Mining Engineering National Institute Of Technology Rourkela.
- Zubair, Siddiqui, F.I, Ali Shah, S.M, Behan, M.Y. (2013). *Measurements of size distribution of blasting rock using digital image processing*, Departement of mining engineering, Meran University of engineering and technology, Jamshoro.