

Perbandingan Teknis dan Ekonomis pada Operasi Peledakan Cross Cut dalam Penggunaan Emulsion sebagai Pengganti Anfo pada Underground Big Gossan PT Freeport Indonesia, Tembagapura, Papua

Comparison of the Technical and Economical on Blasting Operations Cross Cut in the Use of Emulsion as a Replacement for Underground Big Gossan Anfo on PT Freeport Indonesia, Tembagapura, Papua

¹Aprianto S.P. Sigalingging, ²Yuliadi, ³Zaenal

1,2,3Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

email: ¹sigalinggingaprianto54@yahoo.com, ²yuliadi_ms@yahoo.com, ³zaenal_mq@yahoo.com

Abstract: The underground mining Big Gossan (BG) using open stoping method which begins with the preparation of the mining activity (development), which is open the tunnel on some work surface related to the mines (stope), both the top and the bottom of the block (stope mining) determined. This research is devoted to analyze the comparison of technical and economical use of Emulsion Explosives as a replacement for the explosives ANFO blasting on heading cross cut. The Parameter that is used to alter the blasting geometry is to use graph burden relationship with the concentration of explosives charge for the diameter of the hole well and explosives that different. For the needs of the field using ANFO explosives and detonator NONEL of 207 kg to 70 shoot holes produce progress 2,873 m with volume of 84.96 m³, tonasse of 229.39 tons and Powder Factor (PF) of 0.90 kg/Tons with blasting costs \$5,037.46. While using Emulsion and detonator electronics eDev IITM of 312 kg to 70 shoot holes produce progress 2.917 m with volume of 86.26 m³, tonasse of 232.89 tons and Powder Factor (PF) of 1.34 kg/Tons with blasting costs \$6,674.18. The simulation results 2 made on the cross cut 25 2860 level using the method above, produce burden = 1 m and space = 1.10 m with the number of holes as well as used as much as 48 holes produce progress 87 % from the depth of the drilling with volume of 94.10 BCM, tonasse of 254.06 tons and Powder Factor (PF) of 0.6565 Kg/ton. And the total cost of blasting activities of \$4,559.92.

Key Words : Cross Cut, ANFO, Emulsion, Technical, Economical

Abstrak: Tambang bawah tanah Big Gossan (BG) menggunakan metode open stoping yaitu dimulai dengan aktivitas persiapan penambangan (development), yaitu membuka terowongan pada beberapa permukaan kerja yang berhubungan dengan lombong (stope), baik bagian atas maupun bagian bawah blok penambangan (stope) yang ditentukan. Penelitian ini dikhususkan untuk menganalisis perbandingan teknis dan ekonomis penggunaan bahan peledak Emulsion Sebagai pengganti bahan peledak ANFO pada peledakan heading cross cut. Parameter yang digunakan untuk merubah geometri peledakan adalah menggunakan grafik hubungan burden dengan konsentrasi pengisian handak untuk diameter lubang ledak dan handak yang berbeda – beda. Untuk kebutuhan bahan peledak dilapangan menggunakan ANFO dan detonator NONEL sebesar 207 kg untuk 70 lubang tambak menghasilkan kemajuan 2.873 m dengan volume sebesar 84.96 m³, tonasse sebesar 229.39 Ton dan Powder Factor (PF) sebesar 0.90 Kg/Ton dengan biaya peledakan sebesar \$5,037.46. Sedangkan menggunakan Emulsion dan detonator elektronik eDev IITM sebesar 312 kg untuk 70 lubang tambak menghasilkan kemajuan 2.917 m dengan volume sebesar 86.26 m³, tonasse sebesar 232.89 Ton dan Powder Factor (PF) sebesar 1.34 Kg/Ton dengan biaya peledakan sebesar \$6,674.18. Hasil simulasi 2 yang dilakukan pada cross cut 25 level 2860 menggunakan metode diatas, menghasilkan burden =1 m dan spasi =1,10 m dengan jumlah lubang ledak yang digunakan sebanyak 48 lubang menghasilkan kemajuan 87 % dari kedalaman pemboran dengan volume sebesar 94.10 BCM, tonasse sebesar 254.06 Ton dan Powder Factor (PF) sebesar 0.6565 Kg/Ton. Serta total biaya kegiatan peledakan sebesar \$4,559.92.

Kata Kunci : Cross Cut, ANFO, Emulsion, Teknis, Ekonomis

A. Pendahuluan

Latar Belakang

PT Freeport Metode penambangan bawah tanah yang diterapkan di tambang bawah tanah Big Gossan PT. Freeport Indonesia adalah metode open stoping with

cement paste backfill. Guna memperlancar proses produksi tambang bawah tanah Big Gossan, dibuatlah tunnel cross cut yang merupakan lubang bukaan horizontal menembus badan bijih (Ore). Pada operasi peledakan saat ini menggunakan ANFO dan detonator NONEL serta pola peledakannya adalah Burn Cut.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, pabrikan pembuat bahan peledak dan detonator berlomba-lomba membuat produk yang mudah di gunakan dan memiliki sedikit kekurangan. Dari teknologi saat ini menghasilkan bahan peledak seperti Emulsion dan detonator elektronik seperti eDev™ II buatan Orica Mining Service yang akan digunakan pada operasi peledakan cross cut sebagai pengganti ANFO dan detonator NONEL.

Tujuan Penelitian

- Mengetahui geometri peledakan yang digunakan saat ini untuk operasi peledakan *cross cut 25 level 2860* dengan menggunakan ANFO dan Emulsion.
- Mengetahui kemajuan heading hasil peledakan *cross cut 25* pada *level 2860* dari hasil pengamatan dilapangan.
- Mengetahui kebutuhan bahan peledak yang akan digunakan pada operasi peledakan *cross cut 25* pada *level 2860* dari hasil simulasi geometri peledakan dengan tujuan untuk mendapatkan geometri yang optimal dengan biaya yang sama atau lebih kecil dari biaya penggunaan ANFO.
- Mengetahui biaya peledakan menggunakan ANFO dan detonator Nonel dengan menggunakan Emulsion dan detonator Elektronik (eDev™ II) area *Cross Cut 25 Level 2860* tambang bawah tanah Big Gossan PT Freeport Indonesia dari hasil pengamatan dilapangan dan simulasi.

B. Landasan Teori

Dalam melakukan kajian peledakan tidak terlepas dari kegiatan pengeboran dan kegiatan peledakannya. Berikut ini akan dijelaskan mengenai pengeboran dan peledakan yang diterapkan pada underground mine Big Gossan, *cross cut 25 level 2860*.

Pengeboran (Drilling)

Dari Untuk pola pengeboran yang digunakan pada underground mine Big Gossan, *Cross cut 25 Level 2860* adalah Burn Cut. Burn cut disebut juga dengan cylinder cut. Pola ini dibuat dengan pengeboran sejajar sehingga dapat mengebor lebih dalam dibandingkan jenis yang lainnya. Lubang tertentu dikosongkan untuk memperoleh bidang bebas, selain itu lubang kosong berperan sebagai ruang terbuka tempat fragmentasi batuan terlempar dari lubang yang bermuatan bahan peledak. Pola ini sangat cocok untuk batuan yang keras dan regas seperti batu pasir atau batuan beku.

Untuk alat pengeboran yang digunakan pada *underground mine* Big Gossan, *cross cut 25 level 2860* adalah *Jumbo Drill* bermerk Tamrock Axera 7-260 (Lihat Gambar 1) dengan menggunakan mata bor berdiameter 45 mm (untuk lubang tembak) serta 102 mm (untuk lubang kosong).. Sistem pengeboran Jumbo Drill dikendalikan hidrolik dengan menambahkan fungsi otomatis dan instrumentasi opsional yang berbeda serta tingkat penggalian memungkinkan produktif dan bermutu tinggi.

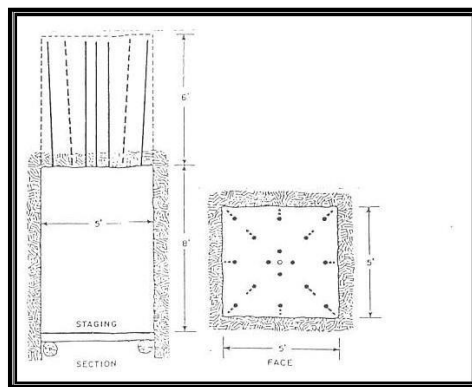
Peledakan (*Blasting*)

Bahan peledak yang digunakan pada underground mine Big Gossan, *cross cut 25 level 2860* adalah ANFO dan Emulsion. ANFO merupakan bahan kimia yang belum dicampur satu dengan yang lainnya, dan bukan merupakan bahan peledak atau biasa disebut *Blasting Agent*. Sedangkan Emulsion merupakan campuran oksidator seperti

sodium nitrate dan amonium nitrat.

ANFO dengan perbandingan Amonium Nitrat (AN) 94,3 % dan Fuel Oil (FO) 5,7 % dengan menggunakan detonator NONEL. Sedangkan bahan peledak Emulsion merupakan campuran ANFO dan Glaser sebesar 2,6 % dengan menggunakan detonator eDev II™. Glaser adalah merupakan campuran air dan sodium nitrat. Untuk glaser 410 digunakan pada perimeter, sedangkan untuk glaser 405-407 pada burn cut.

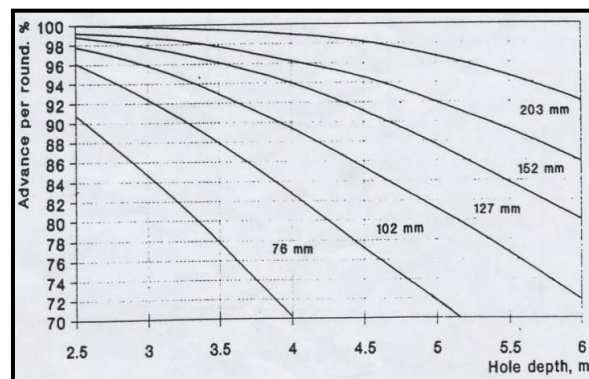
Pola peledakan yang digunakan pada *underground mine* Big Gossan, cross cut 25 level 2860 adalah Burn Cut merupakan pola peledakan dimana lubang ledak tegak lurus terhadap bidang vertikal atau pada free face, selain itu lubang tertentu dikosongkan untuk memperoleh free face tambahan, sehingga proses pelepasan gelombang kompresi menjadi lebih efektif.



Gambar 1. Penampang Pola Peledakan Burn Cut

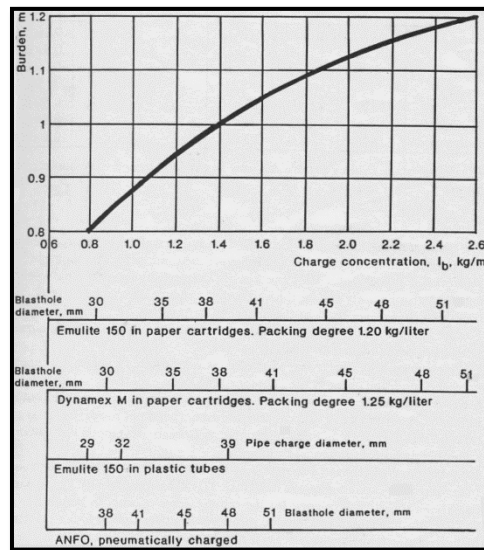
3. Perhitungan Geometri Peledakan Stig O. Olofsson Swedish Technique

Pemilihan diameter *empty holes* tergantung pada tingkat kemajuan terowongan yang diinginkan. Semakin besar kemajuan terowongan yang diinginkan maka semakin besar diameter *empty holes* yang diperlukan. Besarnya ukuran diameter *empty hole* dapat dilihat dari Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Grafik Kemajuan Terowongan dengan Diameter Empty Holes

Untuk menghitung *burden* (B) dan mengisi setiap bagian yang berbeda pada tunnel dapat dilihat dari grafik pada yang dapat digunakan sebagai dasar acuan. Bila *burden* (B), kedalaman lubang ledak (H) dan konsentrasi bottom charge (Ib) (Gambar 3) telah diketahui, di bawah ini akan memberikan geometri pengeboran dan pengisian handak di setiap bagian dari tunnel.



Gambar 3. Grafik Hubungan Burden dengan Konsentrasi Pengisian Handak untuk Diameter Lubang Ledak dan Handak yang Berbeda – beda

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian dilakukan di area Big Gossan (BG) 2860 level, cross cut 25 pada kegiatan *underground mining development* yang melibatkan kegiatan operasi peledakan *heading* dengan *standard "D"* Big Gossan maka dimensinya 6 m (*Width*) x 5 m (*Height*) serta jarak sudut putarnya 1 m dengan luas standar permukaannya adalah 29.57 m². Sesuai dengan rekomendasi dari *Departemen Underground Geology* PTFI, maka batuanannya bersifat *massive* dengan *swell factor* antara 25-35%.

Pada penggunaan ANFO dan detonator NONEL dilapangan untuk *heading* yang tinggi 5 m, lebar 6 m, diameter lubang tembak 45 mm, diameter lubang kosong 102 mm, spasi 0,8 m, burden 0,8 m, ANFO yang digunakan 207 kg dari 70 lubang tembak dan panjang batang bor 3.6576 m menghasilkan kemajuan 2.8730 m (78.55 %), volume 84,96 m³, *tonasse* 229,39 Ton, serta *Powder Factor* 0,90 Kg/Ton dengan biaya peledakan sebesar \$702.84 atau \$192,16 per meternya.

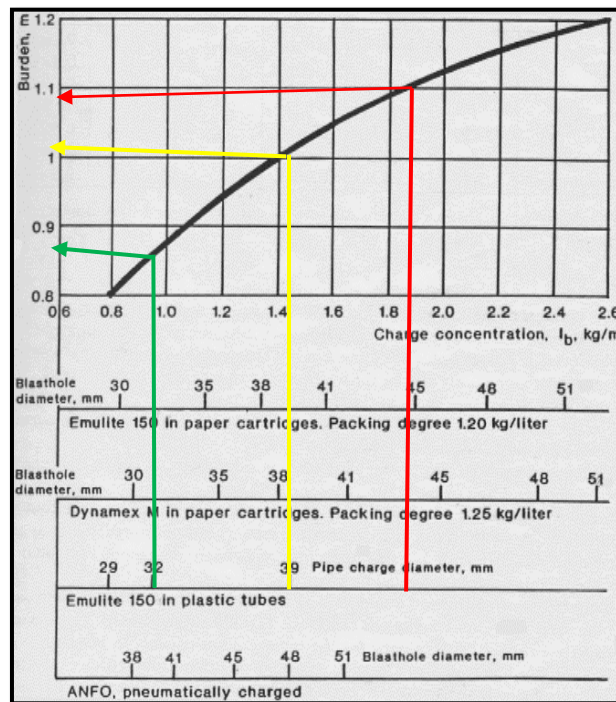
Sedangkan penggunaan Emulsion dan detonator Elektronik eDev II™ dilapangan untuk *heading* yang tinggi 5 m, lebar 6 m, diameter lubang tembak 45 mm, diameter lubang kosong 102 mm, spasi 0,8 m, burden 0,8 m, Emulsion yang digunakan 312 kg dari 70 lubang tembak dan panjang batang bor 3.6576 m menghasilkan kemajuan 2.917 m (79.75 %), volume 86,26 m³, *tonasse* 232,89 Ton, serta *Powder Factor* 1,34 Kg/Ton dengan biaya peledakan sebesar \$2,339.56 atau \$639.64 per meternya.

Dari hasil pengamatan di lapangan, maka disimulasikan geometri peledakan dengan tujuan untuk mendapatkan geometri yang optimal dengan biaya yang sama atau lebih kecil dari biaya penggunaan ANFO.

Parameter yang digunakan untuk merubah geometri peledakan adalah menggunakan grafik hubungan burden dengan konsentrasi pengisian handak untuk diameter lubang ledak dan handak yang berbeda – beda (Gambar 3)

Sesuai dengan gambar 4, maka garis hijau mewakili diameter lubang tembak sebesar 32 mm, dengan burden 0.85 m, dan Charge Concentration (I_b) sebesar 0.945 Kg/m. Garis kuning mewakili diameter lubang tembak sebesar 39 mm, dengan burden 1 m, dan Charge Concentration (I_b) sebesar 1.425 Kg/m. Sedangkan garis merah mewakili diameter lubang tembak sebesar 45 mm, dengan burden 1.1 m, dan Charge

Concentration (Ib) sebesar 1.825 Kg/m.



Gambar 4. Grafik Hubungan Burden dengan Konsentrasi Pengisian Handak untuk Diameter Lubang Ledak dan Handak yang Berbeda – beda

Dengan menggunakan grafik pada gambar 4, maka diperoleh hasil teknis dan ekonomis pada hasil untuk simulasi pertama (32 mm) yaitu kemajuan yang didapatkan menggunakan Emulsion dan detonator Elektronik eDev II™ sebesar 3.182 m (87% dari panjang bor) yang dihasilkan dari jumlah lubang tembak sebanyak 67 memakai 154 kg Emulsion. serta menghasilkan volume sebesar 94.10 BCM, tonasse sebesar 254.06 Ton dan Powder Factor (PF) sebesar 0.6076 Kg/Ton (lihat Tabel 1) dengan biaya peledakannya \$2,187.95 atau \$598,19 per meter (lihat Tabel 2). Dengan jumlah lubang tembak 67, maka total meter pemboran sebesar 245 m. Biaya pemboran \$16.93 /m, maka biaya total pemboran sebesar \$4,148.85. Sehingga total biaya kegiatan peledakan sebesar \$6,336.80 (lihat Tabel 3).

Sedangkan simulasi kedua (39 mm) yaitu kemajuan yang didapatkan menggunakan Emulsion dan detonator Elektronik eDev II™ sebesar 3.182 m (87% dari panjang bor) yang dihasilkan dari jumlah lubang tembak sebanyak 48 memakai 167 kg Emulsion. serta menghasilkan volume sebesar 94.10 BCM, tonasse sebesar 254.06 Ton dan Powder Factor (PF) sebesar 0.6565 Kg/Ton dengan biaya peledakannya \$1,596.84 atau \$434.06 per meter (lihat Tabel 2). Dengan jumlah lubang tembak 48, maka total meter pemboran sebesar 176 m. Biaya pemboran \$16.93 /m, maka biaya total pemboran sebesar \$2,972.31. Sehingga total biaya kegiatan peledakan sebesar \$4,559.92 (lihat Tabel 3).

Tabel 1. Simulasi Geometri dan Hasil Peledakan Menggunakan Emulsion, Detonator eDev II™

Parameter	Simulasi I	Simulasi II	Simulasi III
Panjang Lubang Tembak	3.6576 m	3.6576 m	3.6576 m

Kemajuan	87 %	87 %	87 %
Tinggi <i>Heading</i>	5 m	5 m	5 m
Lebar <i>Heading</i>	6 m	6 m	6 m
Diameter Lubang Tembak	32 mm	39 mm	45 mm
Diameter Lubang Kosong	102 mm	102 mm	102 mm
Burden (B)	0.85 m	1 m	1.1 m
Spasi (S)	0.92 m	1.1 m	1.21 m
Jumlah Lubang Tembak	67	48	48
Jumlah Bahan Peledak	154 Kg	167 Kg	214 Kg
Volume (V)	94.10 BCM	94.10 BCM	94.10 BCM
<i>Tonasse</i> (Ton)	254.06 Ton	254.06 Ton	254.06 Ton
<i>Powder Factor</i> (PF)	0.6076 Kg/Ton	0.6565 Kg/Ton	0.8407 Kg/Ton

Serta simulasi ketiga (45 mm) yaitu kemajuan yang didapatkan menggunakan Emulsion dan detonator Elektronik eDev II™ sebesar 3.182 m (87% dari panjang bor) yang dihasilkan dari jumlah lubang tembak sebanyak 48 memakai 214 kg Emulsion. serta menghasilkan volume sebesar 94.10 BCM, *tonasse* sebesar 254.06 Ton (lihat Tabel 1) dan *Powder Factor* (PF) sebesar 0.8407 Kg/Ton dengan biaya peledakannya \$1,604.29 atau \$438,62 per meter (lihat Tabel 2). Dengan jumlah lubang tembak 48, maka total meter pemboran sebesar 176 m. Biaya pemboran \$16.93 /m, maka biaya total pemboran sebesar \$2,972.31. Sehingga total biaya kegiatan peledakan sebesar \$4,576.60 (lihat Tabel 3).

Tabel 2. Simulasi Biaya Peledakan Menggunakan Emulsion dan Detonator eDev II™

Hasil Simulasi	Jenis Produk	Quantity	Satuan	Harga per Satuan (\$)	Total Harga (\$)
Simulasi I	Bahan Peledak Emulsion	154	Kg	0.36	54,67
	Pentex Booster	67	Pcs	1.51	101,17
	eDev II™ Detonator	67	Pcs	30.33	2032,11
	JUMLAH				\$ 2187.95
Simulasi II	Bahan Peledak Emulsion	213	Kg	0.36	68,52
	Pentex Booster	48	Pcs	1.51	72,48
	eDev II™ Detonator	48	Pcs	30.33	1455,84
	JUMLAH				\$ 1596.84
Simulasi III	Bahan Peledak Emulsion	218	Kg	0.36	75,97
	Pentex Booster	48	Pcs	1.51	72,48
	eDev II™ Detonator	48	Pcs	30.33	1455,84
	JUMLAH				\$ 1604.29

Tabel 3. Simulasi Biaya Pemboran dan Peledakan Menggunakan Emulsion, Detonator eDev II™

Hasil Simulasi	Biaya	Quantity	Satuan	Harga per Satuan (\$)	Total Harga (\$)
Simulasi I	Kegiatan Pemboran	245	m	16.93	4148.85
	Kegiatan Peledakan	3,6576	m	598.19	2187.95
	JUMLAH				\$ 6336.80

Simulasi II	Kegiatan Pemboran	176	m	16.93	2972.31
	Kegiatan Peledakan	3,6576	m	434.06	1587.61
	JUMLAH				\$ 4559.92
Simulasi III	Kegiatan Pemboran	176	m	16.93	2972.31
	Kegiatan Peledakan	3,6576	m	438.62	1604.29
	JUMLAH				\$ 4576.60

D. Kesimpulan

Berdasarkan analisis desain peledakan pada heading *cross cut* 25 level 2860, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Untuk geometri peledakan yang digunakan saat ini untuk operasi peledakan Cross Cut 25 Level 2860 pada penggunaan ANFO dan Emulsion adalah dengan pola yang digunakan burn cut berdimensi heading *cross cut* 6 m (*Width*) x 5 m (*Height*) serta jarak sudut putarnya 1 m dengan luas standar permukaannya adalah 29.57 m² menggunakan spasi 0.8 m, burden 0.8 m, diameter lubang tembak 45 mm, diameter lubang kosong 102 mm menghasilkan jumlah 70 lubang tembak dan 4 lubang kosong.
- b. Untuk kemajuan heading dilapangan menggunakan ANFO dan detonator NONEL sebesar 207 kg untuk 70 lubang tembak menghasilkan kemajuan 2.873 m dengan volume sebesar 84.96 m³, *tonasse* sebesar 229.39 Ton dan *Powder Factor* (PF) sebesar 0.90 Kg/Ton. Sedangkan menggunakan Emulsion dan detonator elektronik eDev IITM sebesar 312 kg untuk 70 lubang tembak menghasilkan kemajuan 2.917 m dengan volume sebesar 86.26 m³, *tonasse* sebesar 232.89 Ton dan *Powder Factor* (PF) sebesar 1.34 Kg/Ton.
- c. Untuk kebutuhan bahan peledak hasil simulasi menggunakan Emulsion dan detonator elektronik eDev IITM pada simulasi pertama sebesar 154 kg untuk 67 lubang tembak menghasilkan kemajuan 87 % dari kedalaman pemboran dengan volume sebesar 94.10 BCM, *tonasse* sebesar 254.06 Ton dan *Powder Factor* (PF) sebesar 0.6076 Kg/Ton. Untuk simulasi kedua sebesar 167 kg untuk 48 lubang tembak menghasilkan kemajuan 87 % dari kedalaman pemboran dengan volume sebesar 94.10 BCM, *tonasse* sebesar 254.06 Ton dan *Powder Factor* (PF) sebesar 0.6565 Kg/Ton. Sedangkan pada simulasi ketiga sebesar 214 kg untuk 48 lubang tembak menghasilkan kemajuan 87 % dari kedalaman pemboran dengan volume sebesar 94.10 BCM, *tonasse* sebesar 254.06 Ton dan *Powder Factor* (PF) sebesar 0.8407 Kg/Ton.
- d. Biaya peledakan dilapangan dalam penggunaan ANFO dan detonator NONEL sebesar \$5,037.46 sedangkan dalam penggunaan Emulsion dan detonator elektronik eDev IITM sebesar \$6,674.18. Maka biaya peledakan yang lebih mahal adalah penggunaan bahan peledak Emulsion dan detonator eDev IITM akan tetapi hasil dari peledakan seperti volume, *tonasse*, *Powder Factor* (PF) dan kemajuan heading berbeda bila dibandingkan dengan penggunaan ANFO dan detonator NONEL. Biaya peledakan hasil simulasi dalam penggunaan Emulsion dan detonator elektronik eDev IITM berbeda dengan hasil biaya dilapangan. Ini disebabkan perbedaan geometri peledakan dilapangan dan hasil simulasi yang ditimbulkan dari perbedaan jumlah lubang ledak dan jumlah meter pemboran. Sedangkan hasil simulasi pertama biaya peledakan sebesar \$6,336.80, simulasi kedua biaya peledakan sebesar \$4,559.92, dan simulasi ketiga biaya peledakan sebesar \$4,576.60.

Daftar Pustaka

- Hemphill b., Gary, "Blasting Operation", First Edition, Mc. Graw Hill Inc., New York
- Jimeno, Carlos L, .1995. "Drilling and blasting of Rocks", A.A. Balkema, Reterdam, Nedherland.
- Koesnaryo, S., "Bahan Peledak dan Metode Peledakan", Jurusan Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta, 1985
- Langefors U., and Kihlstrom, B., "The Modern Technique of Rock Blasting", Second Edition, A Heelsted Press Book John Willey & Sons, New York, 1973
- Muh. Fachrie Anggriawan, 2015. "Desain Pembukaan *Chamber Loading Point* 20 Pada *Level Truck Haulage* Tambang Bawah Tanah *Deep Mill Level Zone* PT Freeport Indonesia, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua", Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Moelhim Karthodharmo, Irwandy Arif, Suseno Kramadibrata,. "Teknik Peledakan", Diktat Kuliah Jilid I, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung, 1984
- Olofsson Stig O., .1990. "Applied Explosives Technology For Contruction and Mining" New York. Bieniawski, Z.T. "Rock Mechanics Design in Mining and Tunneling", A.A. Balkema, Rotterdam.
- Orica. 1998. "Exclusive Safe & Efficient Blasting In Underground Metal Mine"
- Orica. 2001. "Proceeding Blasting Expo". Hunter Valley: Australia
- Yuliadi. 2013. "Diktat Teknik Peledakan". Unisba : Bandung.