

**PROYEK AKHIR**

**TAMBANG TERBUKA BATU ANDESIT  
PT. ANSAR TERANG CRUSHINDO**

**“Evaluasi Geometri dan fragmentasi peledakan aktual dengan menggunakan teori rumus R.l. Ash dan teori rumus Kuz-ram di PT. Ansar Terang Crushindo Nagari Mangilang Koto Baru Pangkalan”**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Menyelesaikan Program D-3 Teknik Pertambangan*



Oleh:

**MUHAMMAD HAVIZD RIZALDI**  
**BP.1208458/2012**

**Konsentrasi : Tambang Umum**  
**Program Studi : D3 Teknik Pertambangan**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

PROYEK AKHIR

"Evaluasi Geometri dan Fragmentasi Peledakan Aktual dengan Menggunakan Rumusan R.I. Ash dan Metode Kuzram pada PT. Ansar Terang Crushindo Nagari Manggilang, Koto Baru Pangkalan"

Oleh:

Nama : MUHAMMAD HAVIZD RIZALDI  
TM/NIM : 2012/1208458  
Konsentrasi : Pertambangan Umum  
Program Studi : D-3 Teknik Pertambangan

Disetujui Oleh:  
Dosen Pembimbing,



Drs. Sumarya, M.T  
NIP. 19520911 198103 1 003

Diketahui Oleh:

Ketua Jurusan  
Teknik Pertambangan



Drs. Bambang Heriyadi, MT  
NIP.19641114 198903 1 002

Ketua Program Studi  
D-3 Teknik Pertambangan



Drs. Tamrin Kasim, MT  
NIP. 19530810198602 1 001

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN

PROYEK AKHIR



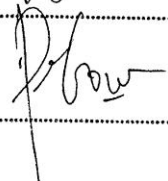
Dinyatakan Lulus Oleh Tim Penguji Proyek Akhir  
Program Studi D-3 Teknik Pertambangan Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang

“Evaluasi Geometri dan Fragmentasi Peledakan Aktual dengan  
Menggunakan Rumusan R.I. Ash dan Metode Kuzram pada PT. Ansar  
Terang Crushindo Nagari Manggilang, Koto Baru Pangkalan”

Nama : Muhammad Havizd Rizaldi  
TM/NIM : 2012/1208458  
Konsentrasi : Pertambangan Umum  
Program Studi : D-3 Teknik Pertambangan

Padang, Agustus 2015

Tim Penguji:

NAMA	TANDA TANGAN
1. Drs. Sumarya, M.T	1. 
2. Drs. Raimon Kopa, M.T	2. 
3. Heri Prabowo, ST., MT	3. 



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK  
**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN**  
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131  
FT: (0751)7055644, 445118 Fax : 7055644  
Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail : [mining@ft.unp.ac.id](mailto:mining@ft.unp.ac.id)



### SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD HAVIZD RIZALDI  
NIM/TM : 1208458 / 2012  
Program Studi : D3 Teknik Pertambangan  
Jurusan : Teknik Pertambangan  
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul  
"Evaluasi Geometri dan fragmentasi Peledakan aktual dengan  
Menggunakan teori rumus kuz - ram di PT. Ansar Terang  
Cibuhindo Nagari Mangilang Koto Baru Pangkalan"

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara. Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,  
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

**Drs. Bambang Heriyadi, MT**  
NIP. 19641114 198903 1 002

Saya yang menyatakan,



F.1 - PPK - 12  
Tanggal Terbit 06-04-2009

## BIODATA



### **I. Data Diri**

Nama Lengkap : Muhammad Havizd Rizaldi  
No. Buku Pokok : 1208458  
Tempat / Tanggal lahir : Padang / 03 April 1994  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Nama Bapak : Erizal  
Nama Ibuk : Gusma yenti  
Jumlah Bersaudara : 4 (empat) orang  
Alamat tetap : Komplek taruko III blok o no 5(balai baru.kuranji padang)  
Telp./HP : 082288483658

### **II. Data Pendidikan**

Sekolah Dasar : SDN 10 Sungai sapih Balai baru  
Sekolah Lanjutan Pertama : SMP Negri 18 padang  
Sekolah Lanjutan Atas : SMK Taman Siswa Padang  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

### **III. PROYEK AKHIR**

Tempat kerja prakek : PT. Ansar Terang Crushindo  
Tanggal kerja praktek : 9 Februari 2015 – 8 April 2015  
Sidang proyek akhir :  
Topik studi kasus : **Evaluasi Geometri dan fragmentasi peledakan aktual dengan menggunakan teori rumus R.I.Ash dan teori rumus Kuzram di PT.Ansar Terang Crushindo Nagari Manggilang Koto Baru Pangkalan**

## RINGKASAN

PT. Ansar Terang Crushindo adalah perusahaan yang bergerak pada usaha pertambangan batu andesit. PT. Ansar Terang Crushindo melakukan usaha pertambangan di desa pangkalan, Kecamatan pangkalan koto baru, Provinsi Sumatera barat. PT. Ansar Terang crushindo menggunakan metoda open pit dengan system *drilling* dan *blasting*.

Geometri peledakan yang diterapkan menggunakan *burden* dan *spacing* rata-rata ( $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ ), dengan kedalaman rata-rata 2,5 meter dan *powder factor* yang dihasilkan adalah  $0,20\text{ kg/m}^3$ . Berdasarkan *fragmentasi* yang dihasilkan dengan menggunakan metode Kuz-Ram adalah ( $0,38\text{m} < 1\text{ m}$ ).

Setelah dilakukan perubahan geometri peledakan usulan dengan *burden* dan *spacing* ( $2\text{ m} \times 3\text{ m}$ ), kedalaman 3 meter dan *powder factor* yang dihasilkan meningkat menjadi  $0,28\text{ kg/m}^3$ . *Fragmentasi* yang dihasilkan dengan metode Kuz-Ram adalah ( $0,29\text{m} < 1\text{m}$ ) jadi hasil *fragmentasi* menjadi lebih kecil.

### ***ABSTRACT***

PT . Ansar Crushindo Light is a company engaged in the mining business andesite . PT . Ansar Light Crushindo doing mining business in the base village , subdistrict new koto base , west Sumatra province . PT . Ansar Light crushindo using an open pit method with drilling and blasting system .

Geometry blasting applied using a burden and an average spacing ( 2 m  $\times$  2 m ) , with an average depth of 2.5 meters and the resulting powder factor is 0.20 kg / m . Based on the resulting fragmentation using Kuz - Ram is ( 0,38m < 1 m ) .

After blasting geometry changes proposed by the burden and spacing ( 2 m  $\times$  3 m ) , depth of 3 meters and the resulting powder factor increased to 0.28 kg / m<sup>3</sup> . Fragmentation is produced by the method of Kuz - Ram is ( 0,29m < 1m ) so the result of fragmentation becomes smaller

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmad dan karunianya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Praktek Lapangan Industri yang berjudul **“Evaluasi Geometri dan fragmentasi peledakan aktual dengan menggunakan teori rumus R.I. Ash dan teori rumus Kuz-ram di PT. Ansar Terang Crushindo Nagari Mangilang Koto Baru Pangkalan”**.

Salawat dan salam tidak lupa kita kirimkan kepada nabi Muhammad SAW. Proyek Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Diploma-3 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan petunjuk dan mengingatkan penulis untuk selalu bersyukur terhadap apa yang didapat setiap hari.
2. Kedua orang tua penulis yang selalu mendukung dan memberikan doa.
3. Bapak Drs. Sumarya, M.T selaku dosen pembimbing Praktek Lapangan Industri.
4. Bapak Dedy Yulhendra, ST selaku dosen Penasehat Akademis.
5. Bapak Drs. Remon Kopa, M.T selaku koordinator PLI Jurusan Teknik Pertambangan.
6. Bapak Drs. Tamrin, M.T selaku ketua Program Studi D-3 Teknik Pertambangan.
7. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan.
8. Seluruh dosen pengajar dan staf Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
9. Bapak Drs. Bahrul Amin, ST, M.Pd, selaku Ketua Unit Hubungan Industri Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
10. Bapak Drs. Syahril, ST,M.Sc,Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.



11. Bapak Suryadi selaku General Manager di PT. Ansar Terang Crushindo yang memberi pengarahannya dan nasehat agar kegiatan praktek lapangan berjalan lancar.
12. Yulizar Karnadi, ST selaku pembimbing lapangan yang memberi bimbingan dan masukan demi kegiatan praktek lapangan.
13. Bapak Suyitno, selaku Kepala Teknik Tambang PT. Ansar Terang Crushindo.
14. Seluruh Karyawan PT. Ansar Terang Crushindo.
15. Teman-teman yang memberi semangat demi menyelesaikan laporan ini.

Terima kasih kepada Abu-Abu said, Al afdil fadli, Ovi okrian JKT 48 owner padang, Okta reloate, Hidaytul Iksan, Riko Gabuang, Yoga, Arif ajo, kak Keke dan semua rekan-rekan seperjuangan.

Dan untuk Lisa indra yang selalu menemani dan memberikan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan Proyek Akhir ini jauh dari kesempurnaan, karena itu penulis mengharapkan masukan, kritik dan saran yang dapat membangun dari seluruh pihak demi kesempurnaan Proyek Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga Proyek Akhir ini bermanfaat terutama untuk penulis sendiri dan bagi pembaca yang memerlukan.

Padang, Agustus 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR.....</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN UJIAN PROYEK AKHIR .....</b>	
<b>SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....</b>	
<b>BIODATA .....</b>	<b>v</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	2
C. Batasan Masalah.....	2
D. Rumusan Masalah .....	2
E. Tujuan Penelitian .....	3
F. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II KAJIAN TEORI</b>	
A. Pemboran .....	4
B. Peledakan .....	11
C. Volume Hasil Peledakan .....	39
D. Kerangka konsptual.....	45

### **BAB III METODOLOGI PEMECAHAN MASALAH**

A. Jadwal Kegiatan .....	46
B. Jenis Studi Kasus .....	47
C. Lokasi Penelitian.....	47
D. Data dan Teknik Pengambilan Data.....	47
E. Metode Analisis Data.....	49
F. Diagram Alir .....	55

### **BAB IV Analisa Data dan Pembahasan**

A. Geometri peledakan .....	56
B. Geometri Peledakan Rekomendasi .....	62
C. Pembahasan.....	62

### **BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	71
B. Saran.....	72

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Geometri Peledakan menurut Teori R.L Ash

Gambar 2. Pola Pemboran Bujur Sangkar

Gambar 3. Pola Pemboran Persegi Panjang

Gambar 4. Pola Pemboran Selang-seling

Gambar 5. Pemilihan Arah Pemboran terhadap hasil peledakan

Gambar 6. Pengaruh Diameter lubang terhadap panjang *stemming*

Gambar 7. Pola Peledakan

Gambar 8. Arah Peledakan Menuju Sudut Tumpul

Gambar 9. blastmat

Gambar 10. Blasting Ohm meter

Gambar 11. *Lead wire*

Gambar 12. Detonator listrik

Gambar 13. Anfo

Gambar 14. power gel

Gambar 15. (kondom)

Gambar 16 : Burden

Gambar 17: Spasi

Gambar 18 : Stemming

Gambar 19 : Subdrilling

Gambar 20: Kedalaman lubang ledak

Gambar 21: Arah Peledakan

## **Daftar tabel**

Tabel 1. Bobot Nilai Tiap Parameter Untuk Penentuan Indeks

Tabel 2. jadwal kegiatan

Tabel 3.daerah

Tabel 4. Tabel perbandingan

Tabel 5 . Nilai pembobotan

Tabel 6. Pembobotan

Tabel 7.kondisi batuan

Tabel 8. Persentase tingkat kelolosan batuan hasil peledakan

geometri perusahaan

Tabel 9. Nilai pembobotan

Tabel 10. Pembobotan

Tabel 11. Kondisi batuan

Tabel 12. Persentase tingkat kelolosan batuan hasil peledakan

geometri usulan

Tabel 13.perbandingan

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

PT. Ansar Terang Crushindo merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan dan *crusher*. PT. Ansar Terang Crushindo melakukan penambangan batuan andesit, yaitu batuan yang memiliki tingkat kekerasan yang cukup tinggi yaitu dengan nilai 7 skala mosh, sehingga PT. Ansar Terang Crushindo menerapkan metode *drilling and blasting* dalam penambangannya.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, hasil dari proses pelaksanaan peledakan di PT. Ansar Terang Crushindo belum sempurna karena banyak terdapat *boulder* dengan jumlah yang cukup besar yaitu berkisar antara 20% - 30%, serta efek bunyi dan efek getaran dari proses peledakan sangat mengganggu kenyamanan masyarakat jorong Pauh Anak karena efek tersebut terasa kepemukiman warga diakibatkan jarak yang dekat yaitu  $\pm 450$  m dari daerah penambangan. Kemudian banyaknya *boulder* juga menyebabkan terjadinya penyempitan area penambangan sehingga berdampak pada keserasian alat muat dan alat angkut dalam beroperasi.

Kemudian untuk besarnya fragmentasi hasil peledakan (*boulder*) sangat mempengaruhi proses produksi, karena hasil peledakan tidak dapat di proses oleh *crusher* secara keseluruhan mengingat ukuran maksimal yang dapat diproses oleh crusher yaitu  $< 75$  cm, sehingga perlu dilakukan kajian khusus tentang hasil dari fragmentasi peledakan di PT. Ansar Terang

Crushindo ini dengan judul “**Evaluasi Perbandingan Antara Geometri Dan Fragmentasi Peledakan Aktual Dengan Menggunakan Teori Rumus R.L. Ash dan Teori Rumus Kuz-Ram di PT. Ansar Terang Crushindo**”.

## **B. Identifikasi Masalah**

Dalam pelaksanaan studi kasus identifikasi masalah bertujuan untuk mempermudah dalam penyelesaian masalah yang akan di bahas, sehingga pada tahap penyelesaian masalah tersebut dapat terurut dengan baik.

Dari latar belakang penelitian ini dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

- 1) Adanya *boulder* dengan jumlah yang besar
- 2) Area penambangan menjadi sempit akibat tumpukan *boulder*
- 3) Efek bunyi dan getaran dari proses peledakan yang cukup keras

## **C. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini penulis membatasi ruang lingkup pembahasan mengenai hasil dari fragmentasi peledakan yaitu:

**Evaluasi Perbandingan Antara Geometri Dan Fragmentasi Peledakan Aktual Dengan Menggunakan Teori Rumus R.L. Ash dan Teori Rumus Kuz-Ram di PT. Ansar Terang Crushindo.**

## **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah yang ada maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimakah geometri peledakan yang digunakan oleh PT. Ansar Terang Crushindo?

2. Bagaimakah hasil peledakan di PT. Ansar Terang Crushindo?
3. Bagaimanakah perbandingan hasil peledakan antara geometri peledakan aktual dengan geometri peledakan yang direncanakan?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan studi kasus yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui geometri peledakan yang digunakan di lapangan.
2. Untuk mengetahui hasil peledakan aktual di lapangan
3. Untuk mengetahui perbandingan hasil peledakan aktual dengan hasil peledakan dari data yang direncanakan.

#### **F. Manfaat Penelitian**

1. Menambah ilmu dan wawasan tentang kegiatan aktifitas penambangan di lapangan khususnya pada teknik peledakan dan menjadi bekal untuk dapat diaplikasikan nantinya didunia kerja.
2. Memberikan masukan dan saran kepada perusahaan khususnya mengenai geometri peledakan.



## BAB II

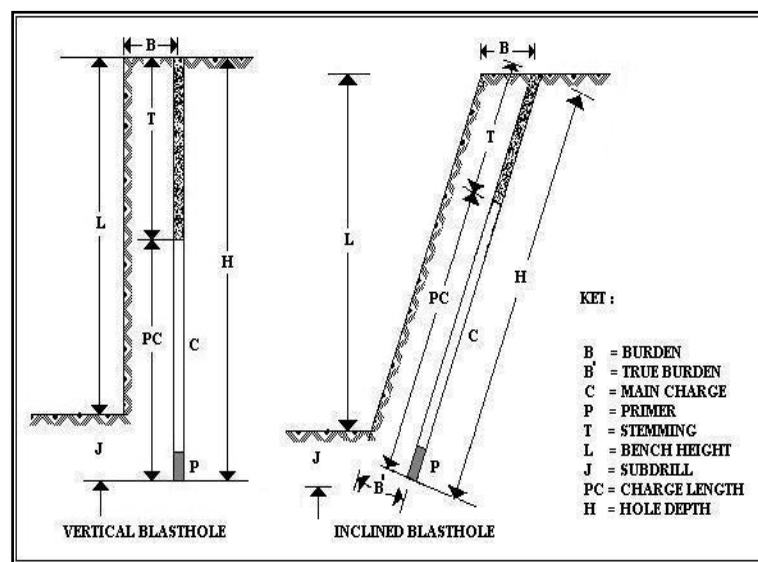
### KAJIAN TEORITIS

#### A. Landasan Teori

##### 1. Pemboran

Langkah awal sebelum peledakan adalah pemboran. Oleh karena itu penting dilakukan perencanaan yang baik pada tahap ini agar didapatkan hasil peledakan yang maksimal terlihat dari volume batuan diledakkan dan ukuran fragmentasi batuan yang sesuai dengan rancangan. Serta dampak peledakan yang terkontrol dengan baik.

Diantara para ahli yang mengembangkan metode perhitungan geometri peledakan. Salah satunya adalah metode yang dikembangkan oleh Richard L. Ash tentang perhitungan geometri peledakan secara teoritis. Dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini

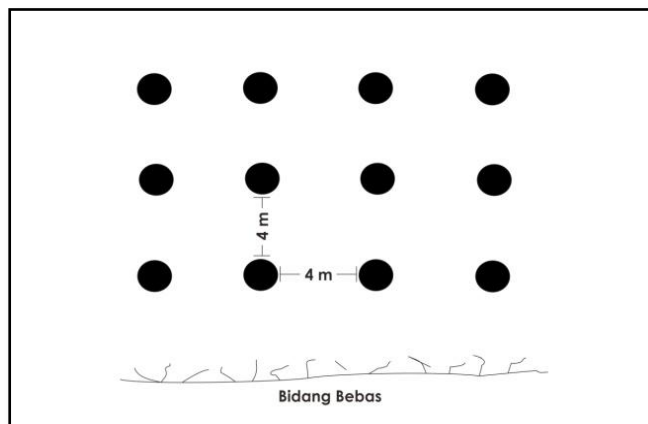


Gambar 1. Geometri Peledakan menurut Teori R.L Ash

### a. Pola Pemboran

Dengan adanya pola pemboran maka letak lubang akan tersusun secara teratur. Dengan kondisi seperti ini maka energi peledakan akan terarahkan dengan sempurna dan akan menghasilkan lemparan yang terarah. Disisi lain dampak buruk dari peledakan dapat terkontrol. Menurut *supervisor* teknik peledakan pada tambang terbuka ada tiga pola pemboran yang sering diterapkan. Yaitu sebagai berikut:

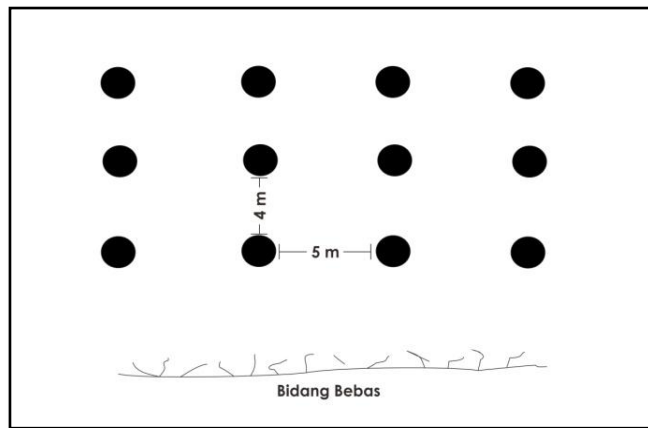
- 1). Pola bujur sangkar (*square pattern*), yaitu pola pemboran dimana jarak antara *burden* dan *spacing* sama. dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini



Sumber: Diktat Teknik Pembeeraan Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2013)

Gambar 2. Pola Pemboran Bujur Sangkar

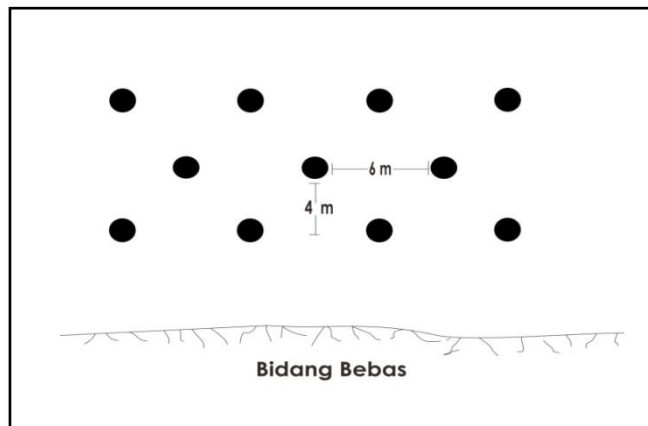
- 2). Pola persegi panjang (*rectangular pattern*), yaitu pola pemboran dimana jarak *spacing* dalam satu baris lebih besar dibanding *burden*. dapat di lihat pada gambar 3 berikut ini



Sumber: Diktat Teknik Pemberaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2013)

Gambar 3. Pola Pemboran Persegi Panjang

- 3). Pola selang-seling (*staggered pattern*), yaitu pola pemboran dimana antar lubang bor dibuat selang-seling yang berasal dari pola bujur sangkar maupun persegi panjang, dengan tujuan agar distribusi energi peledakan lebih merata. Dapat di lihat pada gambar 4 berikut ini



Sumber: Diktat Teknik Pembezaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2013)

Gambar 4. Pola Pemboran Selang-seling

## b. Arah Pemboran

Arah pemboran yang umum dipergunakan pada tambang terbuka adalah pemboran tegak dan pemboran miring.

### 1) Lubang Bor Tegak Lurus

Suatu jenjang apabila diledakkan dengan menggunakan lubang bor tegak lurus maka bagian lantai jenjang akan menerima gelombang tekan terbesar, gelombang tekan tersebut selanjutnya akan dipantulkan pada bidang bebas dan sebagian lagi akan diteruskan pada bagian bawah lantai jenjang.

Keuntungan dan kerugian lubang bor tegak lurus yaitu :

Keuntungan:

- a) Pemboran dapat dilakukan dengan lebih mudah dan lebih akurat.
- b) Waktu pemboran lebih cepat.

- c) Lebih mudah mengarahkan alat bor.
- d) Untuk tinggi jenjang yang sama lubang ledak akan lebih pendek jika dibanding dengan lubang ledak miring

Kerugian :

- a) Lebih banyak menghasilkan bongkah pada daerah disekitar *stemming*.
- b) Kemungkinan timbulnya retakan ke belakang jenjang (*back break*) dan getaran tanah lebih besar.
- c) Kemungkinan terjadi tonjolan batuan (*toe*) di permukaan lantai jenjang lebih besar.

## 2) Lubang Bor Miring

Pada arah lubang bor miring bidang bebas akan menerima gelombang ledak yang dipantulkan dari lantai dasar jenjang akan lebih besar, sedangkan gelombang tekan yang diteruskan pada bagian bawah lantai jenjang lebih kecil.

Keuntungan dan kerugian lubang bor miring yaitu:

Keuntungan :

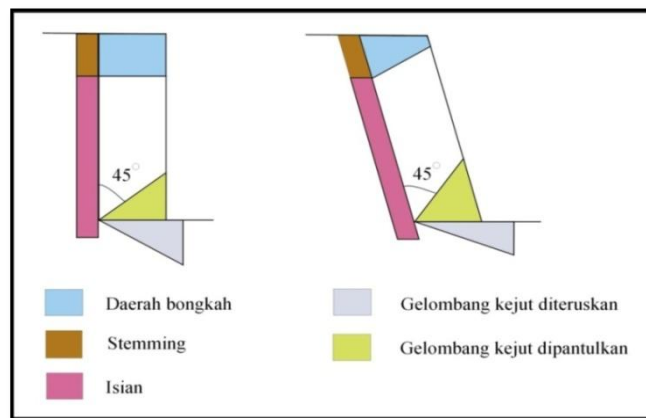
(Sumber TA senior aidil frayodi rulistama)

- a) Akan diperoleh *bench* yang stabil
- b) Mengurangi resiko timbulnya tonjolan pada lantai (*toe*)

- c) Dapat mengurangi terjadinya retakan kebelakang jenjang (*backbreak*) dan permukaan jenjang yang dihasilkan lebih rata.
- d) Hasil tumpukan yang lebih bagus.

Kerugian :

- a) Kesulitan untuk menempatkan sudut kemiringan yang sama antar lubang.
- b) Biaya operasi akan meningkat.
- c) Sulit melakukan pemboran secara akurat (*human error*) khususnya bila membora yang lebih dalam. dapat di lihat pada gambar 5 berikut ini



Sumber: Diktat Teknik Pembeeraan Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2013)

Gambar 5. Pemilihan Arah Pemboran terhadap hasil peledakan

### c. Arah Pemboran Terhadap Struktur Batuan

Dalam suatu operasi peledakan, maka *fragmentasi* batuan yang dihasilkan akan dipengaruhi oleh arah peledakannya. Sedangkan arah peledakan dipengaruhi oleh struktur batuan yang ada. Menurut *Stig O.Olofson*, arah penempatan lubang ledak ada dua macam, yaitu :

- 1) Bila peledakan dilakukan searah dengan kemiringan bidang perlapisan (*dip*) maka kemungkinan yang terjadi adalah:
  - a) Timbulnya *backbreak* yang lebih banyak
  - b) Pemakaian energi bahan peledak lebih baik, karena kemiringan perlapisan searah dengan bidang runtuh.
  - c) Pergeseran batuan dari *face* lebih mudah dan banyak, sehingga dihasilkan tumpukan material yang lebih rendah.
  - d) Lantai jenjang lebih rata.
  - e) *Fragmentasi* dapat sesuai dengan yang diharapkan.
- 2) Bila peledakan dilakukan berlawanan dengan kemiringan bidang perlapisan (*Dip*) maka kemungkinan yang terjadi adalah:
  - a) kemungkinan timbulnya *backbreak* lebih kecil.
  - b) Kemungkinan timbulnya *toe* lebih besar
  - c) Pergeseran batuan dari *free face* lebih sedikit sehingga dihasilkan tumpukan material yang lebih tinggi.
  - d) Lantai jenjang lebih kasar.

## **B. Peledakan**

Peledakan pada bahan galian adalah kegiatan memberaikan suatu lapisan batuan menjadi ukuran yang dapat diambil oleh alat mekanis. Peledakan pada bahan galian menggunakan bahan kimia yang dapat menghasilkan ledakan.

### **1. Bahan Peledak**

Bahan peledak yang dipakai pada peledakan untuk pemberaian batuan adalah bahan peledak kimia. DTPB Tekmira (2012:5) mengungkapkan bahwa Bahan peledak kimia adalah suatu bahan kimia senyawa tunggal atau campuran berbentuk padat, cair, gas atau campurannya yang apabila diberi aksi panas, benturan, gesekan atau ledakan awal akan bereaksi dengan sangat cepat dan bersifat panas (eksotermis) yang hasil reaksinya sebagian atau seluruhnya berbentuk gas bertekanan sangat tinggi dan bertemperatur sangat panas.

### **2. Sifat Fisik Bahan Peledak**

Sifat fisik bahan peledak merupakan kenampakan nyata sifat bahan peledak ketika menghadapi perubahan kondisi lingkungan. Sifat-sifat yang diuraikan oleh DTPB Tekmira (2012:13) sebagai berikut:

#### **a. Kerapatan ( *density* )**

Densitas secara umum adalah nilai yang menyatakan perbandingan berat dengan volume. Densitas pada bahan peledak mempunyai beberapa pengertian yaitu:



- 1) Densitas bahan peledak adalah berat bahan peledak per unit volume (gr/cc).
- 2) Densitas pengisian (*loading density*) adalah berat bahan peledak per meter kolom lubang ledak (Kg/m).
- 3) *Cartidge count (stick count)* adalah jumlah cartidge dalam kotak seberat 50 lb.

Bahan peledak yang mempunyai densitas tinggi akan menghasilkan kecepatan detonasi dan tekanan yang besar. Jika menginginkan ukuran fragmentasi kecil maka bahan peledak yang dipakai harus mempunyai densitas yang tinggi begitupun sebaliknya.

b. Sensitivitas

Sensitivitas merupakan sifat yang menunjukkan tingkat kemudahan atau kerentanan suatu bahan peledak untuk meledak akibat adanya dorongan dari luar dalam bentuk benturan, gelombang kejut, panas, atau gesekan.

c. Ketahanan Terhadap Air ( *Water Resistance* )

Merupakan Ukuran dari kemampuan suatu bahan peledak untuk berada didalam air tanpa kehilangan sensitivitas (kepekaan).

d. Kestabilan kimia (*chemical stability*)

Merupakan kemampuan bahan peledak tidak berubah secara kimia dan tetap mempertahankan sensitivitas selama dalam penyimpanan di dalam gudang.

e. Karakteristik gas beracun (*fumes characteristics*)

Detonasi bahan peledak akan menghasilkan fume, yang merupakan gas hasil peledakan yang mengandung racun (*toxic*). Penyebabnya adalah pencampuran ramuan bahan peledak yang tidak seimbang sehingga terjadi kelebihan atau kekurangan oksigen pada reaksi peledakan. Gas beracun tersebut adalah karbon monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO<sub>2</sub>), dan Nitrogen monoksida (NO). Proses pencampuran ramuan yang benar akan menghasilkan asap putih yang merupakan gas tidak beracun (*smokes*). Gas yang dihasilkan seperti uap air (H<sub>2</sub>O), Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan Nitrogen (N<sub>2</sub>).

### 3. Reaksi Peledakan

Peledakan akan memberikan hasil yang berbeda dari yang diharapkan kerana tergantung dari kondisi eksternal saat pekerjaan tersebut dilakukan. Panas merupakan awal terjadinya proses dekomposisi bahan kimia pembentuk bahan peledak yang menimbulkan pembakaran, deflagrasi, ledakan dan detonasi. DTPB Tekmira (2012:5) menguraikannya sebagai berikut:

a. Pembakaran

Pembakaran adalah reaksi kimia yang bersifat panas pada permukaan objek yang terbakar dan dijaga keberlangsungan proses pembakarannya oleh panas yang dihasilkan dari reaksi itu sendiri.

b. Deflagrasi

Deflagrasi adalah proses pembakaran dengan kecepatan sangat tinggi dan menghasilkan gas-gas bertekanan yang tekanannya meningkat (ekspansi) selama proses pembakaran berlangsung, sehingga menimbulkan ledakan.

c. Ledakan

Ledakan ialah ekspansi seketika yang cepat dari gas menjadi bervolume lebih besar dan diiringi suara keras serta efek mekanis yang merusak (*Outburst*).

d. Detonasi

Proses kimia fisika dengan kecepatan reaksi sangat tinggi (*supersonic*) yang menghasilkan gas dan temperatur sangat besar serta membangun ekspansi gaya yang sangat besar.

#### **4. Faktor yang mempengaruhi hasil peledakan**

Hasil peledakan dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor-faktor tersebut ada yang bisa dikendalikan oleh manusia dan ada yang memang tidak dapat dikendalikan oleh manusia.

Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut:

a. Faktor yang tidak dapat dikendalikan oleh manusia

Faktor-faktor ini ada dan terjadi secara alamiah, faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut:

## 1) Karakteristik massa batuan

Dalam kegiatan pemboran dan peledakan karakteristik massa batuan yang perlu di perhatikan kaitannya dengan fragmentasi batuan yaitu kekerasan batuan, kekuatan batuan, elastisitas batuan, abrasivitas batuan dan kecepatan perambatan gelombang pada batuan, serta kuat tekanan dan kuat tarik batuan yang akan diledakan.

Semakin tinggi tingkat kekerasan batuan, maka akan semakin sukar batuan tersebut untuk dapat diberaikan.

Elastisitas batuan merupakan sifat yang sudah ada pada batuan. merupakan kemampuan batuan kembali ke bentuk semula setelah gaya yang diberikan ke batuan tersebut habis.

Abrasivitas batuan merupakan parameter yang mempengaruhi keausan (umur) mata bor (*drill rod*) dan batang bor (*drill steel*) yang digunakan untuk melakukan pemboran pada suatu batuan.

## 2) Struktur geologi

Struktur geologi yang berpengaruh pada kegiatan peledakan adalah struktur rekahan dan struktur perlapisan batuan. Rekahan-rekahan dalam batuan terjadi karena tekanan yang diakibatkan oleh gaya-gaya yang bekerja dalam kerak bumi.

Struktur perlapisan batuan juga mempengaruhi hasil peledakan. Apabila lubang ledak dibuat berlawanan dengan arah perlapisan, maka akan menghasilkan fragmentasi batuan yang lebih seragam

dan kestabilan lereng yang lebih baik dibanding dengan lubang ledak yang dibuat searah dengan bidang perlapisan.

### 3) Pengaruh air tanah

Kondisi air tanah juga dapat mempengaruhi hasil peledakan. dengan adanya air tanah akan menyebabkan terjadinya pendinginan reaksi dan larutnya unsur-unsur bahan peledak oleh air.

Bahan peledak ANFO memiliki tingkat ketahanan buruk terhadap air, jika ANFO terkontaminasi oleh air akan mempengaruhi fragmentasi batuan hasil peledakan, bahkan dapat mengakibatkan terjadinya gagal ledak (*miss fire*).

Untuk mengatasi pengaruh air tanah tersebut maka ANFO dibungkus dengan menggunakan plastik.

### 2) Faktor yang dapat dikendalikan oleh manusia

Pada tahap peledakan, beberapa faktor dapat kendalikan oleh manusia untuk mendapatkan hasil peledakan yang baik. Faktor tersebut adalah:

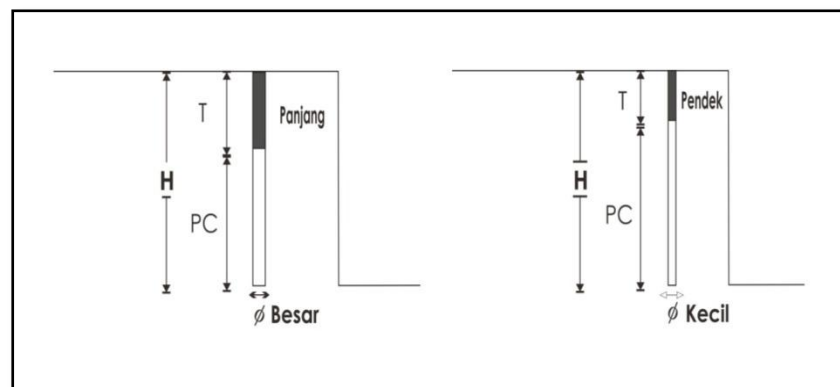
#### a. Diameter lubang ledak

Ukuran diameter lubang ledak merupakan faktor yang penting dalam merancang suatu peledakan, karena akan mempengaruhi penentuan jarak *burden* dan jumlah bahan peledak yang digunakan pada setiap lubangnya. Untuk diameter lubang ledak yang kecil, maka energi yang dihasilkan akan kecil. Sehingga jarak antar lubang bor dan jarak ke bidang bebas haruslah kecil

juga, dengan maksud agar energi ledakan cukup kuat untuk menghancurkan batuan begitupun sebaliknya.

Diameter lubang ledak juga berpengaruh terhadap panjang *stemming*. Untuk menghindari getaran (*vibrasi*) maupun batuan terbang (*flyrock*), apabila lubang ledak berdiameter besar maka *stemming* harus panjang sedangkan jika lubang ledak berdiameter kecil maka *stemming* menjadi pendek .

Namun dalam hal ini panjang *stemming* juga dapat mempengaruhi *fragmentasi* batuan hasil peledakan, *stemming* yang terlalu panjang dapat mengakibatkan terbentuknya bongkah apabila energi ledakan tidak mampu untuk menghancurkan batuan di sekitar *stemming*, dan *stemming* yang terlalu pendek bisa mengakibatkan terjadinya batuan terbang dan pecahnya batuan menjadi lebih kecil. Dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini



Sumber: Diktat Teknik Pembeaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2013)

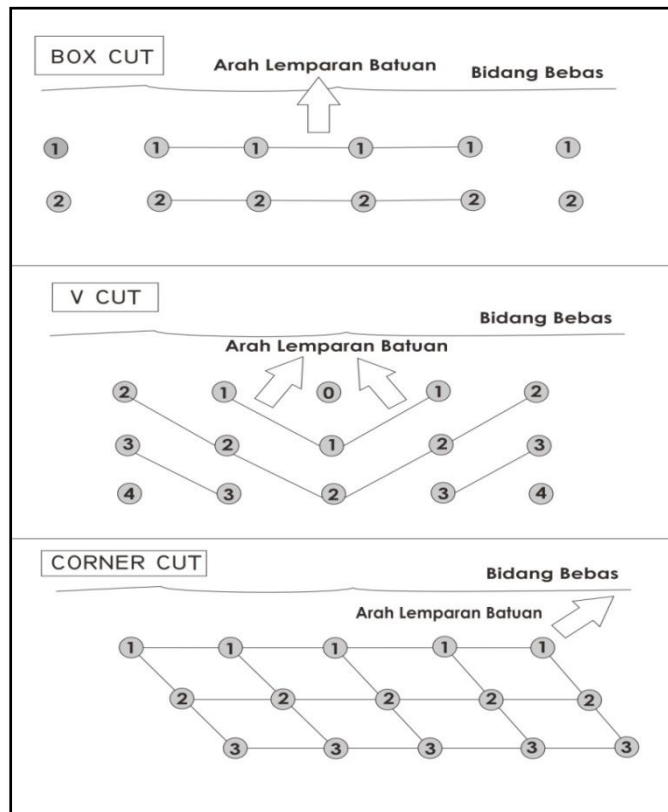
Gambar 6. Pengaruh Diameter lubang terhadap panjang *stemming*

b) Pola Peledakan

Pola peledakan merupakan urutan waktu peledakan antara lubang–lubang bor dalam satu baris dengan lubang bor pada baris berikutnya ataupun antara lubang bor yang satu dengan lubang bor yang lainnya. Pola peledakan ini ditentukan berdasarkan urutan waktu peledakan serta arah runtuh material yang diharapkan.

Pola peledakan yang biasa dipakai pada tambang terbuka antara lain:

- (1). *Box Cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuan ke depan dan membentuk kotak
- (2). *“V” Cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuan kedepan dan membentuk huruf V.
- (3). *Corner Cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuan ke salah satu sudut dari bidang bebasnya. dapat di lihat pada gambar 7 berikut ini



Sumber: Diktat Teknik Pemberaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2013)

Gambar 7. Pola Peledakan

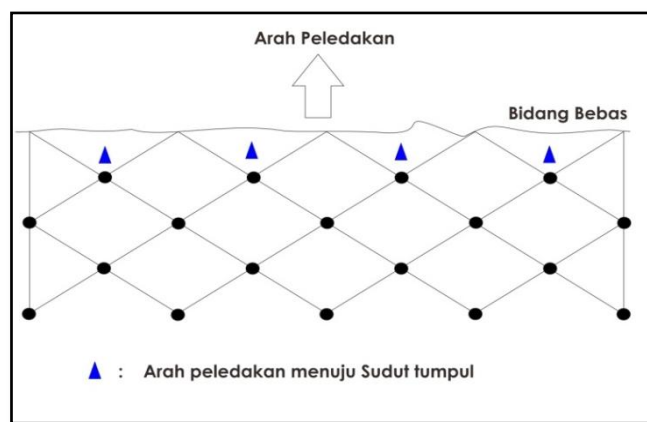
c) Arah peledakan

Dalam suatu operasi peledakan, *fragmentasi* batuan yang dihasilkan akan dipengaruhi oleh arah peledakannya. Sedangkan arah peledakan dipengaruhi oleh struktur batuan yang ada. Struktur batuan yang banyak dijumpai di lapangan biasanya adalah kekar. Perambatan gelombang energi pada struktur batuan yang mengandung kekar sebagian akan dipantulkan dan sebagian diteruskan. Dengan demikian energi yang digunakan untuk memecah batuan akan berkurang sehingga *fragmentasi* batuan akan menjadi tidak seragam. Menurut Richard L. Ash arah peledakan yang baik untuk menghasilkan



*fragmentasi* yang seragam yaitu arah peledakan menuju sudut tumpul yang merupakan perpotongan antara arah umum, dengan demikian penggunaan energi bahan peledak akan lebih baik karena tidak terjadi penerobosan energi.

Apabila arah penerobosan menuju ke arah sudut runcing maka akan terjadi penerobosan energi peledakan dari bahan peledak yang melalui rekahan-rekahan yang ada. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya pengurangan energi peledakan untuk menghancurkan batuan, sebagai akibatnya akan terbentuk *fragmentasi* yang berbentuk blok-blok. Dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini



Sumber: Diktat Teknik Pembezaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2013)

Gambar 8. Arah Peledakan Menuju Sudut Tumpul

#### d. Waktu Tunda

Waktu tunda merupakan penundaan waktu peledakan antara baris yang didepan dengan baris yang dibelakangnya. Penerapan waktu tunda dalam peledakan dengan menggunakan *delay detonator*, keuntungan peledakan dengan waktu tunda adalah:

- (1). Mengurangi timbulnya getaran.
- (2). Menyediakan bidang bebas yang cukup untuk peledakan pada baris berikutnya.
- (3). Fragmentasi batuan hasil peledakan akan lebih seragam dan baik.
- (4). Batuan tidak menumpuk terlalu tinggi.
- (5). Dapat mengurangi batuan terbang (*fly rock*).

Jika peledakan yang menggunakan waktu tunda antara baris terlalu pendek, maka batuan dibagian depan akan mengalami pergeseran baris berikutnya. Tetapi jika waktu tunda terlalu lama maka produk hasil bongkaran akan terlempar jauh kedepan akan mengakibatkan terjadinya batuan terbang (*fly rock*). Hal ini disebabkan karena tidak adanya dinding batuan yang berfungsi sebagai penahan lemparan batuan didepannya.

#### f. Peralatan peledakan

Peralatan peledakan adalah suatu komponen peledakan yang biasa dipakai lebih dari satu kali peledakan. Macam-macam peralatan peledakan ini antara lain :

## 1) Blasting Machine

Alat pemicu ledak listrik yang kapasitasnya sesuai dengan detonator lubang yang akan diledakkan. Gambar *blastingmachine* dapat dilihat pada gambar. Pada gambar terdapat label T-300, maksudnya yaitu *blastingmachine* ini hanya mampu memberikan efek panas pada detonator sebanyak 300 buah. dapat dilihat pada gambar 9



(dokumentasi penulis 2015)

Gambar. 9 blastmat

- 2) Pengukur Tahanan Blasting ohm meter (BOM) dapat dilihat pada gambar 10 berikut ini



(dokumentasi penulis 2015)

Gambar 10. Blasting Ohm meter

Alat pengukur tahanan kawat listrik untuk keperluan peledakan dibuat khusus untuk pekerjaan peledakan dan tidak disarankan digunakan untuk keperluan lain. Sebaliknya alat pengukur tahanan yang biasa dipakai oleh operator listrik umum, yaitu multitester, dilarang digunakan untuk mengukur kawat pada peledakan listrik. Ruas kawat yang harus diukur tahanannya adalah seluruh *legwire* dari sejumlah *detonator* yang digunakan, *connecting wire* dan kawat utama. Dengan demikian jumlah seluruh tahanan seluruh rangkaian dapat dihitung dan *voltage* BM dapat ditentukan setelah dihitung.

Cara pengukuran tahanan ruas kawat menggunakan *blastingohmmeter* (BOM) pada prinsipnya sama, hanya pada

pengukuran *legwire* perlu ekstra hati-hati. Pengukuran untuk *connecting wire* dan kabel utama yaitu :

- a) Kedua ujung kawat dihubungkan pada sepasang terminal yang tersedia pada BOM kemudian dikencangkan
  - b) BOM dikontakkan, biasanya dengan menekan tombol, sehingga jarum menunjukkan angka tertentu, yaitu nilai tahanan kawat tersebut.
  - c) Catat angkanya sebagai hasil pengukuran tahanan.
- 3) Kabel utama (*lead wire*)
- d) Kawat utama termasuk pada peralatan peledakan, karena dapat dipakai berulang kali. Kawat utama berfungsi sebagai penghubung rangkaian peledakan listrik dengan alat pemicu ledak listrik atau *blastingmachine*. Panjang kawat utama ini 500 m.dapat dilihat pada gambar 11



(dokumentasi penulis 2015)

Gambar 11. *Lead wire*

4) Tongkat

Tongkat terbuat dari kayu atau bambu yang cukup kuat untuk menekan bahan peledak dalam lubang atau memampatkan material stemming. Tongkat berukuran 4 meter. Tongkat tidak boleh terbuat dari besi atau semacamnya, karena bisa menyebabkan gesekan yang mengenai *detonator* akan meledak. Untuk mempercepat pekerjaan, tongkat yang digunakan ada 5 buah.

5) Gayung

Untuk memasuk ANFO kedalam lubang ledak, supaya tidak berserakan disekitar lubang ledak dan ANFO tidak terbuang. Dan menggunakan gayung lebih cepat. Gayung yang digunakan ada 3 buah.

6) Toa (pengeras suara)

Pengeras suara untuk memberikan aba-aba untuk memberikan kesempatan kepada orang-orang untuk mencari perlindungan yang aman.

**9. Perlengkapan Peledakan**

Perlengkapan peledakan adalah komponen peledakan yang hanya dapat dipakai satu kali peledakan. Perlengkapan peledakan itu antara lain :

1) Detonator listrik.

Kandungan isian pada detonator listrik sama dengan pada detonator biasa yang membedakan keduanya adalah energi panas yang

dihasilkan. Pada setiap detonator listrik akan selalu dilengkapi dengan dua kawat yang merupakan bagian tidak terpisahkan dengan detonator tersebut. Nama kawat tersebut *legwire*. Ujung kedua kawat di dalam detonator listrik dihubungkan dengan kawat halus (*bridge wire*) yang akan memijar setelah ada hantaran listrik. Dapat dilihat pada gambar 12



*(dokumentasi penulis 2015)*

**Gambar 12. Detonator listrik**

Keuntungan pemakaian detonator listrik :

- a) Jumlah lubang yang dapat diledakan sekaligus relatif lebih banyak.
- b) Dengan adanya elemen tunda dalam detonator, pola peledakan menjadi lebih bervariasi dan arah serta fragmentasi peledakan dapat diatur dan diperbaiki.
- c) Penanganan lebih mudah dan praktis.

Kelemahan pemakaian detonator listrik :

- a) Tidak boleh digunakan pada cuaca mendung apalagi disertai kilat, karena kilatan dapat mengaktifasi aliran listrik, sehingga terjadi peledakan belum saatnya (*premature*).
- b) Pengaruh gelombang radio, televisi, dan arus liar dari dalam bumi serta arus listrik lainnya dapat pula mengaktifasi aliran listrik pada detonator.
- c) Membutuhkan peralatatan peledakan khusus listrik, yaitu sumber arus listrik, alat penguji tahanan, dan peralatan listrik lainnya yang tentunya ada biaya yang harus dikeluarkan.

(2) ANFO

Dapat dilihat pada gambar 13



(dokumentasi penulis 2015)

Gambar 13. Anfo



ANFO adalah singkatan dari *amoniumnitrat* (AN) sebagai zat pengoksida dan *Fuel Oil* (FO) sebagai bahan bakar. Jenis bahan peledak *amoniumnitrat* belum bisa dipergunakan sebagai bahan peledak sebelum dicampur dengan solar untuk menjadi ANFO. Untuk membuat jenis bahan peledak ANFO harus dilakukan pencampuran *amoniumnitrat* dengan solar dengan perbandingan tertentu agar tercapai tingkat *oxygenbalanced*. ANFO akan menghasilkan energi efektif maksimum pada kondisi dimana *OxygenBalanced* dari komponen campurannya tercapai yaitu 94,5 % *amoniumnitrat* dengan 5,5 % *fueloil* (solar), maksudnya 1 karung AN bisa dicampur solar sebanyak 4 liter. tapi skarang Anfo telah dikemas secara khusus dan sudah mengandung solar dan dikemas dalam hitungan karung. 1 karung berjumlah 25kg.

### (3) Power gel

Dapat dilihat pada gambar 14



(dokumentasi penulis 2015)

Gambar 14. power gel

Power gel yaitu campuran oksidator, bahan bakar, dan pemeka (*sensitizer*) di dalam media air yang dikentalkan memakai gums, semacam perekat, sehingga campuran tersebut berbentuk gel yang mempunyai ketahanan terhadap air sempurna. Power gel yang dibutuhkan setiap kali melakukan peledakan sebanyak 1 dust. 1 dust beratnya 25 kg yang isinya 100 buah. Setiap Power gel mempunyai panjang 25 cm, 1 lubang dengan kedalaman 3,2 meter dibutuhkan power gel setengahnya saja.

#### (4) Plastik pembungkus (Kondom)

Dapat dilihat pada gambar 15



*(dokumentasi penulis 2015)*

Gambar 15. (kondom)

Apabila lubang ledak berair, pengisian bahan peledak jenis ANFO harus memakai plastik pembungkus (kondom), karena ANFO akan larut bila terkena air. Ketebalan plastik 0.08 mm yang diameter plastik lebih kecil dari diameter lubang ledak. Panjang plastik yang lebih panjang dari kedalaman lubang ledak dipotong, kemudian ujungnya di

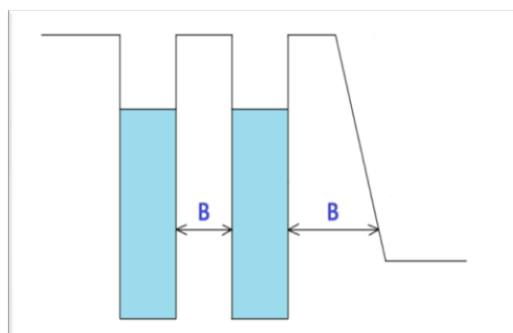
ikat rapat agar tidak masuk air. dan kemudian memasukkan bahan peledak menggunakan corong untuk memudahkan pengisian.

(5) Corong

Corong untuk memasukkan bahan peledak yaitu ANFO kedalam plastik pembungkus (kondom) untuk lubang ledak yang berair.

1) **Burden (B)**

*Burden* dapat didefinisikan sebagai jarak tegak lurus dari lubang ledak terhadap bidang bebas yang terdekat saat terjadi peledakan. *Burden* merupakan variabel yang sangat penting dalam mendesain peledakan. Jarak *burden* ini sangat erat kaitannya dengan diameter lubang ledak. Nilai *burden* juga dipengaruhi oleh kerapatan (densitas batuan) yang akan diledakan, kecepatan rambat bahan peledak yang digunakan serta densitas bahan peledak. Dapat dilihat pada gambar 16

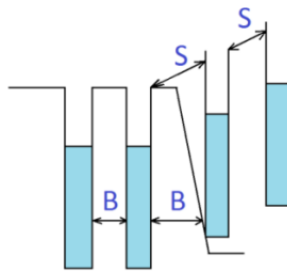


Sumber: Diktat Teknik Pemberaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2013)

Gambar 16 : Burden

## 2. Spasi (S)

Spasi adalah jarak antara lubang ledak yang satu dengan yang lainnya dalam satu baris. Harga spasi sangat tergantung pada harga burden. Dapat dilihat pada gambar 17



Sumber: Diktat Teknik Pemberaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2013)

Gambar 17: Spasi

## 3. Stemming (T)

*Stemming* adalah tempat material penutup di dalam lubang ledak yang letaknya diatas kolom isian bahan peledak.

Fungsi stemming adalah agar terjadi keseimbangan tekanan dan menggurung gas-gas hasil ledakan sehingga dapat menekan batuan dengan energi yang maksimal. Untuk kedalaman lubang ledak 2.5 meter, stemming yang diperlukan 0.8 meter.

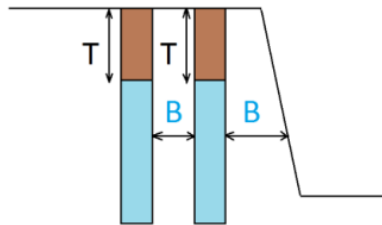
Ada dua hal yang berhubungan dengan stemming yaitu:

### a) Panjang stemming

Secara teoritis, stemming berfungsi sebagai penahan agar energi ledakan terkurung dengan baik sehingga dapat menekan dengan kekuatan yang maksimal.

b) Ukuran material stemming

Ukuran material stemming sangat berpengaruh terhadap batuan hasil peledakan. Apabila bahan stemming terdiri dari bahan-bahan halus hasil pemboran, maka kurang memiliki gaya gesek terhadap lubang ledak sehingga udara yang bertekanan tinggi akan mudah mendorong stemming tersebut keluar. Sehingga energi yang seharusnya terkandung dengan baik dalam lubang tembak akan hilang keluar bersamaan dengan terbongkarnya stemming. Untuk mengatasi hal tersebut diatas maka digunakan bahan yang memiliki karakteristik susunan butir saling berkaitan dan berbutir kasar serta keras. Dapat dilihat pada gambar 18



*Sumber: Diktat Teknik Pemberaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2013)*

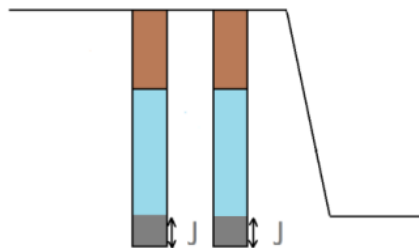
Gambar 18 : Stemming

#### 4. Subdrilling (J)

*Subdrilling* adalah kelebihan kedalaman yang terdapat dibawah batas lantai jenjang. Tujuan utama dibuat *subdrilling* adalah agar batuan dapat meledak yang sesuai dengan harapan dan untuk menghindari adanya tonjolan.

Masalah yang terjadi apabila penggunaan kolom *subdrilling* kurang tepat adalah sebagai berikut :

- a. Apabila *subdrilling* terlalu panjang maka akan mengakibatkan cekungan pada lantai jenjang.
- b. Apabila *subdrilling* yang akan dipakai terlalu pendek, maka akan menimbulkan *toe*, (tonjolan-tonjolan) pada lantai kerja. Dapat dilihat pada gambar 19



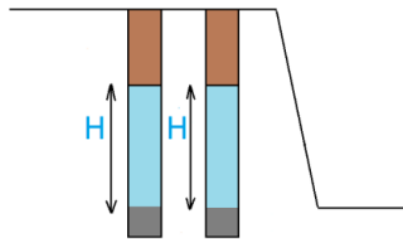
Sumber: Diktat Teknik Pemberaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2013)

Gambar 19 : Subdrilling

#### 5. Kedalaman lubang ledak (H)

Kedalaman lubang ledak yang dibuat tidak boleh lebih kecil dari *burden*. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya *fly rock*. Jika lubang ledak tidak terlalu dalam maka penghancuran batuan ke arah

horizontal lebih besar dibandingkan ke arah vertikal yang dapat mengakibatkan *boulder*. Perbandingan kedalaman lubang ledak dengan *burden* disebut dengan *stiffness ratio*, biasanya bernilai 1- 4. Kedalaman lubang ledak yaitu 3,2 meter, karena pada kedalaman ini sudah ditemukan batubara, ini disebabkan karena lapisan tanahnya yang tidak terlalu tebal. Dapat dilihat pada gambar 20



Sumber: Diktat Teknik Pemberaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian 2013)

Gambar 20: Kedalaman lubang ledak

## 6. Klasifikasi Bahan peledak

Klasifikasi bahan peledak Menurut Richard L Ash (1962), bahan peledak kimia dibagi menjadi :

1. Bahan peledak kuat (*highexplosive*) bila memiliki sifat detonasi atau meledak dengan kecepatan reaksi antara 5.000-24.000 fps (1.650-8000 m/s)
2. Bahan peledak lemah (*lowexplosive*) bila memiliki sifat *deflagrasi* atau terbakar dengan kecepatan reaksi kurang dari 5.000 fps (1.650 m/s).

## 7. Sifat fisik bahan peledak

Sifat fisik bahan peledak merupakan suatu kenampakan nyata dari sifat bahan peledak ketika menghadapi perubahan kondisi lingkungan sekitarnya. Kenampakan nyata inilah yang harus diamati dan diketahui tanda-tandanya oleh seorang juru ledak untuk menjustifikasi suatu bahan peledak yang rusak, tapi masih bisa dipakai, dan tidak rusak. Kualitas bahan peledak umumnya akan menurun seiring dengan derajat kerusakannya, artinya pada suatu bahan peledak yang rusak energi yang dihasilkan akan berkurang.

### 1. Kekuatan (*Strength*) Bahan Peledak

Kekuatan bahan peledak berkaitan dengan energi yang mampu dihasilkan oleh suatu bahan peledak. Pada hakekatnya kekuatan suatu bahan peledak tergantung pada campuran kimiawi yang mampu menghasilkan energi panas ketika terjadi inisiasi.

Terdapat dua jenis sebutan kekuatan bahan peledak komersial yang selalu dicantumkan pada spesifikasi bahan peledak oleh pabrik pembuatnya, yaitu kekuatan absolut dan relatif.

### 2. Densitas

Densitas secara umum adalah angka yang menyatakan perbandingan berat per volume bahan peledak. Ada dua cara untuk menyatakan densitas bahan peledak, yaitu ;



- a. Berat per unit volume
- b. *Catridge count*, merupakan banyaknya *catridge* atau batang bahan peledak dengan ukuran 1¼ x 8 inchi didalam peti seberat 22,5 kg.

### 3. Sensitivitas

Sensitivitas adalah sifat yang menunjukkan tingkat kemudahan atau kerentanan suatu bahan peledak untuk (meledak) akibat adanya impuls atau dorongan dari luar dalam bentuk gelombang, benturan (*impact*), panas (*heat*), atau gesekan (*friction*). Sensivitas bahan peledak utama, (*primarycharge*) di dalam kolom lubang ledak diukur oleh *booster* minimum yang diperlukan atau berat primernya.

### 4. Kecepatan Detonasi

Kecepatan detonasi disebut juga dengan *velocity ofdetonation* atau VoD merupakan sifat bahan peledak yang sangat penting yang secara umum dapat diartikan sebagai laju rambatan gelombang detonasi sepanjang bahan peledak dengan satuan milimeter per sekon (m/s) atau *feet per second* (fps).Kecepatan detonasi diukur dalam kondisi terkurung (*confined detonation velocity*) atau tidak terkurung (*unconfined detonation velocity*)

### 5. Fumes Characteristic

Detonasi bahan peledak akan menghasilkan gas hasil peledakan yang mengandung racun, apabila proses pencampuran ramuan bahan peledak tidak sempurna yang menyebabkan terjadinya kelebihan atau kekurangan oksigen selama proses dekomposisi kimia bahan peledak

yang berlangsung. Gas hasil peledakan yang tergolong *fume* antara lain nitrogen monoksida (NO).

#### 6. Ketahanan terhadap air (*Waterresistence*)

Ketahanan bahan peledak terhadap air adalah ukuran kemampuan suatu bahan peledak untuk melawan air disekitarnya tanpa kehilangan sensitivitas atau efisiensi. Apabila suatu bahan peledak larut dalam air dalam waktu yang pendek mudah larut, berarti bahan peledak tersebut dikategorikan mempunyai ketahanan terhadap air yang “buruk” sebaliknya bila tidak larut dalam air disebut “sangat baik”. Contoh bahan peledak yang mempunyai ketahanan terhadap air “buruk” adalah ANFO, sedangkan bahan peledak jenis *emulsi*, *watergel* dan bahan peledak berbentuk *cartridge* “sangat baik” daya tahannya terhadap air. Apabila di dalam lubang ledak terdapat air dan akan digunakan ANFO sebagai bahan peledaknya, umumnya digunakan selubung plastik khusus untuk membungkus ANFO tersebut sebelum dimasukkan ke dalam lubang ledak.

#### 7. Packaging

Pembungkusan bahan peledak harus dianggap sebagai bagian dari bahan peledak. Pembungkus disini maksudnya adalah pembungkus dodol, bukan kotaknya. Jenis pembungkus akan mempengaruhi gas-gas yang dihasilkan dalam peledakan. Beberapa jenis pembungkus antara lain *standarts wrappers*, yang dicelup *paraffin* dan *shells*.

## 1. Pengisian Bahan Peledak

Jumlah pemakaian bahan peledak tergantung dari rancangan geometri peledakan. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam pemberaian batuan maka jumlah bahan peledak per lubang harus sesuai dengan rancangan panjang kolom isian bahan peledak (*powder column*) pada perhitungan geometri peledakan. Sehingga faktor-faktor produksi, kesematan dan dampak hasil peledakan sesuai dengan yang diharapkan

### a. Panjang Kolom isian (PC)

Panjang kolom isian merupakan panjang kolom lubang ledak yang diisi oleh bahan peledak. Rumus yang digunakan menurut *Supervisory* (1996:25) adalah:

$$PC = H - T$$

Dimana : PC = panjang kolom isian (meter)

H = kedalaman lubang ledak (meter)

T = *stemming* (meter)

### b. Berat bahan peledak

Jumlah pemakaian bahan peledak dapat diketahui dengan menggunakan rumus menurut *Supervisory* Teknik Peledakan (1996:24) berikut:

$$W \text{ handak} = P_c \times D_e$$

$$P_c = H - T$$

Dimana :  $P_c$  = panjang kolom isian (meter)

$H$  = kedalaman lubang ledak (meter)

$T$  = *stemming* (meter)

$d_e$  = *loading density* bahan peledak

Sedangkan *Loading density* atau kerapatan pengisian ( $d_e$ ) merupakan berat bahan peledak dalam lubang ledak persatuan panjang kolom bahan peledakan dalam satuan feet (R.L.Ash). Maka jumlah bahan peledak untuk setiap lubang ledak ( $E$ ) dapat dicari dengan menggunakan rumus menurut DTPB Tekmira (2012:14) berikut:

$$\text{Loading density} =$$

$$D_e = \pi f^2 \times S_g \text{ anfo std}$$

$$= 3,14 \times \left[ \frac{D_e}{2} \right]^2 \times 850 \text{ kg/m}$$

### C .Volume Hasil Peledakan

Nilai volume peledakan berasal dari nilai *burden*, *Spacing*, kedalaman lubang ledak dan jumlah lubang. DTPB Tekmira (2012:32) menggunakan Rumus berikut untuk mendapatkan nilai Volume tersebut:

$$\text{Volume peledakan perlubang} = B \times S \times H$$

$$\text{Total volume/peledakan} = (\mathbf{B \times S \times H}) \times \mathbf{Jumlah\ lubang}$$

#### ***D. Powder Factor (PF)***

*Powder factor* atau *specific charge* adalah perbandingan jumlah bahan peledak yang dipakai untuk memperoleh satu satuan volume atau berat fragmentasi peledakan. Satuannya bisa berupa  $\text{Kg/m}^3$  atau  $\text{Kg/Ton}$ .

Secara umum, *powder factor* dapat dihubungkan dengan unit produksi pada operasi peledakan, Nilai PF suatu peledakan menunjukkan tingkat ekonomisnya suatu proses peledakan. Karena berkaitan dengan harga bahan peledak dan perolehan fragmentasi batuan hasil peledakan.

Tolok ukur dalam penetapan nilai PF adalah sebagai berikut:

- a. Ukuran fragmentasi hasil peledakan yang memuaskan, artinya tidak terlalu banyak bongkahan (*boulder*) atau terlalu kecil. Terlalu banyak bongkahan harus dilakukan peledakan ulang (*secondary blasting*) artinya akan ada tambahan biaya. Sebaliknya, bila fragmentasi terlalu kecil berarti boros bahan peledak. Ukuran fragmentasi harus sesuai dengan proses selanjutnya, antara lain ukuran mangkok alat muat.
- b. Keselamatan kerja peledakan, aspek keselamatan terhadap karyawan dan dampak terhadap lingkungan sekitar perlu dipertimbangan. Jika pada proses peledakan terjadi kecelakaan maka perusahaan akan dirugikan bahkan bisa terjadi penutupan tambang.

- c. Lingkungan, yaitu dampak negatif peledakan yang mengganggu kenyamanan masyarakat sekitarnya harus dikurangi. Dampak negatif tersebut seperti getaran yang berlebihan, suara ledakan yang menyakitkan telinga dan suara yang mengejutkan.

Perhitungan PF dapat dicari menggunakan persamaan menurut DTPB Tekmira (2012:34) berikut:

$$\mathbf{PF} = \frac{\mathbf{Whandak}}{\mathbf{Volume\ batuan\ yang\ di\ ledakkan}} \text{ dinyatakan dalam kg/m}^3$$

Dimana :

$$\mathbf{PF} = \text{Powder Factor, kg/m}^3$$

$$\mathbf{Whandak} = \text{berat bahan peledak yang digunakan, kg}$$

$$\mathbf{V} = \text{volume batuan yang berhasil diledakkan, m}^3 \text{(BCM)}$$

### **Analisa Hasil Peledakan**

#### **1). Penentuan Tingkat Ukuran *Fragmentasi* Batuan Hasil Peledakan**

Untuk menentukan ukuran *fragmentasi* batuan secara teoritis maka dapat dicari menggunakan rumus menurut Singgih Saptono (2006:77) yang diambil dari metode perhitungan KUZRAM yaitu :

$$\mathbf{X} = \mathbf{RF} \left[ \frac{\mathbf{VO}}{\mathbf{QE}} \right]^{0,8} \times \mathbf{QE}^{0,17} \times \left[ \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{115}} \right]^{-0,63}$$

Dimana :

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

X = rata – rata ukuran *fragmentasi*

RF = Rock factor ( $BI \times 0,15$ )

VO = Volume batuan ( $B \times S \times H$ ) m<sup>3</sup>

Qe = W handak ( Bahan peledak digunakan 1 lubang )

E = Rws bahan peledak (100)

Tabel 1. Bobot Nilai Tiap Parameter Untuk Penentuan Indeks Kemampuan Ledakan Menurut Lilly (1986) dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini

1. ROCK MASS DESCRIPTION (RMD)	RATING
1.1 Powder/friabel	10
1.2 Blocky	20
1.3 Totally masive	50
2. JOINT PLANE <i>SPACING</i> (JPS)	RATING
2.1 Close (< 0,1m)	10
2.2 Intermediate (0,1 - 1,0 m)	20
2.3 Wide (> 1,0 m)	50
3. JOINT PLANE ORIENTATION (JPO)s	RATING
3.1 Horizontal	10
3.2 Dip out of face	20
3.3 Strike normal to face	30
3.4 Dip into face	40
4. SPECIFIC GRAVITY INFLUENCE (SGI)	SGI = 25 x Bobot isi - 50
5. HARDNESS (H)	RATING OF 1 TO 10 (MOHS SCALE)

## 2) *Air Blast*

*Air Blast* adalah gelombang kompresi yang merambat melalui atmosfer, yang terjadi bila sejumlah tertentu bahan peledak keluar ke atmosfer. Ledakan udara ini semakin besar bila pengisian material *stemming* tidak benar atau *stemming* tidak sempurna karena adanya air dalam lubang tembak. Besar ledakan udara dipengaruhi oleh ketinggian, suhu udara serta kecepatan angin, sehingga suara



ledakan udara di suatu tempat dapat terdengar jauh dari sumbernya, biarpun getaran peledaknya relatif kecil.

**3) *Back break***

*Back break* yang terjadi disekitar lubang ledak akan merubah material padat dibelakang lubang ledak menjadi retakan. Hal ini disebabkan karena tingginya temperatur dan tekanan gas hasil reaksi peledakan serta tingginya tekanan detonasi. Ukuran ini tergantung pada jenis bahan peledak dan material akan diledakan.

**4) *Fly rock***

*Fly rock* merupakan terlemparnya batuan akibat operasi peledakan yang disebabkan oleh distribusi energi peledakan yang kurang baik. Bila lemparan batuan dominan kearah vertikal berarti kolom *stemming* terlalu pendek, sedangkan apabila pelemparan batuan dominan kearah horizontal berarti *burden* terlalu kecil.

**5) *Misfire***

*Misfire* adalah keadaan dimana bahan peledak yang dipasang didalam lubang ledak tidak meledak. Hal ini mungkin disebabkan oleh bahan peledak itu sendiri, detonator atau kawat penghantar. Untuk menghindari terjadinya *Misfire* perlu dilakukan perawatan perlengkapan peledakan dan ketelitian para kru peledakan dalam menjalankan tugasnya.

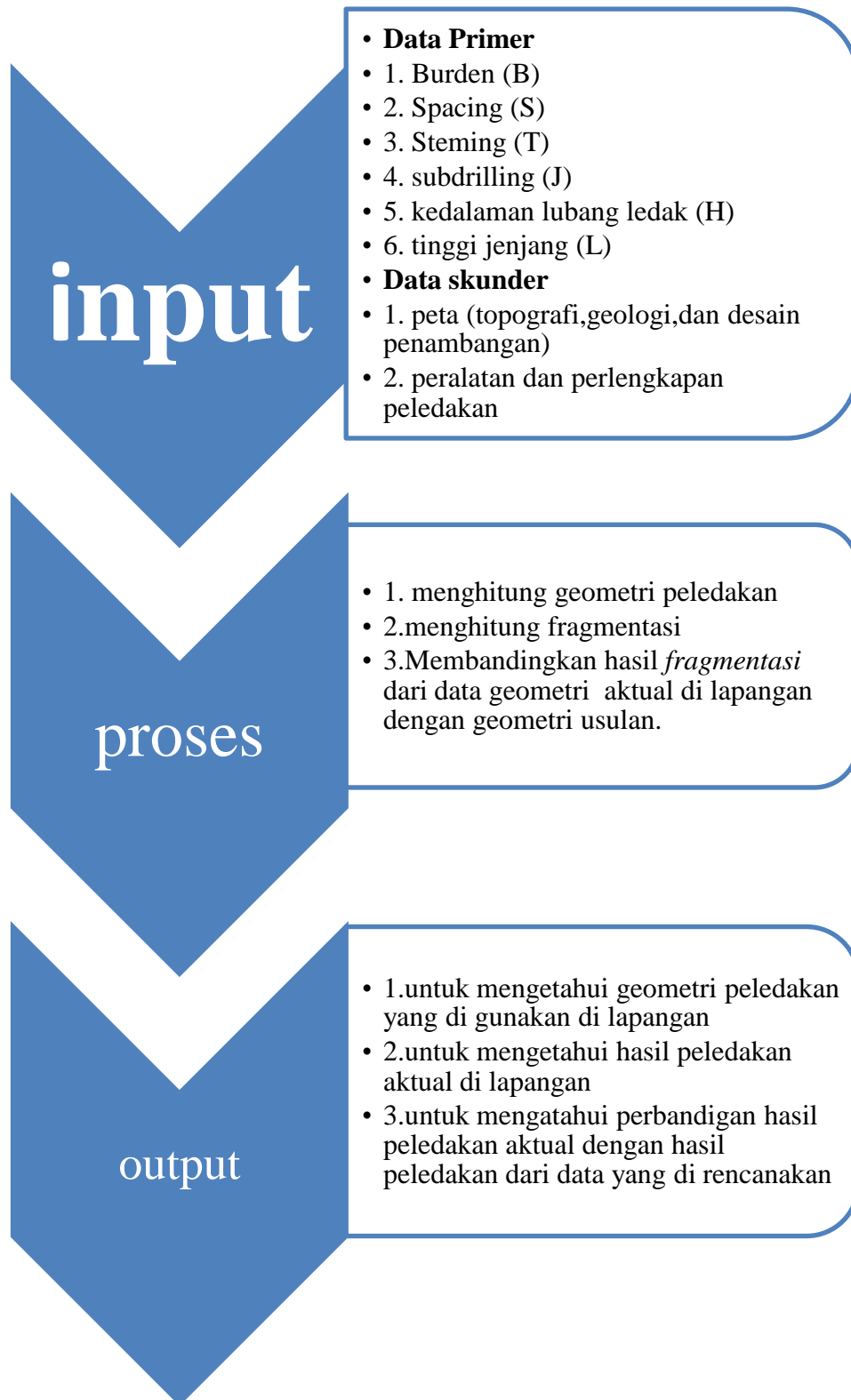
## 6) Getaran

Getaran terjadi pada saat detonator berada yang berada didalam lubang meledak sehingga menyebabkan gelombang (getaran) dalam keadaan kuat yang merambat menembus batuan. Perambatan tegangan pada saat menembus batuan akan menimbulkan gelombang elastis yang dikenal dengan gelombang seismik. Kejadian alam yang membentuk gelombang seismik seperti gempa bumi.

Kegiatan pemecahan batuan dengan peledakan membutuhkan energi yang besar. sehingga ketika proses itu berlangsung akan menghasilkan energi dalam bentuk getaran atau gelombang yang melebihi kekuatan batuan atau melampau batas elastisitas batuan tersebut. Sehingga batuan pun dapat diberaikan.

Getaran yang timbul pada operasi peledakan harus dikendalikan karena akan mempengaruhi kestabilan lereng disekitarnya dan dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan bahkan manusia. Untuk mengurangi getaran dapat dilakukan peledakan dengan waktu tunda (*delay time*).

### C. Kerangka konseptual



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Dari hasil pengamatan dan pengolahan data yang penulis lakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan dalam lubang ledak dan pengecilan spasi pada lubang ledak dapat memperkecil fragmentasi batuan hasil peledakan.
2. Fragmentasi hasil peledakan yang kecil sangat membantu dalam proses loading sehingga Pc dapat bekerja lebih efisien tanpa harus membuang waktu untuk memilih ukuran batuan.
3. Geometri peledakan yang diterapkan menggunakan *burden* dan *spacing* rata-rata ( $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ ), dengan kedalaman rata-rata 2,5 meter dan *powder factor* yang dihasilkan adalah  $0,20\text{ kg/m}^3$ . Berdasarkan *fragmentasi* yang dihasilkan dengan menggunakan metode Kuz-Ram adalah ( $0,38\text{m} < 1\text{ m}$ ).
4. Setelah dilakukan perubahan geometri peledakan usulan dengan *burden* dan *spacing* ( $2\text{ m} \times 3\text{ m}$ ), kedalaman 3 meter dan *powder factor* yang dihasilkan meningkat menjadi  $0,28\text{ kg/m}^3$ . *Fragmentasi* yang dihasilkan dengan metode Kuz-Ram adalah ( $0,29\text{m} < 1\text{m}$ ) jadi hasil *fragmentasi* menjadi lebih kecil.

## **B. Saran**

1. Menggunakan perhitungan peledakan optimal, agar memperbaiki hasil peledakan dan meminimalisir dampak negatif dari kegiatan peledakan.
2. Sebaiknya untuk pengisian bahan peledak dilakukan setepat mungkin dan untuk pengisian *stemming* dilakukan sepadat mungkin agar memperoleh fragmentasi yang optimal.
3. Peledakan di PT.ANSAR TERANG CRUSHINDO sebenarnya sudah memenuhi standardan dampaknya tidakterlalu besar bagi pemukimam warga sekitar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anon. (2012). *Diktat Diklat Teknik Pemberaian Batuan Pada Penambangan Bahan Galian*. Bandung: P3MB-KESDM.
- Ash, R.L. (1963). *The Mechanics of Rock Breakage*. Pit and Quarry Magazine.  
Hal. 5-12.
- Kiram, Yanuar. (2004). *Petunjuk Penulisan Tugas Akhir Universitas Negeri Padang*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Kopa, Raimon. (2008). *Panduan Pelaksanaan Proyek Akhir/ Pengalaman Lapangan Industri Program Studi D3 Teknik Pertambangan UNP*. Padang: Jurusan Teknik Pertambangan UNP.
- O.Olofsoson, Stig. (1991). *Applied Explosives Technology for Construction and Mining*. Swedia: Applex.
- Saptono, Singgih. (2006). *Teknik Peledakan Jurusan Teknik Pertambangan FTM Universitas Pembangunan Nasional "veteran"*. Yogyakarta: UPN .
- Suwandhi, Awang. (2004). *Teknik Peledakan*. Bandung: Pusdiklat Tekmira KESDM.
- TIM IWPL Pertambangan Umum ITB. (1996). *Supervisory Teknik Peledakan*. Bandung: LPPM-ITB.