

GEOMETRI DAN FRAGMENTASI BATUAN MENGUNAKAN METODE KUZ-RAM DI PT SEMEN BOSOWA MAROS PROVINSI SULAWESI SELATAN

Soesiadhy Palimbu¹⁾, Yulius G. Pangkung²⁾

¹⁾²⁾Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Universitas Papua
Jl. Gunung Salju Amban Manokwari
Email: Soesiadhypalimbu567@gmail.com

Abstract

Fragmentation of blasted rock aims to determine the average size and size distribution of blasted fragmentation. In fragmentation analysis, blasting geometry calculates to acquire the burden, spacing, stemming, and sub drilling values. The primary data needed in rock fragmentation resulting from blasting are rock mass weighting data, explosive data, and actual blasting data obtained from previous researchers. The results of the actual fragmentation analysis obtained are the actual average fragmentation size of 21,83 cm and the average size of fragmentation using the ICI-Explosives design of 27,22 cm. The actual fragmentation size distribution is 1,92 % 100 cm and 99,08 % 100 cm. Meanwhile, the results of the size distribution of the fragmentation resulting from blasting using the Kuz Ram method using the ICI – Explosives blasting geometry design will produce fragmentation sizes of 0,84 % 100 cm and 99,16% 100 cm.

Keywords: *Fragmentation, Blasting Geometry and Kuz-Ram Method*

Abstrak

Fragmentasi batuan hasil peledakan bertujuan untuk mengetahui ukuran rata-rata serta distribusi ukuran fragmentasi hasil peledakan. Dalam melakukan analisis fragmentasi, maka dilakukan perhitungan geometri peledakan untuk mendapatkan nilai *burden*, spasi, *stemming*, *subdrilling*. Data utama yang dibutuhkan dalam fragmentasi batuan hasil peledakan yaitu data pembobotan massa batuan, data bahan peledak dan data peledakan aktual yang didapatkan dari peneliti sebelumnya. Hasil analisis fragmentasi aktual yang didapatkan yaitu ukuran rata-rata fragmentasi aktual sebesar 21,83 cm dan ukuran rata-rata fragmentasi dengan menggunakan rancangan ICI-Explosives sebesar 27,22 cm. Untuk distribusi ukuran fragmentasi aktual sebesar 1,92 % \geq 100 cm dan 99,08 % \leq 100 cm. Sedangkan Hasil distribusi ukuran fragmentasi hasil peledakan dengan metode Kuz Ram dengan menggunakan rancangan geometri peledakan ICI – Explosives akan menghasilkan ukuran fragmentasi 0,84 % \geq 100 cm dan 99,16 % \leq 100 cm.

Kata Kunci: Fragmentasi, Geometri Peledakan dan Metode Kuz-Ram

PENDAHULUAN

Keberhasilan suatu negara dalam mencapai tujuan dan cita-citanya sangat didukung oleh potensi-potensi yang ada di dalam negara itu sendiri antara lain sumber daya alam dan sumber daya manusia. Salah satu sumber daya alam yang banyak ditemukan di Indonesia adalah batugamping. Potensi batugamping di Indonesia tersebar luas di beberapa tempat, terutama di Pulau Jawa dan Sulawesi.

PT Semen Bosowa Maros merupakan perusahaan industri semen yang terletak di Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan yang melakukan penambangan batugamping (limestone) sebagai bahan baku untuk pembuatan semen.

PT Semen Bosowa memiliki dua pabrik semen yaitu *line 1* dan *line 2* dengan masing-masing

kapasitas produksi sebesar 2.500.000 ton/tahun dengan target produksi penambangan batugamping di PT. Semen Bosowa maros sebesar 17.500 ton/hari (Milwadi, 2016).

Peledakan yang dilakukan oleh PT Semen Bosowa Maros bertujuan untuk memberai batuan agar memudahkan proses pengolahan dalam mempersiapkan proses pembuatan semen. Dalam proses peledakan, tingkat keseragaman batuan hasil peledakan merupakan salah satu tolak ukur keberhasilan dalam suatu peledakan, selain itu hasil peledakan harus mampu mencapai target produksi yang diinginkan.

Fragmentasi batuan dari hasil peledakan yang digunakan untuk produksi semen mempunyai ukuran material <100 cm dengan persentase Boulder <15 %.

Ukuran ini didasarkan pada kemampuan *Gyratory Crusher* untuk menerima umpan berupa batugamping (Risanto, 2014).

Metode Kuz-Ram merupakan metode yang menentukan tingkat kelolosan dari proses peledakan dengan ukuran-ukuran tertentu pada saringan (Gomis, 2015).

Salah satu kelebihan dari metode ini adalah proses perhitungannya yang cukup mudah dan juga output yang dihasilkan berupa grafik yang mudah dibaca.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kausal komparatif. Metode Kausal Komparatif bertujuan untuk menyelidiki kemungkinan sebab akibat terjadinya sesuatu.

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan proses pendekatan yang menggunakan data berupa angka untuk dianalisis.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian terdiri atas variabel terikat dan bebas. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel bebas adalah variabel yang menyebabkan atau mempengaruhi variabel lain (variabel terikat), yaitu faktor-faktor lain yang dipilih peneliti untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diteliti.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah geometri peledakan, ukuran fragmentasi, faktor-faktor yang mempengaruhi fragmentasi pada batuan hasil peledakan dan yang tidak mempengaruhi fragmentasi batuan hasil peledakan.

Sedangkan yang menjadi variabel bebas adalah diameter lubang ledak, spesifikasi bahan peledakan terhadap geometri peledakan dan spesifikasi bahan peledak dan karakteristik batuan terhadap tingkat fragmentasi yang dihasilkan.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua komponen, yaitu:

1. Perangkat keras/*hardware*:
 - a. *Laptop ASUS ROG GL 503 GE*
2. Perangkat lunak/*software*:
 - a. *ArcGIS 10.5*,
 - b. *Microsoft Office Professional Plus Word 2016*,
 - c. *Microsoft Office Professional Plus Excel 2016*.

Jenis dan Tipe Bahan Peledak

Jenis dan tipe bahan peledak dibedakan menjadi Ammonium nitrat, *Ammonium Nitrat and Fuel Oil*, *Slurries* dan bahan peledak berbasis emulsi

dan bahan peledak heavy *Ammonium Nitrat and Fuel Oil*.

Geometri Peledakan

Salah satu cara merancang geometri peledakan dengan coba-coba atau *trial and error* atau rule of thumb yang akan diberikan adalah dari ICI-Explosive.

1. Tinggi jenjang (H)

$$H = 60d \text{ sampai } 140d \quad (1)$$

2. Burden (B)

$$B = 25d \text{ sampai } 40d \quad (2)$$

3. Spasi (S)

$$S = 1B \text{ sampai } 1.5B \quad (3)$$

4. Subdrilling (J)

$$J = 8d \text{ sampai } 12d \quad (4)$$

5. Stemming (T)

$$T = 20d \text{ sampai } 30d \quad (5)$$

6. Powder Factor

$$PF = \frac{\text{Berat Bahan}}{\text{Volume Batuan}} \quad (6)$$

Dengan d adalah diameter lubang ledak.

Metode Kuz-Ram

Distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan secara teori dapat digunakan persamaan Kuznetsov (1973), sebagai berikut (Kuznetsov dalam Sunaryadi, 2011):

$$\bar{X} = A \left(\frac{V_o}{Q_e} \right)^{0,8} \cdot Q_e^{1/6} \left(\frac{E}{115} \right)^{-19/30} \quad (7)$$

Dengan \bar{X} adalah rata-rata ukuran fragmentasi (cm), A adalah faktor batuan (Rock Factor), V_o adalah volume batuan yang terbongkar (m^3), Q_e adalah jumlah bahan peledak ANFO (kg) pada setiap lubang ledak dan E adalah *relative weight strenght* bahan peledak, untuk ANFO = 100.

Nilai Blastability Index (BI) dan faktor batuan (RF) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$BI = 0,5 \times (RMD + JPS + JPO + SGI + H) \quad (8)$$

Nilai Rock Faktor (RF):

$$RF = 0,12 \times BI \quad (9)$$

Untuk menentukan fragmentasi batuan hasil peledakan menggunakan persamaan Roslin-Ramler, yaitu:

$$R_x = e^{-\left(\frac{x}{x_c}\right)^n} \cdot 100\% \quad (10)$$

$$X_c = \left(\frac{\bar{X}}{0.693} \right)^{1/n} \quad (11)$$

Dengan R_x adalah Persentase material yang tertahan pada ayakan (%), e adalah basis logaritma natural, \bar{X} adalah ukuran ayakan (cm), X_c adalah Ukuran karakteristik, n adalah indeks keseragaman.

Besarnya n didapatkan menggunakan persamaan 12.

$$n = (2,2-14 \left(\frac{B}{d}\right)) \left(1 - \left(\frac{W}{B}\right)\right) \left(1 + \left(\frac{A'-1}{1}\right)\right) \left(\frac{PC}{H}\right) \quad (12)$$

Dengan W adalah standar deviasi dari keakuratan pemboran (m) dan A adalah ratio perbandingan spasi dengan burden.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perhitungan Geometri Peledakan Aktual dan Teori

Perbandingan rancangan geometri peledakan aktual dan ICI-Explosives dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan Rancangan Geometri Peledakan Aktual dan ICI-Explosives

Rancangan Peledakan	Aktual	ICI-Explosives
Target produksi (ton)	17,5	17,5
Standar ukuran fragmentasi (cm)	100	100
Diameter lubang ledak (inch)	4,50	4,50
Burden (m)	3,10	3,20
Spasi (m)	3,20	4,48
Stemming (m)	2,70	3,09
Subdrilling (m)	0,30	0,91
Kedalaman lubang ledak (m)	6,00	7,77
Tinggi jenjang (m)	5,70	6,86
Panjang kolom isian (m)	3,30	4,69
Jumlah lubang ledak	117	83
Loading density (kg/m)	8,25	8,25
Powder factor (kg/m ³)	0,48	0,39
Bahan peledak/lubang (kg)	27,23	38,66
Volume batuan/lubang (m ³)	56,54	98,34

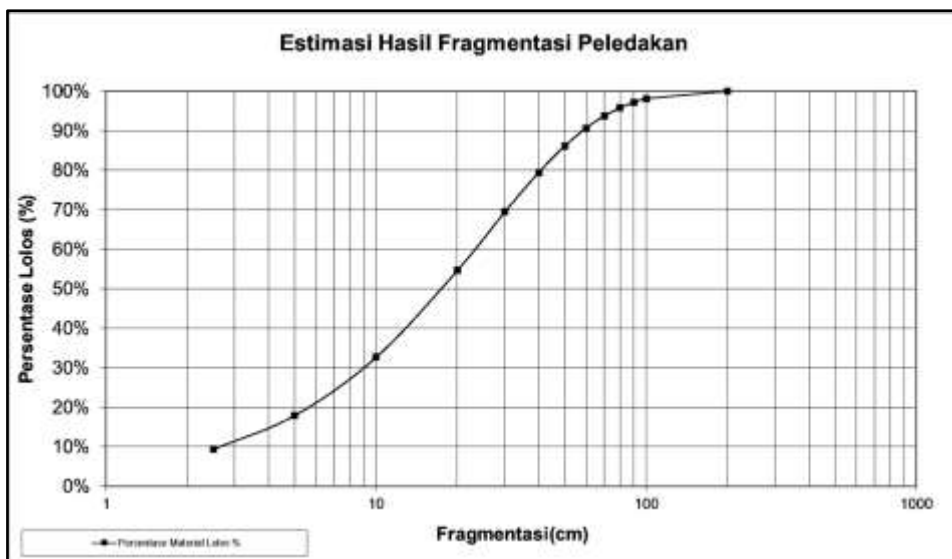
Rancangan Peledakan	Aktual	ICI-Explosives
Waktu tunda (ms)	35	42
Ukuran fragmentasi rata-rata (cm)	21,83	27,22
Ukuran distribusi fragmentasi (%)	1,92	0,84
Pola pemboran	Sejajar	Selang-Seling
Pola peledakan	Tunda/Serentak (Baris)	Tunda/Serentak (Baris)
Volume batuan/hari (m ³)	6.615,20	8.162,22
Tonase (ton)	14.289	17.63

Perhitungan Fragmentasi Batuan Aktual

Hasil perhitungan fragmentasi batuan aktual disajikan pada tabel 2 dan gambar 1.

Tabel 2 Hasil perhitungan fragmentasi aktual

X Fragmentasi (cm)	R (Persen tertahan > Ukuran Mat)	(Persen Lolos < Ukuran Mat)
2,5	90.59%	9.41%
5	82.07%	17.93%
10	67.35%	32.65%
20	45.36%	54.64%
30	30.55%	69.45%
40	20.58%	79.42%
50	13.86%	86.14%
60	9.34%	90.66%
70	6.29%	93.71%
80	4.24%	95.76%
90	2.85%	97.15%
100	1.92%	98.08%
200	0.04%	99.96%



Gambar 1. Grafik estimasi hasil peledakan aktual

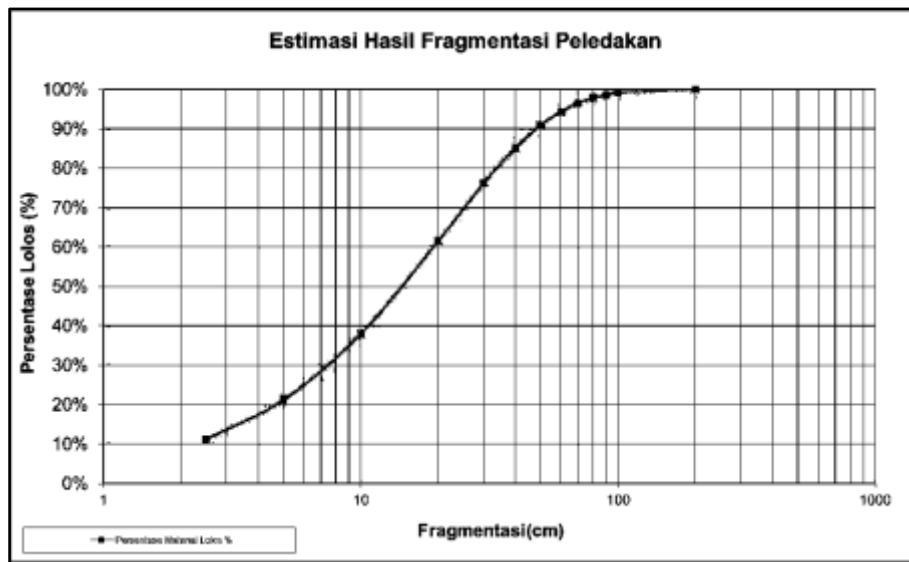
Perhitungan Fragmentasi Batuan Teori

Selain menghitung fragmentasi batuan aktual, perhitungan fragmentasi batuan hasil peledakan juga dilakukan secara teoritis (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil perhitungan fragmentasi teori

X Fragmentasi (cm)	R (Persen tertahan > Ukuran Mat)	(Persen Lolos < Ukuran Mat)
2,5	88.73%	11.27%
5	78.72%	21.28%
10	61.97%	38.03%
20	38.41%	61.59%

X Fragmentasi (cm)	R (Persen tertahan > Ukuran Mat)	(Persen Lolos < Ukuran Mat)
30	23.80%	76.20%
40	14.75%	85.25%
50	9.14%	90.86%
60	5.67%	94.33%
70	3.51%	96.49%
80	2.18%	97.82%
90	1.35%	98.65%
100	0.84%	99.16%
200	0.01%	99.99%



Gambar 2. Grafik estimasi hasil peledakan teori

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Hasil Peledakan

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap fragmentasi hasil peledakan adalah karakteristik massa batuan, struktur geologi batuan, kondisi air tanah, geometri peledakan, bahan peledak dan pola peledakan

Pembahasan

Analisis Fragmentasi Pengaruh Geometri

Geometri peledakan mempunyai pengaruh yang besar terhadap fragmentasi hasil peledakan. Geometri peledakan aktual pada PT. Semen Bosowa Maros mempunyai ukuran burden 3,10 meter, spasi 3,20 meter, tinggi jenjang 5,70 meter dengan kedalaman lubang ledak 6 meter mampu menghasilkan volume batuan terongkar sebesar 56,54 m3 dengan ukuran fragmentasi rata-rata yang dihasilkan 21,83 cm.

Menurut rancangan geometri peledakan ICI-Explosives dengan ukuran burden 3,2 m, spasi 4,48 m, tinggi jenjang 6,86 m dengan kedalaman lubang ledak 7,77 m mampu menghasilkan volume batuan

terongkar sebesar 98,34 m3 dengan ukuran fragmentasi rata-rata 27,22 cm.

Adanya perbedaan antara volume disebabkan karena nilai geometri yang didapatkan dari proses perhitungan mempunyai nilai yang lebih besar, sehingga mempengaruhi besar kecilnya volume peledakan dan juga ukuran fragmentasi rata-rata yang dihasilkan.

Analisis Fragmentasi Pengaruh Struktur Batuan

Hasil peledakan tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik bahan peledak namun dapat juga dipengaruhi oleh karakteristik batuan. Bidang perlapisan dan pelapukan yang dijumpai kehadirannya di dalam massa batuan akan mempengaruhi distribusi bahan peledak di dalam lubang ledak.

Pada daerah penelitian dapat dilihat nilai dari massa batuan dimana untuk nilai RMD memiliki nilai 30 dan termasuk dalam kategori Blocky, spasi bidang kearnya dengan nilai 50 yang menunjukkan bahwa batuan pada daerah penelitian perlapisan yang sangat tebal, orientasi bidang kearnya memiliki nilai 30 yang berarti menjurus keluar.

Analisis Fragmentasi Pengaruh Sifat Bahan Peledak

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah bahan peledak yang digunakan per lubang ledak berdasarkan geometri peledakan aktual sebesar 27,23 kg dengan panjang kolom isian 3,30 m dan tinggi jenjang 6,00 m dengan powder factor 0,48 kg/m³. Jumlah bahan peledak yang digunakan per lubang ledak berdasarkan geometri peledakan ICI-Explosives sebesar 38,66 kg dengan Panjang kolom isian 4,69 m dan tinggi jenjang 6,86 m dengan powder factor 0,39 kg/m³, yang berarti dalam dalam 1 m³ batuan yang diledakkan membutuhkan 0,39 kg bahan peledak.

Rancangan menurut ICI-Explosives membutuhkan jumlah bahan peledak lebih sedikit namun dapat menghasilkan volume batuan terbongkar lebih banyak, hal ini disebabkan volume peledakan yang dihasilkan dengan menggunakan rancangan geometri peledakan ICI-Explosive lebih besar dibandingkan dengan geometri peledakan aktual.

Analisis Fragmentasi Pengaruh Tahapan Inisiasi

Pola peledakan yang diterapkan pada PT. Semen Bosowa Maros adalah pola peledakan tunda antar baris dan serentak antar baris. Delay detonator yang digunakan adalah delay detonator dengan waktu delay 35 ms, sedangkan menurut rancangan penelitian menggunakan delay 33,6 ms - 42 ms. Tahapan inisiasi dapat mempengaruhi burden efektif dari setiap peledakan titik pada peledakan multirow, tahapan inisiasi diatur sehingga tiap muatan meledak ke arah bidang bebas terdekat dan setiap lubang tembak berperan secara efektif dalam mengontrol fragmentasi dan pergerakan.

Analisis Fragmentasi Pengaruh Bidang Bebas

Dalam kegiatan peledakan, keberadaan bidang bebas merupakan hal yang penting untuk mendapatkan fragmentasi yang baik, dimana pemberaian massa batuan dengan menggunakan energi bahan peledak akan memberikan hasil yang baik apabila terdapat suatu bidang bebas sebagai arah lemparan.

Analisis Fragmentasi Pengaruh Jumlah Baris Lubang Ledak

Jumlah baris lubang ledak dalam setiap peledakan dapat berbeda. Banyaknya baris ini akan mempengaruhi hasil peledakan yang dihasilkan terutama fragmentasi dan bentuk muckpile. Pada saat proses peledakan, burden pada baris belakang akan sukar bergerak kedepan karena tertahan oleh burden pada baris-baris kedepannya.

Pengukuran Fragmentasi Dengan Metode Kuz-Ram

Hasil fragmentasi peledakan dengan metode Kuz-Ram dengan menggunakan rancangan geometri peledakan aktual akan menghasilkan ukuran

fragmentasi rata-rata 21,83 cm dengan 1,92 % \geq 100 cm dan 99,08% \leq 100 cm. Ukuran fragmentasi peledakan metode Kuz-Ram dengan menggunakan rancangan geometri peledakan ICI-Explosives akan menghasilkan ukuran fragmentasi rata-rata 27,22 dengan 0,84 % \geq 100 cm dan 99,16 % \leq 100 cm.

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Fragmentasi

Faktor yang dapat dikendalikan yaitu geometri peledakan, bahan peledak dan pola peledakan. sedangkan faktor yang tidak dapat dikendalikan meliputi karakteristik masa batuan, struktur geologi batuan dan kondisi air tanah.

KESIMPULAN

1. Geometri peledakan aktual memiliki ukuran fragmentasi rata-rata yang jauh lebih baik dibandingkan ukuran fragmentasi rata-rata dengan menggunakan rancangan peledakan ICI-Explosives, namun rancangan peledakan menurut ICI-Explosives memiliki distribusi fragmentasi yang lebih baik dibandingkan dengan distribusi fragmentasi aktual dilapangan.
2. Analisis ukuran fragmentasi peledakan menggunakan metode Kuz-Ram dengan rancangan geometri peledakan aktual akan menghasilkan ukuran fragmentasi rata-rata 21,83 cm dan 27,22 cm untuk rancangan geometri peledakan ICI- Explosives.
3. Distribusi ukuran fragmentasi aktual sebesar 1,92 % \geq 100 cm dan 99,08% \leq 100 cm, sedangkan distribusi ukuran fragmentasi hasil peledakan menggunakan metode peledakan ICI- Explosives akan menghasilkan distribusi ukuran fragmentasi 0,84 % \geq 100 cm dan 99,16 % \leq 100 cm.
4. Faktor-faktor yang mempengaruhi fragmentasi batuan adalah karakteristik massa batuan, struktur geologi batuan, kondisi air tanah, geometri peledakan, bahan peledak dan pola peledakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha Wanda, (2019), Bahan Peledak Dan Asesoris, Diklat Pemboran Dan Peledakan Pada Pertambangan Mineral Dan Batubara.
- Adinugraha Wanda, (2019), Persiapan Peledakan, Pusat Pengembangan Sumberdaya Manusia Geologi, Mineral Dan Batubara.
- Anonim, (1988), Blasting Explosives and Accessories, ICI Explosive Australia Operation, Pty. Ltd. Explosive Division, pp. 1 – 17.
- Ash R.L, (1963), The Mechanics of Rock Breakage, Standards for Blasting Design. *Pit and Quarry*, 56(3), pp118-122.
- Aulia Fadli, (2017), Analisis Geometri Peledakan Untuk Mencapai Target Produksi Overburden Tambang Terbuka Pada PT. Allied Indo Coal Desa Parambahan Kecamatan Talawi Kota

- Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat, *Skripsi*, Jurusan Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri STIID Padang.
- Jimeno C.L., Jimeno, E.L., and Carcedo, F.J.A., (1995), *Drilling and Blasting of Rocks*. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, Netherlands.
- Kartodharmo M., (1984), *Teknik Peledakan*. Laboratorium Geoteknik Pusat Antara Universitas Ilmu Rekayasa, ITB, Bandung.
- Konya C.J dan Walter, E.J. *Rock Blasting And Overbreak Control*, (tt), National Highway Institute, precision blasting services, Montville, U.S.A, pp 90-100.
- Kursus Juru Ledak, (2004), *Perlengkapan Peledakan, Modul 2*, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral R.I, Badan Pendidikan dan Pelatihan Energi dan Sumberdaya Mineral, Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.
- Manon J.J., (1978), *Explosives: their classification and characteristics*. E/MJ Operating Handbook of Underground Mining, New York, USA.
- Milwadi Andi, (2017), *Rancangan Peledakan Untuk Memenuhi Target Produksi Dan Estimasi Biaya Produksi Peledakan Pada PT. Semen Bosowa Maros Provinsi Sulawesi Selatan*, *Skripsi*, Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Pertambangan Dan Perminyakan Universitas Papua Manokwari.
- Modul 3 Hidrogeologi, (2019), *Pelatihan Teknologi Geolistrik 2 Dimensi untuk Perencanaan Pemanfaatan Airtanah, Modul 3 Hidrogeologi*.
- Modul Peledakan, (2004), *Pelatihan Ahli Peledakan Pekerjaan Konstruksi*, Departemen Pekerjaan Umum Badan Pembinaan Konstruksi Dan Sumberdaya Manusia Pusat Pembinaan Kompetensi Dan Pelatihan Konstruksi.
- Oktaviani Nia, (2019), *Analisis Nilai Powder Factor Peledakan Untuk Mendapatkan Target Fragmentasi Batuan Di PIT Main Ridge PT. J Resources Bolaang Mongondow*. Site Bakan, Sulawesi Utara, *Skripsi*, Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Panjaitan Risanto, (2015), *Kajian Teknis Kegiatan Peledakan Di PT. Semen Bosowa Maros Sulawesi Selatan*, *Skripsi*, Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Pertambangan Dan Perminyakan Universitas Papua Manokwari.
- Saptono, Singgih, (2009) *Bahan Kuliah Geoteknik*. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Mineral UNP “Veteran”, Yogyakarta.
- Sunaryadi T, A, (2011), *Penyusunan Program Aplikasi Komputasi Perancangan Peledakan Pada Tambang Terbuka Dengan Menggunakan*
- Bahasa Pemograman Visual Basic 6, *Skripsi*, Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Mineral. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Suryana, (2010), *Metodologi Penelitian*. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.