

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Kegiatan Pembongkaran dengan Peledakan

3.1.1 Pengertian Peledakan

Peledakan yaitu memecah atau membongkar batuan padat atau material berharga yang bersifat kompak dari batuan induknya menjadi material yang sesuai untuk proses produksi. Tujuan peledakan pada batuan yaitu untuk menghasilkan batuan lepas, yang dinyatakan dalam derajat fragmentasi sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Hasil peledakan ini sangat mempengaruhi produktivitas dan biaya operasi berikutnya. Dalam suatu operasi peledakan pada pertambangan dilakukan pemboran terlebih dahulu untuk membuat lubang ledak. Lubang ledak sendiri akan diisi oleh bahan peledak.

3.1.2 Bahan Peledak

Bahan peledak adalah suatu campuran dari bahan-bahan berbentuk padat atau cair ataupun campuran dari keduanya yang apabila terkena suatu aksi misalnya panas, benturan, atau gesekan akan berubah secara kimiawi menjadi zat-zat lain yang sebagian besar atau seluruhnya berbentuk gas, dan perubahan tersebut berlangsung dalam waktu yang singkat, disertai efek panas dan tekanan yang sangat tinggi. Bahan peledak merupakan suatu bahan yang terbuat dari bahan-bahan kimia. Dalam hal ini detonator, sumbu ledak, dan sumbu api harus diperlakukan untuk mendukung bahan peledak. Bahan peledak yang digunakan oleh PT Dahana (Persero) yaitu ANFO (Foto 3.1). ANFO (*Ammonium Nitrat Fuel Oil*), sebagai zat pengoksidasi sebanyak 94% dan *fuel oil* (FO) sebagai bahan bakar

sebanyak 6%. Setiap bahan bakar berunsur karbon, baik berbentuk serbuk maupun cair, dapat digunakan sebagai pencampur. Keuntungan ANFO diantaranya yaitu :

1. Mudah untuk dibuat
2. *Cost effective*
3. Sederhana dan banyak digunakan
4. Densiti rendah (<berat)

Kerugian ANFO, yaitu :

1. Tidak tahan air
2. Density rendah (<tekanan lubang ledak)



Sumber : Siti Deanti, 2014, Kegiatan Kerja Praktik

Foto 3.1
Contoh Bahan Peledak

3.1.3 Geometri Peledakan

Geometri peledakan harus memenuhi faktor-faktor dibawah ini :

1. Diameter lubang ledak, lubang ledak pada proses peledakan harus seimbang tidak boleh terlalu besar dan juga tidak boleh terlalu kecil. Karena lubang ledak yang kecil akan mengakibatkan kurangnya tekanan sehingga

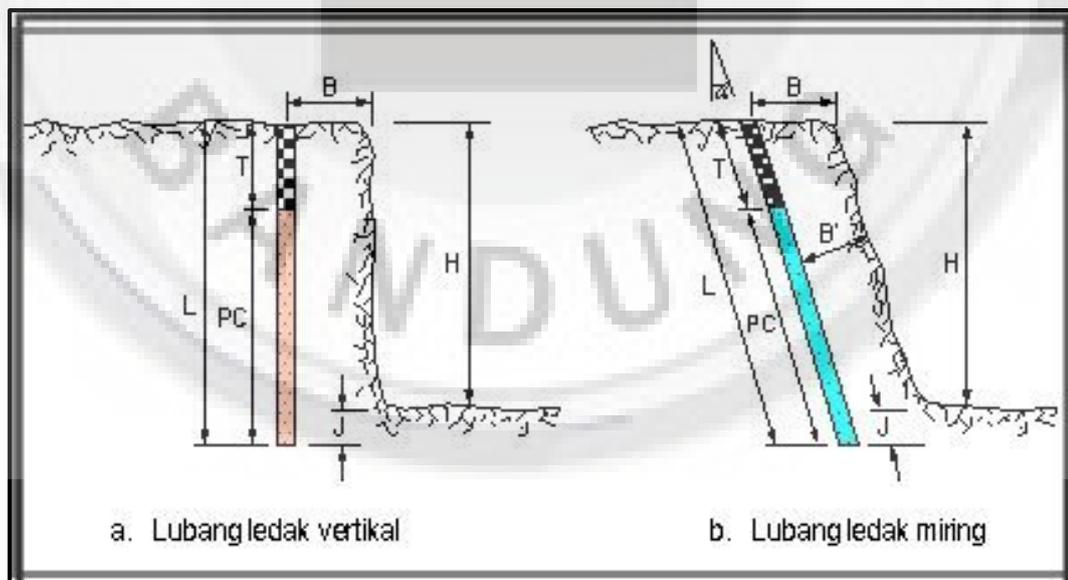
peledakan pun tidak berjalan sempurna karena tidak memberai banyak batuan, sedangkan lubang ledak yang besar dapat berakibat tidak menghasilkan fragmentasi yang baik.

2. Kedalaman lubang ledak, biasanya disesuaikan dengan tinggi jenjang yang diterapkan sedangkan untuk mendapatkan lantai jenjang yang rata maka kedalaman lubang ledak harus lebih besar dari tinggi jenjang, hal ini disebut *subdrilling*.
3. Kemiringan lubang ledak, dibagi menjadi dua yaitu tegak dan miring. Lubang kemiringan tegak dibuat dengan tujuan untuk mempermudah dalam memberikan tekanan, sedangkan lubang dibuat miring bertujuan untuk mempermudah proses pecahnya batuan.
4. Struktur batuan, hal ini menentukan dalam waktu yang diperlukan dalam pembuatan lubang ledak, dimana struktur batuan yang keras maka dalam pemboran atau persiapan lubang ledak akan memakan waktu lama, begitupun sebaliknya apabila struktur batumannya lunak maka pembuatan lubang ledak tidak akan memakan waktu yang lama.
5. Arah lemparan, hal ini ditentukan dari *freeface* dengan tujuan untuk arah lemparan hasil peledakan, disesuaikan dengan letak keterdapatannya alat muat.
6. Burden, merupakan jarak dari *freeface* ke arah titik bor, burden merupakan hal penting dalam proses peledakan. Dalam menentukan burden harus diperhatikan jarak terdekat ke *freeface* dan arah dari hasil ledakannya, selain itu perlu diperhatikan pula besarnya burden karena besarnya burden dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu dari karakteristik batuan yang akan

diledakan dan karakteristik material. Pada dasarnya jarak burden erat hubungannya dengan diameter lubang bor yang digunakan.

7. Spasi, merupakan jarak diantara setiap titik bor. Spasi digunakan agar jarak tiap titik bor tidak terlalu dekat dan tidak terlalu jauh disesuaikan dengan keadaan dilapangan dan kebutuhan.
8. *Subdrilling*, merupakan jarak tambahan kedalamannya dibawah dari lubang bor yang telah direncanakan lantai jenjang (*bench*), hal ini berfungsi untuk menghindari tonjolan pada lantai (*toe*), selain itu berfungsi juga untuk merapikan dasar lantai untuk pemboran berikutnya.
9. Tinggi, tinggi disini yaitu tinggi dari permukaan sampai dengan titik yang akan di bor (tinggi *bench*).
10. Panjang PC (*Powder Coloumb*), panjang PC yaitu dari titik terbawah *stemming* sampai dengan ujung *sub drilling*.

Contoh geometri peledakan dapat dilihat pada (Gambar 3.1).



Sumber : Kandiawan, 2014

Gambar 3.1
Contoh Geometri Peledakan

3.1.4 Kegiatan Peledakan

Aktivitas yang dilakukan oleh PT Dahana (Persero) dalam peledakan tambang meliputi :

1. Menyiapkan peralatan dan perlengkapan bahan peledak. Peralatan dan perlengkapan peledakan yang biasa dipergunakan seperti *blasting machine*, primer, detonator, dan ANFO.
2. Melakukan pengamanan pada area kerja biasanya dilakukan dibawah pengawasan Koordinator Bidang Peledakan, tujuannya adalah untuk memastikan apakah area tersebut benar-benar aman dan apakah para pekerja tersebut sudah menggunakan alat pengaman untuk peledakan nantinya.
3. Mempersiapkan primer, kemudian memasang detonator pada lubang yang terdapat pada primer, kemudian memasukkannya kedalam lubang ledak.
4. Pengisian lubang ledak dengan bahan peledak yaitu ANFO, setelah selesai kemudian lubang ditutup dengan *stemming* di lapangan tahap ini dilakukan dengan menggunakan material yang ada di lokasi (tanah atau material hancuran hasil pemboran). Pembuatan stemming dilakukan setelah pemadatan isian bahan peledak.
5. Melakukan penyambungan rangkaian pada kabel peralatan peledak, lalu rangkaian tersebut disambungkan ke *blasting machine*.
6. Kemudian dilakukan peledakan setelah dipastikan alat dan pekerja pada radius aman.
7. Pemeriksaan pasca peledakan dan pengamanan lokasi peledakan setelah peledakan dilakukan setelah 5-10 menit atau setelah asap dari hasil peledakan hilang. Pemeriksaan ini biasanya dilakukan oleh juru ledak

dengan tujuan untuk mengetahui apakah dijumpai peledakan yang gagal (*misfire*), jika semua telah meledak dengan baik dan kawasan peledakan aman dari runtuh batuan, maka akan diberi aba-aba lagi bahwa peledakan telah berakhir dan operasi penambangan dapat dilanjutkan kembali (Foto 3.2).



Sumber : Siti Deanti, 2014, Kegiatan Kerja Praktik

Foto 3.2
Kegiatan Peledakan

3.1.5 Peralatan dan Perlengkapan Peledakan

1. Peralatan Peledakan, merupakan alat-alat pendukung kegiatan peledakan yang hanya dapat digunakan satu kali pemakaian. Diantaranya seperti :
 - a. Detonator, merupakan penggalak atau pemicu awal berupa suatu sumbu yang berintikan *initiating explosive* (biasanya *Pentaerythritol Tetranitrat*) yang dimasukkan dalam suatu pembungkus plastik dan

berbagai kombinasi tekstil, kawat halus dan plastik. Fungsi sumbu ledak dalam peledakan ialah untuk merambatkan gelombang detonasi sampai ke isian.

- b. Kabel listrik, merupakan penghantar nyala, berupa sumbu api atau sumbu bakar dan kabel listrik yaitu kabel yang menghubungkan *blasting machine (exploder)* ke rangkaian peledakan.
 - c. Primer, merupakan penggalak dimana alat ini berfungsi untuk menghentakkan *blasting agent*, ukuran dari primer ini sendiri ditentukan oleh diameter lubang ledak yang dibuat.
 - d. Bahan peledak, yang digunakan pada kegiatan peledakan ini yaitu ANFO.
2. Perlengkapan Peledakan, merupakan alat-alat pendukung kegiatan peledakan yang dapat digunakan berulang kali, diantaranya yaitu :
- a. *Blasting Machine*, adalah perangkat yang memasok energi listrik untuk memicu bahan peledak utama.
 - b. Alat bor, prinsip pemboran adalah untuk mendapatkan kualitas lubang ledak yang tinggi, dihasilkan oleh pemboran yang cepat dan dalam posisi yang tepat. Jumlah batuan yang harus digali/diledakkan dan jadwal dari operasi biasanya menentukan diameter lubang ledak dan ukuran peralatan bor yang dipergunakan.

Peralatan dan perlengkapan peledakan ini dapat dilihat pada (Foto 3.3)



Sumber : Siti Deanti, 2014, Kegiatan Kerja Praktik

Foto 3.3

Peralatan dan Perlengkapan Peledakan

3.1.6 Perhitungan Pendukung Peledakan

Perhitungan untuk pendukung peledakan dapat menggunakan rumus-rumus dari CJ Konya dan RL Ash. Berdasarkan RL Ash :

1. Burden dihitung berdasarkan diameter lubang ledak dengan mempertimbangkan konstanta KB yang tergantung pada jenis batuan dan bahan peledak. Konstanta KB dihitung dirumuskan sebagai berikut $KB = KB_{std} \times AF1 \times AF2$
2. Burden (B) = $K \times D_e$ (in)
3. Kedalaman lubang ledak (L) = $KL \times B$ dimana KL antara 1,5 – 4

4. *Subdrilling* (J) = $KJ \times B$ dimana KJ antara 0,2 – 0,4
5. *Stemming* (T) = $KT \times B$ dimana KT antara 0,7 – 1,0
6. Spasi (S)
 - a. Bila orientasi antar retakan hampir tegak lurus, sebaiknya $S = 1,41 B$
 - b. Bila orientasi antar retakan mendekati 60 derajat sebaiknya $S = 1,15 B$
dan merepkan interval waktu *long – delay*.

Berdasarkan CJ Konya :

1. Burden = $De \times SGe \times SGr$
2. Spasi = $L \times B$
3. *Subdrilling* = $Ks (0.3-0,5) \times B$
4. *Stemming* = $Kt (0.17 -1) \times B$
5. Kedalaman = $L - \text{Subdrilling}$

3.2 Fragmentasi Batuan

Fragmentasi adalah istilah umum untuk menunjukkan ukuran setiap bongkah batuan hasil peledakan. Ukuran fragmentasi tergantung pada proses selanjutnya. Untuk tujuan tertentu ukuran fragmentasi yang besar atau bongkah diperlukan, misalnya disusun sebagai penghalang (*barrier*) ditepi jalan tambang. Namun kebanyakan diinginkan ukuran fragmentasi yang kecil karena penanganan selanjutnya akan lebih mudah.

Kuznetsov melakukan penelitian tentang fragmentasi. Penelitiannya ini menghubungkan ukuran rata-rata fragmentasi dengan powder faktor TNT dan struktur geologi. Penelitian ini kemudian menjadi hal yang penting karena menunjukkan bahwa ada hubungan di antara ukuran rata-rata fragmentasi dengan jumlah bahan peledak yang biasa digunakan untuk batuan. Kuznetsov

merumuskan hasil penelitiannya ini ke dalam suatu persamaan seperti yang terlihat pada persamaan berikut :

$$X_{\text{mean}} = A (V_0 / Q)^{0.8} Q^{1/6} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 3.1})$$

Dimana :

X_{mean} = Ukuran rata-rata fragmen batuan (cm)

A = Faktor batuan, yaitu :

1 untuk batuan yang sangat rapuh

7 untuk batuan yang agak kompak

10 untuk batuan kompak dengan sisipan yang rapat

13 untuk batuan kompak dengan sedikit sisipan

V_0 = Volume batuan per-lubang ledak (B x S x H) (m³)

Q = Berat bahan peledak (kg)

Agar dapat diaplikasikan untuk semua jenis bahan peledak, Cunnigha (1983) menyempurnakan persamaan Kuznetsov menjadi :

$$X_{\text{mean}} = A (V_0/Q)^{0.8} Q^{1/6} (115/E)^{19/30} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 3.2})$$

Dimana :

E = Kekuatan berat relatif (*Relatif Weight Strength*) bahan peledak yang dipakai, untuk ANFO = 100.

3.3 Pola Pengeboran Lubang Ledak

Pemboran merupakan suatu kegiatan membuat lubang yang digunakan untuk peledakan, dimana pemboran dengan peledakan sendiri saling berkesinambungan. Sebelum melakukan peledakan terhadap suatu batuan, maka dibuatlah terlebih dahulu lubang bor yang sesuai dengan pola yang diinginkan. Pola pengeboran yang digunakan di PT HPU – Tanito ini yaitu pola *staggered* atau

zig-zag, pemboran selang-seling adalah pola pemboran yang penempatan lubang ledak pada baris yang berurutan tidak saling sejajar, dimana panjang burden tidak sama dengan panjang spasi disebut *staggered rectangular pattern*.

3.4 Pola Peledakan

Pola peledakan menunjukkan urutan atau sekuensial ledakan dari sejumlah lubang ledak. Adanya urutan peledakan berarti terdapat jeda waktu ledakan diantara lubang-lubang ledak yang disebut dengan waktu tunda atau *delay time*. Beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menerapkan waktu tunda pada sistem peledakan antara lain adalah :

1. Mengurangi getaran.
2. Mengurangi *overbreak* dan batu terbang (*fly rock*).
3. Mengurangi *air blast* dan suara (*noise*).
4. Dapat mengarahkan lemparan batuan.
5. Dapat memperbaiki ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan.

Berdasarkan arah runtuh batuan, pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut :

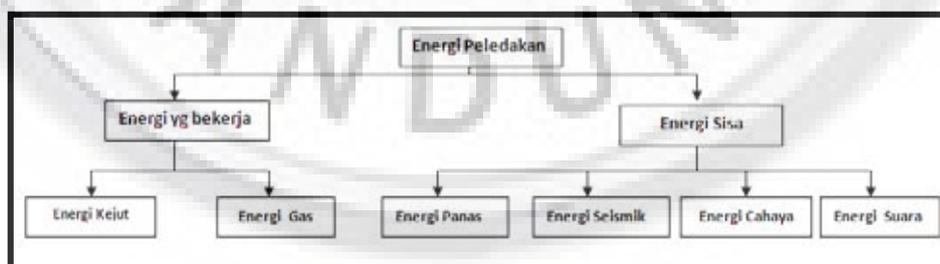
1. *Box cut* adalah pola peledakan yang arah runtuh batuanya kedepan dan membentuk kotak.
2. *Echelon* adalah pola peledakan yang arah runtuh batuanya ke salah satu sudut dari bidang bebas.
3. *V cut* adalah pola peledakan yang arah runtuh batuanya kedepan dan membentuk huruf V.

Pola peledakan yang digunakan oleh PT HPU – Tanito ini yaitu *echelon*, karena arah lemparan batuan hasil peledakan di tujukan ke salah satu bidang

bebas, hal ini dilakukan agar memudahkan alat berat untuk mengambil *overburden* maupun batubaranya.

3.5 *Ground Vibration*

Getaran tanah (*ground vibration*) merupakan gelombang yang bergerak di dalam tanah disebabkan oleh adanya sumber energi. Sumber energi tersebut dapat berasal dari alam, seperti gempa bumi atau adanya aktivitas manusia, salah satu diantaranya adalah kegiatan peledakan. Getaran tanah (*ground vibration*) terjadi pada daerah elastis (*elastic zone*). Kegiatan peledakan selalu menghasilkan gelombang seismik. Tujuan peledakan umumnya untuk memecahkan batuan. Kegiatan ini membutuhkan sejumlah energi yang cukup sehingga melebihi atau melampaui kekuatan batuan atau melampaui batas elastis batuan. Apabila hal tersebut terjadi maka batuan akan pecah. Proses pemecahan batuan akan terus berlangsung sampai energi yang di hasilkan bahan peledak makin lama makin berkurang, dan menjadi lebih kecil dari kekuatan batuan. Sehingga proses pemecahan batuan terhenti, dan energi yang tersisa akan menjalar melalui batuan, karena masih dalam batas elastisitasnya (Dwi Handoyo, 2012).



Sumber: Charles H. Dowding, 1985, *Blast Vibration Monitoring and Control*.

Gambar 3.2
Energi Hasil Peledakan

3.5.1 Faktor Yang Mempengaruhi Getaran Tanah

Getaran tanah pada tingkat tertentu bisa menyebabkan terjadinya kerusakan struktur disekitar lokasi peledakan. Karena itu keadaan bahaya yang mungkin ditimbulkan oleh operasi peledakan tidak bisa diabaikan. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam usaha menentukan hubungan antara faktor-faktor tersebut sesuai dengan tingkat getaran. Pada dasarnya getaran tanah akibat peledakan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor yang dapat dikontrol dan faktor yang tidak dapat dikontrol. Faktor-faktor yang tidak dapat dikontrol yaitu yang berhubungan dengan kondisi alam, geologi, dan geomekanik, dapat dilihat pada (Tabel 3.1).

Tabel 3.1
Faktor – faktor yang Mempengaruhi Tingkat Getaran Tanah

No	Variabel yang Dapat Dikontrol oleh Operator Tambang	Pengaruh Terhadap Tingkat Getaran tanah		
		Signifikan	Sedang	Tidak Signifikan
1	Berat isian per <i>delay</i>	x		
2	Delay Interval	x		
3	Burden dan Spasi		x	
4	Stemming (jumlah)			x
5	Stemming (tipe)			x
6	Panjang isian dan diameter			x
7	Sudut lubang bor			x
8	Arah inisiasi		x	
9	Berat isian per peledakan			x
10	Kedalaman isian			x
11	Bare vs covered primacord			x
12	Kecocokan isian	x		
No	Variabel yang Tidak Dapat Dikontrol oleh Operator Tambang	Pengaruh Terhadap Tingkat Getaran tanah		
		Signifikan	Sedang	Tidak Signifikan
1	Keadaan umum daerah permukaan			x
2	Tipe dan kedalaman overburden	x		
3	Kondisi angin dan hujan			x

Sumber : Rosenthal & Marlock, 1987

Sedangkan faktor-faktor yang dapat dikontrol diantaranya yaitu :

1. Jumlah Muatan Bahan Peledak per Delay

Besar getaran yang dihasilkan peledakan akan dipengaruhi oleh jumlah isian bahan peledak per waktu tunda. Jumlah muatan total bahan peledak

yang dianggap meledak bersamaan merupakan muatan bahan peledak per waktu tunda.

2. Jarak Dari Lokasi Peledakan

Pengaruh jarak terhadap tingkat getaran yaitu apabila jarak pengukuran lokasi peledakan semakin jauh maka getaran yang dihasilkan juga semakin kecil.

3. Waktu Tunda (*Delay Period*)

Interval waktu tunda antar lubang ledak sangat mempengaruhi tingkat vibrasi yang dihasilkan. Jika interval waktu tunda tersebut makin besar, maka kemungkinan jumlah bahan peledak yang dianggap meledak bersamaan (selisih waktu meledak kurang dari sama dengan 8 ms) akan makin kecil, sehingga tingkat vibrasi yang dihasilkan akan makin kecil. Berikut dapat dilihat pada (Tabel 3.2) untuk pengaruh waktu tunda terhadap PPV.

Tabel 3.2
Pengaruh Waktu Tunda pada PPV

Mode of Detonation	PPV (mm/s)
Instantaneous	75
Two delays with equal chart	43
Four delay with equal chart	25

Sumber : Sen, 1995

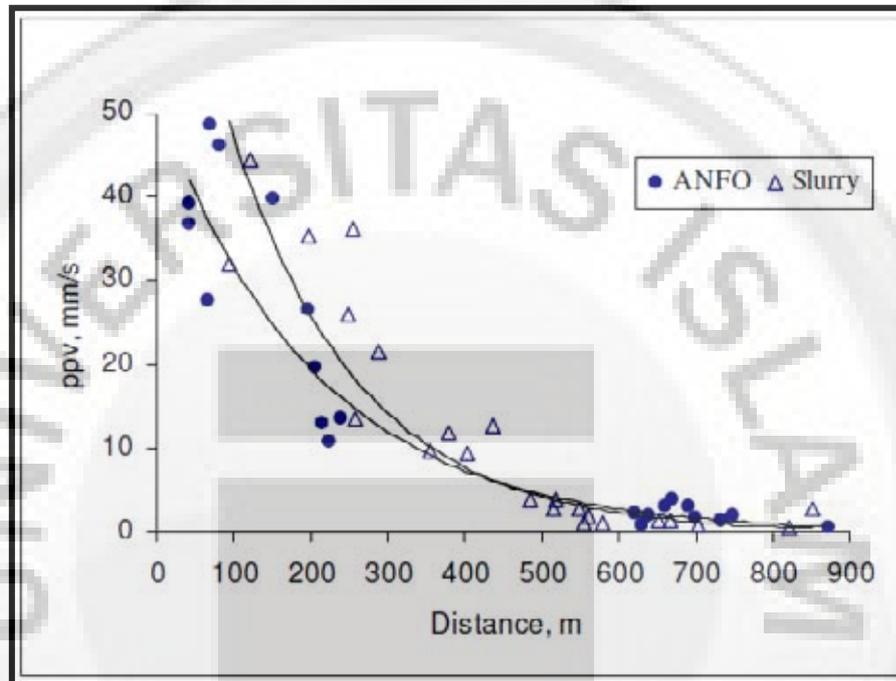
4. Geometri Peledakan

Geometri peledakan sangat menentukan dalam adanya getaran tanah, karena getaran tanah yang paling tinggi dihasilkan dari burden yang paling besar.

5. Jenis Bahan Peledak

Pengaruh bahan peledak terhadap getaran tanah yaitu apabila tekanan bahan peledak kecil terhadap lubang ledak maka tingkat getaran tanah

akan kecil. Tekanan bahan peledak tergantung pada densitas dan detonasi bahan peledak. Misalnya untuk jenis bahan peledak dengan densitas dan detonasi kecil yaitu ANFO (*Ammonium Nitrat Fuel Oil*), sedangkan yang lebih besar yaitu bahan peledak dengan jenis *slurry*. (Gambar 3.3)



Sumber: Hossiani, 2006

Gambar 3.3
Perbandingan Getaran tanah untuk ANFO dan Slurry

6. Arah Peledakan

Arah peledakan terbagi menjadi dua, yaitu memotong/berlawanan dengan arah penyebaran batuan (*strike*) dan searah dengan penyebaran batuan. Pada arah peledakan memotong *strike*, penyebaran energi seismik akan terhambat lapisan batuan, sedangkan apabila searah dengan *strike* penyebaran energi seismik hasil peledakan akan melalui satu arah penyebaran batuan. Hal tersebut menyebabkan tingkat getaran akan lebih besar pada arah peledakan searah *strike*, daripada arah peledakan memotong *strike*.

3.5.2 Parameter Getaran (*Vibration*)

Getaran terjadi karena adanya pergerakan partikel dan tolak ukurnya adalah intensitas dari frekuensi. Intensitas getaran merupakan karakter gerakan bumi atau massa batuan yang meliputi perpindahan atau simpangan (*displacement*), kecepatan (*velocity*) dan percepatan (*acceleration*). Ketika bumi bergetar karena terlewati gelombang seismik, partikel batuan bergerak atau berpindah dari posisi yang sebelumnya seimbang. Peristiwa inilah yang disebut perpindahan. Seberapa cepat partikel bergerak, inilah yang disebut kecepatan. Gerakan ini pun menggunakan tenaga yang besarnya sebanding dengan percepatan partikel atau laju perubahan kecepatan. Parameter dasar dari getaran didefinisikan sebagai berikut:

1. Perpindahan simpangan yaitu jarak gerakan partikel batuan dari posisi yang sebelumnya seimbang ke suatu titik yang dikehendaki dalam waktu tertentu, biasanya diukur dalam satuan inch atau mm.
2. Kecepatan yaitu gerakan partikel batuan ketika meninggalkan tempat dari kondisi semula diam, biasanya diukur dengan satuan inch/sec atau mm/det.
3. Percepatan adalah laju pada saat terjadi perubahan kecepatan partikel. Tenaga yang dipakai oleh partikel yang bergetar adalah sebanding dengan percepatan partikel tersebut.

3.5.3 Hukum *Scaled Distance* (SD)

Scaled Distance adalah parameter untuk dimensi jarak. *Scale distance* dinyatakan sebagai perbandingan antara jarak dan isian bahan peledak yang mempengaruhi hasil getaran dan energi ledakan di udara. *Scale distance* memungkinkan pelaksana lapangan menentukan jumlah bahan peledak yang

diperlukan atau jarak aman untuk muatan bahan peledak yang jumlahnya telah ditentukan. Rumus diatas dapat dituliskan sebagai berikut:

Dimana:

1. USBM (U.S Bureau of Mines Tahun 1971)

$$SD = \frac{R}{Q^{0.5}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.4)}$$

2. Langefors & Kiehlstrom (1973)

$$SD = \frac{Q^{0.5}}{R^{0.75}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.5)}$$

3. Indian Standart

$$SD = \frac{Q}{R^{0.67}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.6)}$$

4. Ambraseys Hedron (1968)

$$SD = \frac{R}{Q^{0.33}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.7)}$$

Keterangan :

R = Jarak titik pengukuran ke titik peledakan (m)

Q = Muatan bahan peledak yang dianggap meledak bersamaan (kg)

SD = *Scale Distance* (kg/m)

Pada persamaan *scaled distance*, konstanta *k* dan *m* mempengaruhi tingkat getaran tanah hasil peledakan. Kedua konstanta ini saling berhubungan satu sama lain. Hubungan antara konstanta *k* dan *m* berbanding lurus, dimana semakin besar konstanta *k* maka semakin besar pula kosntanta *m*, begitu pula sebaliknya. Hal ini berdasarkan konstanta *m* berhubungan dengan geometri peledakan dan karakteristik batuan, sedangkan kosntanta *k* mengindikasikan besarnya energi hasil peledakan yang ditransfer ke batuan sekitarnya.

3.5.4 Persamaan *Peak Particle Velocity* (PPV)

Persamaan *Peak Particle Velocity* (PPV) merupakan kecepatan maksimum yang digunakan untuk menghitung besarnya getaran pada suatu lokasi yang tergantung pada jarak lokasi tersebut dari pusat peledakan dan dari jumlah bahan peledak yang dipakai perperiode (*delay*). Berdasarkan penelitian yang dilakukan dalam usaha menentukan besarnya kecepatan partikel puncak (PPV) yang dihasilkan dalam sebuah peledakan maka dapat ditentukan persamaan sebagai berikut :

1. USBM

$$PPV = k \times SD^{-m} \dots\dots\dots (Persamaan 3.8)$$

Dengan k = 769,5 dan m = -1,56

2. Langefors & Kiehlstrom

$$PPV = k \times SD^{-m} \dots\dots\dots (Persamaan 3.8)$$

Dengan k = 514,5 dan m = 2

3. Indian Standart

$$PPV = k \times SD^{-m} \dots\dots\dots (Persamaan 3.8)$$

Dengan k = 68,4 dan m = 1,6

4. Ambraseys Hedron

$$PPV = k \times SD^{-m} \dots\dots\dots (Persamaan 3.10)$$

Dengan k = 1099 dan m = -1,6

Dimana :

PPV = *Peak Particle Velocity*, (mm/s).

D = Jarak muatan maksimum terhadap lokasi pengamatan, (m).

W = Muatan bahan peledak maksimum per periode tunda, (kg).

k, m = Konstanta yang harganya tergantung dari kondisi lokal dan kondisi peledakan.

Nilai konstanta, yaitu komponen K sangat bervariasi, antara lain menurut :

1. U.S. Bureau of Mines, 1971 menetapkan nilai $K = 100$,
2. DuPont de Nemours & Co., 1977 menetapkan nilai $K = 160$,
3. Canada Centre for Mineral and Energy (CANMET), 1982 menetapkan K antara 160 - 750 atau rata-rata 490,
4. AS2187.2-1993, Appendix J menetapkan nilai konstanta k adalah :
 - a. *Mines or quarries* :500
 - b. *For a free face in average conditions* :1140
 - c. *For heavily confined blasting, near field* :5000

Kegiatan pengukuran getaran tanah akibat peledakan, menggunakan alat yang disebut Blastmate III, alat ini merupakan alat buatan Canada (Foto 3.4). Sedangkan untuk penentuan nilai ambang batas yang digunakan di Indonesia, mengacu pada SNI 7571 : 2010 dapat dilihat pada (Tabel 3.3).



Sumber : Data Dokumentasi Kegiatan Tugas Akhir 2015

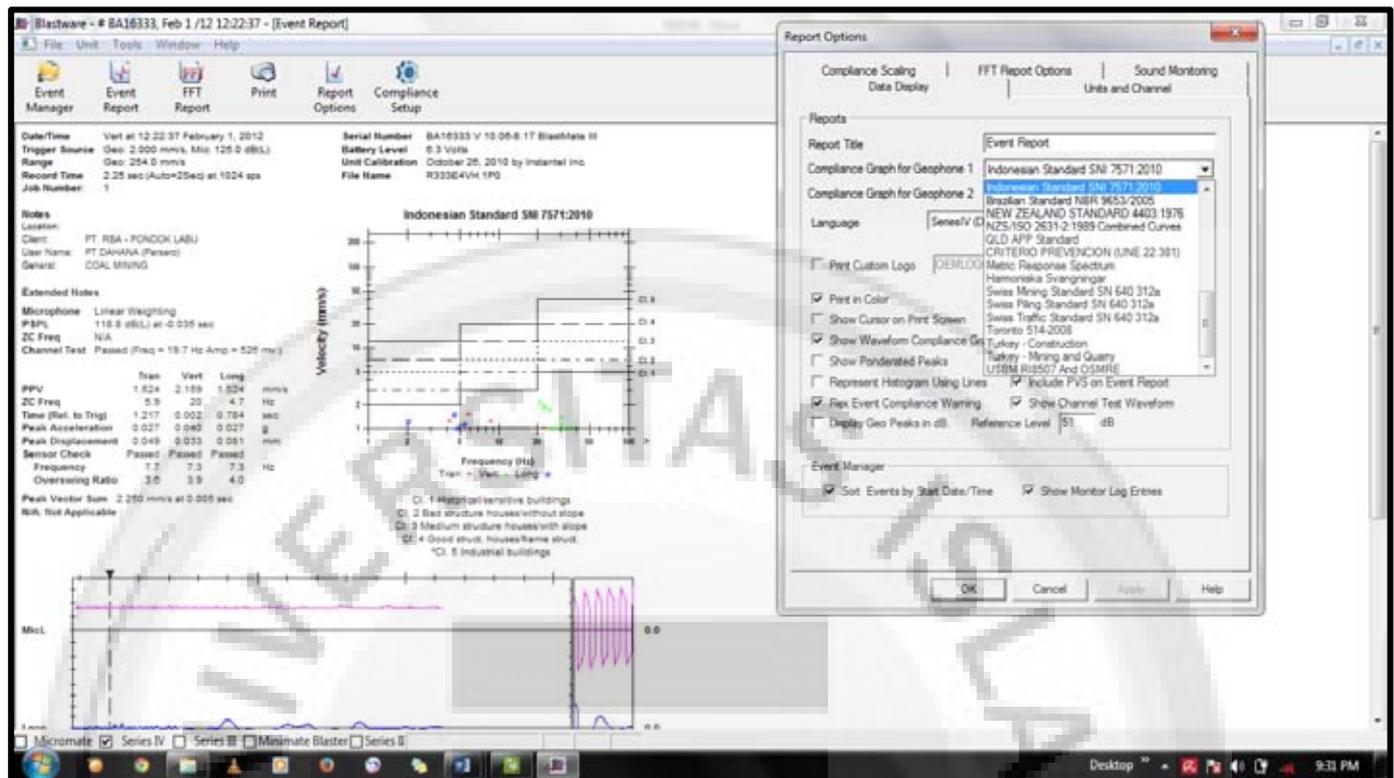
Foto 3.4
Contoh Blasmate

Tabel 3.3
Tingkat Getaran Peledakan Terhadap Bangunan (SNI)

Kelas	Jenis Bangunan	PVS (mm/s)	Frekuensi	PPV (mm/s)
1	Bangunan kuno yang dilindungi Undang-undang benda cagar budaya	2	0-5	2
			5-20	3
			20-100	5
2	Bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen saja, termasuk bangunan dengan pondasi dari kayu dan lantainya diberi adukan semen.	3	0-5	3
			5-20	5
			20-100	7
3	Bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen dengan slope beton	5	0-5	5
			5-20	7
			20-100	12
4	Bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen slope beton, kolom dan rangka diikat dengan ring.	7-20	0-5	7
			5-20	12
			20-100	20
5	Bangunan dengan pondasi, pasangan bata dan adukan semen, slope beton, kolom dan diikat dengan rangka baja.	12-40	0-5	7
			5-20	12
			20-100	20

Sumber : Dwi Handoyo Marmer, 2012

Data yang didapat dari *Blastmate* diolah dengan software yaitu *Blastware* dengan menggunakan pelaporan SNI 7571:2010, hal ini dilakukan karena pelaporan *Blastware* SNI sudah sesuai dengan kondisi di Indonesia. Berikut dapat dilihat grafik dan penentuan pelaporan *Blastware* dalam SNI 7571:2010 pada (Gambar 3.4).



Sumber : Data Dokumentasi Kegiatan Tugas Akhir 2015

Gambar 3.4
Pelaporan Blastware dengan SNI 7571:2010