

KAJIAN BIAYA PELEDAKAN PADA PROSES PEMBOGKARAN BATUAN GRANIT DI PT HANSINDO MINERAL PERSADA

Indry Agnesty¹⁾, Budhi Purwoko²⁾, Fitriana Meilasari²⁾

¹ Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Tanjungpura Pontianak

² Dosen Pembimbing Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Tanjungpura Pontianak

Abstrak

PT Hansindo melakukan kegiatan penambangan dengan membongkar batu granit dari batuan induknya melalui cara peledakan. Kajian biaya peledakan diperlukan agar dengan biaya yang optimal dapat menghasilkan jumlah batuan dengan target yang diinginkan. Penelitian ini bertujuan menganalisis biaya peledakan, biaya peledakan tiap lubang ledak dan merancang geometri dan usulan biaya peledakan. Metode penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan menganalisis biaya peledakan di lapangan dan merancang geometri peledakan serta merekomendasikan biaya peledakan untuk perbaikan. Hasil yang didapatkan yakni biaya peledakan tertinggi sebesar Rp 76.859.698,00 dengan jumlah batuan terbongkar 4.890 m³, sedangkan biaya peledakan terendah sebesar Rp 50.779.899,00 dengan jumlah batuan terbongkar 3.120 m³. Biaya peledakan tiap lubang ledak juga bervariasi. Biaya peledakan tiap lubang ledak terbesar yakni 616.120,00 dan biaya peledakan tiap lubang ledak terkecil yakni Rp 471.532,00. Penelitian ini juga merancang geometri dan usulan biaya peledakan karena salah satu peledakan dinilai memiliki *powder factor* yang tidak sesuai. Rancangan geometri yang diusulkan yaitu Burden 2,21 meter; spasi 2,54 meter; *stemming* 2,21 meter; *Subdrilling* 0,66 meter; kedalaman lubang ledak 5,75 meter; jumlah lubang ledak 134 lubang; *powder column* 3,54 meter dan berat bahan peledak per lubang 10,87 Kg. Rancangan geometri usulan akan menghasilkan batuan sesuai dengan target produksi yang memerlukan biaya sebesar Rp 69.666.381,00 dengan biaya tiap lubang ledak sebesar Rp 519.898,00 dan biaya per kubik sebesar Rp 15.436,00. Biaya per lubang ledak tersebut lebih murah 5,01% dan biaya peledakan per kubik lebih murah 15,43% dibandingkan rata-rata biaya peledakan per lubang dan biaya peledakan per kubik.

Kata kunci: Batuan Granit, Biaya Peledakan, Lubang Ledak

Abstract

[Title : THE STUDY OF BLASTING'S COST IN THE PROCESS OF DISMANTLING GRANITE IN PT HANSINDO MINERAL PERSADA] PT Hansindo conducts mining activities by dismantling granite from its parent source through blasting. The blasting cost study needed to fit the optimal cost can produce the amount that matches the desired target. The research method uses quantitative methods by analyzing blasting costs in the field and designing blasting geometries and recommending blasting costs for repairs.. The results obtained amounted to Rp. 76,859,698.00 with the number of stones uncovered 4,890 m³, while the lowest blasting cost was Rp. 50,779,899.00 with the number of stones exposed 3,120 m³. The cost of blasting each explosive hole also varies. The blasting cost of each of the biggest explosive holes is 616,120.00 and the cost of blasting each explosive hole is Rp. 471,532.00. This study also discusses the geometry and additional costs of blasting because one of the blasting of powder factors is not appropriate. The proposed geometry design is 2.21 meter load; 2.54 meter spacing; 2.21 meter stem; Subdrilling 0.66 meters; explosive hole depth of 5.75 meters; the number of 134 hole explosive holes; 3.54 meter powder column and heavy explosives per hole 10.87 Kg. The geometry design will produce according to the required production target of IDR 69,666,381.00 with the cost of each explosive hole of IDR 519,898.00 and per cubic cost of IDR 15,436.00. The cost per explosive hole is 5.01% cheaper and the blasting cost per cubic is 15.43% cheaper than the average blasting cost per hole and blasting costs per cubic.

Keyword : *Blasting Costs, Explosive Holes, Granite's Rocks*

I. Pendahuluan

PT Hansindo Mineral Persada (PT Hansindo) merupakan sebuah perusahaan pertambangan batu granit yang berlokasi di Desa Peniraman, Kecamatan Sungai Pinyuh, Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat. PT

Hansindo melakukan kegiatan penambangan dengan membongkar batu granit dari batuan induknya dengan cara peledakan (PT Hansindo, 2017). Peledakan bertujuan membeaikan material dari batuan induknya agar fragmentasi yang dihasilkan dapat memudahkan

kegiatan penambangan selanjutnya (PT Hansindo, 2017; Putri, 2018)

Optimalisasi produksi dari suatu kegiatan peledakan tidak hanya ditinjau dari aspek teknis, akan tetapi harus pula mempertimbangkan aspek ekonominya (Fauzy dkk, 2015). Sebagai langkah mengoptimalkan biaya yang dikeluarkan oleh PT Hansindo, maka diperlukan suatu kajian biaya peledakan dalam kegiatan pembongkaran batuan granit. Biaya peledakan merupakan salah satu komponen biaya dalam biaya quarry mining bagi perusahaan. Biaya-biaya peledakan meliputi biaya bahan peledak, biaya peralatan dan perlengkapan peledakan serta biaya tenaga kerja. Kajian biaya diperlukan agar dengan biaya yang optimal dapat menghasilkan jumlah batuan dengan target yang diinginkan

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

- Menganalisis biaya peledakan
- Mengetahui biaya yang dikeluarkan pada setiap lubang ledak.
- Merancang geometri dan rekomendasi biaya peledakan.

II. Tinjauan Pustaka

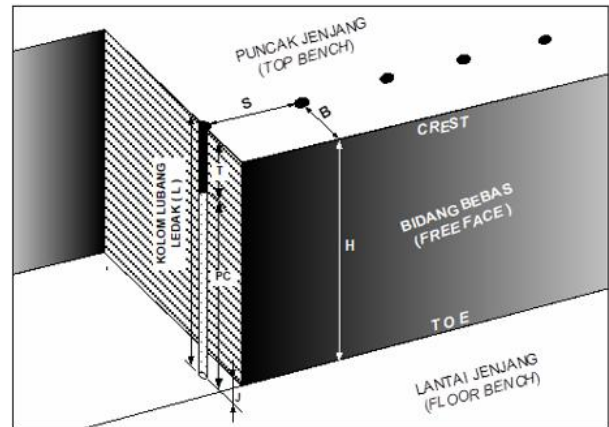
2.1. Peledakan

Peledakan adalah kegiatan pemecahan material dengan menggunakan bahan peledak. Kegiatan peledakan diawali dengan kegiatan pengeboran yang dilakukan untuk membuat lubang ledak pada suatu masa batuan tertentu dan kemudian diisi oleh bahan peledak yang kemudian diledakan. Pada pembongkaran batuan dengan metode peledakan, ukuran material hasil peledakan dan tingkat kemudahan material tersebut dimuat menjadi salah satu tolak ukur keberhasilan kegiatan peledakan. suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila memenuhi kriteria berikut: (Abdurrachman dkk, 2015; Koesnaryo, 2001)

- Target produksi terpenuhi (dinyatakan dalam ton/hari atau ton/bulan).
- Penggunaan bahan peledak efisien yang dinyatakan dalam jumlah batuan yang berhasil dibongkar per kilogram bahan peledak (*powder factor*).
- Diperoleh fragmentasi batuan berukuran merata dengan sedikit bongkah (kurang dari 15 % dari jumlah batuan yang terbongkar per-peledakan).
- Diperoleh dinding batuan yang stabil dan rata (tidak ada *overbreak*, *overhang*, retakan-retakan).
- Aman terhadap para pekerja dan alat mekanis

2.2. Geometri Peledakan

Geometri peledakan berguna untuk mengontrol hasil suatu kegiatan peledakan. Rancangan geometri peledakan yang baik akan menghasilkan efek peledakan yang baik pula, selain itu juga akan didapatkan fragmen batuan yang sesuai dengan standar produk yang dikehendaki (Santika, 2012)



Sumber: Santika, 2012

Gambar 1. Geometri Peledakan

- Burden (B) merupakan jarak tegak lurus antara lubang ledak terhadap bidang bebas terdekat dan merupakan arah pemindahan batuan (displacement) akan terjadi.
- Spasi (S) merupakan Spasi adalah jarak terdekat antara dua lubang ledak yang berdekatan di dalam satu baris.
- Diameter lubang tembak, lubang ledak pada proses peledakan harus seimbang karena tidak boleh terlalu besar dan tidak boleh terlalu kecil.
- Tinggi jenjang (L), tinggi di sini yaitu tinggi dari permukaan sampai dengan titik yang akan dibor.
- Kedalaman lubang ledak (H), biasanya disesuaikan dengan tinggi jenjang yang diterapkan.
- Subdrilling (J)* merupakan tambahan kedalaman pada lubang bor di bawah lantai jenjang yang dibuat dengan maksud agar batuan dapat terbongkar sebatas lantai jenjangnya.
- Stemming (T)* merupakan lubang ledak bagian atas yang tidak diisi bahan peledak, tapi biasanya diisi oleh abu hasil pengeboran atau kerikil yang dipadatkan.
- Kolom isian (*Powder Coloum*), panjang PC yaitu dari titik terbawah stemming sampai dengan ujung *subdrilling* (Santika, 2012).

2.3. Pengeboran

Pengeboran merupakan salah satu kegiatan penting yang dilakukan sebelum pengisian bahan peledak dan pembuatan rangkaian peledakan pada daerah yang akan diledakkan. Tujuan dari pengeboran ialah untuk membuat lubang ledak. Lubang bor sebagai lubang ledak pada tambang terbuka batuan (quarry) adalah vertikal atau miring sehingga areal tambang yang nantinya terbentuk setelah peledakan adalah teras-teras (berjenjang) (Simbolon, 2013).

2.4. Bahan Peledak

Bahan peledak, adalah bahan yang berbentuk padat, cair, gas atau campuran yang apabila dikenai suatu aksi atau panas, gesekan atau ledakan akan berubah secara kimia menjadi zat – zat lain yang lebih stabil, yang sebagian atau seluruhnya berbentuk gas dan perubahan tersebut berlangsung dalam waktu yang sangat singkat disertai efek panas dan tekanan yang tinggi (Sujiman dkk, 2014).

Bahan peledak diklasifikasikan berdasarkan sumber energinya menjadi bahan peledak mekanik, kimia dan nuklir. Karena pemakaian bahan peledak dari sumber kimia lebih luas dibanding dari sumber energi lainnya, maka pengklasifikasian bahan peledak kimia lebih intensif diperkenalkan. Pertimbangan pemakaiannya antara lain, harga relatif murah, penanganan teknis lebih mudah, lebih banyak variasi waktu tunda (*delay time*) dan dibanding nuklir tingkat bahayanya lebih rendah (Sujiman dkk, 2014).

2.5. Densitas Pengisian (*loading Density*)

Densitas secara umum adalah angka yang menyatakan perbandingan berat per volume. Densitas pengisian (*loading density*) adalah berat bahan peledak per meter kolom lubang tembak (kg/m) (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Minerba, 2012).

Biasanya bahan peledak yang memiliki densitas tinggi akan menghasilkan kecepatan detonasi dan tekanan yang tinggi. Bila diharapkan fragmentasi hasil peledakan berukuran kecil diperlukan bahan peledak dengan densitas tinggi. Sebaliknya, bila menginginkan fragmentasi hasil peledakan berukuran besar diperlukan bahan peledak dengan densitas rendah (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Minerba, 2012).

2.6. Powder Factor

Powder factor adalah perbandingan antara jumlah bahan peledak dengan batuan yang diledakkan. Perhitungan PF (*powder factor*) ini berdasarkan perbandingan penggunaan bahan peledak (kg) dengan hasil volume terbongkar dikonversi dengan satuan (ton). *Powder factor* cenderung mengarah pada nilai ekonomis suatu kegiatan peledakan karena berkaitan dengan harga bahan peledak yang dibeli dan produksi batuan yang dihasilkan untuk dijual perusahaan tambang. (Susanti dkk, 2011; Saismana dkk, 2016; Simbolon dkk, 2015).

2.7. Ekonomi Peledakan

Ekonomi peledakan didefinisikan sebagai cara mengevaluasi untuk mengontrol efisiensi biaya peledakan termasuk aktifitas lain yang berkaitan dengan peledakan, biaya peledakan sebagai salah satu komponen biaya bagi perusahaan. Adapun biaya-biaya peledakan meliputi biaya bahan peledak, biaya peralatan

dan perlengkapan peledakan serta biaya tenaga kerja (Sulistijo, 2005).

2.8. Depresiasi

Dalam kajian ekonomi, adanya depresiasi nilai dari aset fisik atau benda modal (bangunan, mesin, peralatan dan lain-lain) dengan berjalannya waktu dan penggunaan tidak dapat dihindari. Meski depresiasi dapat secara mudah dilihat, tetapi untuk menentukan berapa besar depresiasi sebelum benda modal tersebut selesai dipakai tidak mudah (Haryanto, 2010).

Berdasarkan pengertian bahwa besar depresiasi merupakan alokasi dari nilai biaya pemilikan dikurangi perkiraan nilai sisa pada akhir perkiraan umur pakai, maka dikenal beberapa metode depresiasi, antara lain: (Haryanto, 2010)

a. Metode Depresiasi Garis Lurus

Dalam metode depresiasi garis lurus (*Straight Line Method*) ini dianggap bahwa nilai benda modal akan berkurang secara tetap per tahun.

b. Metode Depresiasi Saldo Menurun

Dalam metode depresiasi saldo menurun atau percepatan (*Declining Balance Method*) ini, dianggap bahwa nilai benda modal pada tahun-tahun awal dari umur pakai berjalan dalam tingkat yang lebih cepat dibanding dengan depresiasi pada tahun-tahun akhir.

c. Metode Depresiasi Jumlah Bilangan Tahun

Dalam metode depresiasi dengan metode jumlah bilangan tahun (*sum of the years digits method*) ini, nilai dari benda modal menyusut dengan tingkat depresiasi yang semakin menurun.

d. Metode Depresiasi Dana Terpendam

Dalam metode depresiasi dana terpendam (*sinking fund methods*) ini dianggap bahwa nilai benda modal akan berkurang dengan tingkat yang meningkat.

e. Metode Depresiasi Satuan Produksi

Dalam metode depresiasi satuan produksi (*units of production method*) ini, besarnya penyusutan alat (benda modal) dihitung berdasarkan satuan produksi (*output*) (Haryanto, 2010).

III. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan di lapangan sehingga didapatkan data primer serta data sekunder. Selama bulan September hingga awal Oktober, PT Hansindo Mineral Persada melakukan peledakan sebanyak lima kali yakni pada tanggal 4 September 2018 (Peledakan 1), 20 September 2018 (Peledakan 2), 22 September 2018 (Peledakan 3), 27 September 2018 (Peledakan 4) dan 6 Oktober 2018 (Peledakan 5). Tahapan penelitian ini terdiri dari :

3.1. Studi Pustaka

Peneliti meninjau berbagai sumber pustaka dan referensi yang berhubungan dengan penelitian ini yang dapat membantu dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini seperti buku dan jurnal yang berhubungan dengan kegiatan peledakan dan biayanya serta faktor-faktor yang memengaruhinya.

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data terdiri dari data primer dan data sekunder. Sumber data primer akan diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lokasi penelitian (PT Hansindo Mineral Persada). **Data primer** dalam penelitian ini adalah:

1. Geometri peledakan
2. Jumlah lubang ledak setiap kali peledakan dilakukan
3. Jumlah bahan peledak yang digunakan.

Sumber data sekunder akan diperoleh dari data-data perusahaan, data-data di lokasi penelitian serta data spesifikasi alat yang digunakan. **Data sekunder** dalam penelitian ini antara lain:

1. Data peralatan peledakan.
2. Harga bahan peledak dan peralatan peledakan.
3. Harga alat bor.
4. Gaji pekerja peledakan dan pengeboran.
5. Biaya penggunaan solar untuk peledakan.

3.3. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data yang dilakukan meliputi :

1. Menghitung Geometri Peledakan

Tahapan selanjutnya yaitu dengan menghitung geometri peledakan yang terdiri dari stemming (T) dan panjang kolom isian (PC). Data Burden (B), spasi (S), kedalaman lubang ledak (H) dan tinggi jenjang (L) mengikuti data yang ada di lapangan. Sementara data *stemming* (T) dan panjang kolom isian (PC) mengikuti perhitungan yang ada di lapangan dengan rumus sebagai berikut:

$$T = \frac{1}{3} \times H$$
$$PC = H - T$$

Keterangan:

T = *Stemming* (m)

PC = Powder Column/Panjang kolom isian (m)

2. Menganalisis Volume Material

Volume material yang diledakkan dapat diketahui dengan menggunakan rumus berikut:

$$V = B \times S \times L \times N$$

Keterangan :

V = Volume batuan yang terbongkar (m³)

B = Burden (m)

S = Spasi (m)

L = Tinggi jenjang (m)

N = Jumlah lubang ledak

Volume material yang diledakkan/lubang ledak dapat diketahui dengan menggunakan rumus berikut: (Armansyah dkk, 2014)

$$V = B \times S \times L$$

Keterangan :

V = Volume batuan yang terbongkar (m³)

B = Burden (m)

S = Spasi (m)

L = Tinggi jenjang (m)

Setelah didapatkan volume batuan, maka perlu dilakukan penghitungan tonase. Tonase adalah volume batuan terbongkar yang telah dikalikan densitas batuan tersebut.

$$\text{Tonase (ton)} = \text{SGr} \times V_s$$

Keterangan :

SGr = *Specific Gravity* batu granit (ton/m³)

V_s = Volume Solid (m³)

3. Menghitung *Powder Factor*

- a. Menghitung Densitas Pengisian

Densitas pengisian ditentukan dengan cara perhitungan volume silinder karena lubang ledak berbentuk silinder yang tingginya sesuai dengan kedalaman lubang.

$$V_{\text{Silinder}} = r^2 \times t$$
$$LD = V_{\text{Silinder}} \times \text{SGe} \times t$$

Keterangan :

t = tinggi lubang ledak (m)

r = jari – jari diameter lubang ledak (m)

SGe = *Specific Gravity* Bahan peledak (ton/m³)

LD = *Loading Density*/Densitas Pengisian (Kg/m)

- b. Menghitung Berat Bahan Peledak

Berat bahan peledak (*Loading Factor*) setiap satu lubang ledak dapat dihitung dengan rumus berikut ini : (Armansyah, 2014)

$$E = PC \times LD$$

Keterangan :

E = Berat bahan peledak setiap lubang ledak (kg)

PC = Panjang kolom isian bahan peledak (m)

LD = *Loading Density* (kg/m)

- c. *Powder Factor*

Powder factor dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$PF = \frac{E}{V}$$

Keterangan :

PF = *Powder factor* (kg/m³)

V = Volume batuan yang diledakkan (m³)

E = Berat bahan peledak yang digunakan (kg)

4. Depresiasi Peralatan

Peralatan yang diinvestasikan untuk kegiatan pengeboran dan peledakan mengalami depresiasi. Depresiasi peralatan dibuat selama 8 tahun tanpa nilai sisa alat. Depresiasi alat dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Depresiasi} = \frac{\text{NilaiBendaModal}-\text{NilaiSisa}}{\text{Lama Pemakaian (Tahun)}}$$

5. Menghitung Biaya Pengeboran

Pengeboran yang dikerjakan oleh Furukawa Rock Drill memerlukan pergantian sparepart seperti batang bor, kopling dan mata bor. Kemampuan dari masing-masing peralatan berbeda-beda. Batang bor dan kopling diganti setiap pengeboran telah mencapai jarak tertentu.

Biaya Pengeboran = depresiasi peralatan pengeboran + biaya pemeliharaan + biaya bahan bakar + biaya pelumas + gaji tenaga kerja

6. Menghitung Biaya Peledakan

Faktor-faktor yang memengaruhi biaya peledakan antara lain geometri peledakan, nilai investasi alat, bahan peledak, peralatan peledakan dan gaji tenaga kerja.

Biaya Peledakan = depresiasi peralatan peledakan + biaya bahan peledak + gaji tenaga kerja

Total Biaya Peledakan = Biaya Pengeboran + Biaya Peledakan

7. Merancang Geometri Usulan

Rancangan geometri usulan perlu dihitung untuk menjadi pembandingan data aktual dan menjadi output dari penelitian ini. setelah didapatkan rancangan geometri usulan, maka biaya peledakannya pun dapat dihitung, sehingga biaya peledakan aktual dapat dibandingkan dengan biaya peledakan usulan. Menurut R.L. Ash (1963), dalam menentukan geometri peledakan diperlukan beberapa parameter yaitu Burden, Spasi, Stemming, Panjang kolom isian, dan kedalaman lubang ledak.

$$B = K_b \times D_e$$

$$S = B \times K_s$$

$$T = B \times K_t$$

$$H = B \times K_h$$

$$N_{\text{lubang}} = \frac{\text{TargetProduksi} \times \text{SGr}}{\text{tonase}}$$

Keterangan:

B = Burden (m)

S = Spasi (m)

T = Stemming (m)

H = Kedalaman Lubang Ledak (m)

K_b = Burden rasio

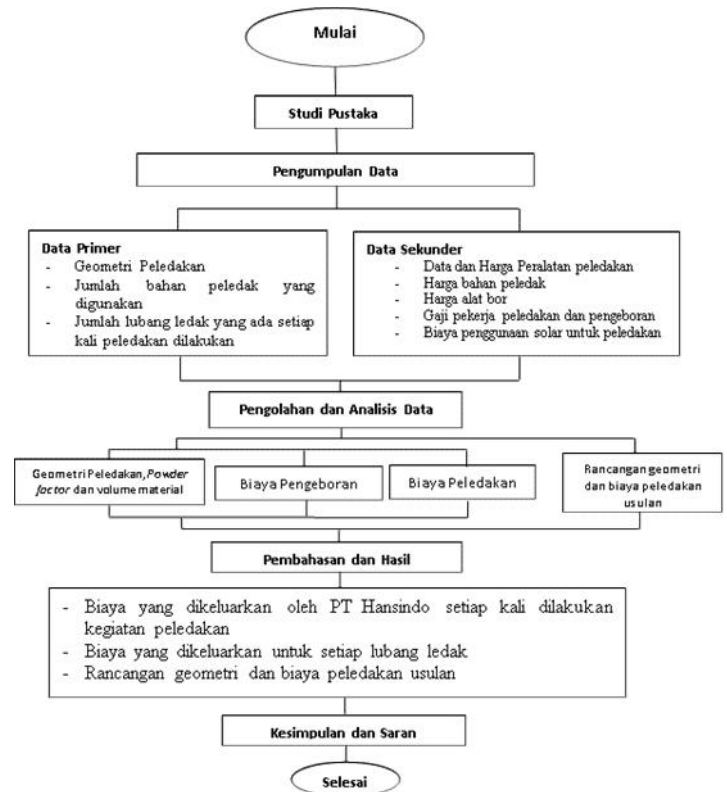
K_s = Spasi rasio

K_t = Stemming rasio

K_h = Deep hole rasio

N_{lubang} = Jumlah lubang ledak

SGr = Specific Gravity batu granit (ton/m³)



IV. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Biaya Peledakan

1. Geometri Peledakan

Perhitungan peledakan secara teoritis memerhatikan beberapa faktor yaitu sifat batuan, geometri peledakan, bahan peledak dan kondisi struktur geologi. Geometri peledakan yang digunakan adalah geometri nyata yang ada di lapangan, seperti yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Geometri Peledakan

Uraian	Peledakan ke-				
	1	2	3	4	5
Burden (m)	2	2	2	2	2
Spasi (m)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Stemming (m)	1,80	1,46	1,49	1,81	1,70
Kedalaman Lubang Ledak (m)	5,39	4,39	4,46	5,43	5,15
Tinggi Jenjang (m)	6	6	6	6	6
Panjang Kolom Isian (m)	3,59	2,93	2,97	3,62	3,40
Subdrilling (m)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

2. Volume Batuan

Tabel 2. Volume Batuan Terbongkar

Uraian	Peledakan Ke-				
	1	2	3	4	5
Burden (m)	2	2	2	2	2
Spasi (m)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Tinggi Jenjang (m)	6	6	6	6	6
Volume per lubang (m ³)	30	30	30	30	30
Volume Total (m ³)	2.910	4.890	3.120	2.940	3.450
Jumlah Lubang Ledak	97	163	104	98	115
Tonase (ton)	7.769,7	13.056,3	8.330,4	7.849,8	9.211,5

3. Powder Factor

Tabel 3. Powder Factor

Peledakan Ke-	Berat Bahan Peledak* (Kg)	Volume Batuan (m ³)	Powder Factor (Kg/m ³)
	a	b	c = a / b
1	1.400	2.910	0,48
2	1.500	4.890	0,30
3	950	3.120	0,30
4	1.100	2.940	0,37
5	1.200	3.450	0,34

Sumber: PT Hansindo

4. Depresiasi Peralatan

Tabel 4. Depresiasi Peralatan

Nama Peralatan	Harga (Rp)*	Nilai Depresiasi/Tahun (Rp)**	Nilai Depresiasi/Peledakan (Rp)***
a	b	c = b / 8	d = c / 48
Furukawa Rock Drill	1.031.290.640	128.911.330	2.685.652
Air Compressor	627.000.000	78.375.000	1.632.812
Ohm Meter	8.000.000	1.000.000	20.833
Blasting Machine	24.500.000	3.062.500	63.802
Total	1.690.790.640	211.348.830	4.403.100

* Sumber : PT Hansindo

** Nilai 8 didapatkan dari masa umur alat selama 8 tahun

*** Nilai 48 merupakan jumlah target peledakan perusahaan per tahun

5. Biaya Bahan Bakar dan Pelumas

PT Hansindo menggunakan bahan bakar solar industri. Harga beli solar industri sampai ke lokasi penelitian sebesar Rp 12.000,00/liter. Solar digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar dari Compressor Air Man PDS 750S untuk menggerakkan Furukawa Rock Drill. Pelumas yang digunakan berupa oli hidrolik dan grease. Oli hidrolik yang digunakan merupakan Oli SAE 10 merek United Oil yang dibeli seharga Rp 28.000,00/liter. Grease yang digunakan adalah NTL yang dibeli dengan harga Rp 675.000,00/ember, tiap ember berisikan 15 kg grease sehingga grease per kg Rp 45.000,00.

6. Gaji Tenaga Kerja

a. Gaji Pekerja Pengeboran

Kegiatan pengeboran dilakukan oleh 2 orang pekerja, dimana satu orang bertindak sebagai operator yang mengoperasikan mesin bor dan satu orang lagi bertindak sebagai pembantu (*helper*) yang bertugas mengarahkan posisi bit pada proses pengeboran. Operator mesin bor memiliki gaji Rp 4.570.000,00/bulan, sementara pembantu operator mesin bor memiliki gaji Rp 1.760.000,00/bulan.

b. Gaji Pekerja Peledakan

Kegiatan peledakan memerlukan 11 orang tenaga kerja yang terdiri dari 1 orang juru ledak dan 10 orang pekerja harian lepas (*helper*). Juru ledak memiliki gaji Rp 5.000.000,00/bulan dan pekerja harian lepas memiliki gaji Rp 100.000,00/hari atau sebesar Rp 1.000.000,00/peledakan untuk 10 orang pekerja harian lepas.

7. Biaya Pemeliharaan

Pengeboran yang dikerjakan oleh *Furukawa Rock Drill* memerlukan pergantian sparepart seperti batang bor, kopling dan mata bor. Batang bor dan kopling yang digunakan merupakan produk Furukawa yang dibeli dengan harga masing-masing sebesar Rp 2.5000.000,00/6,5 meter dan Rp 500.000,00/buah. Mata bit menggunakan produk Mitsubishi yang dibeli seharga Rp 1.500.000,00. Kemampuan dari masing-masing peralatan berbeda-beda. Batang bor diganti setiap pengeboran telah mencapai 300 meter. Pergantian mata bor dan kopling dilakukan setiap 200 meter pengeboran.

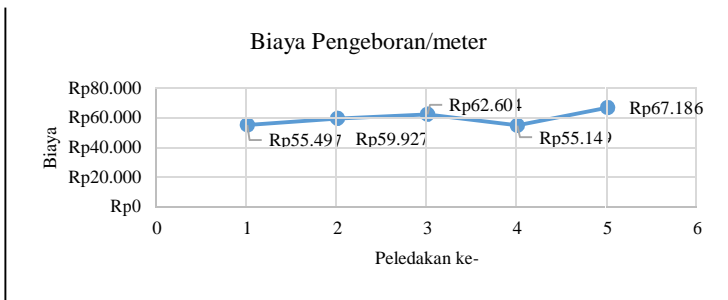
Biaya Pemeliharaan = $\frac{\text{HargaMataBor}}{\text{Lama pemakaian HargaBatangBor}} + \frac{\text{HargaKopling}}{\text{Lama Pemakaian}}$

$$= \frac{\text{Rp}1.500.000,00}{200 \text{ meter}} + \frac{\text{Rp}500.000,00}{200 \text{ meter}} + \frac{\text{Rp} 2.500.000,00}{300 \text{ meter}}$$

$$= \text{Rp} 7.500,00/\text{m} + \text{Rp} 2.500,00/\text{m} + \text{Rp} 8.333,00/\text{m} = \text{Rp} 18.333,00/\text{meter}$$

8. Biaya Pengeboran

Biaya yang dikeluarkan untuk melakukan pengeboran terdiri biaya depresiasi peralatan, Biaya Pemeliharaan, biaya bahan bakar dan pelumas serta gaji tenaga kerja.



Gambar 1. Grafik Biaya Pengeboran/meter

9. Biaya Bahan Peledak

Bahan peledak yang digunakan antara lain bulk ANFO produk dari PT Dahana (Persero) yang lebih dikenal dengan DANFO. DANFO yang digunakan memiliki komposisi 100% ANFO yang terdiri dari 94% Amonium Nitrate dan 6% Fuel Oil. PT Hansindo menggunakan produk powergel dari PT Dahana (Persero) yang lebih dikenal dengan Dayagel Magnum. Selain DANFO dan Dayagel, PT Hansindo pun menggunakan detonator dari PT Dahana (Persero). Produk detonator tersebut dikenal dengan nama Dayadet Electric Detonator. Ketiga bahan peledak tersebut masing-masing memiliki harga Rp 18.250,00/kg untuk DANFO, Rp 37.500,00 untuk Dayagel dan Rp 17.000,00/buah untuk detonator.

10. Biaya Peledakan

Tabel 5. Biaya Peledakan

No	Uraian	Biaya Peledakan Ke- (Rp)				
		1	2	3	4	5
Pengeboran						
1	Depresiasi Peralatan					
	- Furukawa Rock Drill	2.685.652,	2.685.652	2.685.652	2.685.652	2.685.652
	- Air Compressor	1.632.812	1.632.812	1.632.812	1.632.812	1.632.812
2	Biaya Pemeliharaan	9.577.331	13.122.997	8.502.998	9.753.331	10.761.665
3	Biaya Bahan Bakar dan Pelumas					
	- Bahan Bakar	13.943.750	23.431.250	14.950.000	14.087.500	16.531.250
	- Pelumas	1.148.000	2.016.000	1.260.000	1.176.000	1.400.000
	- Grease	4.050	6.750	4.500	4.050	4.950,00
4	Gaji Tenaga Kerja					
	- Operator Bor/Bulan					4.570.000
	- Asisten Operator Bor/bulan					1.760.000
Sub Total		28.991.596	42.895.462	29.035.963	29.339.346	39.346.329
Peledakan						
1	Depresiasi Peralatan					
	- Ohm Meter	20.833	20.833	20.833	20.833	20.833
	- Blasting Machine	63.802	63.802	63.802	63.802	63.802
2	Biaya Bahan Peledak					
	- Anfo	25.550.000	27.375.000	17.337.500	20.075.000	21.900.000
	- Power Gel	1.500.000	1.500.000	750.000	750.000	750.000
	- Detonator	2.125.000	3.145.000	1.785.000	1.615.000	1.955.000
3	Biaya Perlengkapan Peledakan					
	- Connecting Wire	407.400	684.600	436.800	411.600	483.000
	- Lead wire	105.000	175.000	350.000	350.000	105.000
4	Gaji Tenaga Kerja					
	- Juru Ledak/Bulan					5.000.000
	- Pekerja Harian Lepas/Peledakan	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Sub Total		30.772.035	33.964.235	21.743.935	24.286.235	31.277.635
Total Biaya		59.763.632	76.859.698	50.779.899	53.625.582	70.715.632

4.1.2. Biaya Peledakan per Lubang

Tabel 6. Biaya Peledakan/Lubang

Peledakan Ke-	Jumlah Lubang Ledak	Total Biaya Peledakan (Rp)	Biaya Tiap Lubang Ledak (Rp)	Jumlah Batuan Terbongkar (Rp)	Biaya per m ³ (Rp)
	a	b	c = b/a	d	e = b/d
1	97	59.763.632	616.120	2.910	20.537
2	163	76.859.698	471.532	4.890	15.718
3	98	50.779.899	518.162	3.120	16.276
4	104	53.625.582	515.631	2.940	18.240
5	115	70.715.632	614.919	3.450	20.497

4.1.3. Rekomendasi Geometri dan Biaya Peledakan

Tabel 7. Rekomendasi Geometri Peledakan

Parameter	Unit	Teoritis
Diameter Lubang Ledak	Inch	3
Burden (B)	m	2,21
Spasi (S)	m	2,54
Stemming (T)	m	2,21
Subdrilling (J)	m	0,1
Kedalaman Lubang Ledak (H)	m	5,75
Tinggi Jenjang (L)	m	6
Jumlah Lubang (N)	-	134
Loading Density (LD)	Kg/m	3,07
Powder Column (PC)	m	3,54
Berat Handak (W)	Kg	10,87
Berat Handak Total (W _{Total})	Kg	1456,28
Volume Solid (Vs)	BCM	33,68
Volume Solid Total (V _{S Total})	BCM	4.513,12
Target Produksi	BCM	4.500
Tonase (Ton)	Ton	89,93
Tonase Total (Ton _{Total})	Ton	12.050,03
Powder factor	Kg/BCM	0,32

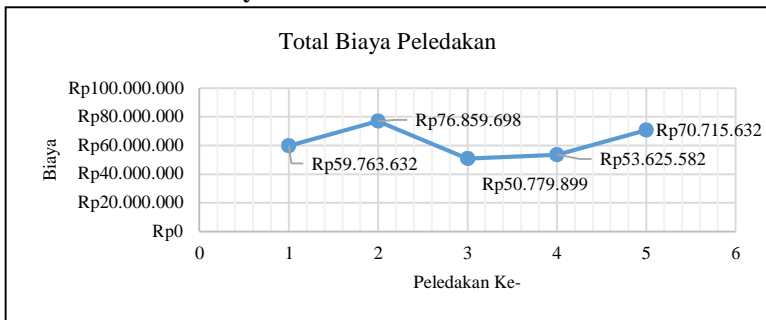
Tabel 8. Perbandingan Biaya Peledakan

No	Uraian	Biaya (Rp)	
		Aktual	Rancangan
Pengeboran			
1	Depresiasi Peralatan		
	- Furukawa Rock Drill	2.685.652	2.685.652
	- Air Compressor	1.632.812	1.632.812
2	Biaya Pemeliharaan	9.577.331	14.125.830
3	Biaya Bahan Bakar dan Pelumas		
	- Bahan Bakar	13.337.500	18.425.000
	- Pelumas	1.148.000	1.148.000
	- Grease	4.050	4.050
4	Gaji Tenaga Kerja		
	- Operator Bor/Bulan		
	- Asisten Operator Bor/bulan		
Sub Total		28.991.596	38.021.345
Peledakan			
1	Depresiasi Peralatan		
	- Ohm Meter	20.833	20.833
	- Blasting Machine	63.802	63.802

No	Uraian	Biaya (Rp)	
		Aktual	Rancangan
2	Biaya Bahan Peledak		
	- Anfo	25.550.000	26.645.000
	- Power Gel	1.500.000	1.125.000
	- Detonator	2.125.000	2.278.000
3	Biaya Perlengkapan Peledakan		
	- Connecting Wire	407.400	407.400
	- Lead Wire	105.000	105.000
4	Gaji Tenaga Kerja		
	- Juru Ledak/Bulan		
	- Pekerja Harian Lepas/Peledakan	1.000.000	1.000.000
Sub Total		30.772.035	31.645.035
Total		59.763.632	69.666.381
Biaya/Lubang Ledak		616.119	519.898
Biaya/m³		20.537	15.436

4.2. Pembahasan

4.2.1. Biaya Peledakan



Gambar 2. Grafik Total Biaya Peledakan

Berdasarkan data hasil penelitian, diketahui bahwa dari lima kali peledakan sejak 4 September 2018- 6 Oktober 2018, hanya peledakan tanggal 20 September 2018 (peledakan kedua) yang menghasilkan batuan melebihi target produksi per minggu yakni 4.890 BCM. Selama penelitian perusahaan belum dapat mencapai target produksi, kegiatan peledakan hanya menghasilkan batuan sebanyak 17.310 BCM.

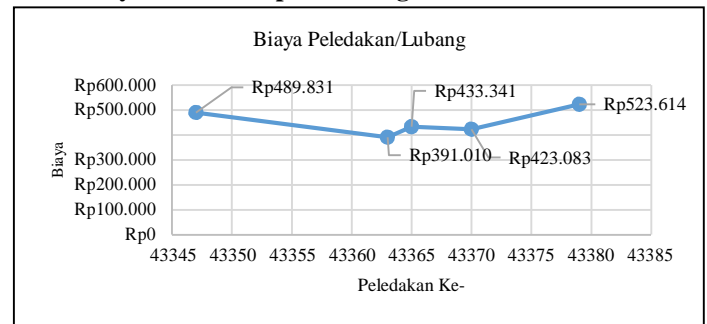
Pada peledakan ketiga menghasilkan volume batuan yang lebih banyak (3.120m³) jika dibandingkan dengan peledakan keempat (2.940 m³). Sedangkan peledakan keempat menggunakan bahan peledak yang lebih banyak (1.100 Kg) dibanding penggunaan bahan peledak di peledakan ketiga (950 Kg). Perbedaan ini terjadi karena peledakan ketiga memiliki jumlah lubang ledak yang lebih banyak (104 lubang ledak) dibanding peledakan keempat (98 lubang ledak).

Banyaknya penggunaan bahan peledak tergantung dari juru ledak mengarahkan pekerja harian lepas yang membantunya. Jika juru ledak kurang

memperhatikan penggunaan bahan peledak saat proses pengisian bahan peledak ke dalam lubang ledak, maka pemborosan dapat terjadi.

Dari data tersebut diketahui bahwa biaya peledakan tidak berbanding lurus dengan volume batuan yang terbongkar. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan jumlah lubang ledak, kedalaman lubang ledak dan faktor pekerja. Faktor pekerja berpengaruh saat proses pengisian bahan peledak ke dalam lubang ledak agar lebih berhati-hati untuk menghindari pemborosan bahan peledak.

4.2.2. Biaya Peledakan per Lubang



Gambar 3. Grafik Biaya Peledakan/Lubang

Jumlah biaya peledakan bervariasi tergantung dari banyaknya jumlah lubang ledak yang dibutuhkan. Biaya peledakan/lubang terendah sebesar Rp 471.532,00 dengan jumlah lubang ledak 163 dan jumlah batuan terbongkar sebanyak 4.890 m³. Biaya peledakan/lubang tertinggi sebesar Rp 616.120,00 dengan jumlah lubang ledak 97 dan jumlah batuan terbongkar sebesar 2.910 m³.

Semakin banyak lubang ledak yang dibuat dan diledakkan, maka biaya peledakan akan semakin besar. Biaya yang dipengaruhi oleh jumlah lubang ledak antara lain biaya bahan peledak, biaya penggunaan bahan bakar dan biaya perawatan alat bor.

Dari data di atas dapat diketahui bahwa biaya peledakan per kubik berbeda-beda karena jumlah lubang ledak dan kedalaman lubang ledak dari setiap peledakan berbeda. Semakin banyak jumlah lubang ledak dan semakin dalam kedalaman lubang ledak maka biaya peledakan per kubik dapat lebih murah.

4.2.3. Rekomendasi Geometri dan Biaya Peledakan

Rancangan geometri yang telah dihitung menghasilkan ukuran Burden 2,21 meter; spasi 2,54 meter; *stemming* 2,21 meter; *Subdrilling* 0,66 meter; kedalaman lubang ledak 5,75 meter dan *powder column* 3,54 meter. Rancangan geometri tersebut diperkirakan dapat menghasilkan volume solid sebesar 33,68 BCM.

Agar mencapai target produksi 4.500 BCM/peledakan, maka diperlukan 134 lubang ledak yang akan menghasilkan batuan 4.513,12 BCM dengan total bahan peledak seberat 1456,28 Kg. Powder factor

yang didapatkan juga lebih ekonomis sebesar 0,32 Kg/BCM.

Selama lima kali peledakan, PT Hansindo memerlukan biaya peledakan rata-rata sebesar Rp 62.348.889,00; biaya peledakan/lubang sebesar Rp 547.273,00; biaya peledakan/kubik sebesar Rp18.254,00 dengan jumlah lubang ledak rata-rata 115 dan volume batuan yang dihasilkan rata-rata sejumlah 3.462 BCM.

Rancangan geometri usulan menghasilkan biaya yang lebih murah dibandingkan biaya peledakan aktual. Biaya peledakan dengan rancangan geometri usulan akan mengeluarkan biaya sebesar Rp 69.666.381,00 dengan biaya per lubang ledak sebesar Rp 519.898,00 dan biaya per kubik sebesar Rp 15.436,00. Biaya per lubang ledak yang dihasilkan oleh rancangan geometri usulan terhitung lebih murah 5,01 % dibanding biaya per lubang ledak dari rata-rata peledakan. Biaya per kubik yang dihasilkan oleh rancangan geometri usulan juga terhitung lebih murah 15,43% dibanding biaya per kubik rata-rata peledakan.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka rancangan geometri dan biaya usulan dapat dipertimbangkan sebagai bahan masukan untuk perusahaan agar menghasilkan biaya peledakan yang lebih ekonomis.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT Hansindo Mineral Persada, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Biaya peledakan yang dikeluarkan oleh PT Hansindo setiap kali melakukan kegiatan peledakan sangat bervariasi, yakni :
 - a. Peledakan pertama tanggal 4 September 2018 memerlukan biaya sebesar Rp 59.763.632,00 dengan volume batuan terbongkar sebesar 2.910 BCM.
 - b. Peledakan kedua tanggal 20 September 2018 memerlukan biaya sebesar Rp 76.859.698,00 dengan volume batuan terbongkar sebesar 4.890 BCM.
 - c. Peledakan ketiga tanggal 22 September 2018 memerlukan biaya sebesar Rp 50.779.899,00 dengan volume batuan terbongkar sebesar 3.120 BCM.
 - d. Peledakan keempat tanggal 27 September 2018 memerlukan biaya sebesar Rp 53.625.582,00 dengan volume batuan terbongkar sebesar 2.940 BCM.
 - e. Peledakan kelima tanggal 6 Oktober 2018 memerlukan biaya sebesar Rp 70.715.632,00 dengan volume batuan terbongkar sebesar 3.450 BCM.
2. Biaya peledakan per lubang yang dikeluarkan oleh PT Hansindo selama waktu penelitian yakni:

- a. Peledakan pertama tanggal 4 September 2019 memerlukan biaya per lubang ledak sebesar Rp 616.120,00 dengan biaya per kubik sebesar Rp 20.537,00.
 - b. Peledakan kedua tanggal 20 September 2019 memerlukan biaya per lubang ledak sebesar Rp 471.532,00 dengan biaya per kubik sebesar Rp 15.718,00.
 - c. Peledakan ketiga tanggal 22 September 2019 memerlukan biaya per lubang ledak sebesar Rp 518.162,00 dengan biaya per kubik sebesar Rp 16.276,00.
 - d. Peledakan keempat tanggal 27 September 2019 memerlukan biaya per lubang ledak sebesar Rp 515.631,00 dengan biaya per kubik sebesar Rp 18.240,00.
 - e. Peledakan kelima tanggal 6 Oktober 2019 memerlukan biaya per lubang ledak sebesar Rp 614.919,00 dengan biaya per kubik sebesar Rp 20.497,00.
3. Rancangan geometri yang diusulkan yaitu :
 - a. Burden 2,21 meter;
 - b. spasi 2,54 meter;
 - c. *Stemming* 2,21 meter;
 - d. *Subdrilling* 0,1 meter;
 - e. kedalaman lubang ledak 5,75 meter;
 - f. jumlah lubang ledak 134 lubang;
 - g. *powder column* 3,54 meter
 - h. berat bahan peledak per lubang 10,87 Kg.Rancangan geometri usulan akan menghasilkan batuan sesuai dengan target produksi sebesar 4.513 BCM yang memerlukan biaya sebesar Rp 69.666.381,00 dengan biaya tiap lubang ledak sebesar Rp 519.898,00 dan biaya per kubik sebesar Rp 15.436,00.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing I, Bapak Budhi Purwoko, S.T., M.T., Dosen Pembimbing II, Ibu Fitriana Meilasari, S.Si., M.T., Dosen Penguji I Ibu Ir. Azwa Nirmala, M.T., Dosen Penguji II Bapak Yoga Herlambang, S.T., M.T. yang penuh kesabaran dan tak henti-hentinya memberikan saran, arahan, bimbingan dan nasehat kepada peneliti dalam penulisan skripsi ini. Serta Pimpinan dan segenap staff di PT Hansindo Mineral Persada yang telah memberikan kesempatan serta bimbingan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrachman, H., Saptono, S. dan Wiyono, B. 2015. Analisis Flyrock Untuk Mengurangi Radius Aman Alat Pada Peledakan OverBurden Penambangan Batubara. **Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-8**. Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta.

- Armansyah, M., Abuamat, H.A.K., dan Asyik, M. 2014. Modifikasi Geometri Peledakan Dalam Upaya Mencapai Target Produksi 80.000 Ton/Bulan dan Mendapatkan Fragmentasi yang Diinginkan Pada Tambang Granit PT Kawasan Dinamika Harmonitama Kabupaten Karimun Kepulauan Riau. **Jurnal**. Palembang: UNSRI.
- Fauzy, M., Widodo, S., dan Jafar, N. 2015. Analisa Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batuan Gamping PT Semen Bosowa Maros Provinsi Sulawesi Selatan. **Jurnal Geomine**, Vol. 03. Desember 2015.
- Haryanto, D. 2010. Evaluasi Ekonomi Proyek Mineral. Yogyakarta: Awan Putih.
- Koesnaryo, S. 2001. Rancangan Peledakan Batuan (Design of Rock Blasting). Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan MINERBA. 2012. Juru Ledak Pada Kegiatan Penambangan Bahan Galian. Bandung: Kementerian ESDM.
- Putri, M. 2018. Optimasi Geometri Peledakan untuk Mencapai Target Fragmentasi dan Diggability dalam Pemenuhan Target Produktivitas Ore di Pit Durian Barat dan Pit South Osela Site Bakan PT J Resources Bolaang, Mongondow, Sulawesi Utara. **Jurnal**. Padang: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
- PT Hansindo Mineral Persada. 2017. Rencana Kerja dan Anggaran Biaya.
- Saismana, U., Cahyanto, H., Hakim, R. N., dan Tohom, J. 2016. Optimasi Biaya Peledakan Pada Pembongkaran Limestone Di Quarry Batugamping. **Jurnal Himasapta**, Vol. 1. No. 2. Agustus 2016 : 31-34
- Santika, A. P. 2012. Kajian Teknis Peledakan Pada Kegiatan Pembongkaran Lapisan Penutup Untuk Meningkatkan Produktivitas Alat Muat di PT Thiess Contractors Indonesia, Melak, Kalimantan Timur. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran".
- Simbolon, A. A. M. 2013. Pengaruh Kuantitas Bahan Peledak Terhadap Produksi Andesit Dan Getaran Di Sudamanik Kecamatan Cigudeg Kabupaten Bogor. **Tesis**. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Simbolon, A. A. M., Yani, M., dan Irzaman. 2015. Dampak Kegiatan Peledakan Pertambangan Andesit Terhadap Lingkungan Pemukiman di Gunung Sudamanik, Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor. **Jurnal Manusia dan Lingkungan** Vol. 22. No.2. Juli 2015: 135-141.
- Sujiman, Hasyim, I., dan Putra, A. 2014. Kajian Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan di Pit 4 Tuc PT Mega Prima Persada Kecamatan Loa Kulu, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. **Jurnal Geologi Pertambangan** Vol. 2. September 2014.
- Sulistijo, B. 2005. Diklat Pengelola Peledakan Bahan Galian Kelas I : Ekonomi Peledakan. Bandung: Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara.
- Susanti, R. Dan Cahyadi, T. A. 2011. Kajian Teknis Operasi Peledakan untuk Meningkatkan Nilai Perolehan Hasil Peledakan di Tambang Batubara Kab. Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. **Seminar Nasional Kebumihan**. Yogyakarta: UPN Veteran.