

KAJIAN FRAGMENTASI HASIL PELEDAKAN KOMODITAS BATUAN GRANODIORIT PADA PT TOTAL OPTIMA PRAKARSA

Bagus Eko Nugroho¹⁾, Marsudi²⁾, M. Khalid Syafrianto³⁾,

¹⁾Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Tanjungpura Pontianak

^{2,3)}Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Tanjungpura Pontianak

bagus.eko.nugroho.14@gmail.com

Abstrak

PT. Total Optima Prakarsa merupakan salah satu perusahaan pertambangan komoditas batuan granodiorit dengan menggunakan sistem penambangan quarry. Kegiatan peledakan merupakan salah kegiatan utama dalam kegiatan penambangan, namun hasil fragmentasi yang dihasilkan melebihi ukuran maksimal crusher yaitu lebih dari 60 cm dan harus dihancurkan terlebih dahulu sebelum dimasukkan kedalam crusher. Tujuan dari kajian ini adalah mengetahui hal – hal yang berdampak pada fragmentasi dan mengetahui perbandingan hasil fragmentasi secara teoritis maupun secara aktual. Dalam penelitian ini, terdapat dua metode yang digunakan untuk menganalisa fragmentasi batuan yaitu dengan menggunakan software split desktop version 4.0 dan menggunakan metode Kuz-Ram. Hasil dari analisa tersebut akan menghasilkan perbandingan ukuran batuan untuk geometri peledakan aktual dan geometri peledakan secara teoritis. Faktor – faktor yang berdampak pada fragmentasi berdasarkan hasil analisa kondisi lapangan PT. Total Optimal Prakarsa. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, disimpulkan bahwa pada saat melakukan perencanaan geometri peledakan, metode geometri peledakan secara teoritis akan menghasilkan ukuran fragmentasi yang lebih efisien daripada metode geometri aktual. Faktor yang mempengaruhi fragmentasi dipengaruhi oleh struktur diskontinuitas pada lokasi peledakan, sifat dan kekuatan batuan, geometri peledakan serta pengisian bahan peledak

Kata kunci: crusher, fragmentasi, granodiorit, peledakan, software

Abstract

[Title : Study of Fragmentation of Explosion of Granodiorite Rock Commodities in PT. Total Optima Prakarsa]

PT. Total Optima Prakarsa is one of the granodiorite rock mining companies using the quarry mining system. Blasting activities are one of the main activities in mining activities, but the resulting fragmentation exceeds the maximum size of the crusher which is more than 60 cm and must be crushed before being put into the crusher. The purpose of this study is to know things that have an impact on fragmentation and to compare the results of theoretical and actual fragmentation results. In this study, there are two methods used to analyze rock fragmentation by using split desktop version 4.0 software and using the Kuz-Ram method. The results of the analysis will produce a comparison of rock sizes for acute blasting geometry and theoretical blasting geometry. Factors that have an impact on fragmentation based on the analysis of the field conditions of PT. Optimal Total Initiative. Based on the results of the research conducted, it was concluded that when planning blasting geometry, the blasting geometry method would theoretically produce a more efficient fragmentation measure than the actual geometry method. Factors that affect fragmentation are influenced by the structure of diskontinuity at the blasting location, the nature and strength of rocks, the blasting geometry and the filling of explosives.

Keywords: blasting, crusher, fragmentation, granodiorite, software

I. Pendahuluan

PT. Total Optima Prakarsa merupakan salah satu perusahaan pertambangan yang bergerak di bidang penambangan komoditas batuan granodiorit. Kegiatan peledakan merupakan salah kegiatan utama dalam kegiatan penambangan yang dilakukan oleh PT. Total Optima Prakarsa. Namun, hasil peledakan yang dilakukan oleh PT. Total Optima Prakarsa memiliki hasil fragmentasi yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran maksimal crusher yaitu lebih dari 60 cm, sehingga sebelum boulder dimasukkan kedalam crusher, boulder

terlebih dahulu dihancurkan dengan breaker, sehingga menghasilkan cost atau biaya penambangan yang lebih besar serta sulit untuk mencapai target produksi pertahun. Berdasarkan kondisi tersebut, peneliti bermaksud untuk melakukan kajian terhadap hasil peledakan baik secara aktual maupun secara teoritis terhadap fragmentasi yang dihasilkan oleh PT. Total Optima Prakarsa, serta peneliti akan mengkaji faktor - faktor apa saja yang dapat mempengaruhi fragmentasi hasil peledakan pada PT. Total Optima Prakarsa, sehingga diharapkan mampu menghasilkan

ukuran fragmentasi yang diinginkan serta mampu mencapai target produksi yang diinginkan. Perumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi bagaimana hasil fragmentasi PT. Total Optima Prakarsa dalam satu kali peledakan baik secara teoritis maupun secara aktual dan mengkaji faktor – faktor apa saja yang mempengaruhi fragmentasi pada kegiatan peledakan PT. Total Optima Prakarsa.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil fragmentasi PT. Total Optima Prakarsa dan mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi fragmentasi pada kegiatan peledakan PT. Total Optima Prakarsa.

Batasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu, analisis batuan yang dilakukan yaitu pengujian *specific gravity* batuan, uji kuat tekan batuan dan uji abrasi batuan. Perhitungan geometri teoritis peledakan menggunakan teori R. L. Ash tahun 1963. Metode untuk mengukur fragmentasi yang dihasilkan menggunakan *software split desktop version 4.0*.

II. Tinjauan Pustaka

Geometri Peledakan

Geometri peledakan terdiri dari *burden*, *spacing*, *sub-drilling*, *stemming*, dan kedalaman lubang bor. (Modul Simulasi Peledakan, 2013)

1). Burden

Burden merupakan variabel yang sangat penting dan kritis dalam mendesain peledakan karena terhadap jenis bahan peledak yang dipakai dan batuan yang dihadapi terdapat jarak optimum burden agar peledakan sukses. Berikut ini merupakan metode untuk mencari nilai burden menurut R.L.Ash :

$$Kb = Kb_{STD} \times \left(\frac{SGe \times VOD^2}{SGe_{STD} \times VOD_{STD}^2} \right)^{1/3} \times \left(\frac{SGr_{std}}{SGr} \right)^{1/3}$$

$$B = Kb \times \frac{d}{12}$$

$$\text{Koreksi Burden} = \text{Burden} \times Kd_{STD} \times Ksg_{STD}$$

Keterangan :

Kb_{STD} = *burden ratio standar* (20-40)

SGe_{STD} = standar densitas bahan peledak (gr/cm^3 atau ton/m^3)

SGe = densitas bahan peledak (gr/cm^3 atau ton/m^3)

VOD_{STD} = standar cepat rambat detonasi (fps)

VOD = cepat rambat dilapangan (fps)

Kd_{STD} = koreksi deposisi batuan

Ksg_{STD} = koreksi struktur geologi

SGr_{STD} = standar densitas batuan (gr/cm^3 atau ton/m^3)

SGr = densitas batuan dilapangan (gr/cm^3 atau ton/m^3)

B = *burden* (m)

Kb = *burden ratio*

d = diameter mata bor (inch)

2). Spacing

Spacing adalah jarak antar lubang-lubang bor yang dirangkai dalam satu baris dan diukur sejajar terhadap *pit wall*. Perlu diperhatikan dalam memperkirakan *spacing* adalah apakah ada interaksi antar *charges* yang berdekatan. Adapun rumus untuk menghitung *spacing* menurut R.L.Ash adalah sebagai berikut :

$$S = Ks \times B$$

Keterangan :

S = *spacing* (m)

Ks = *spacing ratio* (1 - 3)

B = *burden* (m)

Berdasarkan cara urutan peledakannya, pedoman penentuan *spacing* adalah sebagai berikut :

- Peledakan serentak $S = 2 B$
- Peledakan beruntun dengan delay interval lama (*second delay*), $S = B$
- Peledakan dengan *millisecond delay*, S antara 1 B hingga 2 B
- Jika terdapat kekar yang saling tidak tegak lurus, S antara 1,2 B – 1,8 B
- Peledakan dengan pola *equilateral* dan beruntun tiap lubang tembak dalam baris yang sama, $S = 1,15 B$

3). Stemming

Stemming berfungsi agar terjadi keseimbangan tekanan dalam lubang tembak dan mengurung gas – gas hasil ledakan sehingga dapat menekan batuan dengan energi yang maksimal. Rumus untuk menghitung *stemming* menurut R.L.Ash adalah sebagai berikut :

$$T = Kt \times B$$

Keterangan :

T = *stemming* (m)

Kt = *stemming ratio* (0,5-1)

B = *burden* (m)

4). Sub-drilling

Tujuan penggunaan *sub-drilling* adalah agar batuan dapat meledak secara keseluruhan dan terbongkar tepat pada batas lantai jenjang, sehingga tonjolan-tonjolan pada lantai jenjang dapat dihindari. Nilai *subdrilling* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus menurut R.L. Ash sebagai berikut :

$$J = Kj \times B$$

Keterangan :

J = *subdrilling* (m)

Kj = *subdrilling ratio* (0,2 - 0,3)

B = *burden* (m)

5). Kedalaman lubang tembak

Kedalaman lubang ledak tergantung pada ketinggian *bench*. Kedalaman lubang tembak tidak boleh lebih

kecil dari *burden*. Hal ini untuk menghindari terjadinya *overbreaks* atau *cratering*. Disamping itu letak *primer* menentukan kedalaman lubang bor. Berdasarkan arah lubang ledak maka kedalaman lubang ledak dapat ditentukan dengan rumus menurut R.L.Ash sebagai berikut :

a) Untuk lubang ledak vertical

$$H = L + J$$

Keterangan :

H = kedalaman lubang ledak (m)

L = tinggi *bench* (m)

J = *subdrilling* (m)

b) Untuk lubang ledak miring

$$H = \frac{L}{\cos \alpha} + J$$

Keterangan :

H = kedalaman lubang ledak (m)

L = tinggi *bench* (m)

J = *subdrilling* (m)

α = sudut kemiringan lubang ledak terhadap bidang *vertical*

2.2. Faktor Batuan

Menurut Lilly (1986) pembobotan massa batuan yang berhubungan dengan peledakan meliputi deskripsi massa batuan, spasi bidang kekar, orientasi bidang kekar, pengaruh *specific gravity*, dan kekerasan setelah itu mendapatkan nilai *blastability index*.

KLASIFIKASI PEMBOBOTAN	PEMBOBOTAN
ROCK MASS DESCRIPTION (RMD)	RATING
1. Powder/friable	10
2. Blocky	20
3. Totally massive	50
JOINT PLANE SPACING (JPS)	RATING
1. Close (< 0,1 m)	10
2. Intermediate (0,1 - 1,0 m)	20
3. Wide (> 1,0 m)	50
JOINT PLANE ORIENTATION (JPO)	RATING
1. Horizontal	10
2. Dip out of face	20
3. Strike normal to face	30
4. Dip into face	40
SPECIFIC GRAVITY INFLUENCE (SGI)	SGI = 25 x Bobot isi - 50
HARDNESS	H = 0,05 x (UCS MPa), RATING OF 1 TO 10 (MOHS SCALE)

Tabel 1. Pembobotan massa batuan

2.3. Fragmentasi

Fragmentasi adalah bentuk material hasil *free digging*, penggalian mekanik maupun peledakan berdasarkan ukuran tertentu. Tingkat fragmentasi

batuan merupakan tingkat pecahan material dalam ukuran tertentu sebagai hasil dari proses peledakan. (Rudi Frianto,2014)

$$Vo = B \times S \times L$$

Keterangan :

Vo = Volume batuan terbongkar (m^3)

B = *burden* (m)

S = *spacing* (m)

L = tinggi jenjang (m)

$$Xm = A \times \left(\frac{Vo}{Q}\right)^{0.8} \times Q^{0.1667} \left(\frac{E}{115}\right)^{-0.63}$$

Keterangan :

Xm = Ukuran rata – rata fragmentasi (cm)

A = Faktor batuan

Q = Berat bahan ledak tiap lubang ledak (kg)

E = RWS handak, untuk ANFO (100) dan TNT (115)

Vo = Volume batuan terbongkar (m^3)

$$n = \left(2,2 - \frac{14B}{D}\right) \left(1 - \frac{W}{B}\right) \left(1 + \frac{A-1}{2}\right) \left(\frac{PC}{H}\right) \times SF$$

Keterangan :

B = *Burden* (m)

D = Diameter lubang ledak (mm)

W = Standar deviasi lubang bor (m)

A = *Ratio* spasi/*burden*

PC = Panjang muatan handak (m)

H = Tinggi jenjang (m)

SF = Staggered Factor (1,1)

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

Keterangan :

Xc = karakteristik ukuran (cm)

Xm = Ukuran rata – rata fragmentasi (cm)

n = Indeks Keseragaman

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

Keterangan :

R = Persentase massa batuan yang lolos dengan ukuran X (cm)

Xc = Karakteristik ukuran (cm)

X = Ukuran ayakan (cm)

n = Indeks Keseragaman

III. Metode Penelitian

3.1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Alat dan Software

No	Alat dan Bahan	Fungsi
1.	ArcGis 10.3	Olah data
2.	Autocad 2007	Olah data
3.	Global Mapper	Olah data

	version 17	
4.	Google Earth Pro	Olah data
5.	Split Dekstop version 4.0	Untuk menganalisis fragmentasi

No	Alat dan Bahan	Fungsi
6.	Alat Uji Kuat Tekan Batuan	Untuk menguji kekuatan sampel
7.	Oven	Untuk memanaskan batuan
8.	Jangka sorong	Untuk mengukur panjang, lebar dan tinggi sampel yang akan diuji
9.	Mesin Los Angeles	Untuk menguji abrasi
10.	Bola-bola besi	Untuk pengujian abrasi
11.	Ayakan ukuran 37,5 mm; 25 mm; 19 mm; saringan no.12 (1,70 mm)	Untuk membagi ukuran sampel yang akan diuji
12.	Timbangan digital	Untuk menimbang berat sampel
13.	Bak air	Untuk merendam sampel
14.	Mesin gerinda	Untuk memotong sampel batuan
15.	Pita warna ukuran 6 x 6 m	Untuk membuat batas lokasi yang akan dilakukan analisa fragmentasi
16.	Bola basket berdiameter 25 cm	Sebagai pembanding skala pada analisa fragmentasi
17.	Amplas Lembar	Untuk merapikan sampel yang telah dipotong
18.	GPS	Untuk mengetahui koordinat titik bor dan titik sampel
19.	Kompas Geologi	Untuk mengukur nilai <i>Strike and Dip</i>
20.	Loupe	Untuk identifikasi batuan
21.	Kamera	Untuk dokumentasi
22.	Meteran 50 m dan 5 m	Untuk mengukur jarak

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini merupakan sampel batuan yang diambil di PT Total Optima Prakarsa sebanyak 3 karung, masing – masing sampel yang terdapat di dalam karung berjumlah 3 buah batuan berukuran 15 cm dan

metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah *grab sampling*. Sampel batuan yang telah dikumpulkan, digunakan untuk dilakukan pengujian kekuatan batuan, uji *specific gravity* dan pengujian abrasi.

3.2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa tahap, yaitu:

1. Pengamatan Kondisi Lapangan dan Pengamatan Pengeboran

Kegiatan pengamatan kondisi areal yang akan dilakukan kegiatan peledakan dimaksudkan untuk mendapatkan data orientasi kekar dan jarak antar kekar dimana data tersebut digunakan untuk mengetahui nilai pembobotan massa batuan. Pengamatan pengeboran lubang ledak dilakukan untuk mendapatkan data tahapan pembuatan lubang bor yang dilakukan, jarak antar lubang ledak, kedalaman lubang ledak, peralatan yang digunakan, serta dapat mengambil titik koordinat lubang bor yang akan diledakkan.

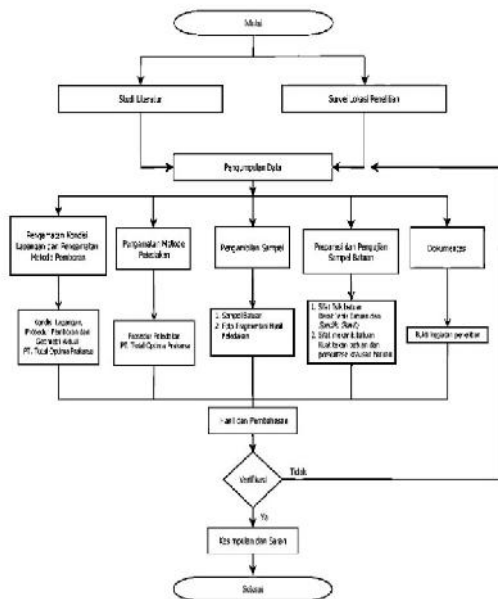
2. Pengamatan Metode Peledakan

Kegiatan pengamatan pada proses peledakan dilakukan untuk mengetahui tahapan peledakan yang dilakukan, peralatan dan perlengkapan peledakan yang diperlukan, proses memasukkan bahan peledak ke dalam lubang ledak, proses pemasangan kabel konektor dan proses inisiasi dari *blasting machine*. Proses pengambilan data yang dilakukan dengan mewawancarai pihak perusahaan mengenai proses peledakan yang dilakukan serta melakukan dokumentasi proses peledakan berupa video dan foto. Untuk pengambilan video peledakan dilakukan pada jarak 34 m dari areal yang akan diledakkan menggunakan kamera *handphone* merek lenovo A6010.

3. Pengambilan Sampel

Kegiatan pengambilan sampel dilakukan untuk mengambil sampel batuan dan mengambil foto hasil kegiatan fragmentasi. Kegiatan pengambilan batuan menggunakan metode *grab sampling* sedangkan pengambilan foto hasil fragmentasi batuan menggunakan kamera DSRL. Kegiatan pengambilan sampel batuan dilakukan pada 3 titik berbeda pada lokasi penelitian dan ditampilkan pada peta Arcgis 10.3 berdasarkan titik koordinat pada GPS. Pengambilan sampel dilakukan untuk dilakukan pengujian sifat fisik dan sifat mekanik yang terdapat pada batuan yang berada di PT Total Optima Prakarsa. Metode *sampling* yang digunakan adalah metode *grab sampling*.

4. Preparasi Batuan dan Pengujian Sampel Batuan
Kegiatan pengujian sampel batuan terdapat dua (2) tahap yaitu tahap preparasi batuan dan tahap pengujian batuan. Pengolahan sampel batuan dilakukan untuk menyesuaikan bentuk, ukuran dan berat sampel agar dapat diuji sesuai dengan Standar Nasional Indonesia dan Standar Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
5. Hasil dan Pembahasan
Tahap ini akan menjabarkan hasil pengumpulan data lapangan dan kemudian dilanjutkan dengan analisa data. Analisa data yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :
 - a) Perhitungan Geometri Peledakan Aktual dan Teoritis
 - b) Analisa Fragmentasi Batuan
6. Kesimpulan dan Saran
Kesimpulan, merupakan inti dari hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti di PT Total Optima Prakarsa, akan menghasilkan jawaban dari rumusan masalah yang telah dibuat oleh peneliti, serta saran kepada perusahaan dan peneliti selanjutnya.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

IV. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan identifikasi batuan yang berada pada lokasi peledakan PT. Total Optima Prakarsa, merupakan batuan granodiorit dengan nilai kuat tekan batuan 142,141 Mpa, densitas batuan 2,68 ton/m³, dan nilai abrasi batuan sebesar 20,212%. Rata – rata jarak kekar yang terdapat pada lokasi

peledakan sebesar 50 cm dan memiliki orientasi kekar rata – rata strike normal to face.

4.1.1 Geometri Peledakan

Geometri peledakan meliputi *burden*, *spacing*, *stemming*, kedalaman lubang ledak, *subdrilling* dan tinggi jenjang. Berikut ini adalah data geometri peledakan aktual pada tanggal 17 Juli 2018

Tabel 3. Data Aktual Geometri Peledakan

No.	Parameter	Nilai
1.	<i>Burden (B)</i>	3,2 m
2.	<i>Spacing (S)</i>	3,3 m
3.	<i>Stemming (T)</i>	3 m
4.	<i>Sudrilling (J)</i>	0 m
5.	<i>Hole Depth (H)</i>	6 m
6.	<i>Powder Collumn (PC)</i>	3 m
7.	Diameter Lubang Ledak (De)	3 inch
8.	Tinggi Jenjang (L)	6 m

4.2 Pembahasan dan Analisa

4.2.1 Perhitungan geometri aktual dan teoritis

Berikut ini merupakan perbandingan perhitungan geometri peledakan PT. Total Optima Prakarsa berdasarkan geometri aktual 17 Juli 2018 dan geometri berdasarkan metode R.L. Ash.

Tabel 4. Perbandingan Geometri Peledakan Aktual dan Teoritis

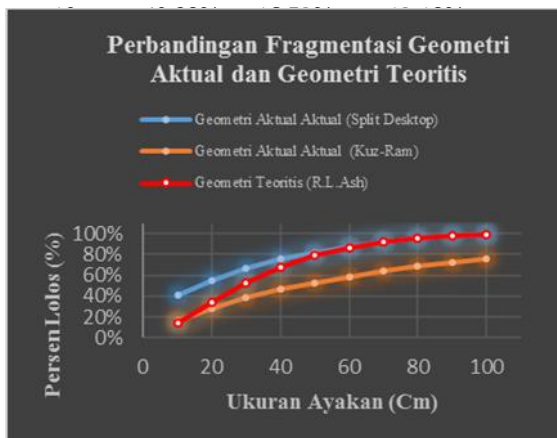
Dari hasil perbandingan geometri aktual dan geometri teoritis, dapat disimpulkan bahwa perhitungan teoritis dapat mencapai target produksi yang telah ditetapkan yaitu 3.700 BCM, serta dikarenakan batuan tergolong sebagai batuan massif dan memiliki bobot isi 2,68 ton/m³ serta jarak burden dan spasi yang kecil akan menghasilkan energi peledakan terdistribusi secara sempurna, sehingga akan memperkecil ukuran batuan yang hancur. Geometri peledakan secara aktual menggunakan bahan peledak yang lebih sedikit dibandingkan dengan geometri peledakan secara teoritis.

4.2.2 Fragmentasi Geometri Peledakan Aktual dan Geometri Teoritis

Berikut ini merupakan perbandingan perhitungan fragmentasi hasil kegiatan peledakan PT. Total Optima Prakarsa berdasarkan geometri aktual 17 Juli 2018 dan geometri peledakan berdasarkan metode R.L. Ash.

Tabel 5. Perbandingan Fragmentasi Aktual dan Teori

Ukuran Ayakan (Cm)	Geometri Aktual		Geometri Teoritis R.L. Ash
	Aktual (Split Desktop)	Aktual (Kuz-Ram)	Teoritis (Kuz-Ram)
100	98,78%	75,38%	98,35%
90	97,42%	72,09%	97,00%
80	95,04%	68,31%	94,71%
70	91,68%	63,96%	90,98%
60	87,49%	58,92%	85,18%
50	82,09%	53,07%	76,59%
40	75,23%	46,22%	64,62%
30	66,95%	38,13%	49,08%
20	55,40%	28,44%	30,75%



Gambar 2. Grafik Perbandingan Fragmentasi secara aktual dan teoritis

Parameter	Unit	Aktual	Teoritis
Diameter Lubang Ledak	inch	3	3
Burden (B)	m	3,2	2,5
Spacing (S)	m	3,3	3
Stemming (T)	m	3	2,5
Subdrilling (J)	m	0	0,80
Hole Depth (H)	m	6	6,80
Tinggi Jenjang (L)	m	6	6
Jumlah Lubang (n)	-	58	83
Loading Density (LD)	Kg/m	4,23	4
Powder Collum (PC)	m	3	4,3
Berat Handak (W)	Kg	12,7	17,20
Berat Handak Total (W total)	Kg	737	1.428
Volume Solid (VS)	BCM	63,36	45
Volume Solid Total (VS total)	BCM	3674,9	3.735
Target Produksi (TP)	BCM	3.700	3.700
Tonase (ton)	ton	169,81	120,6
Tonase Total (ton total)	ton	9848,6	10.009,8
Powder Factor	Kg/BCM	0,2005	0,3823

4.2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Fragmentasi

Pada kegiatan peledakan 17 Juli 2018, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kegiatan peledakan sebagai berikut :

1. Struktur Diskontinuitas

Struktur *diskontinuitas* pada kegiatan peledakan memiliki kekar yang berorientasi *strike normal to face* dan rata rata jarak kekar adalah 50 cm. Kondisi kekar akan mempengaruhi fragmentasi dikarenakan pada saat kegiatan peledakan terjadi, gas – gas panas akan memasuki celah celah yang terdapat pada batuan untuk dapat menghancurkan batuan tersebut. Semakin banyak kekar yang terdapat pada lokasi, maka akan semakin mudah batuan tersebut akan hancur dan batuan yang dihancurkan akan semakin kecil, sedangkan jika lokasi tersebut memiliki kekar yang sedikit, maka diperlukan banyak bahan peledak untuk dapat menghancurkan batuan di lokasi tersebut agar dapat menghasilkan fragmentasi yang

diinginkan. Struktur diskontinuitas pada perhitungan teoritis fragmentasi batuan akan mempengaruhi nilai pembobotan massa batuan, semakin besar nilai pembobotan massa batuan maka menghasilkan ukuran fragmentasi yang lebih besar.

2. Sifat dan Kekuatan Batuan

Batuan yang berada pada lokasi peledakan memiliki sifat fisik yaitu bobot isi 2,68 ton/m³, dan memiliki nilai kuat tekan yaitu 1.712,538 Kg/cm² dan dalam satuan MPa, nilai kuat tekan batuan tersebut adalah 142,141 MPa. Berdasarkan hasil analisa sifat fisik dan mekanik batuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa batuan yang berada pada lokasi peledakan berada pada kategori batuan keras. Sifat fisik batuan akan mempengaruhi pemilihan jenis bahan peledak yang akan digunakan, serta akan mempengaruhi perhitungan geometri peledakan. Sedangkan kekuatan batuan akan mempengaruhi nilai *hardness* pada pembobotan massa batuan.

3. Geometri peledakan

Geometri peledakan yang digunakan oleh PT. Total Optima Prakarsa memiliki nilai *burden* 3,2 meter, *spacing* 3,3 meter, *stemming* 3 meter, *subdrilling* 0 meter dan kolom isian 3 meter. Dengan geometri peledakan ini PT. Total Optima Prakarsa menghasilkan batuan yang harus dihancurkan dengan *breaker* dengan ukuran lebih dari 60 cm sebanyak 17,08 % dari 3.674,88 BCM. Berdasarkan hasil analisa fragmentasi dengan metode *Kuz-Ram*, dengan menggunakan geometri aktual akan menghasilkan rata – rata fragmentasi sebesar 45,31 cm dan terdapat ukuran fragmentasi yang paling banyak ditemukan sebesar 68 cm. Sedangkan dengan menggunakan metode teori R. L. Ash memiliki nilai *burden* 2,5 meter, *spacing* 3 meter, *stemming* 2,5 meter, *subdrilling* 0,8 meter dan kolom isian 4,3 meter menghasilkan ukuran fragmentasi yang harus dihancurkan dengan *breaker* sebanyak 16,70 dari 3.735 BCM. Berdasarkan hasil analisa fragmentasi dengan metode *Kuz-Ram*, dengan menggunakan geometri teoritis akan menghasilkan rata – rata fragmentasi sebesar 28,47 cm dan terdapat ukuran fragmentasi yang paling banyak ditemukan sebesar 36,73 cm.

4. Pengisian bahan peledak

Kolom isian pada saat kegiatan peledakan pada tanggal 17 Juli 2018 adalah 3 meter, dengan jumlah lubang ledak yang digunakan pada setiap

lubang ledak adalah 12,7 Kg ANFO, sedangkan dengan metode R.L.Ash akan menghasilkan kolom isian sebesar 4,4 meter dengan jumlah bahan peledak 17,6 Kg ANFO. Kolom isian dipengaruhi oleh kedalaman lubang ledak dan *stemming*. Semakin dalam lubang ledak yang digunakan akan membutuhkan jumlah lubang ledak yang lebih besar, begitu juga *stemming* sebagai penahan energi hasil peledakan agar gelombang tekan, gelombang radial dan gelombang geser dapat secara optimum terdistribusi didalam lubang ledak maka akan memerlukan kedalaman *stemming* yang sesuai.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT Total Optima Prakarsa, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kegiatan pengujian sampel batuan yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, menghasilkan nilai kuat tekan batuan yaitu 142,141 MPa, nilai *specific gravity* yaitu 2,68 ton/m³.
2. Pengukuran geometri aktual di lapangan didapat nilai *burden* 3,2 meter dan spasi 3, 3 meter, kedalaman lubang ledak 6 meter, tinggi jenjang 6 meter, *subdrilling* 0 meter, *stemming* 3 meter, isian kolom bahan peledak 12,7 kg, jumlah lubang ledak 58 lubang.
3. Fragmentasi yang dianalisa menggunakan *software split desktop version 4.0* dimana akan menghasilkan persen lolos untuk ukuran ayakan 10 cm sebesar 40,98%, ukuran ayakan 20 cm sebesar 55,40%, ukuran ayakan 30 cm sebesar 66,95%, ukuran ayakan 40 cm sebesar 75,23%, ukuran ayakan 50 cm sebesar 82,09%, ukuran ayakan 60 cm sebesar 87,49%, ukuran ayakan 70 cm sebesar 91,68%, ukuran ayakan 80 cm sebesar 95,04%, ukuran 90 cm sebesar 97,42%, dan ukuran ayakan 100 cm sebesar 98,78%.
4. Geometri aktual yang dihitung menggunakan metode *Kuz-Ram* menghasilkan persen lolos untuk ukuran ayakan 10 cm sebesar 16,52%, ukuran ayakan 20 cm sebesar 28,44%, ukuran ayakan 30 cm sebesar 38,13%, ukuran ayakan 40 cm sebesar 46,22%, ukuran ayakan 50 cm sebesar 53,07%, ukuran ayakan 60 cm sebesar 58,92%, ukuran ayakan 70 cm sebesar 63,96%, ukuran ayakan 80 cm sebesar 68,31%, ukuran

- 90 cm sebesar 72,09%, dan ukuran ayakan 100 cm sebesar 75,38%.
5. Perhitungan geometri teoritis menggunakan metode R.L. Ash didapat nilai *burden* 2,5 meter dan spasi 3 meter, kedalaman lubang ledak 6,8 meter, tinggi jenjang 6 meter, *subdrilling* 0,8 meter, *stemming* 2,5 meter, isian kolom bahan peledak 17,2 kg, jumlah lubang ledak 83 lubang.
 6. Fragmentasi yang dihasilkan dengan menggunakan geometri peledakan teoritis menghasilkan nilai persen lolos untuk ukuran ayakan 10 cm sebesar 14,24%, ukuran ayakan 20 cm sebesar 34,08%, ukuran ayakan 30 cm sebesar 52,63%, ukuran ayakan 40 cm sebesar 67,72%, ukuran ayakan 50 cm sebesar 78,97%, ukuran ayakan 60 cm sebesar 86,83%, ukuran ayakan 70 cm sebesar 92,04%, ukuran ayakan 80 cm sebesar 95,35%, ukuran 90 cm sebesar 97,36%, dan ukuran ayakan 100 cm sebesar 98,55%.
 7. Berdasarkan perbandingan ukuran fragmentasi geometri aktual dan geometri teoritis, dapat disimpulkan bahwa untuk geometri peledakan dengan geometri aktual memiliki ukuran fragmentasi diatas 60% sebesar 17,08% dan untuk geometri peledakan dengan teori R.L.Ash menghasilkan ukuran fragmentasi yang tertahan yaitu 16,70%.
 8. Faktor yang mempengaruhi ukuran fragmentasi dilapangan adalah sebagai berikut :
 - a. Struktur *diskontinuitas*
 - b. Sifat dan kekuatan batuan
 - c. Geometri peledakan
 - d. Pengisian bahan peledak

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Keluarga besar Tantijono dan sahabat - sahabat yang telah memberikan dukungan moral dan moril sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Serta kepada Bapak Dr. Ir. Marsudi, M.T. dan Bapak M. Khalid Syafrianto, S.T., M.T. penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar besarnya karena telah banyak memberikan bimbingan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Serta kepada pimpinan beserta segenap staff di PT. Total Optima Prakarsa yang telah memberikan dukungan serta bimbingan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar. 2015. "Teknik Sampling". Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia : Makassar.
- Bollang Mardanie. 2018. Kondisi Peledakan PT. Total Optima Prakarsa. Wawancara oleh Bagus Eko Nugroho pada tanggal 24 April 2018.
- Cunningham, C.V.B, 1983, "The Kuz-Ram Model For Prediction of Fragmentation From Blasting", Symposium on Rock Fragmentation by Blasting, Sweden.
- Duna, B. I. 2010b. Panduan Split Desktop. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral R.I. 2004. "Pendidikan dan Pelatihan Juru Ledak Penambangan Bahan Galian".Bandung.
- Effendi Kadir, Desrizal. 2013. Modul Simulasi Teknik Peledakan. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik,Universitas Sriwijaya.
- Frianto Rudi, Nurhakim, Riswan. 2014. "Kajian Teknis Geometri Peledakan Pada Keberhasilan Pembongkaran *Overburden* Berdasarkan Fragmentasi Hasil Peledaan". Jurnal Fisika Flux, Vol. 11. No. 1. Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Lambung Mangkurat.
- Hariyanto, R. Sudarsono, dan Widodo Priyo, 2017. " Buku Penuntun Pengujian Mekanika Batuan". Program Studi Teknik Pertambangan FTM-UPN 'Veteran' Yogyakarta.
- Huang W. T., 1962 Petrology, Mc Graw-Hill Book Company, New York, San Fransisco, Toronto London.
- Hoek E, Bray JW. 1981. *Rock Slope Engineering*. Ed rev ke-3. London: The Institution of Mining and Metallurgy.
- Jimeno, C.L. dan Jimeno, E.L. (1995). *Drilling and Blasting of Rocks*. Neterhlands: Balkema/Rotterdam/Brookfield.
- Jumikis, A. R., 1979, *Rock Mechanics*, United Stated of America: Trans Tech Publications.
- Koesnaryo, S. (2001). *Teori Peledakan*. Bandung: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Teknologi Mineral dan Batubara.
- Langefors U., and Kihlstrom, B., "The Modern Technique of Rock" Blasting", Second Edition, A Heelsted Press Book John Willey & Sons, New York,1973.

- Lilly, P.A.: *An empirical method of assessing rock mass blastability*
Julius Knittschmitt Mineral Research Center, 1986.
- Moelhim Karthodharmo, Irwandy Arif, Suseno Kramadibrata., “Teknik Peledakan”, Diklat Kuliah Jilid I, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung, 1984.
- Mottana, A., Crespi, R., dan Liborio G., 1988, *Simon and Schuster’s Guide to Rocks and Minerals*, Simon and Schuster, New York, 607 p.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E., Siever, R., 1972, *Sand and Sandstone*, Springer-Verlag, Berlin. 620 p.
- Pratama Dian Septa, Djuki Sudarmono, Hartini Iskandar. 2015. Pengaruh Powder Factor Peledakan Terhadap Produktivitas *Backhoe* Komatsu PC 2000 Di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Vol. 3 No. 1. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- Prihatini, 2011. “Studi Alterasi, Mineralisasi, dan Geokimia Untuk Prospeksi Emas Di Daerah Tiga Desa, Bengkayang, Kalimantan Barat”(Tesis). Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Purwoko Budhi, Marsudi, Muhammad Khalid S., Fitriana Meilasari. 2017. “Pedoman Penulisan Skripsi”. Program Studi Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak : 2017.
- PT. Total Optima Prakarsa. 2017. Dokumen UKL-UPL PT. Total Optima Prakarsa Semester I Tahun 2017. Pontianak : Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral Provinsi Kalimantan Barat.
- PT. Total Optima Prakarsa. 2017. Laporan Triwulan PT. Total Optima Prakarsa IV Tahun 2017. Pontianak : Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral Provinsi Kalimantan Barat.
- Rai, M.A., Kramadibrata, S., Mekanika Batuan, Departemen Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.
- Rosyad, Zaenal, Solihin, 2016. “Evaluasi Geometri Peledakan untuk Menghasilkan Fragmentasi yang diinginkan pada Kegiatan Pemberaian Batuan Andesit di PT Mandiri Sejahtera Sentra, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat”. Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung.
- Rudianto, S, 2008, Perhitungan Distribusi Fragmen Batuan Hasil Peledakan Berdasarkan Model Kuzram dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo Untuk Menentukan Faktor Batuan di Pit A Selatan – PT Darma Henwa, TBK, Skripsi, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Halaman 3-33.
- Samhudi, “ Teknik Peledakan “, Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan, 1994.
- Samsurizal, E. 2018. “Petunjuk Praktikum Teknologi Bahan dan Konstruksi”. Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- Saptono. 2006. “Teknik Peledakan” Jurusan Teknik Pertambangan Univesitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Streckcisen, A, 1976, To each plutonic rock its proper name Earth Sci. Rev, v. 12,p,1-33
- Streckisen, A. 1979, Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyrcs, carbonates, melilitic rocks; Recommendation and suggestion of IUGS subcommission of igneous Rocks; Geology, v. 7,331-335.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Cetakan ke-14. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sunaryadi. 2011. Penyusunan Program Aplikasi Komputasi Perancangan Peledakan Pada Tambang Terbuka Dengan Menggunakan Bahasa Pemrograman Visual Basic 6. Skripsi. Jurusan Teknik Pertambangan Univesitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Suseno, Made, Ridho. 2011. Karakteristik Massa Batuan. Laboratorium Geomekanika FIKTM - ITB
- Suwarna, N. Dan Langford. 1993. *Peta Geologi Lembar Singkawang, Kalimantan*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Winkler, H.G.F. 1967. *Petrogenesis of Metamorphic Rock*, Springer-Verlag, Newyork.
- Wiratmoko, 2011. “Kajian Teknis Pengaruh Pengeboran Miring Pada Peledakan Lapisan Tanah Penutup Terhadap Produktivitas Alat Muat Shovel *Liebherr* 9350 di *Collar* 2-3 PT. Saptaindra Sejati Tutupan Kalimantan

- Selatan". Skripsi, Jurusan Teknik
Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas
Pembangunan Nasional "Veteran"
Yogyakarta, Yogyakarta.
- Van Zuidam, R.A. & Van Zuidam-Cancelado, F.I.
1979. Terrain analysis and classification
using aerial photographs. A
geomorphological approach. ITC Textbook
of Photo-interpretation. ITC. Enschedep