

EVALUASI DAMPAK KEGIATAN PELEDAKAN VERTICAL BENCHING TERHADAP GROUND SUPPORT PT. FREEPORT INDONESIA

Yulius B. Sirwutubun¹, Bambang Triyanto², Juanita R. Horman²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik, ²Staf Pengajar Jurusan Teknik

Universitas Negeri Papua

Jl. Gunung Salju Amban Manokwari

e-mail: Boyers.mine@gmail.com

Abstrak

Salah satu metode penggalian terowongan pada tambang bawah tanah Grasberg *Block Caving* yaitu metode *heading and bench*, ukuran terowongan yang diamati (lebar, m x tinggi, m) 6.8 x 6 (*heading*) dan 6.8 x 3 (*bench*). Setelah dilakukan penggalian pada *heading* dilanjutkan dengan kegiatan *ground support*, kemudian dilakukan peledakan *vertical benching*. Kegiatan peledakan dapat memberikan dampak buruk antara lain *fly rock* dan energi ledakan yang berlebihan yang dapat merusak *ground support* pada *drift back*. *Ground support* yang digunakan yaitu *splitset*, *wire mesh*, *threadbar* dan *cable bolt*. Geometri peledakan yang diterapkan pada area Grasberg *Ventilation Drift 5* dan *7 (exhaust)* yaitu *burden* 1,75 m, *spacing* 1,40 m, tinggi *benching* 3 m, kedalaman lubang ledak 4 m dengan kemiringan 5° dan 15°, kolom isian 2,1 m, *sub drilling* 0,8 m, *powder factor* sebesar 1,14 kg/m³ dan *stemming* tidak digunakan. Berdasarkan evaluasi geometri peledakan saat ini menggunakan metode C. J. Konya, 1990 dan menghitung energi ledakan dengan rumusan oleh Berta G, 1985 yaitu menghasilkan jarak lemparan *fly rock* 13,66 m dan energi ledakan 44,30 MJ. Berdasarkan evaluasi geometri peledakan secara teoritis panjang *burden* dan *spacing* adalah 1,50 m x 1,69 m, *stemming* 1,50 m dengan ukuran material 0,5 cm, panjang kolom isian 1,96 m, kedalaman lubang ledak 3,46 m dengan kemiringan 5° dan 15°, *sub drilling* 0,45 m, *powder factor* sebesar 1,03 kg/m³, *fly rock* 12,05 m sedangkan energi yang dihasilkan yaitu 41,35 MJ. Rancangan peledakan yang diusulkan, berdasarkan prediksi menggunakan metode C.J. Konya dan Berta G menghasilkan jarak *fly rock* 2,61 m dan energi ledakan 40,24 MJ.

Kata kunci : Metode C.J Konya, energi peledakan, *fly rock*, *ground support*.

Abstract

One of the tunnel excavation method on underground mine Grasberg Block Caving method heading and bench, the size of the tunnel were observed (width, m x height, m) 6.8 x 6 (headings) and 6.8 x 3 (bench). After the excavation is done on a heading followed by the activities of ground support, then do the blasting vertical benching. Blasting activities can give bad impact among others fly rock and an excessive burst of energy that could damage ground support on drift back. Ground support is used namely splitset, wire mesh, threadbar and cable bolt. The geometry of the blasting is applied on the area of Grasberg And Drift 5 and 7 (exhaust) the burden of 1.75 m, spacing 1.40 m, height 3 m, benching depth hole explosive 4 m with a slope of 50 and 150, field 2.1 m, 0.8 m, drilling sub powder factor of 1.14 kg/m³ and stemming is not used. The draft of the proposed blasting, based on prediction method using C.J. Konya and Berta G produces a range of fly rock 2.61 m and energy blast 40,24 MJ.

Keywords: Method C. J Konya, energy blasting, *fly rock*, *ground support*.

1. PENDAHULUAN

Tambang bawah tanah PT. Freeport Indonesia (PTFI) yang saat ini masih beroperasi adalah di daerah DOZ (*Deep Ore Zone*) dan Big Gosan. Sedangkan cadangan baru yang telah ditemukan yaitu berada di daerah Kucing Liar,

DMLZ (*Deep Mineralized Ore Zone*) dan GBC (*Grasberg Block Caving*), di mana saat ini tambang DMLZ dan GBC sedang dalam tahap *development*.

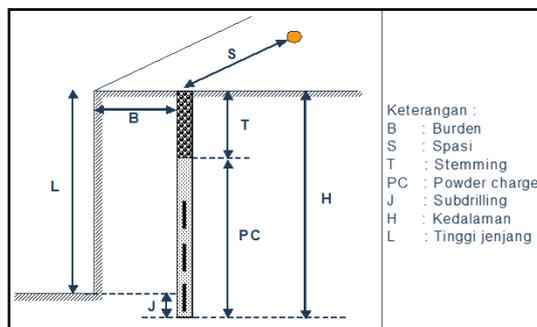
Kegiatan *development* tambang bawah tanah GBC sebagian besar dilakukan di area GVD (*Grasberg Ventilation Drift*). Kegiatan ini

memerlukan suatu lubang bukaan mendatar (*drift*) yang mengarah pada tubuh bijih. Dalam pembuatan *drift* ada berbagai macam ukuran (lebar, m x tinggi, m) yakni 6x6, 6x9, 10x11, untuk pembuatan *drift* yang tingginya lebih dari 7 m cara ekskavasi dilakukan melalui peledakan *vertical benching*.

Vertical benching merupakan salah satu metode penggalian terowongan, di mana bagian atas penampang terowongan (*heading*) digali terlebih dahulu sebelum bagian bawah penampangnya (*bench*)^[3] dan dilakukan peledakan *vertical*. Setelah dilakukan penggalian dilanjutkan dengan kegiatan *ground support*, yaitu suatu kegiatan yang dilakukan untuk meningkatkan kemantapan dan membantu untuk menahan beban batuan di dekat batas penggalian. Namun demikian kegiatan peledakan *vertical benching* dapat memberikan dampak buruk antara lain *fly rock*, yang dapat menyebabkan kerusakan *ground support* pada *drift back*.

Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah meminimalisir lemparan batuan (*fly rock*)^[5] akibat kegiatan peledakan *vertical benching* yang dapat merusak *ground support*. Tujuan tersebut dapat diuraikan menjadi beberapa bagian yaitu: Mengevaluasi desain geometri peledakan dengan menggunakan metode C. J. Konya, 1990^[4] dan menghitung energi bahan peledak dengan menggunakan rumusan oleh Berta G, 1985^[1].



Gambar 1. Geometri peledakan

1. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada tambang bawah tanah Grasberg *Block Caving* PTFI, Level 3060

area Exhaust. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dan metode studi hubungan^[6]. Data diperoleh melalui pengamatan (observasi), wawancara dan studi dokumentasi. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Januari-April 2014.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rancangan Menurut C. J. Konya 1990

Geometri peledakan menurut C. J. Konya, 1990 adalah sebagai berikut^[4] :

a. Burden (B)

Burden yaitu jarak tegak lurus terpendek antara muatan bahan peledak dengan bidang bebas yang terdekat atau ke arah mana pemindahan batuan (*displacement*) akan terjadi.

$$1. B = 3,15 \times De \times \left(\frac{SGe}{SGr}\right)^{0.33} \quad (1)$$

$$2. B = \left(\left(\frac{2 \times SGe}{SGr}\right) + 1.50\right) \times De \quad (2)$$

$$3. B = 0.67 \times De \times \left(\frac{Stv}{SGr}\right)^{0.33} \quad (3)$$

Dengan B adalah *burden* (m), De adalah diameter lubang ledak (inchi), SGe adalah berat jenis bahan peledak yang dipakai, SGr adalah berat jenis batuan yang akan dihancurkan, Stv adalah *relative bulk strength* (Magnapex = 155%)

Tabel 1 Faktor Koreksi Terhadap Jumlah Baris dalam Lubang Ledak

<i>Corection for Number of Rows</i>	Kr
<i>One or two rows of holes</i>	1,00
<i>Third and subsequent rows or buffer blast</i>	0,90

Sumber : C.J. Konya dalam Saptono S, 2006

Tabel 2 Faktor Koreksi Terhadap Posisi Lapisan Batuan

<i>Corection for rock deposition</i>	Kd
<i>Bedding steeply dipping into cut</i>	1,18
<i>Bedding steeply dipping into face</i>	0,95
<i>Other cases of deposition</i>	1,00

Sumber : C.J. Konya dalam Saptono S, 2006

Tabel 3 Faktor Koreksi Terhadap Struktur Geologi

<i>Corection for rock geologic structure</i>	Ks
<i>Heavy cracked, frequent with joint, weakly cemented layers</i>	1,30
<i>Thin well cemented layers with tight joint</i>	1,10
<i>Massive intack rock</i>	0,95

Sumber : C.J. Konya dalam Saptono S, 2006

Secara matematis persamaan *burden* terkoreksi dapat ditulis :

$$Bc = B \times Kr \times Kd \times Ks \quad (4)$$

Dengan *Bc* adalah *burden* terkoreksi (ft), *Kr* adalah faktor koreksi terhadap jumlah baris lubang ledak, *Kd* adalah faktor koreksi terhadap posisi lapisan batuan, *Ks* adalah faktor koreksi terhadap struktur geologi setempat.

b. Spacing (S)

Spacing adalah jarak antara lubang ledak dalam satu garis yang sejajar dengan bidang bebas.

Tabel 4 Persamaan untuk Menentukan Jarak *Spacing*

TIPE DETONATOR	L/B <4	L/B >4
<i>Instanlaneous</i>	$S = (L + 2B) / 3$	$S = 2 B$
<i>Delay</i>	$S = (L + 7B) / 8$	$S = 1,4 B$

Sumber : C.J. Konya dalam Saptono S, 2006

c. Stemming (T)

Stemming adalah kolom material penutup lubang ledak di atas kolom isian bahan peledak. *Stemming* (T) :

- $T = B$ untuk batuan masiv (5)

- $T = 0.7x B$ untuk batuan berlapis (6)

Dengan *T* adalah *Stemming* (ft).

d. Sub Drilling (J)

Sub drilling adalah panjang lubang ledak yang berada di bawah garis lantai *benching*, yang berfungsi untuk membuat lantai *benching* relatif rata setelah peledakan.

$$J = 0,3 B \quad (7)$$

Dengan *J* adalah *Sub drilling* (m)

e. Kedalaman Lubang Ledak (H)

1. Lubang ledak vertikal : $H = L + J$ (8)

2. Lubang ledak miring : $H = \frac{(L+J)}{\cos \alpha}$ (9)

Dengan *L* adalah tinggi *benching* (m), *H* adalah kedalaman lubang ledak (m), α adalah sudut kemiringan lubang ledak yang diinginkan

f. Charge Length (PC)

Charge length merupakan panjang kolom isian bahan peledak.

Persamaan :

$$PC = H - T \quad (10)$$

Dengan *PC* adalah panjang kolom isian (m)

g. Tinggi Benching (L)

$$L = (H-T) \cos \alpha \quad (11)$$

h. Loading Density (de)

$$de = 0,34 \times SGe \times De^2 \quad (12)$$

Dengan *de* adalah *loading density*

Sehingga jumlah bahan peledak yang digunakan dalam satu lubang ledak diperoleh:

$$E = de \times PC \quad (13)$$

Dengan *E* adalah jumlah bahan peledak tiap lubang ledak (Kg)

i. Powder Factor (PF)

Powder factor (PF) atau *specific charge* merupakan perbandingan antara jumlah bahan peledak yang digunakan terhadap jumlah batuan yang diledakan.

$$PF = \frac{E}{V} = \frac{de \times PC \times n}{B \times S \times L} \quad (14)$$

Dengan *PF* adalah *powder factor* (kg/m³), *V* adalah Volume batuan yang akan diledakan (m³), *n* adalah jumlah lubang ledak.

3.2 Efek Peledakan

Batu terbang (fly rock) yaitu batu yang terlempar secara liar pada saat terjadi peledakan. *Fly rock* dapat terjadi oleh beberapa sebab, yaitu :

- a. *Burden* dan spasi yang tidak cukup
- b. Jumlah isian terlalu banyak
- c. Pengaruh struktur geologi, seperti kekar, retakan dan sebagainya
- d. Penempatan lubang bor yang tidak tepat
- e. *Stemming* yang tidak cukup, baik itu panjang maupun ukuran material *stemming*.
- f. Kesalahan pola penyalaan dan waktu tunda
- g. Lantai jenjang yang kotor

Lundborg et al. (1975) dalam Moore J, dkk 2005 mengemukakan teorinya dalam menghitung jarak maksimum *fly rock* yang terjadi pada fragmentasi batuan pada kondisi optimum.

$$L_{max} = 143 D (q - 0,2) \quad (15)$$

Dengan L_{max} adalah Jarak lemparan maksimum (m), *D* adalah diameter lubang ledak (inc), *q* adalah *specific charge* (kg/m³).

3.3 Transfer Energi

a. Jumlah Bahan Peledak

Untuk menentukan jumlah bahan peledak guna meledakkan 1 m³ batuan dapat dihitung dengan^[2]:

$$c = \frac{Q}{H \cdot B \cdot S} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (16)$$

Sedangkan dalam menghitung energi yang digunakan untuk meledakkan 1 m³ yaitu menggunakan persamaan :

$$E = c \cdot \varepsilon \text{ (MJ/m}^3\text{)} \quad (17)$$

Dengan Q adalah jumlah muatan bahan peledak per delay (kg), E adalah energi yang dibutuhkan untuk meledakkan 1 m³ batuan, ε adalah *specific explosion energy*.

b. Energi yang dibutuhkan untuk menghancurkan batuan^[2]

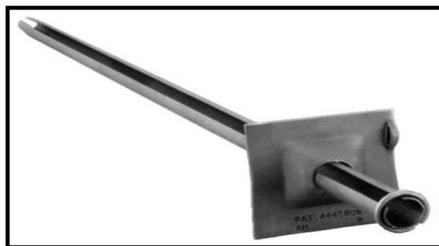
$$\varepsilon_b = V \cdot s \cdot \varepsilon_{ss} \quad (18)$$

Dengan ε_b adalah energi yang dibutuhkan untuk menghancurkan batuan (MJ), V adalah volume batuan (m³), s adalah permukaan yang baru terbentuk (m²/m³), ε_{ss} *specific superficial energy* (MJ/m²).

3.4 Ground Support System

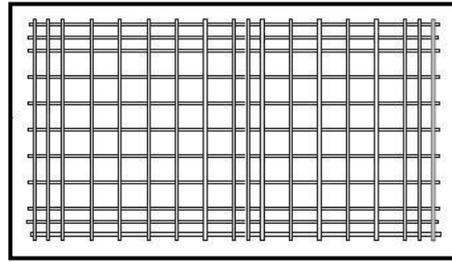
Istilah penyangga telah digunakan secara luas untuk menggambarkan suatu prosedur dan material yang digunakan untuk meningkatkan kemantapan dan membantu untuk menahan beban batuan di dekat batas penggalian.

Ground support yang digunakan saat ini yaitu: *splitset*, *wire mesh*, *threadbar*, *cable bolt*, di mana sebagai standar *development support*.



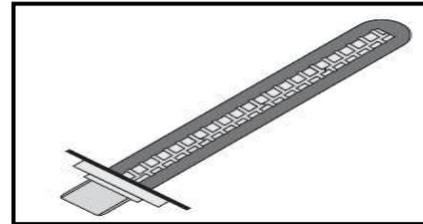
Sumber : *Ground Support Catalogue DSI*^[2]

Gambar 2. *Splitset*



Sumber : *Ground Support Catalogue DSI*

Gambar 3. *Weld mesh*



Sumber : *Ground Support Catalogue DSI*

Gambar 3. *Threadbar*

Tabel 5. Data *Yield Strength Ground Support*

Description	Yield Strength	
	Minimum	Typical
Bolt Threadbar 20x3000	16,0 MPa	18,5 Mpa
Cable Bolt 47x 2400 Galv	12,0 Mpa	16,0 Mpa
Mesh Gal 4.0mx2.4m 5mm Wire	350 Mpa	550 Mpa
Splitset (Rockbolt)	17 Mpa	20 Mpa

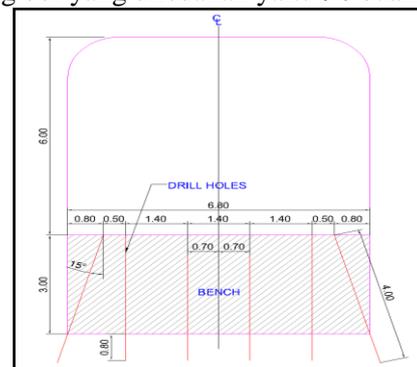
Sumber : Dept. Geotech PTFI

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

a. Dimensi *Benching*

Dimensi *benching* pada tambang bawah tanah GBC, area GVD 5 dan 7 memiliki tinggi 3 m, lebar 6,8 m. Pada saat penelitian jumlah lubang bor yang diledakan yaitu 96 buah.



Sumber: PT. Redpath Indonesia

Gambar 4. Dimensi *benching*

b. Kegiatan Pemboran

Pengerjaan *development* yang dilakukan pada level 3060 GBC, menggunakan alat bor *type solo drill 7-15C* buatan *Sandvik* untuk membuat lubang ledak *vertical*. Mata bor (bit) yang digunakan 4 inch dengan kedalaman pemboran 4 m dengan kemiringan 5° pada bagian tengah, sedangkan 15° pada bagian sisi dari *wall* dan pola pemboran yang digunakan adalah sejajar. Hasil dari peledakan di area GVD 5 dan 7 akan dibiarkan sampai seluruh *benching* diledakan. Kemudian dimuat menggunakan LHD (*loader haulage dump*).

c. Kegiatan peledakan

Kegiatan peledakan yang diamati yaitu pada tanggal 4, 5 dan 6 maret 2014. Bahan peledak yang digunakan pada kegiatan peledakan ini berupa berupa *powergel* dengan nama *Magnapex*, perinciannya yaitu panjang *magnapex* 700 mm, diameter 32 mm dengan berat jenis 1,14 gr/cc, setiap lubang ledak di isi 12 buah *magnapex*. Setiap lubang ledak digunakan *delay detonator nonel* dengan nomor nonel (LP) 0 sampai 15, semua rangkaian dihubungkan dengan *cordtex*, *electric cap*, *leg wire* dan *blasting machine*.

d. Sistem Ground Support

Sistem *ground support* yang digunakan di lokasi penelitian yaitu *splitset* (rockbolt), *wire mesh* yang mana *system ground support* ini digunakan sebagai standar *development support*, selain itu digunakan juga *threadbar*, dan *cable bolt*.

4.2 Evaluasi Rancangan Teknis Pemboran dan Peledakan

Evaluasi rancangan teknis pemboran dan peledakan dilaksanakan dengan cara melakukan analisis terhadap geometri peledakan dan besarnya transfer energi maka diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Geometri Peledakan

Geometri peledakan yang diterapkan saat ini pada lokasi GVD 5 dan 7 adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Geometri Peledakan Aktual

Geometri Peledakan	Aktual
<i>Burden</i> (B)	1.75 m
<i>Spacing</i> (S)	1.40 m
<i>Stemming</i> (T)	- m
<i>Subdrilling</i> (J)	0.80 m
<i>Length hole</i> (H)	4.00 m
<i>Powder Charge</i> (PC)	2.10 m
<i>Loading density</i> (de)	4.00 kg/m
<i>Powder Factor</i> (PF)	1.14 kg/m ³
Bahan peledak per lubang (E)	8.40 kg
Total bahan peledak (96)	806.40 kg
<i>Volume solid</i> (Vs)	7.35 m ³
<i>Volume loose</i> (VL)	9.67 m ³
Fragmentasi (X)	7.65 cm
<i>Fly Rock</i> (Lundborg,1975)	13.66 m
Waktu tunda (Tr)	0.2-9.27 ms

2. Geometri peledakan berdasarkan teori C. J. Konya 1990

Berdasarkan hasil perhitungan dengan teori C.J. Konya didapatkan hasil perhitungan geometri peledakan pada tabel 7.

Tabel 7. Geometri Peledakan C.J. Konya

Geometri Peledakan	Teoritis	Usulan	Satuan
<i>Burden</i>	1,50	2,55	m
<i>Spacing</i>	1,69	2,60	m
<i>Stemming</i>	1,50	2,55	m
<i>Particle size</i>	5,08	5,08	mm
<i>Subdrilling</i>	0,45	0,77	m
<i>Depth Hole</i>	3,46	3,78	m
<i>Powder Charge</i>	1,96	1,23	m
<i>Loading Density</i>	4,00	6,2	kg/m
<i>Powder factor</i>	1,03	0,38	kg/m ³
Bahan peledak per lubang (E)	7,84	7,63	kg
T. bahan peledak	752,64	732,1	kg
<i>Volume solid</i>	7,6	19,9	m ³
<i>Volume loose</i>	10	26,17	m ³
Waktu tunda	5 & 17	9 & 29	ms
Fragmentasi (Roger H. 1983)	8,21	18,04	cm
<i>Fly Rock</i> (Lundborg,1975)	12,05	2,61	m

3. Keterkurungan energi bahan peledak

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat keterkurungan energi bahan peledak didapatkan hasil perhitungan pada tabel 8.

Tabel 8 Tingkat Keterkurungan Bahan Peledak

Parameter	
Diameter lubang tembak	101,6 mm
Panjang <i>stemming</i>	-
ABS bahan peledak	6012,76 j/cc
Tingkat keterkungkungan	0,10

4. Perbandingan Energi Peledakan dan Kemampuan *Ground Support*

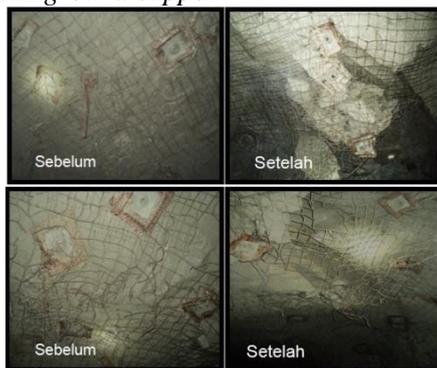
Berdasarkan hasil perhitungan energi ledakan yang dihasilkan (Berta G, 1985), serta energi yang dibutuhkan untuk menghancurkan 1 m^3 batuan diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 9. Energi Peledakan Terhadap *Ground Support*

Transfer Energi	Aktual	Perhitungan
Energi bahan peledak (ϵ)	5,2 Mpa	5,2 Mpa
Energi total (Q) (ϵ)	44,30 Mpa	41,35 Mpa
Energi yang dibutuhkan Untuk menghancurkan batuan ϵ_b	9,8 Mpa	10,02 Mpa
Kemampuan <i>ground support</i> menahan energi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Splitset</i> ▪ <i>Wire mesh</i> ▪ <i>Threadbar</i> ▪ <i>Cable bolt</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 18,5 Mpa ▪ 450 Mpa ▪ 17,25 Mpa ▪ 14 Mpa

5. Sistem *Ground Support*

Geometri peledakan yang diterapkan saat ini menimbulkan dampak buruk berupa timbulnya *fly rock* melebihi ukuran *drift* yaitu 6 m dan energi ledakan yang berlebihan sehingga merusak *ground support*.

Gambar 5 Kerusakan *ground support*

IV PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari data hasil penelitian maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kegiatan peledakan *vertical benching* pada tambang bawah tanah Grasberg *Block Caving* PT. Freeport Indonesia

menggunakan geometri peledakan dengan *burden* 1,75 m, *spacing* 1,40 m, panjang kolom isian 2,1 m, kedalaman lubang ledak 4 m dengan kemiringan 5° dan 15° , *stemming* tidak digunakan. Berdasarkan hasil rancangan geometri yang baru dengan menggunakan metode C.J Konya di peroleh panjang *burden* dan *spacing* adalah $2,55 \times 2,60$ m, *stemming* 2,55 m dengan ukuran material 0,5 cm, panjang kolom isian 1,23 m, kedalaman lubang ledak 3,78 m dengan kemiringan 5° dan 15° . Dengan geometri ini akan mengurangi jarak *fly rock* yang sebelumnya 13,66 m menjadi 2,61 m.

2. Jumlah bahan peledak yang digunakan saat ini yaitu 8,40 kg per lubang ledak sehingga energi ledakan yang dihasilkan yaitu sebesar 44,30 Mpa, dengan energi tersebut mampu merusak *splitset*, *threadbar* dan *cablebolt* karena energi tersebut melebihi kemampuan *rockbolt* tersebut yaitu 14 Mpa, 17,25 Mpa dan 18,5Mpa, sedangkan pada *wire mesh* tidak mengalami kerusakan karena kemampuannya lebih besar dari energi ledakan yaitu 450 Mpa. Sedangkan dengan menggunakan rumusan oleh Berta G, 1985 yaitu 7,63 kg per lubang ledak, dengan energi yang dihasilkan yaitu 40,24 Mpa.

4.2 Saran

Berdasarkan evaluasi dan analisis geometri peledakan dan penggunaan bahan peledak maka penulis mempunyai beberapa saran untuk pencapaian dalam mengurangi timbulnya *fly rock* serta energi ledakan yang berlebihan yaitu meningkatkan tingkat keterkurungan (Relative Confinement) dengan pemakaian *stemming* dan meminimalisir pemakaian bahan peledak, jika menggunakan geometri saat ini karena akan memberikan transfer energi ke dalam batuan yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, Dywidag Sitem International, tt,[http://www.dsiunderground.com/downloads/brochures-dsi-underground systems/ product-catalogue.html](http://www.dsiunderground.com/downloads/brochures-dsi-underground%20systems/product-catalogue.html), 1 Febuari 2014 10:30am
- [2] Berta Georgia. **Explosives: an Engineering Tool, Italesplosivi**, Milano, 1985.
- [3] Rai Made Astawa. **Teknik Terowongan**, Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral Institut Teknologi Bandung, 1994.

-
- [4] Saptono Singgih. **Teknik Peledakan**, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta, 2006.
- [5] Moore J. Adrian and Richards B. Alan. **Kolgoorlie Consolidated Gold Mines Golden Pike Cut-Back Flyrock Control And Calibration Of A Predictive Model**, Kanada, 2005.
- [6] Nawawi H. H dan Martini M. H. **Penelitian Terapan**. Gadjha Mada University Press, 1994.