

Pemodelan Fragmentasi Hasil Peledakan Batu Andesit di PT Dempo Bangun Mitra Pangkalan Koto Baru Kabupaten 50 Kota Propinsi Sumatera Barat

Nilia Rahmad Defita^{1*}, Dedi Yulhendra^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*nilarahmaddefita1@gmail.com

**dediyulhendra@ft.unp.ac.id

Abstract. Rock breaking is one of the most important stages in mining operations. The commonly used method of rock breaking is blasting which aims to provide rocks according to the size of fragmentation that has been planned. The effectiveness blasting activities is one of the measurements success of loading activities which greatly affect the achievement of mining productivity targets. To produce good fragmentation, many things affect the blasting geometry, one of the things that can be controlled. To determine the level of fragmentation resulting from blasting, split desktop software can be used. This study aims to obtain a fragmentation modeling by predicting the fragmentation of blasting products at PT Dempo Bangun Mitra. The prediction of fragmentation in this study uses the Kuz-Ram model method and the Kuznetsov-Cunningham-Ouchterlony (KCO) model. To validate the method used, the correlation coefficient (R^2) and Root Mean Square Error (RMSE) will be analyzed between actual measurements using split desktop software and the prediction method used. This study also evaluates the blasting geometry using R.L.Ash theory. Based on the data analysis carried out, the percentage of the calculation of actual blasting fragmentation results is 74.95% with a boulder percentage of 25.05%. Meanwhile, the results of the analysis of the fragmentation prediction of the Kuz-Ram model were 96.94% and the results of the analysis from the KCO model were 72.71%. To reduce the amount of boulder percentage, it is necessary to evaluate the blasting geometry based on the R.L.Ash theory by using the KCO model so that the boulder percentage is 0.05%, thus the number of boulders is less.

Keywords: Blasting Fragmentation, Kuz-Ram Model, KCO Model

1. Pendahuluan

Pemberaian batuan merupakan salah satu tahapan yang sangat penting dalam operasi penambangan. Pemberaian batuan dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung dari karakteristik batuan yang akan diberai. Kegiatan peledakan bertujuan untuk melepas atau memberaikan material dari batuan induknya agar ukuran fragmentasi yang dihasilkan dapat memudahkan kegiatan penambangan selanjutnya (Bhandari, 1997: 2-3) ^[1].

PT. Dempo Bangun Mitra merupakan perusahaan swasta nasional yang bergerak dibidang pertambangan khususnya batu *andesite*. Untuk pelaksanaan kegiatan produksi batu *andesite* PT. Dempo Bangun Mitra melakukan kegiatan pemberaian batu *andesite* dengan sistem *drilling blasting*. Karena material yang akan diberai memiliki kekuatan batuan yang sangat keras. Menurut Khamadibrata (2000) ^[2] Kegiatan peledakan dilakukan untuk material yang dengan kuat tekan > 25 MPa. Kegiatan peledakan di PT. Dempo Bangun Mitra menghasilkan fragmentasi hasil peledakan yang tidak seragam, ada yang ukuran 10 cm sampai ukuran 100 cm, bahkan ada yang berukuran > 100 cm.

Perusahaan mengkategorikan fragmentasi hasil peledakan berukuran *boulder* yaitu > 60 cm. Adapun persentase *boulder* dari hasil peledakan aktual yaitu $\pm 30\%$, sehingga kinerja alat gali muat menjadi tidak efektif dan efisien. Dalam jangka waktu panjang, hal ini mengakibatkan ketidak tercapaian target produksi.

Keberhasilan kegiatan peledakan dapat dilihat dari fragmentasi yang dihasilkan dalam proses peledakan. Sehingga perlu diketahui tingkat fragmentasi batuan yang dihasilkan dalam proses kegiatan peledakan. Oleh karena itu, perlu adanya suatu pemodelan fragmentasi yang dapat menggambarkan ukuran fragmentasi hasil peledakan.

Untuk mengetahui ukuran fragmentasi batuan dapat ditentukan secara teoritis. Selama bertahun tahun sejumlah model berbeda dikembangkan untuk menggambarkan ukuran fragmentasi setelah peledakan (Ouchterlony, 2003) ^[3]. Salah satu model yang sering digunakan untuk memprediksi ukuran fragmentasi batuan yaitu model Kuz-Ram. Model Kuz-Ram merupakan pendekatan yang paling banyak digunakan untuk memperkirakan fragmentasi hasil peledakan. Selain model Kuz-Ram masih terdapat beberapa model fragmentasi yang kemudian dikembangkan lagi dengan

perubahan yang dibawa oleh distribusi Swebrec dan model Kuznetsov-Cunningham-Ouchterlony (KCO).

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Deskripsi Umum Perusahaan

Secara administrasi Kabupaten Lima Puluh Kota adalah sebuah kabupaten di Provinsi Sumatera Barat, Indonesia. Ibukota Kabupaten ini terletak di Sarilamak dengan luas wilayah 3,354.30 km². Kabupaten ini terletak di bagian Timur wilayah Provinsi Sumatera Barat atau 124 km dari Kota Padang, Ibukota Provinsi Sumatera Barat. Secara umum lokasi geografis PT. Dempo Bangun Mitra terletak antara 00025° 28,71 LU dan 00022° 14.52” LS serta antara 1000015’ 44, 10”–1000050’ 47,80” BT. Luas daratan mencapai 3,354.30 km² yang berarti 7.94 % dari daratan Provinsi Sumatera Barat yang luasnya 42,229.64 km².



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah Penelitian

2.2 Keadaan Geologi dan Stratigrafi

Berdasarkan Peta Geologi daerah ini termasuk ke dalam Lembar Padang, skala 1 : 1.000.000 yang dibuat oleh S. Gafoer, B. Hermanto dan TC. Amin, 1992 diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung, terlihat bahwa Daerah kegiatan Studi Kelayakan termasuk dalam jalur pegunungan Bukit Barisan dengan bentuk morfologi pebukitan sedang sampai tinggi (700 sampai dengan 1,450 m) di atas permukaan laut. Relief di bagian Utara lebih kasar dan terjal di banding pada bagian Selatannya. Stratigrafi di Kabupaten Lima Puluh Kota terdiri dari beberapa satuan batuan, yaitu satuan marmer, satuan konglomerat–batu pasir, satuan batu pasir–batu lempung, satuan batu pasir dan satuan napal.

3. Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan mulai 14 September 2020 - 14 Oktober 2020. Lokasi penelitian ini berada di PT. Dempo Bangun Mitra Desa Manggilang Pangkalan Koto Baru Kabupaten Lima Puluh Kota Provinsi Sumatera Barat.

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menguji manfaat dari teori-teori ilmiah yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu serta mengetahui hubungan empiris dan analisis bidang-bidang tertentu. Jenis penelitian ini, merupakan jenis penelitian relevan dari segi metodenya yang bertujuan untuk mencari, menghitung, menganalisis, dan memberikan solusi berupa evaluasi agar tercapai hal-hal yang semestinya atau sesuai dengan standar yang berlaku.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah teknik observasi dan pengambilan data secara langsung di lapangan. Urutan pengumpulan data adalah sebagai berikut:

3.2.1 Studi Literatur

Mempelajari studi pustaka yaitu kegiatan mengutip dari berbagai literatur baik berupa buku, penelitian terdahulu, data-data yang telah dimiliki perusahaan dan sebagainya yang merujuk pada hal-hal yang mendukung kegiatan penelitian.

3.2.2 Pengamatan Langsung di Lapangan

Pengamatan langsung di lapangan meliputi pemantauan ke lapangan bersama karyawan PT. Dempo Bangun Mitra sebagai tahapan awal (orientasi). Kegiatan ini dilakukan sebagai langkah awal bagi penulis untuk menentukan objek-objek yang akan diteliti. Selain itu, juga sebagai pengambilan data primer.

3.2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan setelah mempelajari literatur dan orientasi lapangan. Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder. Untuk data primer diukur dan diamati sendiri di lapangan, sedangkan untuk data sekunder didapat dari literatur perusahaan.

1) Data Primer

Data primer merupakan data yang di dapatkan dari hasil pengamatan langsung di lapangan seperti:

- Geometri Peledakan Aktual
- Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan
- Data Geoteknik Batuan

2) Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui

media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip (data dokumenter) yang dipublikasikan dan yang tidak dipublikasikan. Data sekunder yang berupa data spesifikasi dan peta.

3.3 Teknik Analisis Data

Teknik yang dilakukan yaitu menganalisis data primer dan data sekunder yang diambil selama dilapangan. Analisis berfungsi untuk mengetahui hubungan antara variabel data yang digunakan dan sinkronisasi satu sama lain.

Setelah data didapatkan maka selanjutnya adalah pengelompokan dan pengolahan data. Adapun yang dilakukan pada tahapan ini adalah:

3.1.1 Geometri peledakan aktual

Geometri Peledakan berdasarkan *blasting report* dan melalui pengukuran dilapangan. Data dari pengambilan geometri peledakan aktual di lapangan diolah dengan ms.excel sehingga nantinya didapatkan parameter-parameter geometri peledakan dari kegiatan peledakan aktual perusahaan.

3.1.2 Fragmentasi hasil peledakan

Data fragmentasi hasil peledakan diolah dengan dua cara yaitu dengan cara teoritis dan aktual. Untuk teoritis diolah dengan menggunakan teori serta rumusan Kuz-Ram dan KCO. Sementara untuk fragmentasi aktual diolah dengan program *Split-Desktop*.

Adapun secara garis besar langkah-langkah perhitungan distribusi ukuran fragmentasi dengan menggunakan *software split desktop version 2.0* sebagai berikut:

1. Input Foto Fragmentasi Hasil Peledakan

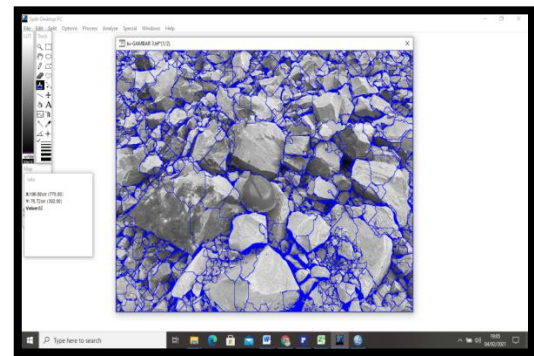
Proses input foto fragmentasi hasil peledakan adalah langkah pertama yang harus dilakukan dalam menggunakan program *Split Desktop* dimana gambar terlebih dahulu diubah kedalam format *.TIFF sebelum proses pengolahan dengan *software split desktop*. Sebelum bisa menentukan analisis distribusi ukuran sebenarnya maka dibutuhkan skala sebagai pembanding. Skala yang digunakan merupakan hal yang paling penting dalam menjalankan program *split desktop*. Penentuan skala pada gambar terdiri dari dua, yaitu dengan menggunakan satu dan dua objek.



Gambar 2. Fragmentasi Hasil Peledakan

2. Mencari Ukuran Partikel

Merupakan tahapan dimana program akan mengenali partikel-partikel yang dihitung secara otomatis dari hasil konversi program. Hasil yang ditampilkan adalah garis yang terbentuk sesuai dengan bentuk partikel kemudian 104 program akan menganalisis ukuran berdasarkan skala yang telah ditentukan.



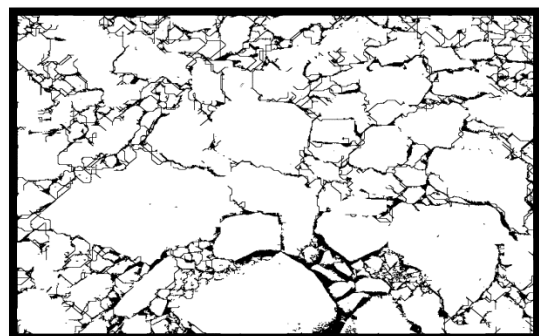
Gambar 3. Mencari Ukuran Partikel

3. Memperbaiki Hasil Pencarian

Langkah ini ditujukan untuk memperbaiki hasil ukuran yang diberikan oleh pencarian ukuran partikel.

4. Melakukan Perhitungan Ukuran

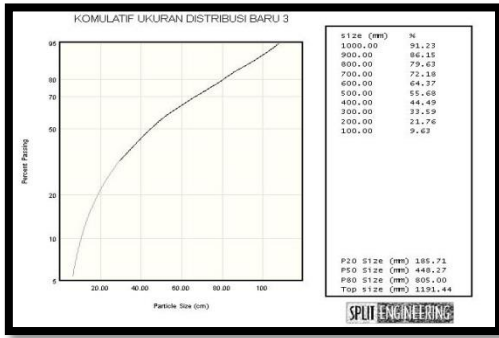
Perhitungan ukuran akan secara otomatis dari *program split desktop* berdasarkan skala pembanding yang ada dalam gambar, dalam hal ini helm.



Gambar 4. Perhitungan Ukuran Partikel

5. Menampilkan Grafik dan Hasil

Hasil perhitungan ukuran fragmentasi akan ditampilkan dalam bentuk grafik yang dapat dipilih seperti Schuman, Rosin-Ramler, dan Best Fit. Grafik tersebut akan memberikan distribusi persentase kelulusan fragmentasi hasil peledakan pada selang ukuran tertentu. Output hasil analisis fragmentasi.



Gambar 5. Grafik Hasil Ukuran Partikel

3.1.3 Pemodelan Fragmentasi

1. Model Kuz-Ram

Pemodelan fragmentasi hasil peledakan berdasarkan model Kuz-Ram membutuhkan beberapa masukan data, diantaranya faktor batuan, geometri peledakan, dan jumlah bahan peledak. Model ini menggunakan persamaan (1) untuk mencari fragmentasi rata-rata (X_m).

$$X_m = A \times \left(\frac{V_0}{Q}\right)^{0,8} \times Q^{0,1667} \times \left(\frac{E}{115}\right)^{-0,63} \quad (1)$$

Persamaan tersebut terdiri dari masukan data faktor batuan (A), Volume batuan terbungkar (m^3) (V_0), berat bahan peledak (Q), dan RWS bahan peledak (ANFO = 100). Langkah selanjutnya yang harus dilakukan yaitu mencari karakteristik ukuran (X_c) yang menggunakan rumus (2), setelah itu menentukan indeks keseragaman batuan yang menggunakan rumus (3), lalu melakukan perhitungan untuk mencari persentase ukuran batuan dengan menggunakan persamaan Rossin Ramler (4).

$$X_c = \frac{X_m}{0,693n} \quad (2)$$

$$n = [2,2 - 14 \left(\frac{B}{d}\right)] \times [1 - \left(\frac{W}{B}\right)] \times \left(1 + \frac{(S-1)}{2}\right) \times \left(\frac{PC}{L}\right) \quad (3)$$

$$R = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n} \quad (4)$$

Adapun keterangan dari persamaan diatas adalah karakteristik ukuran (cm) (X_c), indeks keseragaman (n), standar deviasi (σ) (w), persentase ukuran batuan (%) (R),

dan konstanta eksponensial (e).

2. Model Kuznetzov-Cunningham-Ouchterlony (KCO)

Model Kuznetzov-Cunningham-Ouchterlony (KCO) memiliki beberapa parameter yang telah dimodifikasi dari Kuz Ram. modifikasi C.V.B Cunningham perlu dilakukan untuk memprediksi fragmentasi hasil peledakan yang lebih baik. Perhitungan faktor batuan (A) pada metode ini menggunakan persamaan (6)

$$RMD = (JCF \times JPS) + JPA \quad (5)$$

$$A = 0.06 (RMD + RDI + HF) \quad (6)$$

Setelah itu melakukan pertitungan X_m , Faktor timing (At), indeks keseragaman (n), dan persentase ukuran fragmentasi menggunakan persamaan yang berturut-turut yaitu (7), (8), (9), dan (14).

$$X_m = A \times At \times K^{-0,8} \times Q^{\frac{1}{6}} \times \left(\frac{115}{RWS}\right)^{\frac{19}{20}} \times c(A) \quad (7)$$

Nilai K merupakan PF, $c(A)$ adalah faktor koreksi. Faktor koreksi menggunakan range dari tabel correction factor of joint strength oleh E. Lopez Jimeno, dkk (1987: 4)^[4] yang diambil dalam bukunya *Drilling and Blasting Of Rocks* seperti tabel 1. Nilai $c(A)$ yaitu *soft* atau *weak* dengan nilai 0.8.

Tabel 1. Faktor Koreksi terhadap Batuan

Joint Strength	Correction Factor
Strong	1
Medium	0.9
Weak	0.8
Very Weak	0.7

$$At = 0.9 + 0.1 \left(\frac{T}{T_{max}} - 1\right), T_{max} = \left(\frac{15,6}{Cx} - B\right) \quad (8)$$

Nilai T atau rentang delay yang digunakan, C_x yaitu VOD bahan peledak (3400 m/s).

$$n = ns \times \sqrt{2 - 30 \frac{B}{De}} \times \frac{\sqrt{1 + \frac{S}{B}}}{2} \times \left(1 - \frac{W}{B}\right) \times \left(\frac{PC}{H}\right)^{0,3} \times c(n) \quad (9)$$

$$c(n) = \left(\frac{A}{6}\right)^{0,3} \quad (10)$$

Persamaan (11), α_1 yaitu standar deviasi terhadap *in hole delay*, dan α_2 yaitu standar deviasi terhadap *surface delay*, dan T_x yaitu *delay*.

$$ns = 0.206 \left[1 - \left(1 - \frac{RS}{4}\right)^{0,8}\right] \quad (11)$$

$$Rs = 6 \times \frac{\alpha t}{T_x}, \alpha t = \sqrt{2\alpha_1^2 + \alpha_2^2} \quad (12)$$

$$X_c = \frac{X_m}{0,693n} \quad (13)$$

$$R = e^{-\left(\frac{x}{xc}\right)^n}$$

(14)

3.1.4 Rancangan Usulan Geometri Peledakan

R.L Ash membuat pedoman perhitungan geometri peledakan jenjang berdasarkan pengalaman empirik yang diperoleh diberbagai tempat dengan jenis pekerjaan dan batuan yang berbeda – beda. Sehingga R.L. Ash berhasil mengajukan empirik yang digunakan sebagai pedoman dalam rancangan awal peledakan batuan. Faktor koreksi untuk geometri ini adalah kesesuaian terhadap batuan standar dan bahan peledak standar.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Pembongkaran Batu Andesite

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis terhadap geometri peledakan aktual yang digunakan oleh perusahaan pada kegiatan peledakan di PT. Dempo Bangun Mitra maka didapatkanlah rata-rata geometri peledakan aktual dari sepuluh kali kegiatan peledakan dari tanggal 14 September – 27 September 2020 yaitubisa dilihat pada Tabel 2 .

Tabel 2. Rata-rata Geometri Peledakan Aktual PT. Dempo Bangun Mitra

No	Parameter	Simbol	Nilai
1	Burden	B	1,5 m
2	Spasi	S	1,8 m
3	Stemming	T	1,5 m
4	Subdrilling	J	0,2 m
5	Tinggi Jenjang	L	3 m
6	Kedalaman Lubang Ledak	H	3,2 m
7	Jumlah Lubang	N	89
8	Powder Column	PC	1,7 m
9	Densitas Pengisian Bahan Peledak	De	3,874 kg/m
10	Jumlah Keseluruhan Bahan Peledak	E	594,03 kg
11	Volume Batuan yang diledakan	V	639,62 m ³
12	Powder Factor	PF	0.35 kg/Ton

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap fragmentasi hasil peledakan aktual yang dilakukan oleh PT. Dempo Bangun Mitra, penulis menemukan masih banyaknya fragmentasi hasil peledakan yang ukurannya melebihi dari 60 cm (*boulder*) sehingga menyebabkan proses pemuatan alat gali muat ke alat angkut terganggu. Berikut gambaran fragmentasi hasil peledakan bisa dilihat pada Gambar 6.



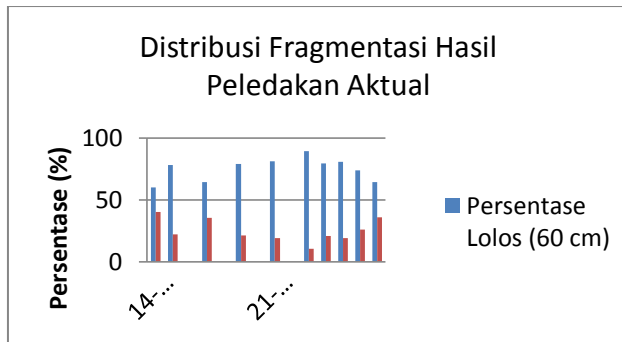
Gambar 6. Fragmentasi Hasil Peledakan Aktual PT. Dempo Bangun Mitra

4.2. Fragmentasi Hasil Peledakan Dari Geometri Peledakan Aktual PT. Dempo Bangun Mitra

Untuk menentukan persentase dari fragmentasi hasil peledakan aktual, penulis menggunakan *software split desktop* dalam perhitungannya karena hasil fragmentasi yang dihasilkan lebih sesuai dengan keadaan aktual di lapangan. Adapun kategori *boulder* di PT. Dempo Bangun Mitra yaitu ukuran ≥ 60 cm karena bisa mempengaruhi terhadap diggability alat gali muat dalam melakukan proses penggalian dan pemindahan material hasil peledakan. Adapun persentase fragmentasi peledakan yang berukuran *boulder* dari hasil pengolahan dengan *software split desktop* seperti Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Fragmentasi Kegiatan Peledakan Aktual dengan Menggunakan *Software Split Desktop*.

No	Tanggal	Persentase Lolos(%) Ukuran 60 cm	Persentase Tertahan (%) Ukuran 60 cm
1	14-Sep-20	59,88	40,12
2	15-Sep-20	78,03	21,97
3	17-Sep-20	64,37	35,63
4	19-Sep-20	78,74	21,26
5	21-Sep-20	80,91	19,09
6	23-Sep-20	89,27	10,73
7	24-Sep-20	79,36	20,64
8	25-Sep-20	80,75	19,25
9	26-Sep-20	73,92	26,08
10	27-Sep-20	64,24	35,76
Rata-rata		74,95	25,05



Gambar 7. Grafik Persentase Fragmentasi *Software Splits Desktop*

Berdasarkan Tabel 3 di atas, rata-rata persentase bongkahan (*boulder*) yang berukuran 60 cm yaitu sebanyak 74,95 % dan dari grafik juga menunjukkan bahwa masih banyaknya terdapat persentase yang berukuran >60 cm (*boulder*).

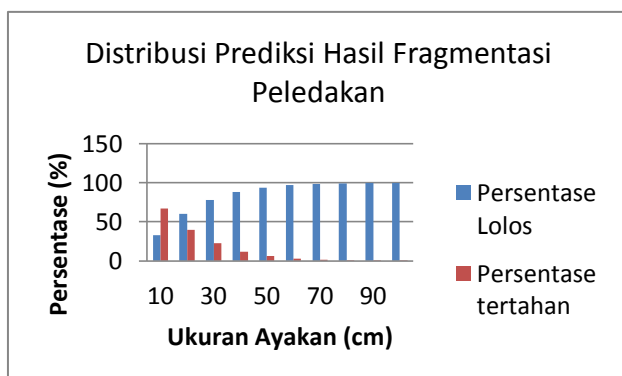
4.3. Pemodelan Fragmentasi Hasil Peledakan Geometri Peledakan Aktual PT. Dempo Bangun Mitra

4.3.1 Model Kuz-Ram

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka didapatkanlah hasil perhitungan dari metode Kuz-Ram seperti tabel 4.

Tabel 4. Hasil Fragmentasi dengan Menggunakan Model *Kuz-Ram*

No	Ukuran Ayakan (cm)	Persentase Lolos (%)	Persentase Tertahan (%)
1	10	33,15	66,85
2	20	60,35	39,65
3	30	77,7	22,3
4	40	88,06	11,94
5	50	93,78	6,22
6	60	96,85	3,15
7	70	98,44	1,56
8	80	99,24	0,76
9	90	99,64	0,36
10	100	99,83	0,17



Gambar 8. Grafik Persentase Fragmentasi Model *Kuz-Ram*

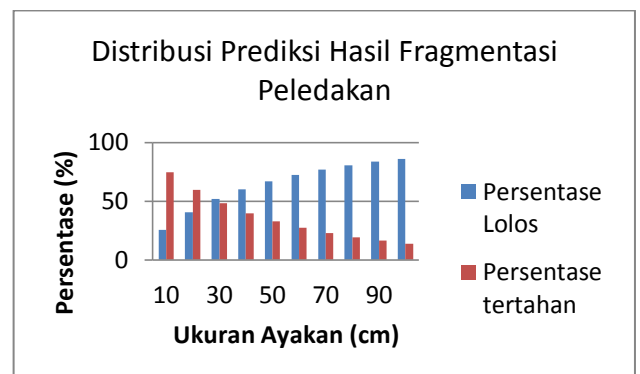
Dari tabel di atas, terlihat bahwa masih ada fragmentasi batuan yang berukuran ≥ 60 cm. Dan dari grafik juga dapat dilihat bahwa persentase kelolosan batuan yang berukuran 60 cm di PT. Dempo Bangun Mitra dengan menggunakan model Kuz-Ram yaitu dengan rata – rata 96,94 %.

4.3.2 Model KCO

Model KCO menghasilkan prediksi fragmentasi yang berbeda dari Model Kuz Ram. Hal itu dapat dilihat pada tabel 5. Yang mana, pada metode ini menghasilkan fragmentasi sesuai dengan delay yang digunakan.

Tabel 5. Hasil Fragmentasi dengan Menggunakan Model *KCO*

No	Ukuran Ayakan (cm)	Persentase Lolos (%)	Persentase Tertahan (%)
1	10	25,32	74,68
2	20	40,49	59,51
3	30	51,65	48,35
4	40	60,26	39,74
5	50	67,06	32,94
6	60	72,53	27,47
7	70	76,97	23,03
8	80	80,61	19,39
9	90	83,61	16,39
10	100	86,11	13,89



Gambar 9. Grafik Persentase Fragmentasi Model *KCO*

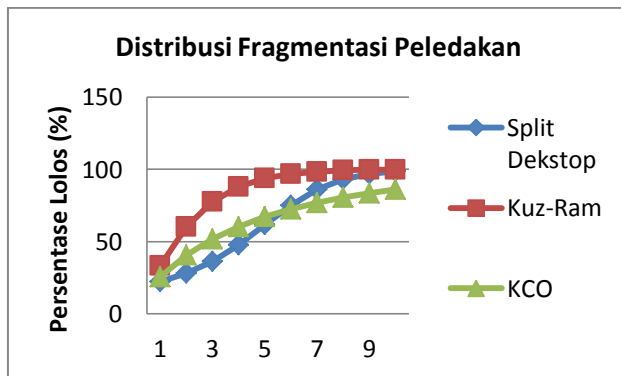
Dari tabel di atas, terlihat bahwa masih ada fragmentasi batuan yang berukuran ≥ 60 cm. Dan dari grafik di atas terlihat jelas persentase rata-rata fragmentasi yang berukuran 60 cm dengan menggunakan Model KCO, dimana persentase kelolosan batuan rata-rata yang berukuran 60 cm di PT. Dempo Bangun Mitra yaitu dengan sebesar 72,53 %.

4.3.3 Perbandingan Fragmentasi Berukuran 60 cm dengan Model Kuz-Ram, Kuznetzov-Cunningham-Ouchterlony (KCO), dan *Software Split Desktop*

Perbandingan fragmentasi peledakan di PT. Dempo Bangun Mitra yang berukuran 60 cm dengan ketiga metode tersebut dapat dilihat pada tabel 6. Dari tabel 6 terlihat bahwa persentase ukuran fragmentasi peledakan aktual menggunakan *software split desktop* lebih mendekati persentase ukuran fragmentasi dengan menggunakan model Kuznetzov-Cunningham-Ouchterlony (KCO), dimana persentase rata-rata fragmentasi dengan menggunakan *software split desktop* yang berukuran 60 cm yaitu sebesar 74,95 %. Dan persentase rata-rata fragmentasi yang berukuran 60 cm dengan menggunakan model Kuz-Ram yaitu sebesar 96,94 % sedangkan persentase rata-rata fragmentasi yang berukuran 60 cm dengan menggunakan model KCO yaitu sebesar 72,71 %.

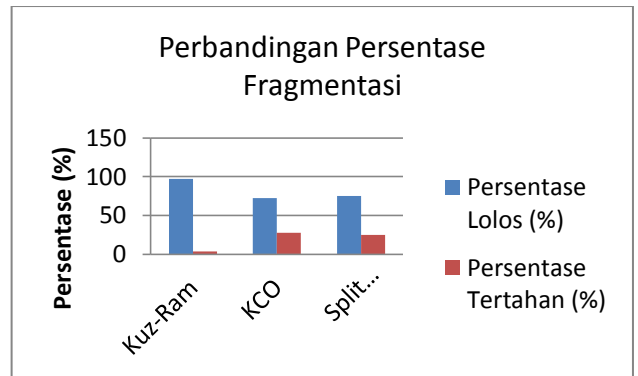
Tabel 6. Perbandingan Persentase Fragmentasi

No	Metode Prediksi	Persentase Lolos % (60 cm)	Persentase tertahan % (>60 cm)
1	Kuz-Ram	96,85	3,15
2	KCO	72,53	27,47
3	Split Desktop	74,95	25,05



Gambar 10. Grafik Hubungan persentase kelolosan Fragmentasi peledakan dengan menggunakan *Split Desktop*, Model Kuz-Ram dan Model KCO

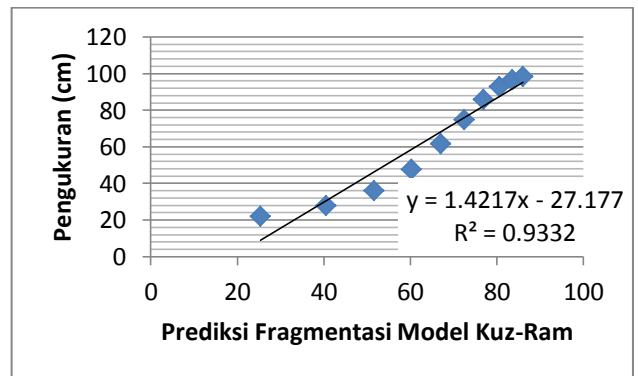
Dari persentase rata-rata fragmentasi yang berukuran 60 cm dengan menggunakan model Kuz-Ram yaitu sebesar 96,94% sedangkan persentase rata-rata fragmentasi yang berukuran 60 cm dengan menggunakan model KCO yaitu sebesar 72,71%. Jadi persentase dari kedua model fragmentasi tersebut dapat dilihat bahwa model KCO lebih mendekati persentase fragmentasi aktual di PT. Dempo Bangun Mitra.



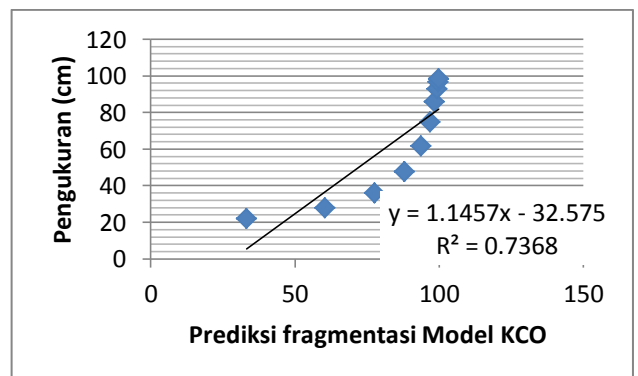
Gambar 11. Perbandingan Persentase Rata-rata Fragmentasi

Pada grafik terlihat jelas bahwa fragmentasi aktual dengan *split desktop* menunjukkan kemiripan dengan perhitungan model KCO dan dapat disimpulkan juga bahwa pada grafik persentase fragmentasi yang berukuran 60 cm belum mencapai target yang diinginkan.

Berdasarkan data yang telah didapatkan, yang ditunjukkan oleh tabel 14, maka akan di analisis kedalam regresi linear dengan membandingkan antara pengukuran ukuran fragmentasi 60 cm aktual menggunakan *software split desktop* dengan pengukuran fragmentasi 60 cm permasing-masing metoda.



Gambar 12. Hasil Persentase Fragmentasi dan Prediksi Fragmentasi Menggunakan Model Kuz-Ram



Gambar 13. Hasil Persentase Fragmentasi dan Prediksi Fragmentasi Menggunakan Model KCO

Selanjutnya, akan dilakukan perhitungan untuk mencari nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* dari tiap masing-masing model prediksi fragmentasi dengan menggunakan bantuan *microsoft excel* maka didapatkan nilai RMSE dari model Kuz-Ram yaitu 23,70 dan nilai RMSE dari model KCO yaitu 9,23.

Tabel 7. Hasil Dari Analisis

No.	Model Prediksi	R ²	RMSE	Jumlah Peledakan
1	Kuz-Ram	0,7368	25,00	10
2	KCO	0,9332	10,80	10

Dari hasil analisis perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa model KCO memiliki nilai koefisien korelasi yang kuat yaitu 0,0371 dan nilai RMSE yang rendah 9,23 dibandingkan dengan model Kuz-Ram yang memiliki nilai koefisien korelasi 0,0003 dengan nilai RMSE 23,27.

4.3.4 Rancangan Usulan dan Prediksi Persentase Fragmentasi Geometri Peledakan Berdasarkan Teori R.L.Ash

Adapun parameter – parameter yang dibutuhkan untuk perhitungan evaluasi geometri peledakan didapat dari studi perpustakaan, observasi di lapangan dan lainnya, dapat dilihat pada lampiran. Rancangan geometri Menurut Teori R.L.Ash dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 8. Rancangan Geometri Peledakan Menurut Teori R.L.Ash

No	Parameter	Simbol	Nilai
1	<i>Burden</i>	B	1,6 m
2	<i>Spasi</i>	S	1,9 m
3	<i>Stemming</i>	T	1,2 m
4	<i>Subdrilling</i>	J	0,5 m
5	Tinggi Jenjang	L	3 m

6	Kedalaman Lubang Ledak	H	3,5 m
7	<i>Powder Column</i>	$PC = \frac{H}{T}$	2,3 m
8	Densitas Pengisian Bahan Peledak	De	3,874 kg/m
9	Jumlah Lubang Ledak	N	89
10	Jumlah Keseluruhan Bahan Peledak	$Q/E = \frac{PC}{x \text{ de}}$	8,91 kg
11	Volume Batuan yang diledakan	$V = B \times S \times L$	9,12 m ³
12	<i>Powder Factor</i>	$PF = \frac{E}{V \times \text{Densitas b}}$	0,4 kg/m ³

Perhitungan prediksi persentase fragmentasi hasil peledakan dari rancangan geometri peledakan yang telah dibuat. hasil prediksi fragmentasi peledakan dengan model KCO bisa dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Fragmentasi Hasil Peledakan Menggunakan Model KCO

No	Ukuran Ayakan (cm)	Persentase Lolos (%)	Persentase Tertahan (%)
1	10	78,6	21,40
2	20	94,26	5,74
3	30	98,34	1,66
4	40	99,59	0,50
5	50	99,85	0,15
6	60	99,95	0,05
7	70	99,98	0,02
8	80	100	0
9	90	100	0
10	100	100	0

Berdasarkan dari hasil prediksi persentase fragmentasi ukuran 60 cm oleh model KCO di atas maka, rekomendasi geometri usulan teori R.L.Ash lebih baik digunakan dengan persentase fragmentasi yang berukuran > 60cm (*boulder*) sebanyak 0,05% dimana jumlah *boulder* menjadi lebih sedikit

Penutup

5.1 Kesimpulan

1. Metode penambangan yang digunakan dalam penambangan di PT. Dempo Bangun Mitra yaitu metode *Quarry*. Untuk pembongkaran material batu andesit PT. Dempo Bangun Mitra yaitu menggunakan kegiatan peledakan karena tidak dapat digali oleh alat gali muat. Adapun geometri peledakan aktual yang sering digunakan perusahaan dalam kegiatan peledakan yaitu rata-rata menggunakan geometri peledakan; *burden* 1,5 m, *spasi* 1,8 m, kedalaman lubang ledak 3,2 m, *subdrilling* 0,2 m, tinggi jenjang 3 m, panjang kolom isian (*powder colomn*) 1,7 m, *stemming* 1,5 m dan diameter lubang ledak 3 inch.
2. Dari hasil perhitungan fragmentasi hasil peledakan dari kegiatan peledakan aktual perusahaan didapatkan rata-rata persentase fragmentasi ukuran *boulder* berdasarkan *software split desktop* sebesar 25,05 % sehingga rata-rata fragmentasi ukuran *boulder* yang dihasilkan belum bisa dikatakan baik karena fragmentasi peledakan ukuran *boulder* yang dihasilkan masih tergolong banyak.
3. Perhitungan prediksi fragmentasi pada tiap kali kegiatan peledakan yang telah dilakukan dengan pengukuran aktual menggunakan *software split desktop* dan pemodelan fragmentasi batuan dengan menggunakan Model Kuz-Ram, dan Model KCO menghasilkan ukuran yang berbeda-beda. Berdasarkan dari perhitungan tersebut, maka didapatkanlah hasil dari analisis prediksi fragmentasi yang mendekati ukuran fragmentasi aktual yaitu Model KCO dengan ukuran fragmentasi (60 cm) yaitu sebanyak 72,71 % . Sedangkan hasil analisis prediksi Model Kuz-Ram ukuran fragmentasi (60 cm) yaitu sebanyak 96,94 % . Dapat disimpulkan bahwa hasil dari pemodelan fragmentasi oleh Model KCO lebih mendekati hasil fragmentasi aktual yang diperusahaan dibandingkan Model Kuz-Ram, meskipun hasil prediksi fragmentasi yang dihasilkan Model Kuz-Ram lebih baik dari Model KCO.
4. Perhitungan analisis geometri peledakan usulan untuk mendapatkan target fragmentasi yang diinginkan, direkomendasikan untuk menggunakan rancangan geometri peledakan teori R.L.Ash dengan melakukan analisis prediksi fragmentasi peledakan menggunakan Model KCO. Karena Persentase fragmentasi ukuran *boulder* yang dihasilkan oleh Model KCO tersebut lebih baik dari Model Kuz-Ram.

5.2 Saran

1. Dari beberapa kali kegiatan peledakan yang penulis ikuti, sering terjadinya *fly rock* pada kegiatan peledakan, maka untuk mencegah terjadinya *fly rock* penulis menyarankan agar pada pengisian *stemming* benar-benar secara menyeluruh dan dalam kondisi padat.
2. Pelaksanaan pengontrolan untuk kegiatan peledakan yang lebih ditingkatkan lagi.

3. Untuk kedepannya penulis menyarankan agar dalam kegiatan peledakan yang dilakukan di PT. Dempo Bangun Mitra supaya mempersiapkan lokasi sebelum dilakukan pemboran, serta selalu mengawasi kinerja alat bor agar tidak didapatkan kedalaman dan kemiringan lubang yang tidak sesuai dengan direncanakan, karena dengan kedalaman dan kemiringan lubang yang berbeda-beda, peledakan akan tidak berjalan dengan optimal.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2012). *Diktat Peledakan Pada Kegiatan Penambangan Bahan Galian. Diktat Teknik Pembeaiaan Batuan*. Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara. Bandung.
- [2] Balkema. 1995. *Drilling and Blasting Of Rocks*. Spain: Estudios Y Proyectus Mineros, S.A.
- [3] Bhandari, Sushil. 1997. *Engineering Rock Blasting Operation*. India: Department Of Mine Engineer J.N.V University Jodhpur
- [4] Cunningham, C.V.B. 2005. *The Kuz-Ram Fragmentation Model-20 Years on*. South Africa. Brighton Conference Proceeding, R. Holmberg et al, ISBN 0-9550290-007
- [5] Engin, I.C. 2009. *A Practical Method Of Bench Blasting Design For Desired Fragmentation Based ON Digital Image Processing Technique and Kuz-Ram Model*. Turkey: Afyon Kocatepe University
- [6] Budiman, Agus Ardianto. 2016. *Analisis Powder Factor dan Fragmentasi Hasil Ledakan Menggunakan Perhitungan Kuz-Ram pada Tambang Batubara di Provinsi Kalimantan Timur*. Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Muslim Indonesia: Makassar
- [7] Faramarzi, F. dkk. 2013 *A Rock Engineering Systems Based Model to Predict Rock Fragmentation by Blasting*. International Journal of Rock Mechanichs and Mining Sciences. Mining Engineering Departement. University of Kerman: Iran.
- [8] Herman, dkk. 2015. *Analisis Pengaruh Kedalaman Lubang Ledak, Burden dan Spacing terhadap Perolehan Fragmentasi Batu Gamping*. Jurnal Geomine, Vol 03. Universitas Muslim Indonesia dan Universitas Hasanudin: Makassar
- [9] Faramarzi, F. dkk. 2013. *Development of Rock Engineering Systems_Based Models for Flyrock Risk Analysis and Prediction of Flyrock Distance in Surface Blasting*. *Rock Mechanical Engineering (Paper)*.
- [10] Ramadana, Sahrul. 2018. *Analisis Geometri Peledakan Guna Mendapatkan Fragmentasi Batuan yang Diinginkan untuk Mencapai Target Produktivitas Alat Gali Muat pada Kegiatan Pembongkaran Lapisan Tanah Penutup (Overburden) di Pit Menara Utara PT arkananta Apta Pratista Job Site PT KPUC, Malinau, Kalimantan Utara. Tugas Akhir. Fakultas Teknik.*

Universitas Negeri Padang: Padang.

- [10] Safarudin. dkk. 2016. Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan *Digging Time* Material Blasting. Jurnal Penelitian Engineering. Vol. 20 No. 2. Program Studi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin: Gowa.
- [11] Singh, P.K. dkk. 2015. *Rock Fragmentation Control in Opencast Blasting. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. CSIR-Central Institute of Mining and Fuel Research. Dhanbad: Ind*

