

**PERENCANAAN ULANG GEOMETRI PELEDAKAN UNTUK MENDAPATKAN
FRAGMENTASI YANG OPTIMUM DI LOKASI PENAMBANGAN FRONT IV
QUARRY PT. SEMEN PADANG**

Febrianto, Dedi Yulhendra, Rijal Abdullah

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Dr Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Tlp. FT: (0751) 7055644, 445118 Fax. 7055644

ABSTRACT

PT. Semen Padang is a national cement company which owned IUP of limestone mining at Bukit Karang Putih, Indarung, Padang-West Sumatera. Limestone is the main composition of cement making. PT. Semen Padang use quarry system in the limestone mining activity at Bukit Karang Putih. Limestone production accomplished by blast activity. The quality of blasting result really determine the success of blast activity. The success parameter of blasting is the fragmentation of resulting stone.

Stone fragmentation evaluation can be done by noticed the blasting geometry. According to today actual blasting geometry, the fragmentation of stone with >100 cm size is 19 % (calculated using Software Split Desktop 3.1). It means that the fragmentation of stone resulting <100 cm is not optimum, so, replan the blasting geometry design in order to optimize the distribution of blasting fragmentation by using R. L. Ash (desain I), ICI-Explosive formulation (design II) and the combination of ICI-Explosive formulation by fitting the field condition (design III).

According to the calculation of actual fragmentation using Software Split Desktop, then design II of blasting geometry is choosen. Based on the fragmentation percentage of stone with >100 cm, geometry design II (0 %) compare with geometry design III (4 %), however, based on the flying rock resulting from blasting, geometry design III is recommended to be set as a new design. According to the change of the geometry, the fragmentation reduction of stone resulting from blasting >100 cm is 15 %.

Keyword: Blasting Geometry Desain, Limestone Fragmentation.

ABSTRAK

PT. Semen Padang merupakan perusahaan semen nasional yang memiliki IUP Penambangan batu kapur di Bukit Karang Putih, Indarung, Padang - Sumatera Barat. Batu kapur merupakan bahan baku utama untuk pembuatan semen. Kegiatan penambangan batu kapur di Bukit Karang Putih oleh PT. Semen Padang dilakukan dengan sistem *quarry*. Kegiatan produksi batu kapur dilakukan dengan kegiatan peledakan. Kualitas dari hasil peledakan sangat menentukan keberhasilan kegiatan peledakan. Parameter keberhasilan dari suatu kegiatan peledakan adalah fragmentasi batuan hasil peledakan.

Evaluasi fragmentasi batuan hasil peledakan dapat dilakukan dengan memperhatikan geometri peledakan. Berdasarkan geometri peledakan aktual saat ini, didapatkan fragmentasi batuan yang berukuran >100 cm sebesar 19 % (perhitungan menggunakan *Software Split Desktop 3.1*). Hal ini menunjukkan fragmentasi batuan hasil peledakan <100 cm belum optimum. Selanjutnya dilakukan perencanaan ulang geometri peledakan untuk mengoptimalkan distribusi fragmentasi peledakan dengan rumusan R. L Ash (desain usulan I), ICI-Explosive (desain usulan II) dan kombinasi rumusan ICI-Explosive dengan penyesuaian kondisi lapangan (desain usulan III).

Berdasarkan hasil perhitungan fragmentasi aktual menggunakan *Software Split Desktop*, maka dipilih geometri peledakan usulan III. Dari segi persentase fragmentasi batuan berukuran >100 cm, geometri usulan II (0 %) dibandingkan dengan geometri usulan III (4 %), akan tetapi dari segi lemparan batuan hasil peledakan (*flying rock*) geometri usulan III lebih direkomendasikan untuk ditetapkan menjadi desain baru. Dari perubahan geometri tersebut, didapatkan penurunan fragmentasi batuan hasil peledakan >100 cm sebesar 15 % .

Kata Kunci: Desain Geometri Peledakan, Fragmentasi Batu Kapur.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dalam industri semen, batu kapur merupakan bahan baku utama. PT. Semen Padang memperoleh batu kapur untuk kebutuhan pabrik dari hasil penambangan di lokasi Tambang *Quarry PT. Semen Padang* yang terletak di Bukit

Karang Putih, Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang. Penambangan batu kapur pada Tambang *Quarry PT. Semen Padang* dilakukan dengan cara tambang terbuka dengan sistem *Type Side Hill Quarry*. Sistem ini merupakan suatu sistem penambangan terbuka yang diterapkan untuk

menambang batuan yang terletak di lereng bukit atau berbentuk bukit.

Dalam aktivitas penambangan batu kapur, PT. Semen Padang melaksanakan pembongkaran batu kapur dengan peledakan. Keberhasilan proses peledakan ditunjukkan oleh fragmentasi batuan hasil peledakan yang sesuai untuk proses selanjutnya, yaitu *loading* dan *crushing*. Pada proses *loading*, fragmentasi batuan berperan dalam mengoptimalkan *digging rate excavator*. Kemudian agar proses *crushing* optimal, ukuran fragmentasi yang dibutuhkan *crusher* juga ditentukan yaitu <100 cm. Oleh karena itu distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan diupayakan harus memenuhi kriteria tersebut.

Namun dari kondisi peledakan yang dilakukan saat ini, fragmentasi batuan masih banyak berukuran besar (*boulder*) atau >100 cm. Sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang geometri peledakan, sehingga fragmentasi batu kapur hasil peledakan akan sesuai dengan kriteria yang ditentukan.

B. Identifikasi Masalah

Pada pengamatan yang dilakukan di lapangan ditemukan bahwa hasil peledakan yang dilakukan di Front IV Tambang Quarry PT. Semen Padang masih menghasilkan fragmentasi dengan ukuran besar (>100 cm). Tetapi distribusi fragmentasi batuan tersebut belum diketahui secara terukur berapa persentasenya.

Beberapa permasalahan yang dapat menyebabkan terjadinya hal di atas adalah sebagai berikut:

1. Geometri peledakan yang diterapkan pada saat ini di Tambang Quarry PT. Semen Padang tidak selalu sesuai untuk diterapkan di semua lokasi front yang ada, mengingat kondisi batuan dan alat bor yang digunakan juga berbeda.
2. Parameter untuk menentukan persentase distribusi fragmentasi secara digital belum ada, sehingga kalau dilakukan secara manual akan menyulitkan dalam pelaksanaan dan hasilnya belum tentu seakurat peralatan digital.

C. Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah pada geometri peledakan dan fragmentasi hasil ledakan batu kapur di lokasi penambangan Front IV Tambang Quarry PT. Semen Padang. Batasan yang didefinisikan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Alat bor yang digunakan adalah Sandvick 05 dengan diameter *button bit* 5,5 inch.
2. Bahan peledak yang digunakan adalah ANFO dan *detonator non-electric* (Nonel).
3. Kriteria fragmentasi ukuran (*size*) batu kapur yang dibutuhkan *crusher* adalah <100 cm.

D. Perumusan Masalah

Peledakan pada tambang *quarry* biasanya digunakan untuk memberaikan batu kapur atau batuan intrusi yang sangat keras. Dalam perencanaannya harus dirancang sesuai kondisi lapangan dan kondisi alat, karena hasil peledakan sangat berpengaruh terhadap efisiensi kerja alat *loading crushing*. Jika hasil peledakan menghasilkan banyak *boulder* tentu akan mempersulit alat tersebut dalam bekerja.

Berdasarkan hal di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Berapa persentase fragmentasi batu kapur hasil peledakan saat ini yang berupa *boulder* (ukuran >100 cm)?
2. Apa yang akan dilakukan untuk merencanakan ulang geometri peledakan, agar fragmentasi batuan hasil peledakannya sesuai dengan kebutuhan?

E. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan penulis melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut ini:

1. Mengungkapkan persentase fragmentasi batu kapur hasil peledakan yang berupa *boulder* (ukuran >100 cm).
2. Merencanakan ulang geometri peledakan menggunakan rumusan R. L Ash dan ICI-Eksplosive, melakukan uji coba langsung di lapangan (*trial and error*), dan melakukan pengolahan data fragmentasi hasil peledakan dari beberapa kali percobaan tersebut menggunakan software Split Desktop 3.1.

F. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diperoleh setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan usulan kepada perusahaan berupa rancangan geometri peledakan untuk mendapatkan fragmentasi batuan dengan ukuran <100 cm.
2. Bagi penulis, sebagai pembuktian dan perbandingan teori-teori atau rumus-rumus perhitungan fragmentasi dan geometri peledakan yang diperoleh di bangku kuliah dengan kondisi nyata di lapangan.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai dalam menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan sebelum, saat, dan sesudah penelitian dilakukan. Literatur yang digunakan berasal dari buku-buku, jurnal dan data perusahaan yang berhubungan dengan penelitian ini.

2. Pengamatan Lapangan

Tahapan ini meliputi pekerjaan pengamatan kegiatan peledakan dan hasil peledakan.

3. Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data yang langsung diperoleh dari pengamatan di lapangan, seperti data geometri peledakan Aktual, data geometri peledakan usulan dan ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan.

b. Data Sekunder

Merupakan data penunjang yang diperoleh dari arsip, dokumen-dokumen dan data-data yang sudah ada di perusahaan yang digunakan sebagai kelengkapan dalam menyelesaikan penelitian, meliputi data spesifikasi alat bor dan bahan peledak.

4. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui:

a. Geometri peledakan aktual

b. Distribusi persentase fragmentasi batuan hasil peledakan aktual.

c. Desain geometri peledakan usulan.

Sebelum dilakukan percobaan terhadap geometri peledakan usulan, dilakukan prediksi distribusi persentase fragmentasi batuan menggunakan rumusan Kuzram, selanjutnya dilakukan beberapa kali percobaan langsung (*trial and error*) terhadap desain geometri peledakan usulan.

d. Distribusi persentase fragmentasi batuan hasil percobaan peledakan menggunakan geometri peledakan usulan.

e. Analisa Data

Pemecahan masalah dilakukan dengan pengolahan dan analisa data menggunakan *software Split Desktop 3.1* yang akan menghasilkan data-data berupa:

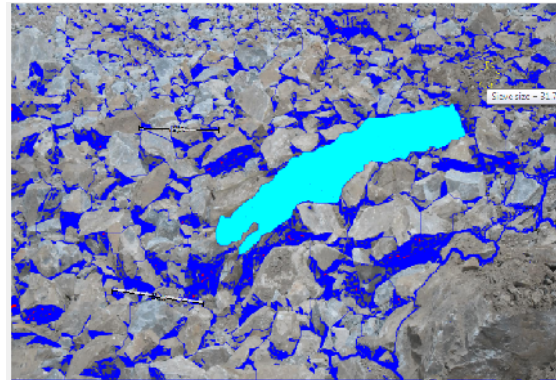
- 1). Distribusi persentase fragmentasi batuan hasil peledakan aktual.
- 2). Desain geometri peledakan usulan yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan perusahaan berdasarkan distribusi persentase fragmentasi hasil peledakan usulan tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

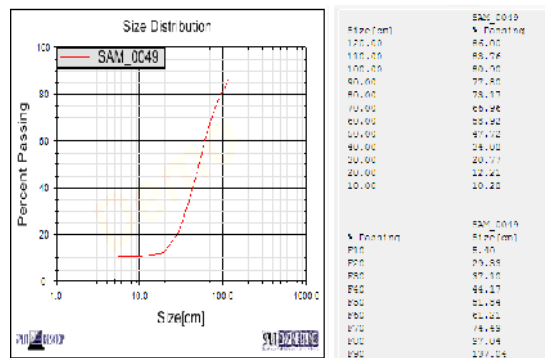
1. Geometri Peledakan dan Fragmentasi Aktual

Variabel geometri peledakan aktual adalah:

- | | |
|------------------------------|------------|
| a) <i>Burden</i> (B) | : 4 m |
| b) <i>Spacing</i> (S) | : 4 m |
| c) Diameter lubang (de) | : 5,5Inchi |
| d) <i>Stemming</i> (T) | : 5,6 m |
| e) Tinggi <i>charging</i> | : 4 m |
| f) Kedalaman lubang | : 9,6 m |
| g) Tinggi jenjang (L) | : 8 m |
| h) <i>Subdrill</i> (J) | : 1,6 m |
| i) Jumlah bahan peledak (PC) | : 52 Kg |
| j) Kekuatan Relatif ANFO | : 100 |
| k) Faktor Batuan | : 8,4 |



Gambar 1. Hasil Pengukuran Fragmentasi Aktual Menggunakan Split Desktop 3.1



Gambar 2. Kurva Hasil Pengolahan Data Fragmentasi Aktual Menggunakan Split Desktop

Dari hasil kurva dan grafik diatas, terlihat bahwa persentase lolos fragmentasi batuan dengan ukuran >100 cm adalah 81 %, dengan kata lain yang tidak lolos adalah 19 %, berarti hasil fragmentasi peledakan aktual belum optimal.

2. Desain Geometri Peledakan Usulan

Dalam usaha memperbaiki fragmentasi batuan, dilakukan perencanaan ulang geometri peledakan menggunakan perbandingan metoda rumusan R. L. Ash dan ICI-Explosive, sehingga didapatkan desain baru yang bisa menghasilkan ukuran fragmentasi batuan lebih optimal.

a. Perhitungan rumusan R. L. Ash (Desain I)

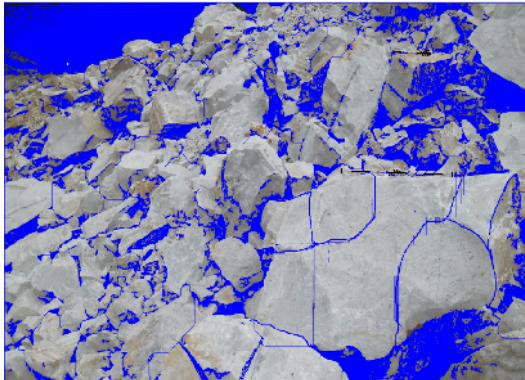
1) Geometri peledakan

Untuk geometri peledakan berdasarkan rumusan R. L. Ash sebagai berikut:

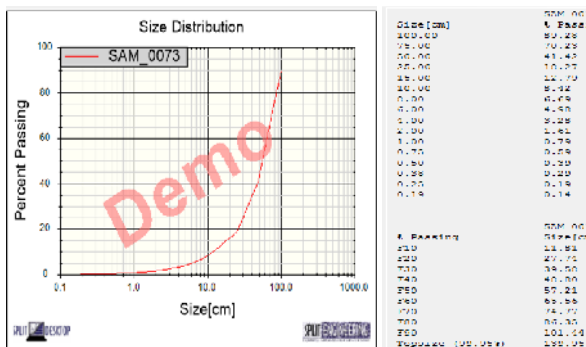
- | | |
|---------------------------|------------|
| a) <i>Burden</i> (B) | : 4 m |
| b) <i>Spacing</i> (S) | : 4 m |
| c) Diameter lubang (de) | : 5,5Inchi |
| d) <i>Stemming</i> (T) | : 5,6 m |
| e) Tinggi <i>charging</i> | : 4 m |
| f) Kedalaman lubang | : 9,6 m |
| g) Tinggi jenjang (L) | : 8 m |
| h) <i>Subdrill</i> (J) | : 1,6 m |
| i) Jumlah Handak (PC) | : 52 Kg |
| j) Kekuatan Relati ANFO | : 100 |
| k) Faktor Batuan | : 8,4 |

2) Fragmentasi batuan

Gambar dan kurva hasil perhitungan fragmentasi desain geometri usulan I setelah diolah dengan menggunakan *Split Desktop* adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Hasil Pengukuran Fragmentasi Desain I Menggunakan Split Desktop 3.1



Gambar 4. Kurva Hasil Pengolahan Data Fragmentasi Desain I dengan Split Desktop 3.1

Dari hasil kurva dan grafik pada gambar 4, terlihat bahwa persentase lolos fragmentasi batuan dengan ukuran >100 cm adalah 89,28 %, dengan kata lain yang tidak lolos adalah 10,72 %, berarti hasil fragmentasi geometri peledakan desain usulan I masih belum optimum.

b. Perhitungan dengan Rumusan ICI-Explosive (Desain II)

1) Geometri peledakan

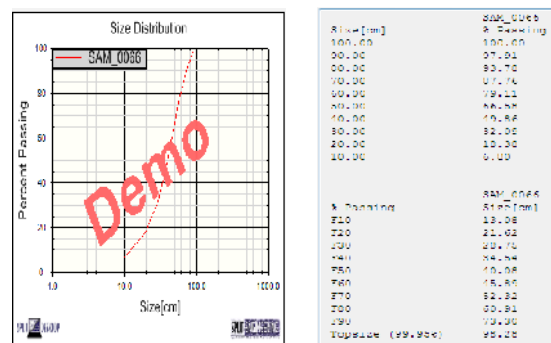
- a) *Burden* (B) : 4 m
- b) *Spacing* (S) : 4 m
- c) Diameter lubang (de) : 5,5Inchi
- d) *Stemming* (T) : 5,6 m
- e) Tinggi *charging* : 4 m
- f) Kedalaman lubang : 9,6 m
- g) Tinggi jenjang (L) : 8 m
- h) *Subdrill* (J) : 1,6 m
- i) Jumlah Handak (PC) : 52 Kg
- j) Kekuatan Relatif ANFO : 100
- k) Faktor Batuan : 8,4

2) Fragmentasi batuan

Gambar dan kurva hasil perhitungan fragmentasi desain geometri usulan II setelah diolah dengan menggunakan *Split Desktop* adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Hasil Pengukuran Fragmentasi Usulan II Menggunakan Split Desktop 3.1



Gambar 6. Kurva Hasil Pengolahan Data Fragmentasi Desain II dengan Split Desktop 3.1

Dari grafik dan kurva pada gambar 6 terlihat bahwa fragmentasi batuan dengan ukuran >100 cm persentase lolosnya 100 %, tetapi banyak batuan berserakan jauh dari *free face*, Sehingga menimbulkan kerja tambahan bagi alat pembersih jalan (*grader*) bahkan alat dorong (*bulldozer*) sebelum dimulainya kegiatan pemuatan (*loading*) dan berdampak jam efektif *excavator* akan berkurang.

c. Perhitungan menggunakan Kombinasi Rumusan ICI-Explosive dengan Penyesuaian Kondisi Lapangan (Desain III)

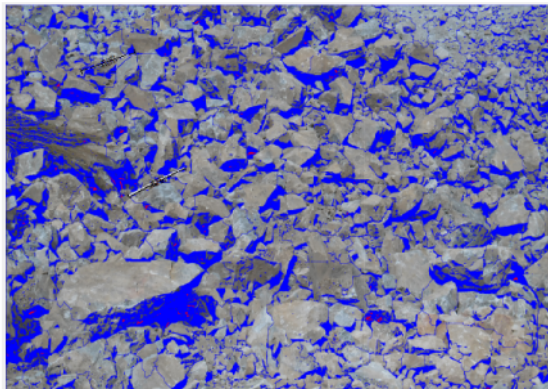
1) Geometri peledakan

- a) *Burden* (B) : 4 m
- b) *Spacing* (S) : 4 m
- c) Diameter lubang (de) : 5,5Inchi
- d) *Stemming* (T) : 5,6 m
- e) Tinggi *charging* : 4 m

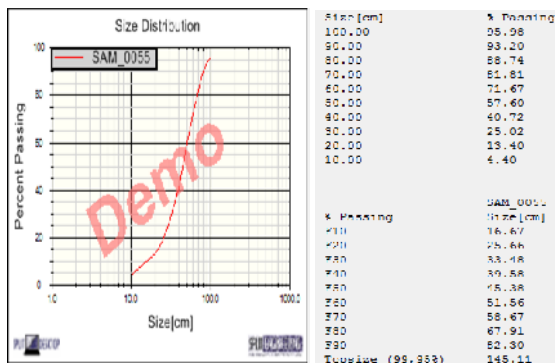
- f) Kedalaman lubang : 9,6 m
- g) Tinggi jenjang (L) : 8 m
- h) *Subdrill* (J) : 1,6 m
- i) Jumlah Handak (PC) : 52 Kg
- j) Kekuatan Relatif ANFO: 100
- k) Faktor Batuan : 8,4

2) Fragmentasi batuan

Gambar dan kurva hasil perhitungan fragmentasi desain geometri usulan III setelah diolah dengan menggunakan *Split Desktop* adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Hasil Pengolahan Foto Fragmentasi Desain III dengan Split Desktop 3.1



Gambar 8. Kurva Hasil Pengolahan Data Fragmentasi Desain III dengan Split Desktop 3.1

Dari grafik dan kurva pada gambar 8 terlihat bahwa fragmentasi batuan dengan ukuran >100 cm persentase lolosnya adalah dan 95.98 %, dengan kata lain yang tidak lolos 4 %. Lemparan batuan (*flying rock*) yang berserakan jauh dari *free face* seperti desain geometri usulan II sudah tidak ada lagi. Karena kedalaman *stemming* sudah dirubah dari 4,2 m menjadi 4,6 m (bertambah 0,4 m), sehingga menimbulkan tekanan yang lebih besar untuk dapat mencegah energi peledakan terdistribusi ke bagian atas lubang ledak.

Setelah mendapatkan 3 desain geometri peledakan yang baru (usulan I, usulan II dan

usulan III), berdasarkan struktur geologi (kekar dan rekahan) yang terdapat di lokasi penelitian dan mempertimbangkan efektifitas alat muat-alat angkut (*loading-hauling*), maka dipilih desain geometri peledakan usulan III. Hasil perbandingan geometri peledakan sebelum dan sesudah perencanaan ulang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Geometri dan Fragmentasi Peledakan Sebelum dan Sesudah Perencanaan Ulang

Variabel Geometri	Geometri Peledakan Aktual	Geometri Peledakan Usulan I	Geometri Peledakan Usulan II	Geometri Peledakan Usulan III
Diameter mata bor	5,5 Inchi	5,5 Inchi	5,5 Inchi	5,5 Inchi
<i>Burden</i> (B)	4 m	4,2 m	3,5 m	3,5 m
<i>Spacing</i> (S)	4 m	4,2 m	3,5 m	4 m
Kedalaman lubang ledak (H)	9,6 m	9,6 m	9,6 m	9,6 m
Tinggi jenjang yang (L)	8 m	8,34 m	8,4 m	8 m
<i>Subdrilling</i> (J)	1,6 m	1,26 m	1,2 m	1,6 m
Kolom bahan peledak (PC)	4 m	5,4 m	5,4 m	5 m
<i>Stemming</i> (T)	5,6 m	4,2 m	4,2 m	4,6 m
Jumlah bahan peledak/lubang	52 Kg	70 Kg	70 Kg	65 Kg
<i>Powder factor</i> (PF)	0,16 Kg/Ton	0,18 Kg/Ton	0,26 Kg/Ton	0,22 Kg/Ton
Fragmentasi >100 cm (Kuzram)	18,28 %	9,21 %	3 %	4 %
Fragmentasi >100 cm (Split Desktop)	19 %	10,72 %	0 %	4 %

IV. Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

1. Fragmentasi batuan hasil peledakan aktual ukuran (size) >100 cm berdasarkan hasil perhitungan dengan *Split Desktop* 3.1. belum optimum (19 %). Oleh karena itu, diperlukan perencanaan ulang geometri peledakan untuk mencari desain baru yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan lokasi penelitian.
2. Berdasarkan struktur geologi (kekar dan rekahan) yang terdapat di lokasi penelitian dan mempertimbangkan efektifitas alat muat- alat angkut (*loading-hauling*), maka dipilih desain geometri peledakan usulan III dengan hasil fragmentasi batuan >100 cm sebesar 4 %, maka didapat penurunan persentase fragmentasi batuan sebelum dan sesudah perubahan geometri sebesar 15 %.

B. Saran

Agar mendapatkan dapat hasil peledakan yang optimum maka penggunaan bahan peledak dan pengisian bahan peledak kedalam lubang ledak diharapkan sesuai perencanaan.

DAFTAR RUJUKAN

- Anonim, (1989), “*Handbook of Blasting Tables*”, ICI Explosives Australia Operations Pty Ltd, Sydney, hal. 36.
- Anonim, (2007), “Teknik Peledakan”, Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung, hal 26-27.
- Anonim, (2013), “Split Desktop 3.1”, <http://www.spliteng.com/split-desktop/>, diakses tanggal 5 November 2013.
- Anonim, (2013), “Panduan Tugas Akhir Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang”, <http://pertambangan.ft.unp.ac.id/wp-content/uploads/2013/05/PANDUAN-TUGAS-AKHIR-TA-S1-Teknik-Pertambangan.pdf>, diakses tanggal 5 September 2013.
- Ash, R. L., (1963), “*The Mechanics of Rock Breakage*, Pit & Quarry Magazine”, Sept and Oct, Hal. 75-93.
- Heri, (2012), “Kajian Teknis Geometri Peledakan di PT. Semen Padang Indarung Sumatera Barat”, Skripsi S1 Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya, Inderalaya.
- Jimeno, C.L., (1995), “*Drilling and Blasting of Rocks*”, A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, Netherlands. hal. 191.
- Koesnaryo S. (2001), “Rancangan Peledakan Batuan”, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta, hal. 8 – 12.
- Mc. Gregor K. (1957), “*The Drilling Of Rock*” Cr. Books Ltd, A Maclaren Company, London.
- Rangga, (2012), “Kajian Teknis Geometri Peledakan Pada *Quarry* Tambang Granit PT. Trimegah Perkasa Utama Kabupaten Karimun Kepulauan Riau”, Srikpsi S1 Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya, Indralaya
- Tamrock, (1988), “*Surface Drill and Blasting*”, Finlandia.
- Toha, M. Taufik, (2000), “Teknik Peledakan Tambang Terbuka” Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang, hal. III-2 s/d III-10.

LAMPIRAN 1 FAKTOR BATUAN

Untuk mendapatkan *Blastability Index* (BI), parameter-parameter yang diperlukan adalah:

1. Diskripsi massa batuan (RMD), dimana batu kapur di lokasi penambangan bukit karang putih termasuk material keras.
2. Spasi kekar, dimana keadaan spasi kekar di lokasi penambangan mempunyai jarak antar rekahan rata-rata > 1 m.
3. Pola kekar batu kapur di lokasi penambangan termasuk dalam *dip out to face*.
4. *Specific gravity* batu gamping adalah 2,6 ton/m³
5. Kekerasan batu kapur berdasarkan skala Mohs adalah 5.

Tabel 2. Pembobotan Massa Batuan

No	Parameter	Pembobotan	Keterangan
1	<i>Rock Mass Description</i> (RMD)	50	<i>Massive</i>
2	<i>Joint Plane Spacing</i> (JPS)	50	<i>Wide (> 1 meter)</i>
3	<i>Joint Plane Orientation</i> (JPO)	20	<i>Dip out to face</i>
4	<i>Specific Gravity Influence</i> (SGI)	15	$SGI = (25 \times SG) - 50$
5	<i>Hardness</i>	5	<i>Skala Mohs</i>

LAMPIRAN 2
KONDISI GEOMETRI PELEDAKAN AKTUAL

Alat bor : Sandvik DP1100
Lokasi : Front IV

Tabel 3. Geometri Peledakan Aktual

No	H (m)	B (m)	S (m)
1	9,7	4	4
2	9,6	4	4,1
3	10	4,1	4,1
4	10	4,2	4
5	9,1	4,2	4
6	9,1	4	4,2
7	9,2	4,2	4,1
8	9,8	4	4
9	9,5	3,9	3,8
10	9,1	3,8	4,1
11	9,2	4,2	4
12	9,7	4	4,2
13	9,8	4	4
14	9,8	4,1	4
15	9,4	4	4
16	9,6	4	4
17	9,2	4	4
18	9,9	4,1	4,2
19	9,3	4,2	4
20	9,7	4,2	3,8
21	9,6	4,2	4,2
22	9,7	4	4
23	9,7	4	4,2
24	9,3	4,2	4
25	10	4,2	4,2
26	9,9	4	4
27	9,3	4,2	4,2
28	9,2	4	4,2
29	10,3	4	4
30	10	3,8	4,2
31	9,2	4	4
32	9,4	4	4
33	9,6	4,1	4
34	9,6	4	4
35	9,6	4,2	4,2
36	9,7	4	4
37	9,8	3,8	4,2
38	9,4	3,9	4
39	10	4	4
40	10	3,8	4
Total	384	161,6	162
Rata - Rata	9,6	4,04	4,05

- Panjang *Burden* rata-rata (B) 4 meter
- Panjang *Spasi* rata-rata (S) 4 meter
- Kedalaman lubang bor total (H) 9,6 meter
- Panjang isian bahan peledak (PC):
Berdasarkan pengamatan lapangan, bahan peledak (ANFO) untuk satu lubang bor sebanyak 52 kg.
Berat jenis ANFO = 0,85 ton/m³.
Berat jenis 0,85 ton/m³ = berat (ton)*massa(m³)
0,85 ton/m³ = 52 kg/cm³
Cm³ = (52 kg/850 kg)* 1.000.000cm³
= 61.176 cm³

Volume bahan peledak dalam lubang bor adalah 61.176 cm³

Volume bahan peledak dalam lubang bor adalah
= Luas lingkaran x tinggi isian bahan peledak
= 3,14 x r² x tinggi isian bahan peledak
61.176cm³ = 3,14 x 7² x tinggi isian bahan peledak.

Tinggi lubang bor yang diisi bahan peledak (PC)
= 61.176 cm³/153,86cm²
= 397,60 cm
= 3,976 meter 4 meter

- Panjang *Stemming*(T) = H – PC.
= 9,6 meter – 4 meter.
= 5,6 meter.
- *Subdrilling* (J) = H – L
= 9,6 – 8 m
= 1,6 Meter
- *Loading density* (de) = 0,34 x (De)² x SGe x 1,48
= 0,34 x (5,5)² x 0,85 x 1,48
= 12,93 kg/m 13 kg/m

- Dari geometri peledakan di atas, maka dapat dihitung volume batuan yang diledakkan tiap lubang, yaitu:

$$V \text{ (insitu)} = B \times S \times L$$

$$= 4 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 8 \text{ m}$$

$$= 128 \text{ m}^3$$

$$B_j \text{ (berat jenis batuan)} = 2,6 \text{ Ton}$$

$$\text{Volume Peledakan Per Peledakan} = V \times n \times B_j$$

$$= 128 \times 50 \times 2,6 = 16.640 \text{ Ton}$$

- *Pemakaian Bahan Peledak*
Qe = de x PC x n
= 13 kg/m x 4 m x 50 lubang
= 2600 kg

- *Powder Factor*
$$PF = \frac{W}{E}$$

$$PF = \frac{2600 \text{ Kg}}{16.640 \text{ Ton}}$$

= 0,166 Kg/Ton

LAMPIRAN 3
EVALUASI GEOMETRI PELEDAKAN
MENURUT RUMUSAN R. L ASH

1. Geometri Peledakan

$De = 5,5 \text{ inchi} = 0,140 \text{ m}$
 $Kb_{std} = 30$
 $SG \text{ handak} = 0,85$
 $SG \text{ handak}_{std} = 1,2$
 $SG \text{ Batuan} = 2,6 \text{ Ton/m}^3 = 162,32 \text{ lb/ft}^3$
 $SG \text{ Batuan}_{std} = 2,5 \text{ Ton/m}^3 = 156 \text{ lb/ft}^3$
 $Ve = 4.500 \text{ m/s} = 14.763 \text{ f/s}$
 $Ve_{std} = 12.000 \text{ f/s}$

$$AF_1 = \left[\frac{SG \text{ Emulsion} \times (Ve \text{ ANFO})^2}{SG \text{ std} \times (Ve \text{ Std})^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$AF_1 = \sqrt[3]{\frac{0,85 \times (14.763)^2}{1,2 \times (12.000)^2}}$$

$$= \sqrt[3]{1,072}$$

$$= 1,02$$

$$AF_2 = \left[\frac{D \text{ std}}{D \text{ batuan}} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$AF_2 = \sqrt[3]{\frac{156}{162,32}}$$

$$= \sqrt[3]{0,961}$$

$$= 0,986$$

$$Kb = Kb_{standar} \times AF_1 \times AF_2$$

$$= 30 \times 1,02 \times 0,986$$

$$= 30,1716$$

a. *Burden* (B)

$$B = \frac{Kb \times De}{12}$$

$$= \frac{30,1716 \times 5,5}{12}$$

$$= 13,82 \text{ feet}$$

$$= 4,2123 \text{ m}$$

$$4,2 \text{ m}$$

b. *Spacing* (S)

$$S = 1B = 1 \times 4,2 = 4,2 \text{ m}$$

c. Kedalaman lubang ledak (H) = 9,6 m disesuaikan dengan keadaan di lapangan.

d. *Subdrilling* (J)

$$J = 0,3 B$$

$$= 0,3 \times 4,2 \text{ m}$$

$$= 1,26 \text{ m}$$

e. *Tinggi jenjang* (L)

$$L = H - J$$

$$= 9,6 - 1,26 \text{ m}$$

$$= 8,34 \text{ m}$$

f. *Stemming* (T)

$$T = 1B = 4,2 \text{ m}$$

g. *Panjang kolom isian* (PC)

$$PC = H - T$$

$$= 9,6 - 4,2 \text{ m}$$

$$= 5,4 \text{ m}$$

2. Volume Peledakan Per lubang dan Jumlah Bahan Peledakan Per lubang

a. *Volume peledakan per lubang ledak*

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

$$= 4,2 \text{ m} \times 4,2 \text{ m} \times 8,34 \text{ m}$$

$$= 147,12 \text{ m}^3$$

b. *Loading Density* (de)

$$= 0,34 \times (De)^2 \times SGe \times 1,48$$

$$= 12,93 \text{ kg/m} \quad 13 \text{ kg/m}$$

c. *Bahan peledak per lubang* (W)

$$= PC \times de$$

$$= 5,4 \text{ m} \times 12,93 \text{ kg/m}$$

$$= 70,2 \text{ kg} \quad 70 \text{ kg}$$

d. *Pemakaian Bahan Peledak* (Qe)

$$Qe = de \times PC \times n$$

$$= 13 \text{ kg/m} \times 5,4 \text{ m} \times 50 \text{ lubang}$$

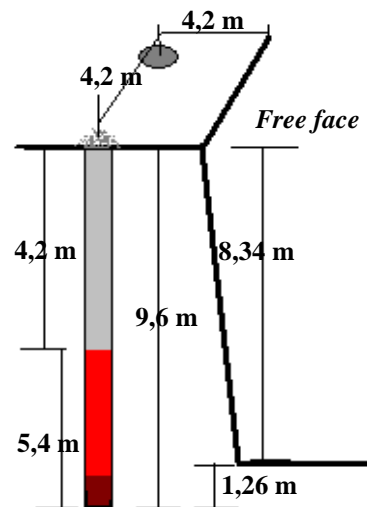
$$= 3500 \text{ kg}$$

e. *Powder Factor*

$$PF = \frac{Qe}{B \times S \times L \times n} \quad 2,6$$

$$PF = \frac{3500 \text{ Kg}}{19125,3 \text{ Ton}}$$

$$= 0,18 \text{ kg / m}^3$$



Gambar 9. Sketsa Geometri Menurut R. L. Ash

LAMPIRAN 4
EVALUASI GEOMETRI PELEDAKAN
MENURUT ICI-EXPLOSIVE

1. Perubahan Geometri Peledakan

Diameter (d) = 5,5 inchi = 0,14 m

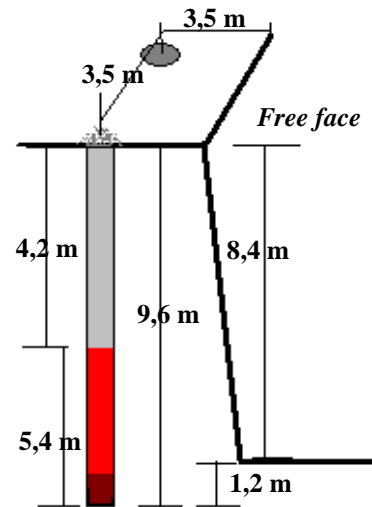
- a. Tinggi jenjang (L)
 - = 60d – 140 d, dipilih 60d
 - = 60 x 0,140 m
 - = 8,4 m
- b. *Burden* (B)
 - B = 25d – 30d, dipilih 25d
 - = 25 x 0,140 m
 - = 3,5 m
- c. *Spacing* (S)
 - S = 1B – 1,5B, dipilih 1B
 - = 3,5 m
- d. Kedalaman lubang ledak (H) = 9,6 m disesuaikan dengan keadaan di lapangan.
- e. *Subdrilling* (J)
 - J = H – L
 - = 9,6 m – 8,4 m
 - = 1,2 m
- f. *Stemming* (T)
 - T = 20d – 30d
 - = 30 x 0,140 m
 - = 4,2 m
- g. Panjang kolom isian (PC)
 - PC = H – T
 - = 9,6 – 4,2 m
 - = 5,4 m

e. *Powder Factor*

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

$$PF = \frac{3500 \text{ Kg}}{13.377 \text{ Ton}}$$

$$= 0,26 \text{ Kg/Ton}$$



Gambar 10. Sketsa Evaluasi Geometri Menurut ICI- Explosive

2. Perhitungan Volume Peledakan dan Bahan Peledakan Per Lubang

- a. Volume peledakan per lubang ledak
 - = B x S x L
 - = 3,5 m x 3,5 m x 8,4 m
 - = 102,9 m³

Bj (berat jenis batuan) = 2,6 Ton
Volume Peledakan Per Peledakan
= Volume x n x Bj
= 102,9 x 50 x 2,6 = 13.377 Ton
- b. *Loading Density* (de)
 - = 0,34 x (De)² x SGe x 1,48
 - = 0,34 x (5,5)² x 0,85 x 1,48
 - = 12,93 kg/m³ 13 kg/m³
- c. Bahan peledak per lubang
 - = PC x de
 - = 5,4 m x 12,93 kg/m³
 - = 69,8 kg 70 kg
- d. Bahan peledak per peledakan (W)
 - = de x n
 - = 70 x 50
 - = 3500 kg

LAMPIRAN 5
GEOMETRI PELEDAKAN MENUNAKAN
KOMBINASI RUMUSAN ICI-EXPLOSIVE
SESUAI DENGAN KONDISI LAPANGAN

1. Perubahan Geometri Peledakan

- Diameter (d) = 5,5 inchi = 0,14 m
- Tinggi jenjang (L) disesuaikan dengan kondisi lapangan
 = dipilih 57,14d
 = 57,14 x 0,140 m
 = 0,79 m 8 m
 - Burden* (B)
 B = 25d – 30d, dipilih 25d
 = 25 x 0,140 m
 = 3,5 m
 - Spacing* (S)
 S = 1B – 1,5B, dipilih 1,14B
 = 4 m
 - Kedalaman lubang ledak (H) = 9,6 m, disesuaikan dengan keadaan di lapangan.
 - Subdrilling* (J)
 J = H – L
 = 9,6 m – 8 m
 = 1,6 m
 - Stemming* (T)
 T = 33d (Disesuaikan dengan kondisi lapangan)
 = 33 x 0,140 m
 = 4,6 m
 - Panjang kolom isian (PC)
 PC = H – T
 = 9,6 – 4,6 m
 = 5 m

2. Perhitungan Volume Peledakan dan Bahan Peledak

- Volume peledakan per lubang ledak
 = B x S x L
 = 3,5 m x 4 m x 8 m
 = 112 m³
 Bj (berat jenis batuan) 2,6 Ton
 Volume Peledakan Per Peledakan
 = Volume x n x Bj
 = 112 x 50 x 2,6 = 14.560 Ton
- Loading Density* (de)
 = 0,34 x (De)² x SGe x 1,48
 = 0,34 x (5,5)² x 0,85 x 1,48
 = 12,93 kg/m
- Bahan peledak per lubang
 = PC x de
 = 5 m x 13 kg/m
 = 65 kg

- Bahan peledak per peledakan

$$(W) = de \times n$$

$$= 65 \times 50$$

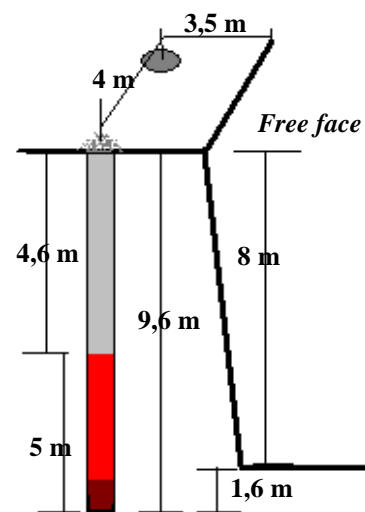
$$= 3250 \text{ kg}$$

e. *Powder Factor*

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

$$PF = \frac{3250 \text{ Kg}}{14.560 \text{ Ton}}$$

$$= 0,22 \text{ Kg/Ton}$$



Gambar 11. Sketsa Evaluasi Geometri Menurut ICI- Explosive