

# Analisis Pengaruh Parameter Geomekanika Batuan Terhadap Kegiatan Peledakan Pada *Front* Penambangan Blok A2 di CV. Triarga Nusatama, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat

Riki Rinaldo<sup>1\*</sup>, Bambang Heriyadi<sup>1</sup>, Heri Prabowo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Pertambangan FT Universitas Negeri Padang

\*[rikirinaldo82@yahoo.com](mailto:rikirinaldo82@yahoo.com)

**Abstract.** Determination of the geometry of the blasting and powder factor should pay attention to characteristics of rock mass and local geological conditions. Alternative geometry experiments done to apply the problem of the resulting explosion. The alternative draft geometry is determined by using the characteristics of rock mass Blastability based on Lilly's Index, in the form of rockmass description, joint plane spacing, joint plane orientation, specific gravity influence, and hardness. Based on the results of weighting the mass of rock Blastability Index values obtained are blown up as big as 54.125. From these values, the geometry of the explosion which is good for a 3 inch bore hole is a burden 3 m, spacing 2 m, a depth of 5.5 m, subdrilling 0.5 m, high level of 3.5 m, steaming of 2 m, and explosive hole long 2 m. And also the value of the powder factor 0.24 kg/m<sup>3</sup>. From the geometry of the proposal generated the desired percentage of the company's boulder and the use of explosives is lower compared to the previous applied geometry.

**Keywords:** Charateristic of rock mass, Blastability index, Geometry, Blasting, Fragmentation

## 1. Pendahuluan

Pertambangan adalah suatu kegiatan yang dimulai dari kegiatan penyelidikan umum terhadap bahan galian. Secara umum tahapan kegiatan pertambangan terdiri dari penyelidikan umum (prospeksi), eksplorasi, perencanaan tambang, persiapan/konstruksi, penambangan, pengolahan, pemasaran dan reklamasi. Dalam industri pertambangan sering dijumpai sifat batuan yang relatif keras, sehingga tidak dapat digali secara langsung karena berpengaruh pada produktifitas alat gali muat tersebut. Dengan berkembangnya teknologi, ditemukan solusi untuk membeaikan batuan tersebut yaitu dengan proses peledakan. Dimana proses ini merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan dalam pemberaian batuan keras sehingga operasi penambangan dapat berjalan secara efektif dan efisien. Pada kegiatan pemberaian ada beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu jenis batuan, *density* batuan, kekuatan batuan, sruktur batuan, jenis bahan peledak dan teknik peledakan. Untuk mendapatkan hasil dari peledakan yang efektif maka diperlukan klasifikasi massa batuan untuk mengetahui faktor batuan dari batuan tersebut. Aktivitas penambangan yang dilakukan oleh CV. Triagra Nusatama terfokus terhadap *drilling and blasting*. Kegiatan peledakan yang dilakukan oleh perusahaan, hanya didasarkan pada perhitungan menggunakan rumus R. L. Ash (1967) tanpa memperhitungkan parameter – parameter geomekanik batuan penyusun. Berdasarkan hasil

peledakan yang telah dilakukan di area kuasa penambangan sebelumnya masih ditemukan *boulder* dengan ukuran yang sangat besar. Akan tetapi hal tersebut merupakan salah satu tujuan dari kegiatan peledakan di CV. Triarga Nusatama yang menginginkan hasil fragmentasi dari kegiatan peledakan dalam ukuran 40 – 85 cm, karena area penambangan CV. Tekad Jaya masih menggunakan metode konvensional atau pemindahan hasil peledakannya dengan cara mengelincirkan batuan dari lokasi peledakan ke lokasi *crusher* dan harapannya batuan dari hasil peledakan setelah sampai di lokasi *crusher* tidak dalam ukuran yang tidak bisa digunakan atau menjadi butiran akibat tergerus dan tertekan oleh batuan lain selama kegiatan pemindahan batuan hasil peledakan.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di CV. Tekad Jaya yang merupakan *owner* dari perusahaan jasa penambangan CV. Triarga Nusa Tama. Lokasi IUP operasi produksi batu gamping CV. Tekad Jaya, secara administrasi berada di Jorong Bulakan, Nagari Tanjung Gadang, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. Dapat ditempuh dengan kendaraan roda 4 dan roda 2 melalui jalur jalan negara Padang – Payakumbuh (124 Km) – Lareh Sago Halaban (18 Km) dengan waktu tempuh 4 jam.

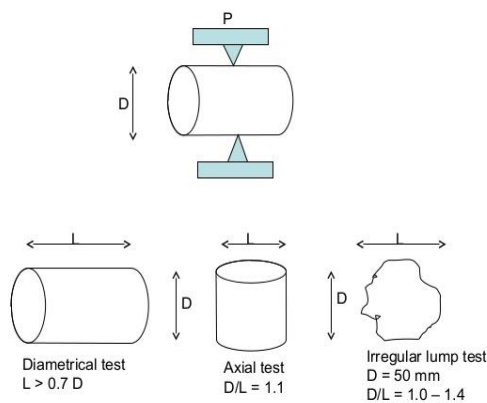


**Gambar 1.** Peta Lokasi Penambangan CV. Triarga Nusatama

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Uji Point Load

*Point load test* adalah suatu tes yang bertujuan untuk menentukan kekuatan (*strength*) dari batu yang di tes baik berupa silinder maupun yang bentuknya tidak beraturan. *Point load test* termasuk dalam uji kuat tekan, karena pada uji kuat tekan terdapat dua macam tes yaitu *point load test* dan *brazillian test*. Pengujian *point load test* diterapkan pada percontohan yang berbentuk silinder maupun bongkahan batuan yang bentuknya tidak teratur. Pembebanan dilakukan di antara dua buah konus, dimana ujung konus akan menekan batu yang di uji pada satu arah garis lurus. Terdapat tiga variasi pengujian, yaitu *diametrical test*, *axial test*, dan *irregular test*, yang mana pemilihannya tergantung batu yang di uji<sup>[1][2]</sup>.



**Gambar 2.** Bentuk contoh batuan untuk *Point Load Test*  
Perhitungan *Point Load Test* dapat menggunakan rumus sebagai berikut<sup>[3]</sup> :

1. Indeks *point load* dapat langsung dihitung dengan menggunakan persamaan :  

$$I_s = F P/D^2 \tag{1}$$

$$F = (D/50)^2 \tag{2}$$

Keterangan :  $I_s$  = Indeks *Strength*  
 $P$  = beban maksimum  
 $D$  = Jarak antar dua konus

2. Nilai kuat tekan uniaksial dapat diperkirakan dengan persamaan :

$$\sigma_c = 23 \times I_s \tag{3}$$

keterangan :  $I_s$  = Indeks *Strength (point load)*  
 $\sigma_c$  = Kuat tekan (UCS)

### 2.2.2 Pembobotan Massa Batuan

Salah satu data masukan untuk model Kuz-Ram adalah faktor batuan yang diperoleh dari indeks kemampusedakkan atau *Blastability index* (BI). Nilai BI ditentukan dari penjumlahan bobot lima parameter yang diberikan oleh Lilly, yaitu : *Rock mass description* (RMD), *joint plane spacing* (JPS), *joint plane orientation* (JPO), *specific gravity influence* (SGI), dan *hardness* ( $H$ )<sup>[4]</sup>. Parameter-parameter tersebut kenyataannya sangat bervariasi. Secara lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 1.** Pembobotan Massa Batuan

Parameter	Pembobotan
1. <i>Rock Mass Description</i> (RMD) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Powdery / Friable</i></li> <li>▪ <i>Blocky</i></li> <li>▪ <i>Totally massive</i></li> </ul>	NILAI 10 20 50
2. <i>Joint Mass Description</i> (JPS) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Close (Spasi &lt; 0,1 m)</i></li> <li>▪ <i>Intermediate (Spasi 0,1 - 1 m)</i></li> <li>▪ <i>Wide (Spasi &gt; 1 m)</i></li> </ul>	10 20 50
3. <i>Joint Plane Orientation</i> (JPO) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Horizontal</i></li> <li>▪ <i>Dip out of face</i></li> <li>▪ <i>Strike normal to face</i></li> <li>▪ <i>Dip into face</i></li> </ul>	10 20 30 40
4. <i>Specific Gravity Influence</i> (SGI) $SGI = 25 \times SG - 50$	
5. <i>Hardness</i> ( $H$ )	$H = 0,05$ (UCS), Rating 1-10 (skala Mohs)

Hubungan antara kelima parameter tersebut terhadap BI dapat dilihat pada persamaan berikut<sup>[5]</sup> :

$$BI = 0,5 (RMD+JPS+JPO+SGI+H) \tag{10}$$

Persamaan yang memberikan hubungan antara faktor batuan dengan indeks kemampusedakkan suatu batuan menurut Lily (1986) adalah sebagai berikut :

$$A = 0,12 \times (BI) \tag{11}$$

### 2.2.3 Peledakan

Kegiatan peledakan yaitu suatu upaya pembeaian batuan dari batuan induk menggunakan bahan peledak. Menurut kamus pertambangan umum, bahan peledak adalah senyawa kimia yang dapat bereaksi dengan cepat apabila diberikan suatu perlakuan, menghasilkan sejumlah gas bersuhu dan bertekanan tinggi dalam waktu yang sangat singkat. Peledakan memiliki daya rusak bervariasi tergantung jenis bahan peledak yang digunakan dan tujuan digunakannya bahan peledak tersebut. Peledakan dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan, baik itu positif maupun negatif, seperti untuk memenuhi tujuan politik, ideologi, keteknikan, industri dan lain-lain. Contohnya besi, baja dan logam lainnya, serta bahan galian industri, seperti batubara dan gamping seringkali menggunakan peledakan untuk memperoleh bahan galian tersebut, apabila dianggap lebih ekonomis dan efisien dari pada penggalian bebas (*free digging*) maupun penggaruan (*ripping*)<sup>[6]</sup>.

#### 2.2.3.1 Pola Peledakan

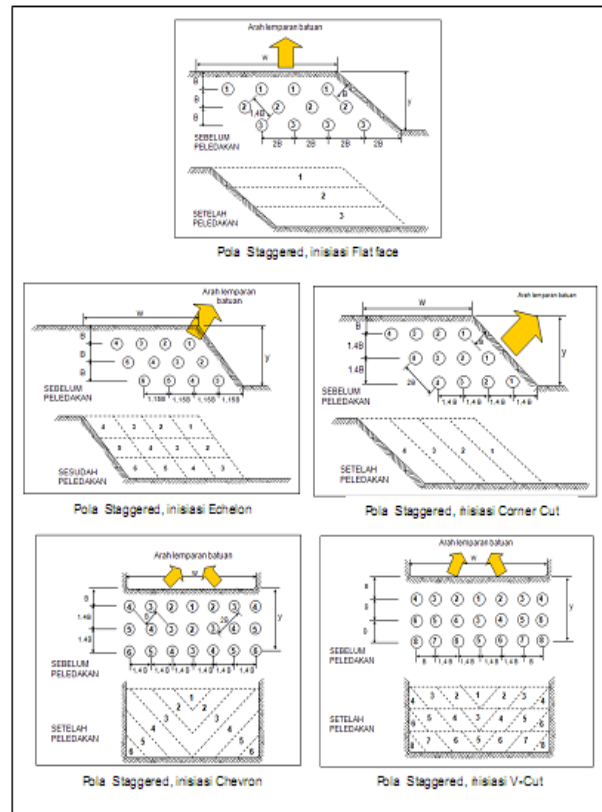
Pola peledakan merupakan urutan waktu peledakan antara lubang – lubang bor dalam satu baris dengan lubang bor pada baris berikutnya ataupun antara lubang bor yang satu dengan lubang bor yang lainnya. Pola peledakan ini ditentukan berdasarkan urutan waktu peledakan serta arah runtuh material yang diharapkan. Berdasarkan arah runtuh batuan, pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut :

1. *Box Cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuanya ke depan dan membentuk kotak.
2. *Echelon cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuanya ke salah satu sudut dari bidang bebasnya.
3. "*V*" *cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuanya kedepan dan membentuk huruf V.

Secara umum pola peledakan menunjukkan urutan atau sekuensial ledakan dari sejumlah lubang ledak. Adanya urutan peledakan berarti terdapat jeda waktu ledakan diantara lubang-lubang ledak yang disebut dengan waktu tunda atau *delay time*. Beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menerapkan waktu tunda (*delay time*) pada sistem peledakan antara lain adalah:

- Mengurangi getaran
- Mengurangi *overbreak* dan batu terbang (*fly rock*)
- Mengurangi getaran dan suara
- Dapat mengarahkan lemparan fragmentasi batuan
- Dapat memperbaiki ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan

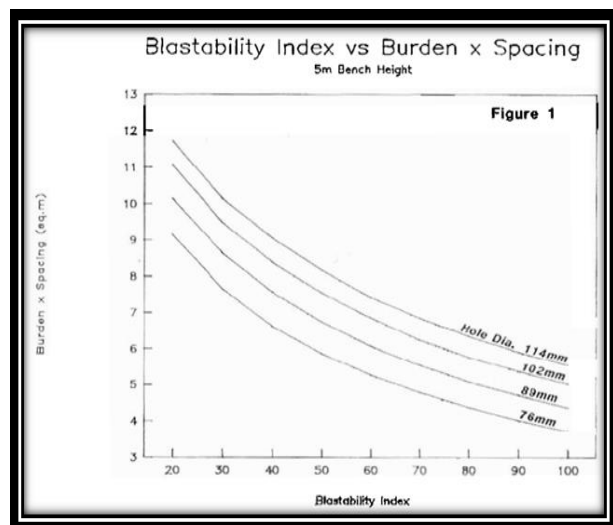
Beberapa contoh pola peledakan berdasarkan sistem inisiasi dapat dilihat pada gambar berikut<sup>[7]</sup>:



Gambar 3. Pola peledakan

#### 2.2.3.2 Geometri Peledakan Menurut Persamaan Lilly

Geometri yang menggunakan persamaan lilly ditentukan dengan cara penjumlahan bobot massa batuan untuk mendapatkan nilai dari *Blastability Index* dan dikonversikan menjadi nilai geometri pada peledakan melalui hubungan antara nilai *Blastability Index*, diameter lubang ledak dan nilai *spacing x burden*, adapun grafik yang menunjukkan korelasi geometri tersebut terdapat pada gambar berikut<sup>[6]</sup>.



Gambar 4. Korelasi BI Terhadap Geometri

2.2.3.3 Fragmentasi Batuan

Fragmentasi adalah istilah umum untuk menunjukkan ukuran setiap bongkah batuan hasil peledakan. Ukuran fragmentasi tergantung pada proses selanjutnya. Untuk tujuan tertentu ukuran fragmentasi yang besar atau *boulder* diperlukan, misalnya disusun sebagai penghalang (*barrier*) di tepi jalan tambang. Hasil dari fragmentasi juga sangat menentukan hasil produksi suatu perusahaan dan target pada penjualan suatu perusahaan. Perhitungan persentase fragmentasi hasil peledakan bisa menggunakan metode perhitungan Kuz-Ram. Model Kuz-Ram merupakan gabungan dari persamaan Kuznetsov dan persamaan Rossin-Rammler. Persamaan Kuznetsov memberikan ukuran fragmen batuan rata-rata dan persamaan Rossin-Rammler menentukan persentase material yang tertampung di ayakan dengan ukuran tertentu. Persamaan Kuznetsov adalah sebagai berikut<sup>[8]</sup> :

$$X = A \times \left(\frac{V}{Q_e}\right)^{0,8} \times Q_e^{0,17} \times \left(\frac{115}{E}\right)^{-0,63} \quad (12)$$

Keterangan :

- X = Ukuran rata – rata fragmentasi batuan (cm)
- A = Faktor batuan
- Vo = *Volume* batuan yang terbongkar (m<sup>3</sup>)
- Qe = Berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg)
- E = RWS bahan peledak (ANFO = 100)

$$R_x = e^{-\left(\frac{x}{x_c}\right)^n} \times 100\% \quad (13)$$

Keterangan :

- R<sub>x</sub> = Peresentase massa batuan yang lolos dengan ukuran x (cm)
- Xc = Karakteristik ukuran (cm)
- X = Ukuran ayakan (cm)
- N = Indeks keseragaman

Xc dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$X_c = \frac{x}{0,693^{1/n}} \quad (14)$$

Indeks n adalah indeks keseragaman yang dikembangkan oleh Cunningham dengan menggunakan parameter dari desain peledakan. Indeks keseragaman

(n) ditentukan dengan persamaan di bawah ini<sup>[9]</sup> :

$$n = \left[2,2 - \left(14 \times \frac{B}{d}\right)\right] \times \left(1 - \frac{W}{B}\right) \times \left[1 + \frac{(A-1)}{2}\right] \times \frac{PC}{L} \quad (15)$$

Keterangan :

- B = *Burden* (m)
- D = *Diameter* (m)
- W = *Standar deviasi lubang bor* (m)
- A = *Rasio spasi/burden*
- PC = *Panjang muatan handak* (m)
- H = *Tinggi jenjang* (m)

2.2.4 Korelasi Blastability Index Terhadap Powder Factor

*Blastability index* merupakan nilai kemampuan ledak suatu batuan berdasarkan pembobotan massa batuan. Nilai *blastability index* dapat digunakan sebagai faktor koreksi nilai *powder factor* pada suatu kegiatan peledakan yang dilakukan di lapangan. Adapun hubungan korelasi *blastability index* terhadap *powder factor* menurut Dr. Ir. S. Koesnaryo, Msc, IPM adalah *Powder Factor* (CE) atau *Energy Factor* (FE) dapat dihitung dngan menggunakan persamaan<sup>[10]</sup> :

$$CE = 0,004 BI \quad (16)$$

$$FE = 0,015 BI \quad (17)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Batuan

Jenis batuan yang menyusun lapisan di lapangan lokasi kontak karya CV. Tekad Jaya adalah batu gamping. Salah satu sifat fisik batuan yang paling berpengaruh terhadap hasil peledakan adalah bobot isi batuan. Semakin besar bobot isi batuan maka energi yang dibutuhkan untuk membongkar massa batuan tersebut akan semakin besar pula<sup>[11]</sup>. Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan diketahui bahwa *specific gravity* batuan gamping di lokasi penelitian adalah 2,14. Sedangkan sifat mekanik yang mempengaruhi hasil peledakan adalah *uniaxial compressive strenght* (UCS). Adapun nilai UCS rata – rata berdasarkan uji *point load* dari batuan di lapangan adalah 95,10 MPa.

Tabel 2. Uji Kekerasan Batuan

Sampel	Point Load Test Apparatus							
	Dia (cm)	Panjang (cm)	Gaya (Kg)	Jarak Konus (cm)	F	Is (kg/cm <sup>2</sup> )	fc (kg/cm <sup>2</sup> )	MPa
A	8	6	1442,7	6	1,09	43,50	1000,54	98,05
B	8	7	1512,4	6	1,09	45,60	1048,87	102,79
C	7	7	1578,2	7	1,16	37,47	861,89	84,47
average	7,67	6,67	1511,10	6,33	1,11	42,19	970,43	95,10



### 3.2 Penyelidikan Geomekanika

Indeks kemampusedakkan batuan (*blastability index*) di CV. Tekad Jaya menurut Lilly (1986) diperoleh dari penjumlahan nilai – nilai dari kelima parameter yaitu deskripsi massa batuan, spasi bidang kekar, orientasi bidang kekar, pengaruh *specific gravity*, dan kekerasan dapat dilihat pada tabel 3. Batuan gamping di lokasi penambangan CV. Tekad Jaya memiliki bobot *specific gravity influence* 3,5 dan UCS sebesar 95,10 MPa. Adapun nilai pembobotan massa batuan dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3.** Pembobotan Massa Batuan

1. Rock Mass Description (RMD)	RATING
1.1. Powder/friable	10
1.2. Blocky	20
1.3. <b>Totally Massive</b>	<b>50</b>
2. Joint Plane Spacing (JPS)	RATING
2.1. Close (<0,1 m)	10
2.2. <b>Intermediate (0,1 – 1,0 m)</b>	<b>20</b>
2.3. Wide (>1,0 m)	50
3. Joint Plane Orientation (JPO)	RATING
3.1. Horizontal	10
3.2. Dip Out of Face	20
3.3. <b>Strike Normal to Face</b>	<b>30</b>
3.4. Dip Into Face	40
4. Specific Gravity Influence (SGI)	3,5
5. Hardness (H)	4,75

Berdasarkan persamaan lilly untuk mendapatkan nilai *Blastability Index* dari pembobotan massa batuan sebagai berikut :

$$BI = 0,5 (RMD+JPS+JPO+SGI+H)$$

$$BI = 0,5 ( 50+20+30+3,5+4,75)$$

$$BI = 0,5 (108,25)$$

$$BI = 54,125$$

Sedangkan nilai faktor batuan (A) didapatkan sebesar :

$$\text{Faktor Batuan (A)} = 0,12 BI$$

$$\text{Faktor Batuan (A)} = 0,12(54,125)$$

$$\text{Faktor Batuan (A)} = 6,5$$

### 3.3 Hasil Peledakan

Pada kegiatan pembongkaran batuan yang dilakukan di CV. Triarga Nusatama menggunakan peledakan. Kegiatan peledakan menggunakan jenis alat bor CRD Furkawa PCR 200 dengan diameter mata bor 3 inch. Dan bahan peledak yang digunakan adalah jenis bahan peledak ANFO. Pola peledakan yang digunakan adalah pola peledakan *echelon cut*, yaitu pola peledakan yang

arah runtuhannya ke salah satu sudut dari bidang bebasnya.

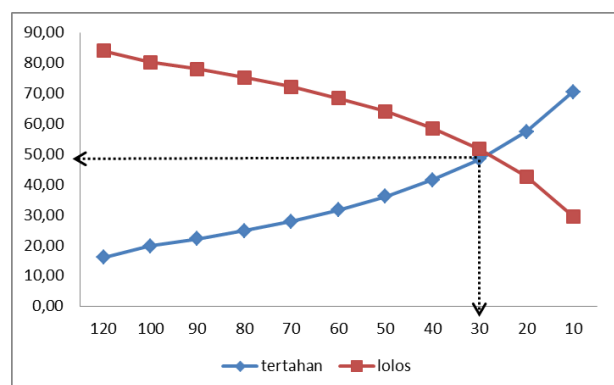
#### 3.3.1 Hasil Peledakan Geometri Aktual

Analisis aktual di lapangan dengan metode *ICI – Explosive* pada perhitungan aktual di lapangan. Geometri yang digunakan adalah *spacing* 2 m, dan *burden* 2 m, kedalaman lubang bor dirata – ratakan 5,5 m dengan isian bahan peledak sebesar 8 kg per lubang yang merupakan ketentuan dari perusahaan. Adapun nilai geometri dari peledakan aktual dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Geometri Peledakan Pada Geometri Aktual

No.	Variabel Penyebab	Nilai Variabel
1.	Diameter lubang ledak (d)	3 inch
2.	<i>Burden</i> (B)	2 m
3.	<i>Spacing</i> (S)	2 m
4.	<i>Stemming</i> (T)	3,5 m
5.	Kolom isian bahan peledak (PC)	2 m
6.	Kedalaman lubang ledak (H)	5,5 m
7.	Tinggi jejang (L)	5 m
8.	<i>Sub-drilling</i> (J)	0,5 m
9.	Jumlah bahan peledak per lubang (Q)	8 kg
10.	Kekuatan relatif handak	100
11.	Faktor batuan (A)	6,5

Dan berdasarkan hasil dari kegiatan peledakan aktual yang telah dilakukan maka dapat dilihat persentase fragmentasi dari hasil kegiatan peledakan sebagai berikut.



**Gambar 5.** Tingkat Kelolosan Batuan Dari Ayakan Pada Geometri Aktual

Dari grafik diatas dapat dilihat tingkat kelolosan dan tertahannya ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan yang dilakukan di lapangan tambang *quarry* CV. Triagra Nusatama. Titik potong yang berhimpitan pada grafik diatas merupakan ukuran rata-rata dari fragmentasi batuan. Selain itu, juga dapat dilihat dari persebaran ukuran dari fragmen batuan hasil peledakan.

Dari grafik juga dapat dilihat bahwa pada ayakan 10 cm batuan yg tertahan sebesar 70,75% dan pada ayakan 120 cm batuan yang tertahan hanya 16,35%. Pada hasil geometri aktual didapatkan sebaran ukuran 30 cm dan dengan hasil ini masih jauh dari apa yang diinginkan oleh *owner* perusahaan CV. Triarga Nusatama karena ukuran yang diinginkan 40 - 85 cm dikarenakan permintaan dan faktor pengangkutan batuan hasil peledakan bukan menggunakan alat angkut melainkan dengan menjatuhkan batuan ke tempat terdekat dengan *crusher*. Persentase tingkat kelolosan fragmentasi batuan hasil peledakan geometri aktual dapat dilihat pada tabel 5.

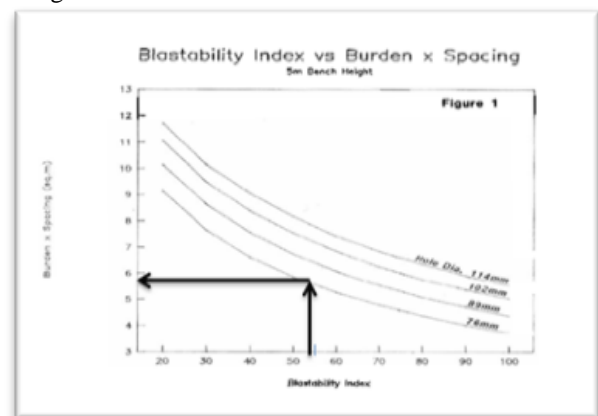
**Tabel 5.** Persentase Tingkat Kelolosan Fragmentasi Batuan Geometri Aktual

No.	Ukuran Butir (Cm)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Lolos (%)
1.	120	16,35	83,65
2.	100	20,11	79,89
3.	90	22,42	77,58
4.	80	25,10	74,90
5.	70	28,23	71,77
6.	60	31,94	68,06
7.	50	36,39	63,61
8.	40	41,84	58,16
9.	30	48,71	51,29
10.	20	57,75	42,25
11.	10	70,75	29,25

Dari tabel 5 dapat kita lihat bahwa persentase tingkat kelolosan dari batuan hasil peledakan cukup baik. Tingkat batuan tertahan pada ukuran diatas 120 cm adalah 16,35% dengan kata lain merupakan *boulder*, sedangkan 83,65% masuk kedalam *stockpile* atau tempat pengumpulan batuan berdasarkan ukuran di CV. Tekad Jaya. Namun, ukuran rata – rata dari batuan hasil peledakan dengan geometri ini pada *Front I* Tambang *Quarry* CV. Tekad Jaya adalah 22,70 Cm. Pada nilai besar ukuran rata – rata batuan hasil peledakan, batuan yang tertahan adalah sekitar 48,71%. Sehingga persen lolos batuan sekitar 51,29%. Sedangkan untuk ukuran batuan dibawah 10 cm persentase lolosnya hanya 29,25%. Dengan kata lain, batuan hasil peledakan akan tetap dibawa ke *crusher* tetapi sebelumnya untuk proses *resizing* atau memperkecil CV. Triarga Nusatama dibawah arahan CV. Tekad Jaya menggunakan cara tradisional dengan menjatuhkan material dari *front* ke area terdekat *crusher* dengan tujuan batuan terkikis akibat benturan batuan di tebing sampai ukuran bisa layak digunakan apabila tidak di lakukan pemecahan dengan alat *breaker*.

### 3.3.2 Hasil Peledakan Geometri Persamaan Lilly (I)

Pada geometri yang menggunakan persamaan lilly ini untuk nilai *burden* dan *spacing* kita dapatkan dengan menggunakan grafik persamaan lilly yang didapatkan dari nilai *blastability index* batuan, dan untuk nilai yang lainnya kita tetap mengacu terhadap nilai yang telah di tentukan oleh perusahaan. Adapun nilai dari *blastability index* yang didapatkan dari parameter geomekanika adalah 54,125. Nilai *burden* dan *spacing* dapat kita lihat dari grafik berikut :



**Gambar 6.** Korelasi Nilai *Blastability Index* Terhadap Geometri

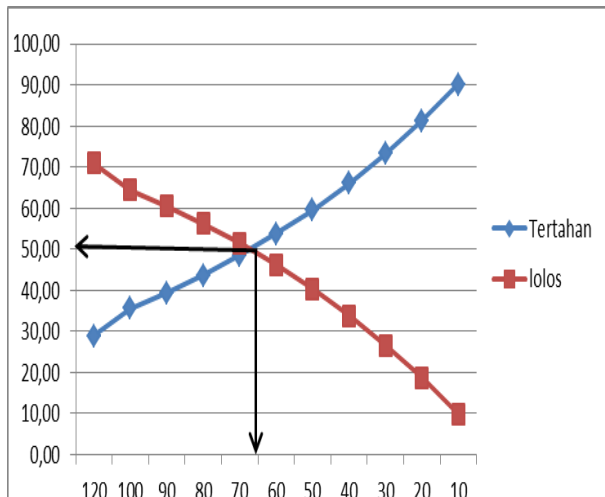
Analisa dengan menggunakan nilai *Blastability Index* yang didapatkan dari parameter batuan hasil pemantauan di lapangan dan dilanjutkan menentukannya dengan menggunakan persamaan lilly maka didapatkan nilai geometrinya ialah ukuran *spacing* 2 m, dan *burden* 3 m kedalaman lubang bor masih menggunakan rata – rata kedalaman lubang bor dari perusahaan yaitu 5,5 m dan dengan isian bahan peledak masih sama 8 kg dalam artian kita meningkatkan *volume* dari geometri aktualnya dengan menggunakan bahan peledak yang sama atau mengefisiensikan penggunaan bahan peledak. Adapun geometri hasil peledakan usulan I dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6.** Geometri Peledakan Pada Geometri I

No.	Variabel Penyebab	Nilai Variabel
1.	Diameter lubang ledak (d)	3 inch
2.	<i>Burden</i> (B)	3 m
3.	<i>Spacing</i> (S)	2 m
4.	<i>Stemming</i> (T)	3,5 m
5.	Kolom isian bahan peledak (PC)	2 m
6.	Kedalaman lubang ledak (H)	5,5 m
7.	Tinggi jejang (L)	5 m
8.	<i>Sub-drilling</i> (J)	0,5 m
9.	Jumlah bahan peledak per lubang (Q)	8 kg

10.	Kekuatan relatif handak	100
11.	Faktor batuan (A)	6,5

Dan berdasarkan hasil dari kegiatan peledakan menggunakan geometri persamaan lilly yang telah dilakukan maka dapat dilihat persentase fragmentasi dari hasil kegiatan peledakan sebagai berikut.



**Gambar 7.** Grafik Tingkat Kelolosan Batuan Menggunakan Persaman Lilly

Dari gambar 7 diatas dapat dilihat tingkat kelolosan dan tertahannya ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan yang dilakukan di lapangan tambang quarry CV. Triagra Nusatama berdasarkan persamaan lilly. Titik potong yang berhimpitan pada grafik diatas merupakan ukuran rata – rata dari fragmentasi batuan. Selain itu, juga dapat dilihat dari persebaran ukuran dari fragmentasi batuan hasil peledakan.

**Tabel 7.** Persentase Tingkat Kelolosan Fragmentasi Batuan Geometri I

No.	Ukuran Butir (Cm)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Lolos(%)
1.	120	28,91	71,09
2.	100	35,55	64,45
3.	90	39,43	60,57
4.	80	43,72	56,28
5.	70	48,49	51,51
6.	60	53,77	46,23
7.	50	59,63	40,37
8.	40	66,12	33,88
9.	30	73,33	26,67
10.	20	81,32	18,68
11.	10	90,18	9,82

Dari tabel 7 dapat kita lihat bahwa persentase tingkat kelolosan dari batuan hasil peledakan tidak lebih baik dibandingkan hasil fragmentasi geometri aktual. Tingkat batuan tertahan pada ukuran diatas 120 cm adalah 28,91% dengan kata lain merupakan *boulder*, sedangkan 71,09% masuk kedalam *stockpile* atau tempat pengumpulan batuan berdasarkan ukuran di CV. Tekad Jaya. Namun, ukuran rata-rata dari batuan

hasil peledakan dengan geometri ini pada *Front I* Tambang *Quarry CV. Tekad Jaya* adalah 31,41 cm. Pada nilai besar ukuran rata-rata batuan hasil peledakan, batuan yang tertahan adalah sekitar 66,12%. Sehingga persen lolos batuan sekitar 33,88%. Sedangkan untuk ukuran batuan dibawah 10 cm persentase lolosnya hanya 9,82%. Dengan kata lain, batuan hasil peledakan akan tetap dibawa ke *crusher* tetapi sebelumnya untuk proses *resizing* atau memperkecil CV. Triarga Nusatama dibawah arahan CV. Tekad Jaya menggunakan cara tradisional dengan menjatuhkan material dari *front* ke area terdekat *crusher* dengan tujuan batuan terkikis akibat benturan batuan di tebing sampai ukuran bisa layak digunakan apabila tidak dilakukan pemecahan dengan alat *breaker*. Dibandingkan dengan geometri aktual pertama maka dapat disimpulkan geometri persamaan lilly memiliki fragmentasi yang lebih tinggi atau didapatkan lebih besar *boulder*. Direncanakan untuk mendapatkan *boulder* yang lebih besar dikarenakan adanya permintaan dalam bentuk *boulder* dan pengangkutan dengan menjatuhkan batuan ke area terdekat dari *crusher*.

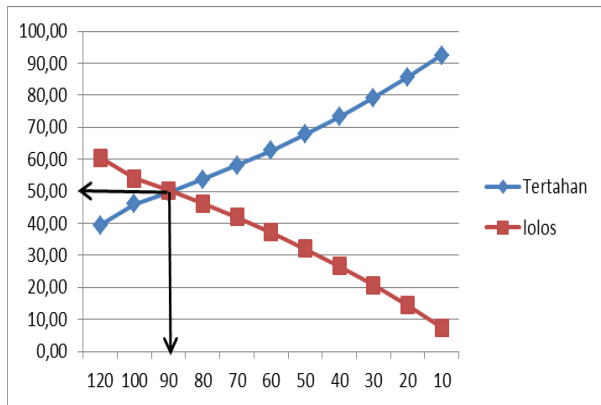
**3.3.3 Hasil Peledakan Geometri II**

Analisis geometri dengan menggunakan metode *blastability index* untuk usulan yang kedua dengan tujuan untuk membandingkan nilai efisiensi dari hasil peledakan baik dalam bentuk nilai ekonomis atau hasil dari fragmentasinya. Pada usulan geometri yang kedua ini menggunakan nilai geometrinya *spacing* 3 m, *burden* 3 m dan kedalaman lubang bor masih menggunakan rata – rata kedalaman lubang bor dari perusahaan yaitu 5,5 m dan dengan isian bahan peledak masih sama 8 kg dalam artian kita meningkatkan *volume* dari geometri aktualnya dengan menggunakan bahan peledak yang sama atau mengefisiensikan pgunaan bahan peledak. Dan pada akhirnya menjadi pembandingan dari ketiga geometri yang telah dilakukan. Adapun geometri peledakan usulan II dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8.** Geometri Peledakan Pada Geometri II

No.	Variabel Penyebab	Nilai Variabel
1.	Diameter lubang ledak (d)	3 inch
2.	<i>Burden</i> (B)	3 m
3.	<i>Spacing</i> (S)	3 m
4.	<i>Stemming</i> (T)	3,5 m
5.	Kolom isian bahan peledak (PC)	2 m
6.	Kedalaman lubang ledak (H)	5,5 m
7.	Tinggi jejang (L)	5 m
8.	<i>Sub-drilling</i> (J)	0,5 m
9.	Jumlah bahan peledak per lubang (Q)	8 kg
10.	Kekuatan ralatif handak	100
11.	Faktor batuan (A)	6,5

Dan dengan telah dilakukannya kegiatan peledakan berdasarkan nilai geometri persamaan lilly usulan II maka dapat kita lihat persentase hasil fragmentasi seperti gambar 8. Setelah dilakukan seluruh kegiatan peledakan dengan tiga geometri yang berbeda maka dapat pula dibandingkan hasil peledakan menggunakan geometri apa yang paling baik. Hasil fragmentasi dari geometri II dapat dilihat sebagai berikut.



**Gambar 8.** Grafik Tingkat kelolosan Batuan Menggunakan Geometri (II)

Dari gambar 8 dapat dilihat titik potong yang berhimpitan pada grafik di atas merupakan ukuran rata – rata dari fragmentasi batuan. Selain itu, juga dapat dilihat dari persebaran ukuran dari fragmen batuan hasil peledakan. Dari grafik juga dapat dilihat bahwa pada ayakan 10 cm batuan yg tertahan sebesar 92,80% dan pada ayakan 120 cm batuan yang tertahan hanya 40,77%. Pada hasil geometri berdasarkan persamaan lilly di dapatkan sebaran ukuran 90 cm dan dengan hasil ini maka geometri dapat digunakan karena hasil peledak memiliki *boulder* yang cukup lebih banyak dibandingkan geometri aktual. Akan tetapi dengan hasil rata – rata *boulder* yang sangat tinggi hasil ini sangat riskan dikarenakan setelah dari kegiatan peledakan diperlukan *breaker* untuk memecah batuan dan memerlukan tenaga atau waktu yang cukup lama lagi. Karena ketika *boulder* dengan ukuran besar dijatuhkan maka dapat menghancurkan batuan sebelumnya yang dijatuhkan. Tapi dari segi ekonomis pada geometri ini memiliki *volume* yang besar bahkan 2x lipat dari aktual dengan bahan peledak yang sama baik jenis dan banyak bahan peledak.

**Tabel 9.** Persentase Tingkat Kelolosan Fragmentasi Batuan Geometri II

No.	Ukuran Butir (cm)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Lolos (%)
1.	120	40,77	59,23
2.	100	47,35	52,65
3.	90	51,02	48,98
4.	80	54,98	45,02
5.	70	59,25	40,75
6.	60	63,85	36,15
7.	50	68,81	31,19
8.	40	74,15	25,85

9.	30	79,91	20,09
10.	20	86,11	13,89
11.	10	92,80	7,20

Dari tabel 9 dapat kita lihat bahwa persentase tingkat kelolosan dari batuan hasil peledakan tidak lebih baik dibandingkan hasil fragmentasi geometri aktual. Tingkat batuan tertahan pada ukuran diatas 120 cm adalah 40,77% dengan kata lain merupakan *boulder*, sedangkan 59,23% masuk kedalam *stockpile* atau tempat pengumpulan batuan berdasarkan ukuran di CV. Tekad Jaya. Namun, ukuran rata-rata dari batuan hasil peledakan dengan geometri ini pada *Front I* Tambang *Quarry CV. Tekad Jaya* adalah 43,44 cm. Pada nilai besar ukuran rata-rata batuan hasil peledakan, batuan yang tertahan adalah sekitar 68,81%. Sehingga persen lolos batuan sekitar 31,19%. Sedangkan untuk ukuran batuan dibawah 10 cm persentase lolosnya hanya 7,20%. Dengan kata lain, batuan hasil peledakan akan tetap dibawa ke *crusher* tetapi sebelumnya untuk proses *resizing* atau memperkecil CV. Triarga Nusatama dibawah arahan CV. Tekad Jaya menggunakan cara tradisional dengan menjatuhkan material dari *front* ke area terdekat *crusher* dengan tujuan batuan terkikis akibat benturan batuan di tebing sampai ukuran bisa layak digunakan apabila tidak di lakukan pemecahan dengan alat *breaker*. Dibandingkan dengan geometri aktual pertama dan geometri usulan I maka dapat disimpulkan geometri usulan II memiliki fragmentasi yang lebih tinggi atau didapatkan *boulder* yang lebih banyak. Dan *volume* dari geometri usulan yang kedua lebih besar dan pemakaian bahan peledak tetap sama dalam artian dari segi efektivitas peledakan geometri usulan II memiliki nilai yang lebih ekonomis dalam penggunaan bahan peledak.

### 3.4 Blastability Index sebagai faktor koreksi Nilai Powder Factor

Pada dasarnya setiap jenis batuan memiliki nilai ketahanan atau faktor yang mempengaruhi kekerasan batuan untuk didapatkan atau dilakukan sebuah tindakan untuk mendapatkannya. Analisis *blastability index* dilakukan dengan tujuan sebagai faktor koreksi kegiatan peledakan yang dilakukan di lapangan. Hasil yang telah didapatkan dengan geometri yang digunakan di perusahaan dibandingkan dengan nilai *blastability index* yang didapatkan dan dibandingkan dengan hasil penggunaan bahan peledak. *Powder factor* dari peledakan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan lilly sebagai berikut :

$$PF = 0,004 \times BI \text{ (S. Koesnaryo, 2012)}$$

$$PF = 0,004 \times 54,125$$

$$PF = 0,2165 \approx 0,22$$

Dengan nilai *powder factor* yang didapatkan berdasarkan analisis dari hasil parameter-parameter *blastability index*. Nilai *powder factor* yang didapatkan dijadikan faktor koreksi dari kegiatan peledakan,



dimana akan menjadi variabel perbandingan dari segi penggunaan bahan peledak dan hasil dari fragmentasi

peledakan. Adapun rancangan geometri hasil koreksi dapat dilihat pada tabel 10.

**Tabel 10.** Rancangan Geometri Berdasarkan *Blastability Index*

Variabel Peledakan	Geometri Aktual	Geometri I	Geometri II
Diameter mata bor	3,0"	3,0"	3,0"
<i>Burden</i> (B)	2 m	3 m	3 m
<i>Spacing</i> (S)	2 m	2 m	3 m
Kedalaman lubang ledak (H)	5,5 m	5,5 m	5,5 m
Tinggi bahan peledak (PC)	1,2 m	1,8 m	2,7 m
Jumlah bahan peledak/lubang	4,8 Kg	7,2 Kg	10,8 Kg
<i>Powder Factor</i>	0,22 Kg/m <sup>3</sup>	0,22 Kg/m <sup>3</sup>	0,22 Kg/m <sup>3</sup>
Batuan Terbongkar/ lubang	22 m <sup>3</sup>	33 m <sup>3</sup>	49,5 m <sup>3</sup>
Fragmentasi Tertahan pada Ukuran 10 cm	95,03 %	92,19 %	86,68 %
Fragmentasi Tertahan pada Ukuran 120 cm	54,26 %	37,67 %	18 %

**Tabel 11.** Evaluasi Perbandingan Ketiga Geometri Peledakan

Variabel Peledakan	Geometri Aktual	Geometri I	Geometri II
Diameter mata bor	3,0"	3,0"	3,0"
<i>Burden</i> (B)	2 m	3 m	3 m
<i>Spacing</i> (S)	2 m	2 m	3 m
Kedalaman lubang ledak (H)	5,5 m	5,5 m	5,5 m
Tinggi jenjang yang (L)	5 m	5 m	5 m
Jumlah bahan peledak/lubang	8 Kg	8 Kg	8 Kg
<i>Powder Factor</i>	0,36 Kg/m <sup>3</sup>	0,24 Kg/m <sup>3</sup>	0,16 Kg/m <sup>3</sup>
Batuan Terbongkar/ lubang	22 m <sup>3</sup>	33 m <sup>3</sup>	49,5 m <sup>3</sup>
Fragmentasi Tertahan pada Ukuran 10 cm	70,75 %	90,18 %	92,80 %
Fragmentasi Tertahan pada Ukuran 120 cm	16,35 %	28,91 %	40,77 %

### 3.5 Analisis Hasil Perbandingan Geometri

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di lapangan dengan menggunakan tiga geometri yang berbeda maka dapat dilihat hasil perbandingan pada tabel 11, hasil perbandingan dari ketiga geometri peledakan yang telah dilakukan pada area CV. Triarga Nusatama. Dari tabel tersebut dapat dilihat geometri yang digunakan, kedalaman lubang ledak, jumlah bahan peledak yang

digunakan, batuan yang terbongkar per lubang ledak, serta ukuran fragmentasi dari saringan terbesar dan terkecil yang dihitung dengan menggunakan rumusan Kuz-Ram dan persamaan Lilly. Pada geometri aktual dengan menggunakan ukuran *spacing* dan *burden* 2 m x 2 m dengan diameter lubang bor 3 inch, kedalaman lubang 5,5 m dan bahan peledak 8 kg per lubang ledak, didapatkan fragmentasi tertahan dengan ayakan 120 cm sebesar 16,35% dan yang tertahan pada ayakan 10 cm

sebesar 70,75%. *Volume* batuan yang terbungkar dari geometri aktual adalah 22 m<sup>3</sup> per lubang ledak dengan nilai *powder factor* 0,36. Pada geometri I dengan menggunakan ukuran *spacing* dan *burden* 3 m x 2 m dengan diameter lubang bor 3 inch, kedalaman lubang 5,5 m dan bahan peledak 8 kg per lubang ledak, didapatkan fragmentasi tertahan dengan ayakan 120 cm sebesar 28,91% dan yang tertahan pada ayakan 10 cm sebesar 90,18%. *Volume* batuan yang terbungkar dari geometri aktual adalah 33 m<sup>3</sup> per lubang ledak dengan nilai *powder factor* 0,24. Sedangkan pada geometri II dengan menggunakan ukuran *spacing* dan *burden* 3 m x 3 m dengan diameter lubang bor 3 inch, kedalaman lubang 5,5 m dan bahan peledak 8 kg per lubang ledak, didapatkan fragmentasi tertahan dengan ayakan 120 cm sebesar 40,77% dan yang tertahan pada ayakan 10 cm sebesar 92,80%. *Volume* batuan yang terbungkar dari geometri I adalah 49,5 m<sup>3</sup> per lubang ledak dengan nilai *powder factor* 0,16. Pada hasil peledakan yang telah dilakukan dengan geometri aktual, I, dan II, maka dapat disimpulkan untuk peledakan yang aktual dilakukan sebelumnya masih belum efektif atau efisien karena dari hasil geometri diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa pada geometri I dan II memiliki *volume* batuan diledakan lebih besar dibandingkan oleh geometri aktual dengan bahan peledak yang sama dan ukuran fragmentasi yang masih bisa digunakan atau dipasarkan oleh CV. Tekad Jaya. Sedangkan untuk nilai *powder factor* sendiri dapat kita lihat lebih ekonomis karena perbandingan bahan peledak yang digunakan dengan *volume* batuan yang dihasilkan pada geometri I dan II lebih kecil dibandingkan geometri aktual. Akan tetapi pada geometri II dapat kita lihat bahwasanya nilai fragmentasi sangat tinggi dan untuk batuan hasil peledakannya sendiri masih diperlukan lagi proses *breaker* untuk mengecilkan ukuran yang setelah itu dijatuhkan ke area *crusher*. Pada intinya pada penelitian ini dapat ditarik nilai efisiensi dan keekonomisan penggunaan bahan peledak dan fragmentasi yang diinginkan.

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

- Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan data parameter geomekanika seperti berikut :
  - Nilai *Rock Mass Description* adalah 3 kekar/meter.
  - Nilai *Joint Plane Spacing* adalah 25 sampai 30 cm.
  - Nilai *Joint Plane Orientation* adalah *strike normal to face*.
  - Nilai *Specific Gravity* adalah 2,14.
  - Nilai hasil Uji *Point Load* adalah 95,10 MPa.
- Dari data parameter di lapangan dan disesuaikan dengan nilai pembobotan Massa Batuan maka didapatkan total bobot untuk *Blastability Index* sebesar 54,125.
- Peledakan dengan menggunakan persamaan lilly lebih baik dibandingkan geometri yang lainnya.
- Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwasanya dengan memperhatikan parameter geomekanika dalam kegiatan peledakan dapat memperoleh hasil yang lebih efektif dalam segala hal baik dalam hasil peledakan berupa fragmentasi maupun dalam segi penggunaan bahan peledak.
- Selain sebagai analisis geometri dalam peledakan persamaan lilly juga dapat digunakan sebagai faktor koreksi kegiatan peledakan dalam penggunaan bahan bakar atau nilai *powder factor* kegiatan peledakan.

### 4.2 Saran

- Dalam menggunakan metode *blastability index* yang baik dan berhubungan dengan kemampuan ledak batuan diperlukan ketelitian dalam menentukan nilai dari parameter geomekanika yang didapatkan di lapangan.
- Sebaiknya untuk mendapatkan hasil yang baik untuk nilai *blastability index* alangkah baiknya memiliki banyak sampel atau daerah pemetaan yang benar – benar bisa mendukung penelitian.
- Untuk mendapatkan geometri yang baik dalam melakukan peledakan pada suatu lokasi penambangan, perlu dilakukannya banyak percobaan. Sehingga akan didapatkan perbandingan yang akurat antara satu geometri dengan geometri lainnya.

## Daftar Pustaka

- Z. Bieniawski. *Determining rock mass deformability : Experience from case histories. International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomechanics Abstracts*. **15**(5), PP. 237 – 247. DOI : 10.1016/0148-9062(78)90956-7. (2002)
- E. Hoek. *Strength of rock and rock masses, ISRM New Journal*, **2**(2). 4 –16. (1994)
- S. Kramadibrata. *Mekanika Batuan. Prodi Teknik Pertambangan. Institut Teknologi Bandung. Bandung*. (2010)
- M. Chatzianglou, B, Christaras. *Blastability Index on Poor quality rock mass Int. J. Of Civil Engineering (IJCE)*. **2**, 5, PP. 9 – 16. (2003)
- L. Peter. *An Empirical Method of Assessing Rock Mass Blastability. The Aus IMM/IE Aust Newman Combine Group, Large Open Pit Mining Conference*, 89 – 92. (1986)
- A. Suwandi. *Diktat Kursus Juru Ledak XIV pada Kegiatan Penambangan Bahan Galian. Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara*. (2009).
- W. Hustrulid. *Blasting Principles for open pit mining I. Colorado School of Mines, Golden Colorado*. Page 83 – 84. (1999)
- G. Andini, Nurhakim, H. Gunawan. *Evaluasi Geometri Berdasarkan Fragmentasi Hasil*

- Peledakan pada Penambangan Batu Gamping di PT. Semen Tonasa. Jurnal HIMASAPTA, 2,2.* (2017)
- [9] C. Cunningham. *The Kuz-Ram model for Prediction of Fragmentation from Blasting. First Int. Symp. Rock frag. By Blasting, Lulca.* 439 – 453. (1983)
- [10] Koesnaryo. *Beberapa Penyelidikan Geomekanika yanag Mudah untuk Mendukung Rancangan Peledakan. Prosiding Simposium dan Seminar Geomekanika ke – 1.* Jakarta. (2012)
- [11] D. Hyam Saleh, R. Kamal Ahmad, M. Younis. *Correlation of Uniaxial Compressive Strength and Modulus of Elasticity with point load Strength Index, Pulse Velocity and Dry Density of Limestone and Sandstone Rock in Sulaimani Governorate, Kurdistan Region, Iraq.* **19**, PP. 3 – 4. (2017)
- [12] L. Zhang. *Estimating the strength of jointed Rock Mass, Rock Mechanics and Rock Engineering.* **43**, PP. 391 – 402, (2010)
- [13] L, Zhang. *A geomechanic classification system for the rating of rock mass in mine design. The Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy.* **90**, PP. 257 – 273. (1990)
- [14] S. Osmaini, H. Prabowo, R. Kopa. *Pemetaan Kestabilan Lereng Pada Lokasi Penambangan Emas Pit Durian PT. J Resources Bolaang Mongodow site Bakan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongodow Sulawesi Utara.* E – Journal UNP, **2,2.** (2017)
- [15] N. Widi, A. Rakman. *Studi Rekomendasi Penggalian dari Struktur Lemah dan Kekuatan Batuan Lava Andesit di Daerah Girimulyo, Kecamatan Girimulyo, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi DIY Yogyakarta. Jurnal Teknologi Technoscientia.* **9,1.** (2016)
- [16] Safarudin, Purwanto, Djamaludin. *Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Digging Time Materials Blasting. Jurnal JPE - UNHAS.* **20, 2.** (2016)
- [17] B. Bozic. *Monitoring to Evaluate Blasting Quality and the Prediction of Fragmentation. Int Engineering Modelling Journal,* **14**, 61 – 71. (2001)
- [18] A. Ardianto, E. Prasetyawati, M. Rizki. *Analisis Powder Factor dan Fragmentasi Hasil Peledakan Menggunakan Perhitungan Kuz-Ram pada Tambang Batubara di Provinsi Kalimantan Timur. Journal Geomine.* **4,2.** (2016)