

Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Hasil Peledakan *Limestone* Pada PT. Semen Padang, Kota Padang.

Laju Boy Ardi Harahap^{1*}, Dedi Yulhendra S.T., M.T^{1**}

¹Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*ardiharahaplajuboy@gmail.com

**dediyulhendra@ft.unp.ac.id

Abstract. This final project is based on the fragmentation of limestone blasting resulting in a size of ≥ 80 cm which hinders the performance of the crusher. The purpose of this final project is to get a blasting geometry recommendation; to achieve a fragmentation value of ≥ 80 cm with a retained percentage of 10%. Actual blasting geometry with blast hole diameter 4 inches, burden 3,05 m, spacing 3,04 m, blast hole depth 7,59 m, subdrilling 0 m, PC 4,35 m, stemming 3,24 m, ladder height 7,59 m and PF value 0,60 kg / m³. The percentage of rock fragmentation resulting from blasting in the actual geometry uses a split desktop with the percentage of fragmentation ≥ 80 cm retained, namely 21,605%. The geometries that have a major influence on the actual blasting result fragmentation are; Burden with (R²) = 0,7705 or 77,05%, Space with R²) = 0,7495 or 74,95% and PF with (R²) = 0,6356 or 63,56 %. Therefore, the author tries to propose a blasting geometry so that the resulting fragmentation can fulfill the policies that have been made and the non-uniformity of blasting fragmentation results can be better. The proposed geometry uses the RLASH formula with the proposed burden of 2,5 m, spacing of 3,5 m, height of 7,5 m, PC 5,75 m, stemming 2,5 m, subdrilling 0,75 m, blast hole depth 8,25 m and PF 0,85 kg/m³. Based on the proposed geometry improvement, the percentage retained by rock fragmentation with predictions using the Kuz-Ram method is obtained, the percentage retained by fragmentation is ≥ 80 cm, which is 5,8%.

Keywords: *Fragmentation, Split Dekstop, Blasting Geometry*

1. Pendahuluan

PT. Semen Padang merupakan salah satu perusahaan semen terintegrasi di Indonesia, yang lokasi penambangannya di Bukit Karang Putih, Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang. Metode Penambangan yang diterapkan PT. Semen Padang dilakukan dengan sistem *Type Side Hill Quarry* dengan menggunakan peledakan untuk memberai batuan menjadi beberapa ukuran. Hasil dari proses peledakan ini disebut dengan fragmentasi batuan, dalam hal ini ketercapaian fragmentasi batuan sangat diperhatikan untuk mempermudah kegiatan pengangkutan batuan dan proses pengolahan pada tahap selanjutnya.

Fragmentasi batuan merupakan istilah umum untuk menunjukkan ukuran setiap bongkah batuan hasil peledakan yang telah terberai menjadi ukuran – ukuran yang lebih kecil dan beragam. Fragmentasi batuan merupakan hal yang sangat penting dalam proses penambangan batu gamping, dimana fragmentasi batuan akan berpengaruh terhadap produktivitas dan efisiensi

dalam proses kominusi (pengecilan ukuran batuan), salah satu alat untuk proses kominusi adalah *crusher*.

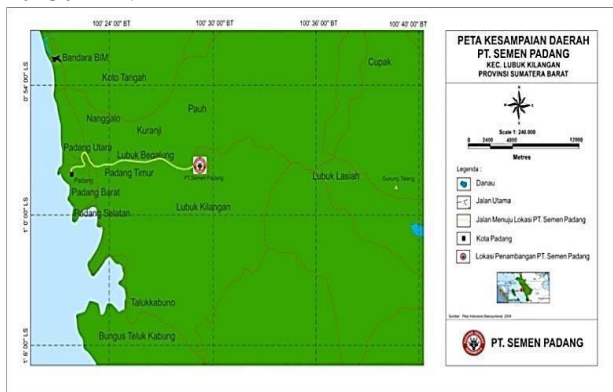
Berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis, kegiatan peledakan PT. Semen Padang menghasilkan ukuran *fragmentasi* yang belum optimal, dan masih adanya ukuran *fragmentasi* peledakan berukuran ≥ 80 cm sekitar 20 % dari setiap peledakan. Oleh karena itu *fragmentasi* peledakan yang berukuran ≥ 80 cm akan menghambat kinerja *crusher* PT. Semen Padang dalam proses kominusi batugamping.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis bermaksud untuk melakukan penelitian ini dengan judul “**Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Hasil Peledakan *Limestone* Pada PT. Semen Padang, Kota Padang**”.

2. Lokasi Penelitian

Lokasi tambang PT. Semen Padang berada di Bukit Karang Putih, Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat ± 15 KM di sebelah Timur Kota Padang secara administrasi termasuk

dalam Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat dengan ketinggian lebih kurang 200 mdpl. Secara geografis terletak pada 10 04' 30" LS sampai 10 06' 30" LS dan 100° 15' 30" BT sampai 100° 10' 30" BT.



Sumber: Perusahaan PT.Semen Padang

Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah PT. Semen Padang

3. Metode Penelitian

3.1. Desain Penelitian

3.1.1 Jenis Penelitian

Menurut Sugiyono (2009) “Penelitian merupakan cara ilmiah berdasarkan ciri-ciri keilmuan untuk mendapatkan data dengan tujuan atau kegunaan tertentu”. Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian terapan. Penelitian terapan dilakukan berkenaan dengan kenyataan-kenyataan praktis, penerapan, dan pengembangan ilmu pengetahuan yang dihasilkan oleh penelitian dasar. Tujuan utama penelitian terapan adalah mencari solusi tentang masalah-masalah tertentu sehingga dapat secara langsung diterapkan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi (Sukardi, 2003).

3.1.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian berada di PT Semen Padang terletak di Desa Batu Gadang, Kecamatan Indarung, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Pengambilan data dilakukan pada area 15.15. pada tanggal 01 Maret – 28 April 2020.

3.2 Jenis dan Sumber Data Penelitian

Data penelitian dapat terbagi atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung sebagai hasil dari observasi lapangan, Geometri peledakan, yang terdiri dari burden, spasi, kedalaman lubang ledak, peralatan dan perlengkapan peledakan yang dipakai, fragmentasi peledakan berdasarkan pengamatan foto, sedangkan data sekunder merupakan data yang tidak langsung diambil dilapangan dan disiapkan oleh perusahaan atau sumber lainnya berupa peta kesampaian daerah, peta geologi dan data lithologi.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengambilan data ini dilakukan untuk memperoleh data- data yang diperlukan dalam melakukan penelitian. Dalam proses pengambilan data terdapat dua jenis data yang diperlukan dalam melakukan penelitian yaitu data primer dan data sekunder. Ada beberapa cara pengambilan data- data yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- Tahap pertama, adalah dengan cara studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan data sekunder yang berhubungan dengan kegiatan peledakan pada tempat penelitian dari publikasi ilmiah dan laporan-laporan terdahulu, dan hal- hal yang dapat mendukung nya penelitian.
- Tahap kedua, adalah observasi lapangan Tahapan observasi lapangan terdiri dari tiga kegiatan yaitu :
 - Orientasi Lapangan
 - Persiapan Instrumentasi

Instrumentasi merupakan peralatan yang akan digunakan selama penelitian yang berfungsi untuk membantu dalam pengambilan data dan proses pengolahan data menjadi hasil yang akan dianalisis. Data- data tersebutlah nanti yang akan dikumpulkan dan digabungkan untuk mendukung kegiatan penelitian.

3.4 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

3.4.1 Pengolahan Data

- Data foto fragmentasi hasil peledakan dimasukkan ke *Split Desktop* untuk mendapatkan distribusi hasil peledakan aktual dilapangan.
- Data geometri peledakan dimasukkan dalam *Ms. Office Excel* untuk mendapatkan fragmentasi rata – rata menggunakan Teori *Kuz-Ram*. Menentukan ukuran fragmentasi optimal sesuai kapasitas *gap crusher*

3.4.2 Analisis Data

3.4.2.1 Analisis Fragmentasi Aktual dengan Software Splitdesktop

Teknik pengukuran fragmentasi batuan terbaru menggunakan software pengolahan gambar digital diharapkan dapat menganalisis distribusi batuan hasil peledakan cepat dan akurat. *Software* pengolah gambar digital telah dikembangkan sejak tahun 1990-an. Ada beberapa software untuk menganalisis citra yaitu *Split Desktop*, *WipFrag*, *GoldSize*, *TUCIPS*, *CIAS*, dan lainnya. Fragmentasi hasil peledakan di PT Semen Padang dianalisis dengan *software splitdesktop* sehingga didapatkan fragmentasi aktual pada area peledakan.

3.4.2.1 Analisis Perkiraan Fragmentasi dengan Kuz-Ram
Tingkat fragmentasi batuan merupakan salah satu petunjuk yang sangat penting dalam menilai keberhasilan dari suatu kegiatan peledakan, dimana material yang memiliki ukuran seragam lebih diharapkan dari pada material yang banyak berukuran bongkahan. Fragmentasi adalah bentuk material hasil peledakan berdasarkan ukuran tertentu. Fragmentasi dapat di klasifikasikan menjadi 3 ukuran partikel fragmentasi hasil peledakan yaitu *oversize*, *finest*, dan *mid range*.

Persamaan Kuz-Ram merupakan gabungan dari dua persamaan, yaitu Persamaan Kuznetsov untuk menentukan ukuran fragmentasi rata-rata dan persamaan Rosin-Rammler untuk menentukan persentase material. Untuk melakukan perhitungan menggunakan metode Kuz-Ram dibutuhkan beberapa parameter data diantaranya faktor batuan, geometri peledakan, dan jumlah bahan peledak. Perhitungan ukuran rata-rata fragmentasi (\bar{x}) dapat di hitung menggunakan persamaan (1) berikut :

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

Keterangan :

- X = Rata-rata ukuran fragmentasi
- A₀ = Faktor batuan (Rock Factor)
- V = Volume batuan per lubang
- Q = Jumlah bahan peledak ANFO tiap lubang
- E = *Relative Weight Strength* bahan Peledak

Untuk mengetahui *index* keseragaman (n) dan karakteristik ukuran (Xc), dapat digunakan persamaan (2) dan persamaan (3) berikut :

$$n = \left[2,2 - 14 \frac{B}{De} \right] \times \left[\left(\frac{1+S/B}{2} \right)^{0.5} \right] \times \left[1 - \frac{W}{B} \right] \times \left[\frac{PC}{L} \right] \quad (2)$$

Keterangan:

- B = *Burden* (m)
- De = diameter lubang ledak (mm)
- W = standar deviasi dari keakuratan pemboran (m)
- PC = Panjang kolom isian (m)
- L = Tinggi jenjang (m)

$$Xc = \frac{X}{(0,693)^{1/n}} \quad (3)$$

Perhitungan persentase bongkahan dapat dihitung menggunakan persamaan (4) sebagai berikut :

$$Rx = e^{-\left(\frac{x}{xc}\right)^n} \times 100 \% \quad (4)$$

Dimana :

- Rx = Persentase material yang tertahan pada ayakan
- X = Ukuran ayakan (cm)
- n = Index Keseragaman

Pembobotan masa batuan untuk peledakan agar didapatkan nilai faktor batuan yang diperoleh dari indeks kemampuledakkan atau *blastability index* (BI) yang dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Bobot Nilai Tiap Parameter dalam Penentuan *Blastability Index*

Rock Mass Description (RMD)	Rating
<i>Powder/friable</i>	10
<i>Blocky</i>	20
<i>Totally massive</i>	50
Joint Plane Spacing (JPS)	Rating
<i>Close (< 0.1 m)</i>	10
<i>IntemEDIATE (0.1 – 1.0 m)</i>	20
<i>Wide (>1.0)</i>	50
Joint Plane Orientation (JPO)	Rating
<i>Horizontal</i>	10
<i>Dip out of face</i>	20
<i>Strike normal to face</i>	30
<i>Dip into face</i>	40
Specific Gravity Influence (SGI)	SGI = (25 x Bobot isi) – 50
Hardness	Hardness = 0.05 x UCS
<i>Rating of 1 to 10 (mohs scale)</i>	

Sumber: Jimeno, C.L dan Jimeno, E.L, (1995), “*Drilling and Blasting of Rocks*”

Parameter tersebut penting untuk menentukan nilai faktor batuan (A₀), sebagaimana tertera dalam persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{(BI)} &= 0.5(\text{RMD}+\text{JPS}+\text{JPO}+\text{SGI}+\text{H}) \\ \text{Faktor Batuan (A}_0\text{)} &= 0.12 \times \text{BI} \end{aligned}$$

4. Pembahasan

4.1 Geometri Peledakan Aktual

Dapat dilihat data geometri peledakan aktual dapat dilihat dalam tabel 1 berikut ini :

Table 1. Data Peledakan Aktual rata-rata di lapangan

No	Tanggal	B (m)	S (m)	H (m)	T (m)	PC (m)	PF
1	03-Mar-20	3.2	3.1	7,2	3,5	3,7	0,50
2	05-Mar-20	3.1	3.1	6	2,5	3,5	0,59
3	06-Mar-20	3.1	3	6	3	3	0,52
4	07 Mar-20	3	3	7.2	3	4.2	0.63
5	09-Mar-20	3	3.15	8,5	4,1	4,4	0,53
6	10 Mar-20	3	3	8,9	3,2	5,7	0,69
7	11 Mar-20	3	3	6	2.8	3.2	0.58
8	16 Mar-20	3	3	9.4	3	6,4	0,74
9	22 Mar-20	3	3	8,3	3,1	5,2	0,68
10	25-Mar-20	3.15	3.1	6	3,5	2,5	0,41
11	27-Mar-20	3	3	10	4	6	0,65
12	28 Mar-20	3	3	7,6	3,2	4,4	0,63
Rata-rata		3,05	3,04	7,59	3,24	4,35	0,60

4.2 Analisis Fragmentasi Hasil Peledakan Aktual

4.2.1 Peledakan pada Tanggal 09 Maret 2020

Pengambilan data geometri peledakan aktual diambil secara manual dengan mengukur secara langsung burden, spasi, kedalaman lubang ledak dan lain-lain seperti pada tabel 2 sebagai berikut:

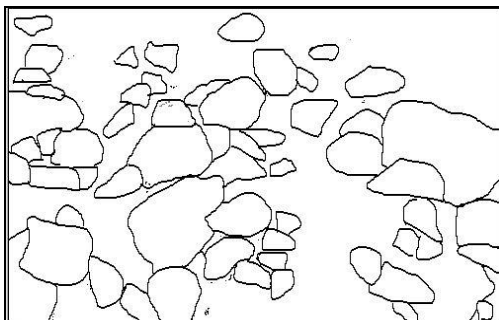
Table 2. Geometri peledakan 09 Maret 2020

No	Parameter Peledakan	Nilai
1	Diameter (De)	4 inchi
2	Burden	3 m
3	Spasi	3,15 m
4	Kedalaman lubang ledak	8,5 m
5	Tinggi jenjang	8,5 m
6	PC	4,4 m
7	Stemming	4,1 m
8	Subdrilling	0 m
9	Volume peledakan	80,33 bcm
10	Loading density	9,72 kg/m
11	Berat bahan peledak lubang	42,77 kg/lubang
12	Powder factor	0,53

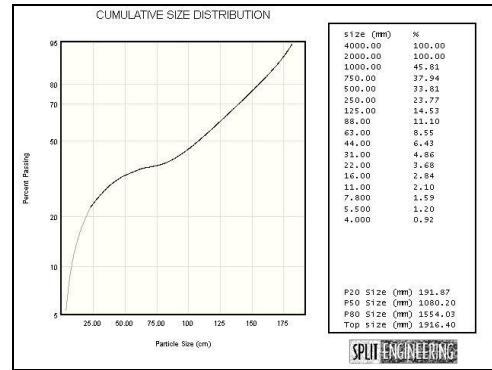
4.2.4.2 Analisis Fragmentasi Peledakan dengan Split Dekstop



Gambar 11. Fragmentasi hasil peledakan 09 Maret 2020



Gambar 12. Hasil deliniasi splitdeskstop peledakan 09 Maret 2020



Gambar 13. Kurva hasil analisis splitdeskstop peledakan 09 Maret 2020

Dari analisis fragmentasi batuan hasil peledakan dengan menggunakan *split deskstop* dengan menggunakan geometri aktual pada tanggal 09 Maret 2020 didapatkan persentase tertahan pada butiran ≥ 80 cm yaitu 21%. Dengan persentase tersebut masih tergolong fragmentasi yang kurang baik.

Rata-rata fragmentasi peledakan aktual berdasarkan analisis menggunakan *software split deskstop* dapat dilihat pada tabel 3 dibawah

Tabel 13. Persentase Fragmentasi Peledakan Aktual

No	Tanggal Peledakan	Ayakan ≥ 80 cm	
		% Lolos	% Tertahan
1	03-Maret-2020	27,056	72,944
2	05-Maret-2020	80,376	19,624
3	06-Maret-2020	37,162	62,838
4	07-Maret-2020	100	0
5	09-Maret-2020	39,514	60,486
6	10-Maret-2020	90,376	9,624
7	11-Maret-2020	100	0
8	16-Maret-2020	95,248	4,752
9	22-Maret-2020	100	0
10	25-Maret-2020	71,002	28,998
11	27-Maret-2020	100	0
12	28-Maret-2020	100	0
Rata-rata		78,395 %	21,605 %

4.2 Analisis Fragmentasi Aktual Metode Kuz-Ram

Tabel 14. Analisis Fragmentasi Aktual Metode Kuz-Ram

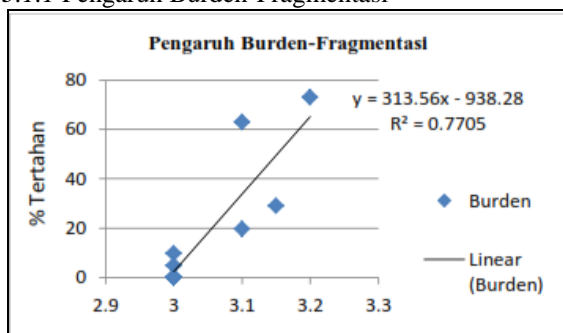
No	Tanggal Peledakan	Ayakan ≥ 80 cm	
		% Lolos	% Tertahan
1	03-Maret-2020	70,74	29,26
2	05-Maret-2020	81,30	18,70
3	06-Maret-2020	72,11	27,89
4	07-Maret-2020	82,29	17,71
5	09-Maret-2020	71,43	28,57
6	10-Maret-2020	86,55	13,45
7	11-Maret-2020	77,53	22,47
8	16-Maret-2020	89,34	10,66
9	22-Maret-2020	85,70	14,30
10	25-Maret-2020	56,41	43,59
11	27-Maret-2020	82,29	17,71
12	28-Maret-2020	81,54	18,46
Rata-rata		78,10	21,90

Dari perhitungan di atas, dapat diketahui persentase tertahan fragmentasi batuan berukuran ≥ 80 cm yang dihasilkan adalah 21,90 %.

4.3 Analisis Pengaruh Geometri Peledakan

4.3.1 Analisis Statistik Bivariate

4.3.1.1 Pengaruh Burden-Fragmentasi

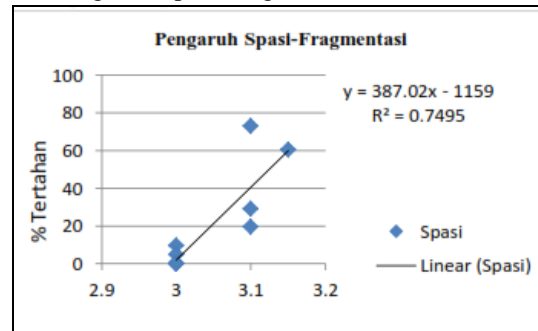


Gambar 12. Grafik Pengaruh Burden-Fragmentasi

Seperti yang terlihat pada gambar 12. Jarak Burden mempunyai hubungan yang berbanding lurus dengan fragmentasi hasil peledakan. Hubungan keduanya mempunyai koefisien korelasi (r) = 0,687 artinya

fragmentasi hasil peledakan memiliki korelasi positif dan hubungan yang kuat dengan jarak burden. Sedangkan (R^2)= 0,7705 atau 77,05 % adalah besarnya pengaruh jarak burden terhadap fragmentasi hasil peledakan, sedangkan 22,95 % disebabkan oleh faktor lain.

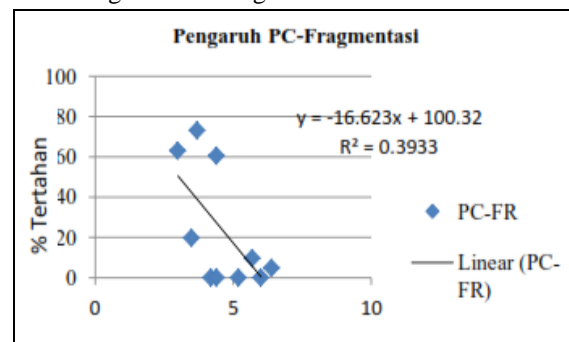
4.3.1.2 Pengaruh Spasi-Fragmentasi



Gambar 13. Grafik Pengaruh Spasi-Fragmentasi

Seperti yang terlihat pada gambar 13. Jarak antar Spasi mempunyai hubungan yang berbanding lurus dengan fragmentasi hasil peledakan. Hubungan keduanya mempunyai koefisien korelasi (r) = 0,655 artinya fragmentasi hasil peledakan memiliki korelasi positif dan hubungan yang kuat dengan jarak antar spasi. Sedangkan (R^2)= 0,7495 atau 74,95 % adalah besarnya pengaruh jarak antar spasi terhadap fragmentasi hasil peledakan, sedangkan 25,05 % disebabkan oleh faktor lain.

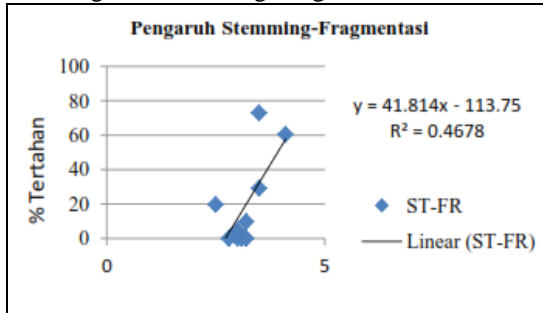
4.3.1.3 Pengaruh PC-Fragmentasi



Gambar 14. Grafik Pengaruh PC-Fragmentasi

Seperti yang terlihat pada gambar 14. Tinggi Kolom isian mempunyai hubungan yang terbalik dengan fragmentasi hasil peledakan. Hubungan keduanya mempunyai koefisien korelasi (r) = -0,458 artinya fragmentasi hasil peledakan memiliki korelasi negatif dan hubungan yang sedang dengan tinggi kolom isian. Sedangkan (R^2)= 0,3933 atau 39,33 % adalah besarnya pengaruh tinggi kolom isian terhadap fragmentasi hasil peledakan, sedangkan 60,67 % disebabkan oleh faktor lain.

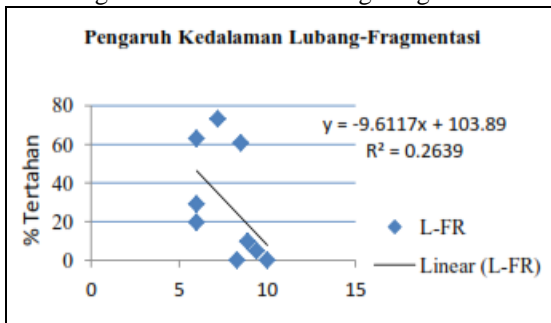
4.3.1.4 Pengaruh Stemming-Fragmentasi



Gambar 15. Grafik Pengaruh Stemming-Fragmentasi

Seperti yang terlihat pada gambar 15. Tinggi *stemming* mempunyai hubungan yang berbanding lurus dengan fragmentasi hasil peledakan. Hubungan keduanya mempunyai koefisien korelasi (r) = 0,326 artinya fragmentasi hasil peledakan memiliki korelasi positif dan hubungan yang rendah dengan tinggi stemming. Sedangkan (R^2) = 0,4678 atau 46,78 % adalah besarnya pengaruh naik turunnya tinggi stemming terhadap fragmentasi hasil peledakan, sedangkan 53,22 % disebabkan oleh faktor lain.

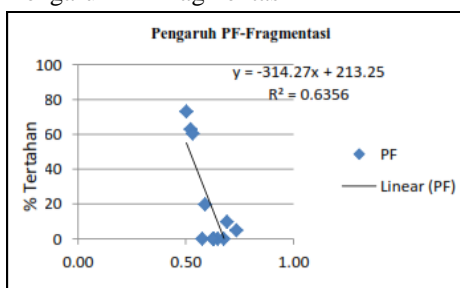
4.3.1.5 Pengaruh Kedalaman Lubang-Fragmentasi



Gambar 16. Grafik Pengaruh Kedalaman Lubang-Fragmentasi

Seperti yang terlihat pada gambar 16. Kedalaman lubang mempunyai hubungan yang terbalik dengan fragmentasi hasil peledakan. Hubungan keduanya mempunyai koefisien korelasi (r) = -0,294 artinya fragmentasi hasil peledakan memiliki korelasi negatif dan hubungan yang rendah dengan kedalaman lubang ledak. Sedangkan (R^2) = 0,2639 atau 26,39% adalah besarnya pengaruh dangkal dan dalamnya lubang ledak terhadap fragmentasi hasil peledakan, sedangkan 73,61 % disebabkan oleh faktor lain.

4.3.1.6 Pengaruh PF-Fragmentasi



Gambar 17. Grafik Pengaruh PF-Fragmentasi

Seperti yang terlihat pada gambar 17. Nilai PF mempunyai hubungan yang terbalik dengan fragmentasi hasil peledakan. Hubungan keduanya mempunyai koefisien korelasi (r) = -0,672 artinya fragmentasi hasil peledakan memiliki korelasi negatif dan hubungan yang sedang dengan nilai PF. Sedangkan (R^2) = 0,6356 atau 63,56 % adalah besarnya pengaruh nilai PF terhadap fragmentasi hasil peledakan, sedangkan 36,44 % disebabkan oleh faktor lain.

4.3.2 Analisis Multivariat

Hasil analisis menggambarkan secara umum nilai korelasi pada hubungan antara geometri peledakan terhadap fragmentasi hasil peledakan yaitu sebesar (r) 0,806 dengan nilai (R^2) = 0,649 atau 64,9 % adalah besarnya pengaruh geometri peledakan terhadap fragmentasi hasil peledakan. Berikut hasil persamaan regresi linear berganda antara geometri peledakan terhadap persentase tertahan fragmentasi hasil peledakan.

$$Y = -1533 + 280B + 150S + 44H - 66PC + 337PF \dots (5)$$

Dengan :

Y = Persentase Tertahan Prediksi Fragmentasi \geq 80 cm

B = Burden

S = Spasi

PC = Kolom Isian

PF = Powder Factor

H = Kedalaman Lubang Ledak (m)

Berikut prediksi persentase tertahan fragmentasi \geq 80 cm dengan analisis regresi berganda dapat dilihat pada tabel 15 dibawah ini.

Tabel 15. Analisis Fragmentasi Aktual dengan Regresi Berganda

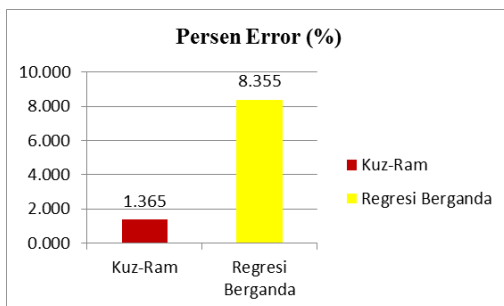
No	Tanggal Peledakan	Ayakan \geq 80 cm	
		% Lolos	% Tertahan
1	03-Maret-2020	29,71	70,29
2	05-Maret-2020	68,17	31,83
3	06-Maret-2020	72,89	27,11
4	07-Maret-2020	91,09	8,91
5	09-Maret-2020	57,47	42,53
6	10-Maret-2020	94,50	5,50
7	11-Maret-2020	96,09	3,91
8	16-Maret-2020	100	0
9	22-Maret-2020	92,98	7,02
10	25-Maret-2020	47,23	52,77
11	27-Maret-2020	80,62	19,38
12	28-Maret-2020	88,29	11,71
Rata-rata		76,59	23,41

Berikut perbandingan persentase tertahan fragmentasi aktual dapat dilihat pada tabel 16 dibawah ini.

Tabel 16. Perbandingan Persentase Tertahan Fragmentasi Aktual

No	Tanggal Peledakan	Persentase Tertahan Ukuran ≥ 80 cm		
		Split Dekstop (%)	Kuz-Ram (%)	Regresi Linear Berganda (%)
1	03-Mar-2020	72,944	29,26	70,29
2	05-Mar-2020	19,624	18,70	31,83
3	06-Mar-2020	62,838	27,89	27,11
4	07-Mar-2020	0	17,71	8,91
5	09-Mar-2020	60,486	28,57	42,53
6	10-Mar-2020	9,624	13,45	5,50
7	11-Mar-2020	0	22,47	3,91
8	16-Mar-2020	4,752	10,66	0
9	22-Mar-2020	0	14,30	7,02
10	25-Mar-2020	28,998	43,59	52,77
11	27-Mar-2020	0	17,71	19,38
12	28-Mar-2020	0	18,46	11,71
Rata-rata		21,605 %	21,90 %	23,41%

Dari hasil perhitungan persen *error* antara fragmentasi aktual dan prediksi fragmentasi aktual didapatkan hasil seperti gambar dibawah ini.



Gambar 18. Persen Error Prediksi Fragmentasi Aktual

Seperti terlihat pada grafik diatas, persen error dari prediksi fragmentasi aktual dengan analisis Kuz-Ram adalah 1,365 % dan analisis regresi berganda adalah 8,355 %. Sehingga prediksi persentase tertahan fragmentasi ≥ 80 cm dengan perbaikan geometri peledakan menggunakan analisis metode Kuz-Ram.

4.4 Perbaikan Geometri Peledakan

Geometri peledakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi *fragmentasi* hasil peledakan. Dimana

perbaikan geometri peledakan untuk mendapatkan fragmentasi hasil peledakan yang optimal adalah sebagai berikut:

- 1) *Burden (B)* = 2,5 m
- 2) *Spasi (S)* = 3,5 m (1,4 x B)
- 3) *Stemming (T)* = 2,5 m (1 x B)
- 4) *Tinggi Jenjang (L)* = 7,5 m (H - J)
- 5) *Subdrilling (J)* = 0,75 m (0,3 x B)
- 6) *Kedalaman lubang ledak (H)* = 8,25 m (3,3 x B)
- 7) *Kolom isian (PC)* = 5,75 m (H - T)

Volume Peledakan Perlubang

$$V = B \times S \times L$$

$$= 2,5 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} \times 7,5 \text{ m}$$

$$= 65,625 \text{ m}^3$$

Pemakaian Bahan Peledak

a. *Loading Density (de)*

$$de = \frac{1}{4} \times 3,14 (De)^2 \times SG \times 1000$$

Keterangan :

- de = *Loading Density* (kg/m)
- De = *Diameter Lubang Tembak* (Inchi)
- SG = *Spesific Grafity*
- de = $0,785 \times (De)^2 \times SG \times 1000$
- = $0,785 \times (4 \text{ inchi})^2 \times 1,2 \times 1000$
- = 9,72 kg/m

b. Jumlah bahan peledak untuk setiap lubang ledak (E) :

Dimana :

- E = Jumlah bahan peledak per lubang
- de = *Loading density* = 9,72 kg/m
- PC = *Panjang kolom isian* = 5,75 m

Maka :

$$E = (de) \times (PC)$$

$$= 9,72 \text{ kg/m} \times 5,75 \text{ m}$$

$$= 55,89 \text{ kg}$$

c. *Powder Factor (PF)*

$$\text{Powder Factor (PF)} = \frac{\text{Berat Bahan Peledak}}{\text{Volume Batuan yang diledakkan}}$$

$$= \frac{55,89 \text{ kg}}{65,625 \text{ m}^3}$$

$$= 0,85$$

4.5 Analisis Prediksi Fragmentasi Perbaikan Metode Kuz-Ram

Tabel 17 : Perhitungan Perkiraan Distribusi Ukuran Fragmentasi Batuan Berdasarkan Geometri Perbaikan

No	Ukuran Ayakan (cm)	Tidak lolos %	Lolos (%)
1	10 - 20	70,1	29,9
2	20 - 30	49,2	50,8
3	30 - 40	34,5	65,5
4	40 - 50	24,2	75,8
5	50 - 60	17	83
6	60 - 70	11,9	88,1
7	70 - 80	8,3	91,7
8	80 - 90	5,8	94,2
9	90 - 100	4,1	95,9
10	≥ 100	2,9	97,1

Dari perhitungan di atas, dapat diketahui persentase tertahan fragmentasi batuan berukuran ≥ 80 cm yang dihasilkan adalah 5,8 %.

4.6 Analisis Biaya Peledakan

Berikut dapat dilihat pada tabel 18 dibawah ini biaya rata-rata setiap kegiatan peledakan.

Tabel 18. Tabel Biaya Rata-Rata Setiap Peledakan

No	Bahan Peledakan	Harga	Pemakaian	Total
1	Dabex 73 (3002) kg			
	AN (kg)	Rp. 9.500	900,6	Rp. 8.555.700
	Emulsi on (kg)	Rp. 12.500	2101,4	Rp. 26.267.500
2	Bahan Pelengkap			
	Booster (pcs)	Rp. 50.000	71	Rp. 3.550.000
	Inhole Delay (pcs)	Rp. 42.000	71	Rp. 2.982.000
	Surface Delay (pcs)	Rp. 37.000	71	Rp. 2.627.000
	Detonator (pcs)	Rp. 19.500	1	Rp. 19.500
Jumlah				Rp. 44.001.700

Sumber: Afrila, E. R., Sumarya, S., & Yulhendra, D. (2018)

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya peledakan perton} &= \frac{\text{Biaya Bahan Peledak}}{\text{Volume batuan yg diledakkan}} \\
 &= \frac{44.001.700/\text{peledakan}}{12.243/\text{peledakan}} \\
 &= \text{Rp. 3565/ton}
 \end{aligned}$$

Tabel 19. Biaya Peledakan/lubang

No	Biaya Peledakan /lubang	Biaya /ton	Vol. batuan/lubang	Total
1	Rencana	Rp. 3.565	166,725 ton	Rp. 594.375
2	Aktual	Rp. 3.565	173,825 ton	Rp. 619.686
3	Perbaikan	Rp. 3.565	162,094 ton	Rp. 557.866

4.7 Pembahasan

Dari analisis data geometri peledakan aktual di lapangan dengan analisa perbaikan geometri peledakan maka didapatkan perbandingan pada tabel 20 dibawah ini:

Tabel 20. Perbandingan Antara Geometri Aktual dengan Geometri Perbaikan

No	Parameter	Geometri Aktual	Geometri Perbaikan
1	Burden (B)	3,09 m	2,5 m
2	Spasi (S)	3,08 m	3,5 m
3	Diameter lubang (De)	4 inchi	4 inchi
4	Kedalaman Lubang Ledak	7,3 m	8,25 m
5	Tinggi Jenjang (L)	7,3 m	7,5 m
6	Stemming (T)	3,4 m	2,5 m
7	Subdrilling (J)	0 m	0,75 m
8	Panjang Kolom isian (PC)	3,9 m	5,75 m
9	Berat handak per lubang	37,42 kg	55,89 Kg
11	Volume per lubang	68,97 bcm	65,625 bcm
13	Powder Factor (PF)	0,54	0,85
15	% Boulder ≥ 80 cm	21,61 %	5,8 %
16	Biaya peledakan/lubang	Rp. 619.686	Rp. 557.866

Berdasarkan analisis yang dilakukan untuk perhitungan perbaikan geometri peledakan menggunakan analisis metode Kuz-Ram didapatkan persentase tertahan fragmentasi hasil peledakan berukuran ≥ 80 cm dengan sebesar 5,8 %.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Analisis geometri peledakan aktual menghasilkan persentase tertahan fragmentasi berukuran ≥ 80 cm sebesar 21,605 %.
2. Geometri yang memiliki hubungan pengaruh besar terhadap fragmentasi hasil peledakan aktual di PT. Semen Padang yaitu; *Burden* dengan (R^2) = 0,7705 atau 77,05 %, *Spasi* dengan (R^2)= 0,7495 atau 74,95 % dan *PF* dengan (R^2)= 0,6356 atau 63,56 %.
3. Analisis perbaikan geometri peledakan dengan parameter sebagai berikut: *burden* 2,5 m, *spasi* 3,5 m, *stemming* 2,5 m, kedalaman lubang ledak 8,25 m, panjang kolom isian 5,75 m, tinggi jenjang 7,5 m, *subdrilling* 0,75 m dan *PF* 0,85.
4. Dari hasil analisis geometri perbaikan didapatkan prediksi persentase tertahan fragmentasi berukuran ≥ 80 cm dengan persamaan analisis metode Kuz-Ram didapatkan sebesar 5,8 %.

5.2 Saran

1. Geometri peledakan hendaknya diperhatikan lagi agar fragmentasi hasil peledakan menghasilkan ukuran fragmentasi yang optimal.
2. Meningkatkan pengawasan terhadap pemoran dan peledakan terutama saat pengisian bahan peledak dan saat pemadatan *stemming* agar peledakan menghasilkan hasil yang optimal.
3. Pengisian bahan peledak hendaknya disesuaikan dengan perhitungan teoritis agar fragmentasi hasil peledakan mencapai target ukuran fragmentasi yang diinginkan.

Daftar Pustaka

- [1] Abimanyu, Dian. 2018. "Evaluasi Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Dan Biaya Peledakan Pada Pit Lisat PT. Teguh Sinarabadi Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Timur". *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL* (Nomor 1 Volume 6). Hlm. 38--45.
- [2] Anonim. 2007. "Teknik Peledakan", Pusklat Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung, hal 26-27.
- [3] Besri, I. M., & Gusman, M. (2020). Hilirisasi Kegiatan Penggalan dan Pengangkutan pada Penambangan Batu Kapur di PT. Semen Padang. *Bina Tambang*, 5(4), 92-104.
- [4] Cahyadi, I, M, & Kopa, R. 2018. *Evaluasi Rancangan Geometri Peledakan Berdasarkan Hasil Fragmentasi Batuan dan Getaran*. Bina Tambang, 4(1), 140 – 152.
- [5] Defriansyah, A., & Yulhendra, D. (2019). Evaluasi Teknis Geometri Peledakan untuk Mendapatkan Fragmentasi dan Identifikasi Tingkat Keseragaman Batuan Hasil Peledakan yang Ideal di PT. Allied

- Indo Coal Jaya, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto. *Bina Tambang*, 4(1), 100-113.
- [6] Febrianto.2014. "Perencanaan Ulang Geometri Peledakan untuk Mendapatkan Fragmentasi yang Optimum Dilokasi Penambangan Front IV Quarry PT. Semen Padang". Universitas Negeri Padang : Padang
 - [7] Handayani, R,L, Husain, J, R, & Budiman, A ,A. 2015. *Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Pada PT. Pamapersada Nusantara Site Adaro Provinsi Kalimantan Selatan*. Jurnal Geomine, Vol 03, 136 – 142.
 - [8] Hidayattullah, S., & Heriyadi, B. (2019). Rancangan Geometri Peledakan Untuk Mencapai Target Fragmentasi Ideal Berdasarkan Nilai Blastibility Index Pada Tamka PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto. *Bina Tambang*, 4(3), 1-11.
 - [9] Prima, H., Yulhendra, D., & Abdullah, R. (2018). Analisis Rock Factor Dan Pengaruh Powder Factor Terhadap Fragmentasi Pada Batuan Limestone Di Bukit Karang Putih Pt. Semen Padang (Persero). *Bina Tambang*, 3(1), 581-587.
 - [10] Konya, C.J dan Walter, E. J. 1990. *Surface Blast Designt*. New Jersey : Prentice Hall,inct
 - [11] Kopa, Raimon. 2016. *Hand Out Teknik Peledakan*. Padang : UNP
 - [12] Libriyon, Denny Prananda. 2020. *Evaluasi Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan, Digging time dan Recovery Peledakan di Pit B PT. Darma Henwa Tbk Bengalon Coal Project Kalimantan Timur*. Padang. Tugas Akhir Universitas Negeri Padang
 - [13] Lily. 1986. *Parameter Klasifikasi dan Pembobotan Batuan Books ltd*. American Company. London
 - [14] Milia, Putri 2018. "Optimasi Geometri Peledakan untuk Mencapai Target Fragmentasi dan Diggability dalam Pemenuhan Target Produktivitas Ore di Pit Durian Barat dan Pit South Osela Site Bakan PT J Resources Bolaang Mongondow Sulawesi Utara". Skripsi tidak diterbitkan FT - UNP.
 - [15] Munawir, A. I. Samanlangi, Anshariah. *Analisis Geometri Peledakan Terhadap Ukuran Fragmentasi Overburden Pada Tambang Batubara PT. Pamapersada Nusantara Jobsite Adaro Kalimantan Selatan*. Jurnal Geomine 1, 3. (2015)
 - [16] Nilasari, Gita Andini. 2017. "Evaluasi Geometri Berdasarkan Fragmentasi Hasil Peledakan Pada Penambangan Batugamping di PT. Semen Tonasa". *Jurnal Himasapta* (Nomor 2 Volume 2). Hlm. 27--30.
 - [17] R. L Handayani, Jamal Rauf Husain, Agus Ardianto Budiman. *Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan pada PT. Pamapersada Nusantara Site Adaro Provinsi Kalimantan Selatan* . Jurnal Geomine 3, 4. (2015).
 - [18] S. Ramadana, R. Kopa. *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. Jurnal Bina Tambang 3, 4. (2018).

- [19] Safarudin, Purwanto. 2016 “Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Digging Time Material Blasting”. *Jurnal IPE – UNHAS* (Nomor 2 Volume 20). Hlm. 54--62.
- [20] Sitanggang. (2008). *Perhitungan Distribusi Fragmen Batuan Hasil Peledakan Berdasarkan Model "Kuz-Ram" Dengan Menggunakan Simulasi "Monte Carlo" Untuk Menentukan Faktor Batuan di Pit A Selatan - Pt. Dharma Henwa, Tbk.* Skripsi Teknik Pertambangan ITB. Bandung.
- [21] Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D.* Bandung : Alfabeta, CV