

Evaluasi Nilai *Powder Factor* untuk Optimalisasi Produksi Peledakan PT Sinar Mandiri di Kampung Kemang, Desa Rengasjajar, Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor

Evaluation of Powder Factor for Optimizing Blast Production of PT Sinar Mandiri in Kampung Kemang, Rengasjajar Village, Cigudeg District, Bogor Regency

¹Iqbal Nugraha, ²Yuliadi, ³Zaenal.

^{1,2}*Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,*

Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: ¹iqbalnugraha19.in@gmail.com

Abstrak. PT Sinar Mandiri Mitrasedjati is Andesite Mine located at Kampung Kemang, Rengasjajar Village, Cigudeg Sub-district, Bogor District, West Java Province. The 2.500 tpd production target is the main issue in PT Sinar Mandiri Mitrasedjati since it's hasn't been achieved. The effort to improve mine production is improving the blasting in order to obtain effective rock fragmentation and explosive use. The explosive used in andesite blasting is Ammonium Nitrate Fuel Oil (ANFO). Combined with electric detonator tie up. In the moment, the blasting geometry had not been a concern resulting not optimum blasting result. Hence blasting geometry on many various depth had been reviewed, by setting the optimal use of explosive with Powder Factor value < 0.25 kg/ton. Depth 3 m = 0,13 kg/ton; 6 m = 0,15 kg/ton; dan 9 m = 0,17 kg/ton. The actual blasting geometry data had been interpreted into theoretical blasting fragmentation formula with expectation 10 % of ≥ 70 cm size. The following are the results of the calculations, 3 m = 21,61 %; 6 m = 12,91 %; dan 9 m = 5,17 %. Improvement and recommendation of blasting geometry has been done in order to achieve the optimum Powder Factor and fragmentation that appropriate to field condition and various drill hole depth. For 3m depth, with PF value 0,18 kg/ton results 3,65 % of ≤ 70 cm rock fragmentation. For 6m depth, with PF value 0,21 kg/ton results 2,05 % of ≤ 70 cm rock fragmentation. For 9m depth, with PF value 0,22 kg/ton results 2,19 % of ≤ 70 cm rock fragmentation.

Keywords : blasting geometry, Powder Factor, fragmentation

Abstrak. PT Sinar Mandiri Mitrasedjati adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan, khususnya batuan andesit yaitu berada di Kampung Kemang, Desa Rengasjajar, Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Permasalahan yang terjadi di PT Sinar Mandiri Mitrasedjati yaitu belum tercapainya target produksi sebesar ± 2.500 ton/hari. Upaya untuk meningkatkan produksi dilakukan melalui kegiatan peledakan agar menghasilkan ukuran material (fragmentasi) dan penggunaan bahan peledak yang sesuai. Penerapan geometri peledakan saat ini kurang diperhatikan sehingga hasil peledakannya kurang maksimal. Oleh karena itu dilakukan peninjauan ulang terhadap geometri peledakan berdasarkan tiap kedalaman yang berbeda, dengan memperhatikan pemakaian bahan peledak yang optimal dengan Powder factor $< 0,25$ kg/ton. kedalaman 3 m = 0,13 kg/ton; 6 m = 0,15 kg/ton; dan 9 m = 0,17 kg/ton. Data – data geometri aktual yang diinterpretasikan kedalam perhitungan fragmentasi secara teoritis dengan ukuran > 70 cm sebesar 10 % didapatkan hasil sebagai berikut, 3 m = 21,61 %; 6 m = 12,91 %; dan 9 m = 5,17 %.. Perbaikan dan usulan geometri dilakukan sehingga dapat menghasilkan nilai powder factor yang optimal dan hasil fragmentasi yang optimum pada kondisi di lapangan berdasarkan kedalaman lubang ledak yang berbeda. Untuk kedalaman 3m dengan nilai PF sebesar 0,18 kg/ton sehingga diperoleh hasil fragmentasi batuan dengan ukuran ≤ 70 cm sebesar 3,65 %. Untuk kedalaman 6 m dengan nilai PF sebesar 0,21 kg/ton diperoleh hasil fragmentasi batuan dengan ukuran ≤ 70 cm sebesar 2,05 %. Dan untuk kedalaman lubang ledak 9 m dengan nilai PF sebesar 0,22 kg/ton didapatkan hasil fragmentasi batuan dengan ukuran ≤ 70 cm sebesar 2,19 %.

Kata Kunci : Geometri peledakan, Powder Factor, Fragmentasi.

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Powder Factor ialah jumlah bahan peledak yang digunakan dengan volume bahan yang akan diledakkan dalam sekali peledakan. Dalam hal ini

perlu nya mengevaluasi nilai *powder factor* untuk mendapatkan nilai yang efektif dari kegiatan peledakan dan mengetahui efisiensi dari penggunaan bahan peledak.

PT Sinar Mandiri Mitrasedjati pada saat ini pada umumnya harus

melakukan evaluasi dengan sistem pengajuan geometri peledakan dan memperhatikan nilai hasil *powder factor* yang idealnya berdasarkan percobaan dilapangan dengan nilai ideal *powder factor* < 0,25 kg/ton.

Permasalahan di lapngan yaitu penggunaan bahan peledak dalam sekali pakai peledakan dan hasil peledakan bahan galian andesit yang kurang maksimal di **PT Sinar Mandiri Mitrasejati**, sehingga nilai *powder factor* yang di dapatkan dari data di lapangan kurang dari < 0,20 kg/ton. Sehingga fragmentasi hasil peledakan kurang maksimal dikarenakan banyaknya boulder dengan ukuran > 70 cm sebesar 11,2% yang mengakibatkan terhambatnya pada tahap pengolahan. Ukuran fragmentasi yang dibutuhkan yaitu < 70 cm. Oleh karena itu distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan diupayakan harus memenuhi kriteria tersebut, dengan didukung oleh perhitungan geometri peledakan serta penggunaan bahan peledak yang sesuai. Berkaitan dengan itu, perlu dilakukan studi terhadap kesesuaian *powder factor* dan geometri peledakan untuk mengoptimalkan produksi peledakan yang telah di terapkan di **PT Sinar Mandiri Mitrasejati**.

Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai *powder factor* dan hasil fragmentasi yang sesuai Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui geometri peledakan yang sesuai sehingga didapatkan hasil fragmentasi yang diharapkan
2. Mengetahui penggunaan bahan peledak berdasarkan dari nilai *powder factor* yang optimal
3. Mengetahui produksi yang maksimal sesuai yang diinginkan

B. Landasan Teori

Bahan Peldak

Bahan peledak adalah suatu bahan kimia senyawa campuran berbentuk padat, cair, atau campurannya yang apabila diberi aksi panas, benturan, gesekan atau ledakan awal akan mengalami suatu reaksi kimia eksotermis sangat cepat dan hasil reaksinya sebagian atau seluruhnya berbentuk gas disertai panas dan tekanan sangat tinggi.

Pembagian jenis bahan peledak menurut R.L.Ash, adalah :

1. Bahan peledak kuat (*high explosive*) bersifat menghancurkan dengan kecepatan detonasi 5.000 – 24.000 fps, kekuatan 50.000 – 400.000 psi.
2. Bahan peledak lemah (*low explosive*) bersifat mendorong atau mengangkat dengan kecepatan detonasi < 5.000 fps, kekuatan < 50.000 psi.

Geometri Peledak

Dalam perencanaan peledakan, geometri peledakan sangat menentukan keberhasilan pada operasi peledakan. Untuk mendapatkan hasil yang optimum diperlukan pengaturan rancangan geometri peledakan dan evaluasi *powder factor* (PF) pada geometri peledakan. Geometri yang digunakan yaitu seperti R.L Ash dan C.J Conya dengan menyajikan batasan *range*/konstanta untuk menentukan dan menghitung geometri peledakan. Berikut merupakan bagian-bagian dari geometri peledakan untuk tambang terbuka :

1. Burden (B)
2. *Spacing* (S)
3. *Stemming* (T)
4. *Subdrilling* (J)
5. Kedalaman Lubang Ledak (H)
6. Tinggi Jenjang
7. Panjang Kolom Isian (PC)

Tabel 1. Nilai *Powder Factor* Berdasarkan Geometri Aktual

Burden (m)	Spasi (m)	Kedalaman (m)	Stemming (m)	Subdrill	LD (Kg/m)	PC (m)	V (m ³)	W (Kg/lubang)	PF (Kg/m ³)	PF (Kg/Ton)
2	3	6	2,5	0	3,89	3,5	36	13,60	0,38	0,15
2	3	6	2,5	0	3,89	3,5	36	13,60	0,38	0,15
2	3	3	1,5	0	3,89	1,5	18	5,83	0,32	0,13
2	3	9	3	0	3,89	6,0	54	23,32	0,43	0,17
2	3	6	2,5	0	3,89	3,5	36	13,60	0,38	0,15
2	3	3	1,5	0	3,89	1,5	18	5,83	0,32	0,13
2	3	6	3	0	3,89	3,5	36	13,60	0,38	0,15
2	3	9	3	0	3,89	6,0	54	23,32	0,43	0,17
2	3	9	3	0	3,89	6,0	54	23,32	0,43	0,17
2	3	3	1,5	0	3,89	1,5	18	6	0,32	0,13
2	3	3	1,5	0	3,89	1,5	18	5,83	0,32	0,13
2	3	6	2,5	0	3,89	3,5	36	13,60	0,38	0,15
2	3	9	3	0	3,89	6,0	54	23,32	0,43	0,17
2	3	6	2,5	0	3,89	3,5	36	13,60	0,38	0,15
2	3	3	1,5	0	3,89	1,5	18	5,83	0,32	0,13
2	3	6	2,5	0	3,89	3,5	36	13,60	0,38	0,15
2	3	9	3	0	3,89	6,0	54	23,32	0,43	0,17
2	3	9	3	0	3,89	6,0	54	23,32	0,43	0,17
2	3	6	2,5	0	3,89	3,5	36	13,60	0,38	0,15
2	3	9	3	0	3,89	6,0	54	23,32	0,43	0,17
2	3	9	3	0	3,89	6,0	54	23,32	0,43	0,17

Sumber : Hasil Pengolahan Data 2018

8. *Loading Density* (LD)

9. *Powder Factor* (PF)

Model Prediksi Ukuran Fragmentasi

Hubungan antara ukuran rata-rata fragmentasi batuan dan penggunaan bahan peledak per volume batuan terbongkar telah dikemukakan oleh **Kuznetsov (1973)**, persamaannya sebagai berikut :

$$X = A \left[\frac{V}{Q} \right]^{0.8} \cdot Q^{0.17} \left[\frac{E}{115} \right]^{-0.63}$$

Dimana : X = Ukuran rata – rata material (cm)

A = Faktor batuan

V = Volume batuan terbongkar per lubang (m³)

Q = Jumlah bahan peledak per lubang (m³)

E = *Relatif weight Strength ANFO* (100)

Untuk mengetahui distribusi ukuran fragmentasi, digunakan persamaan sebagai berikut :

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

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

$$R = 100 e^{(X/Xc^n)}$$

Dimana :

R = Persentase passing (%)

Xc = Ukuran fragmentasi yang di prediksi (cm)

X = Ukuran rata – rata fragmentasi (cm)

n = konstanta keseragaman *Rossing – Rammler*

B = *Burden* (m)

D = Diameter lubang ledak (mm)

W = Standar deviasi pemboran (mm)

A = *Ratio spacing* terhadap burden (S/B)

PC = Panjang isian peledak per lubang (m)

L = Tinggi jenjang (m)

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Kegiatan peledakan dengan geometri yang diterapkan di PT Sinar Mandiri nilai powder untuk masing-masing lubang ledak yang di harapkan yaitu sebesar <0,25 kg/ton.

Target ukuran fragmentasi di PT Sinar mandiri yaitu harus kurang dari 70 cm (<70). Berikut hasil data fragmentasi aktual yang didapatkan.

Tabel 2. Hasil Persentase Fragmentasi berdasarkan Ukuran

Ukuran (cm)	Rata - rata	Persentase (%)
<20	393,7	45,2
21-40	267,1	30,7
41-60	94,4	10,8
61-80	97,2	11,2
>80	18,6	2,1
Jumlah	871,1	100

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2018

Data-data geometri aktual dikorelasikan kedalam perhitungan secara teoritis untuk mengetahui fragmentasi yang didapat, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 3. Hasil Fragmentasi dengan Korelasi Geometri peledakan Aktual

Kedalaman	X (cm)	A(S/B)	PC(m)	L(m)	n	Xc(cm)	Total Fraksi ≤ 70%	
							fragmentasi ≥ 70 cm	fragmentasi < 70 cm
3	38,16	1,5	1,5	3	1,14	48,194	21,61	78,39
6	37,77	1,5	3,5	6	1,33	40,893	12,91	87,09
9	36,22	1,5	6	9	1,52	34,313	5,17	94,83

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2018

untuk perhitungan teoritis, digunakan persamaan R.L Ash,

dijelaskan pada tabel 4.

Dari hasil data aktual dan hasil perhitungan dengan menggunakan rumus R.L Ash, didapatkan perbandingan sebagai berikut.

Tabel 5. Perbandingan Geometri peledakan Kedalaman 3 m

Kedalaman 3 m		
Geometri Peledakan	Aktual	R.L. Ash
Burden (m)	2	1,86
Spacing (m)	3	3,35
Stemming (m)	1,5	0,9
Subdrilling (m)	0	0,6
Kedalaman (m)	3	3,0
Jumlah Lubang	37	61,0
Powder Column (m)	1,5	2,6
Volume Batuan (m ³)	18	22,2
Pemakaian ANFO (Kg/lubang)	5,83	10,2
Loading Density (kg/m)	3,89	3,89
Powder Factor (kg/ton)	0,13	0,18
Produksi Peledakan (ton/hari)	1724,94	3500

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2018

Tabel 4. Geometri berdasarkan Teoritis R.L Ash

Burden	Spasi	Stemming	Subdrill	LD (Kg/m)	PC (m)	Qe (Kg/lubang)	V (m ³)	W (ton)	W(ton/hari)	PF	
										Kg/m ³	Kg/ton
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	5,6	21,9	40,9	105,8	3500	0,54	0,21
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	5,6	21,9	40,9	105,8	3500	0,54	0,21
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	2,6	10,2	22,2	57,4	3500	0,46	0,18
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	8,6	33,5	59,6	154,2	3500	0,22	0,22
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	5,6	21,9	40,9	105,8	3500	0,54	0,21
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	2,6	10,2	22,2	57,4	3500	0,46	0,18
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	5,6	21,9	40,9	105,8	3500	0,54	0,21
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	8,6	33,5	59,6	154,2	3500	0,56	0,22
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	8,6	33,5	59,6	154,2	3500	0,56	0,22
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	2,6	10,2	22,2	57,4	3500	0,46	0,18
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	2,6	10,2	22,2	57,4	3500	0,46	0,18
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	5,6	21,9	40,9	105,8	3500	0,54	0,21
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	5,6	21,9	40,9	105,8	3500	0,54	0,21
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	2,6	10,2	22,2	57,4	3500	0,46	0,18
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	2,6	10,2	22,2	57,4	3500	0,46	0,18
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	5,6	21,9	40,9	105,8	3500	0,54	0,21
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	8,6	33,5	59,6	154,2	3500	0,56	0,22
1,86	3,35	0,93	0,56	3,89	8,6	33,5	59,6	154,2	3500	0,56	0,22

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2018

sehingga didapatkan hasil sebagai

Tabel 6. Perbandingan Geometri peledakan Kedalaman 6 m

Kedalaman 6 m		
Geometri Peledakan	Aktual	R.L. Ash
Burden (m)	2	1,86
Spacing (m)	3	3,35
Stemming (m)	2,5	0,9
Subdrilling (m)	0	0,6
Kedalaman (m)	6	6
Jumlah Lubang	36	33
Powder Column (m)	3,5	6
Volume Batuan	36	41
Pemakaian ANFO (Kg/lubang)	13,60	21,9
Loading Density (kg/m)	3,89	3,89
Powder Factor (kg/ton)	0,15	0,21
Produksi Peledakan (ton/hari)	3356,64	3500

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2018

Tabel 7. Perbandingan Geometri peledakan Kedalaman 9 m

Kedalaman 9 m		
Geometri Peledakan	Aktual	R.L. Ash
Burden (m)	2	1,86
Spacing (m)	3	3,35
Stemming (m)	3	0,9
Subdrilling (m)	0	0,6
Kedalaman (m)	9	9
Jumlah Lubang	20	23
Powder Column (m)	6	9
Volume Batuan (m ³)	54	60
Pemakaian ANFO (Kg/lubang)	23,32	34
Loading Density (kg/m)	3,89	3,89
Powder Factor (kg/ton)	0,17	0,22
Produksi Peledakan (ton/hari)	2937,06	3500

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2018

Pembahasan

Dari hasil analisa yang dilakukan dilihat dari beberapa aspek peledakan yaitu digunakan dalam sekali kegiatan peledakan yang dipengaruhi penurunan nilai *powder factor* berdasarkan tiap kedalaman lubang ledak yang berbeda. Sehingga analisa yang dilakukan yaitu :

1. Pengaruh perbandingan *powder factor* terhadap volume batuan yang akan diledakan.
2. Perbandingan *powder factor* terhadap jumlah lubang ledak
3. Perbandingan *powder factor* terhadap hasil fragmentasi

Dari analisa tersebut didapatkan rekomendasi usulan geometri secara teoritis dari yang sebelumnya pada geometri aktual, untuk mendapatkan nilai *powder factor* yang sesuai dengan penggunaan bahan peledak yang efisien sehingga didapatkan produksi dan ukuran fragmentasi yang diharapkan.

Powder factor yang ideal di perusahaan untuk batuan andesit < 0,25 kg/ton. Berdasarkan hasil rekomendasi geometri peledakan *powder factor* yang di dapatkan yaitu <0,25 kg/ton, sehingga akan mempengaruhi pada fragmentasi hasil peledakan. Berikut hasil data rekomendasi geometri peledakan pada tiap-tiap kedalaman lubang bor.

Tabel 8. Rekomendasi Geometri peledakan Berdasarkan tiap kedalaman

Geometri Peledakan	Kedalaman Lubang		
	3 m	6 m	9 m
Burden (m)	1,86	1,86	1,86
Spacing (m)	3,35	3,35	3,35
Stemming (m)	0,9	0,9	0,9
Subdrilling (m)	0,6	0,6	0,6
Jumlah Lubang	61	33	23
Powder Column (m)	2,6	5,6	8,6
Volume Batuan	22,2	40,9	59,6
Pemakaian ANFO (Kg/lubang)	10,2	21,9	33,5
Loading Density (kg/m)	3,89	3,89	3,89
Powder Factor (kg/ton)	0,18	0,21	0,22
Produksi Peledakan (ton/hari)	3500	3500	3500

Sumber: Hasil Pengolahan Data 2018

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi dan perhitungan dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Rekomendasi geometri

- peledakan berdasarkan tiap – tiap kedalaman lubang ledak yaitu untuk kedalaman 3m, 6m, dan 9m, *burden* = 1,86m ; *spacing* = 3,35 m ; *stemming* = 0,9 m ; *subdrilling* = 0,6 m. untuk jumlah lubang kedalaman 3 m = 61 lubang ; 6 m = 33 lubang ; 9 m = 23 lubang. Untuk *powder column* pada kedalaman 3 m = 2,6 m ; 6 m = 5,6 m ; 9 m = 8,6 m. untuk volume batuan yang diberaiakan pada kedalaman 3 m = 22,2 m³ ; 6 m = 40,9 m³ ; 9 m = 59,6 m³. Untuk pemakaian ANFO pada kedalaman 3 m = 10,2 Kg/lbg ; 6 m = 21,9 Kg/lbg ; 9 m = 33,5 Kg/lbg. Untuk *loading density* tiap kedalaman yaitu 3,89 kg/m. untuk nilai *powder factor* pada kedalaman 3 m = 0,18 kg/ton ; 6 m = 0,21 kg/ton ; 9 m = 0,22 kg/ton. Dengan pencapaian target produksi sebesar 3500 ton/hari.
2. Nilai *powder factor* dipengaruhi pada pemakaian bahan peledak yang digunakan terhadap volume batuan yang diberaiakan. Berdasarkan perhitungan aktual didapatkan nilai PF yaitu 3m = 0,13 kg/ton, 6m = 0,15 kg/ton, 9m = 0,17 kg/ton. Sehingga dihasilkan ukuran fragmentasi yang tidak diharapkan dan mengakibatkan terjadinya hambatan pada alat pengolahan dan terhambatnya produksi. Berdasarkan rekomendasi usulan geometri peledakan, didapatkan nilai *powder factor* tiap kedalaman lubang ledak yang berbeda yaitu untuk 3 m = 0,18 kg/ton, 6 m = 0,21 kg/ton, dan 9 m = 0,22 kg/ton. Sehingga menghasilkan ukuran fragmentasi yang diharapkan < 70 cm yaitu ; 3 m = 3,65 % . 6 m = 2,05 %, dan 9 m = 2,19 %
 3. Dengan dilakukannya usulan geometri peledakan yang baik, akan mempengaruhi target produksi. Target produksi di PT Sinar Mandiri sebesar 3500 ton/hari. Dengan penambahan lubang ledak berdasarkan tiap kedalaman yaitu ; 3 m = 61 lubang, 6 m = 33 lubang, dan 9 m = 23 lubang.

Daftar Pustaka

- Ash, R.L., 1983 August – November, “*The Mechanics Of Rock Breakage*” Part I, II, III, IV, *Pit and Quarry*
- Ash, R.L., 1968. *The Design of Blasting Rounds.*” In *Surfae Mining*. EP Pfleider. (ed), pp. 373-397, New York: American Institute of Mining Engineer
- Ash, R.L., 1963. *The mechanics of rock breakage (pasrt2)- standards for blasting design. Pit and Quarry*
- BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Bogor, 2014
- Cunningham, 1983. “*The Kuz-Ram Model for Prediction of Fragmentation From Blasting.*
- Dupont, E.I. de Nemours and Co., 1977 *Blasters Handbook, Blasters Handbook (175 Anniversary Ed)*, Wilmington, DE : Author
- Gregor, Mc. K., 1967. *The Drilling Of Rocks. CR Books Ltd, Company*, London.
- Konya, C.J., 1980, “*Surface Blast Design*”, *Presision Blasting Service Montville Ohio*, Prentice Hall, Englewood, New Jersey
- Jemino, Lopez, Carlos. 1995, “*Drill and Blast of Rock*” *Revised and Updated Eddition by A.A Blaskena*, Netherlands
- Langerfors and Kihlstrom (1978). “*Explosive and Blasting*

Tecnique".

Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara 2003, "Pendidikan dan Pelatihan Juru Ledak Penambangan Bahan Galian – Panduan Kursus Juru Ledak Kelas II", Dpartemen ESDM, Bandung.

Tamrock., 1984, "*Drilling and Blasting*". *The Instution of Mining. Finlandia*

H. A. Thabri Akma ME, "Teknik Peledakan", 2005

William Hustrulid, 1999, "*Blasting Principles For Open Pit Mining*", *General Design Concepts, Rotterdam.*