

BAB 6

PEMILIHAN PERALATAN PELEDAKAN

6.1 Peralatan Pengeboran

6.1.1 Umum

Batu besar, brangkal, gunung-gunung batu dan material lainnya yang perlu dipecahkan dengan menggunakan bahan peledak kedalam ukuran yang direncanakan. Untuk memakai jumlah peledak yang tepat pada tempat yang tepat dan hasilnya sesuai dengan yang diinginkan, pengeboran kedalam batu perlu dilakukan. Banyak jenis-jenis simbol yang dapat dipergunakan untuk keperluan ini, dan jenis bor itu antara lain ialah :

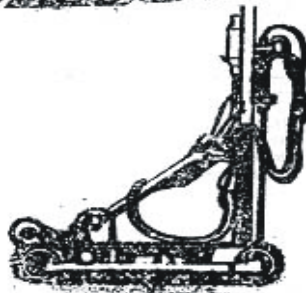
- Jackhammer drill, leg drill yang biasa dipergunakan lubang dangkal maupun dalam berdiameter kecil dan pengeboran sekunder pada brangkal.
- Crawler drill, wagon drill untuk pengeboran lubang dalam berdiameter besar



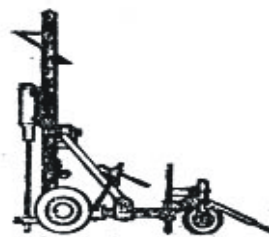
Leg Drill



Jack Hammer



Crawler Drill



Wagon Drill

6.1.2 Pemilihan Bor

Pemilihan jenis bor yang akan digunakan pada suatu quarry tergantung pada beberapa faktor antara lain :

1. Keadaan daerah

Permukaan yang amat kasar tak teratur atau serakan brangkal yang tersebar akan membutuhkan jack hammer tanpa memperhatikan faktor-faktor lain.

2. Derajat Pemecahan

Yang sangat tergantung pada ukuran pemecah batu (stone crusher). Apabila ukuran maksimum yang dapat diterima oleh pemecah-primer 30 cm, maka produksi brangkal berukuran 60-90 cm membutuhkan pengeboran dan peledakan sekunder atau pemecah tangan. Jadi penghematan dalam peledakan primer dapat menghapus pengerjaan sekunder yang berlebih-lebihan.

3. Ukuran dan Sifat Permanen Sumber Batu (quarry)

Apabila perkiraan umur quarry hanya 2-3 tahun saja, maka tidak perlu ada rencana pengembangan yang mahal untuk membuat jenjang-jenjang quarry yang lebar dan tinggi guna keperluan wagon drill, crawler drill.

4. Penyediaan Air

Lubang dalam berdiameter kecil lebih efisien bila disiram oleh air dari pada udara. Persediaan air yang kurang, akan membatasi kedalaman lubang dan jenis bor yang dapat dipilih.

5. Derajat Pemecahan atau Peretakan Formasi Batu

Pada batu berserat (fissured) berat, terutama kwarsa, lapisan batu atau batu kapur yang lapuk, pengeboran lubang panjang relative kurang efektif. Biasanya lubang yang dibor batu-batu tersebut sulit untuk diisi bahan peledak dan sering sebagian tidak meledak, mungkin juga bisa terjadi sama sekali tak ada yang meledak. Jika letak sumber batu (quarry) sudah ditentukan dan sebagian besar pekerjaan pemeriksaan sudah dilaksanakan, semua faktor-faktor diatas akan diketahui.

Seri pertama dari percobaan ledakan akan memberikan gambaran dari jumlah peledak yang dibutuhkan per meter kubik atau ton batu pecah yang baik. Sebelum penentuan terakhir dalam pemilihan bor, fakta dasar dibawah ini perlu diperhitungkan :

- Lubang-lubang dangkal lebih mahal daripada lubang-lubang dalam, ditinjau dari sudut ongkos pengeboran atau penggunaan peledak.
- Lubang berdiameter kecil diletakan berdekatan dank arena celah kecil ii, pemecahan yang merata serta ukuran batu yang lebih kecil dapat diperoleh.
- Lubang berdiameter besar akan lebih ekonomis, asalkan pemecahan primer stone crusher dapat menampung hasilnya tanpa pengerjaan sekunder yang berlebih-lebihan.

Keputusan untuk memakai wagon drill atau crawler drill untuk membuat lubang-lubang bor berukuran sedang dan besar atau memakai jenis bor

lainnya untuk lubang-lubang bor kecil, relative tergantung sekali dari sifat batu serta jumlah pemecahan sekunder yang diharapkan, mungkin akan lebih ekonomis untuk memakai wagon drill atau crawler drill, selanjutnya dengan memakai tenaga kerja yang besar untuk pemecahan sekunder. Hasil ini membuka lapangan kerja bagi sejumlah tenaga.

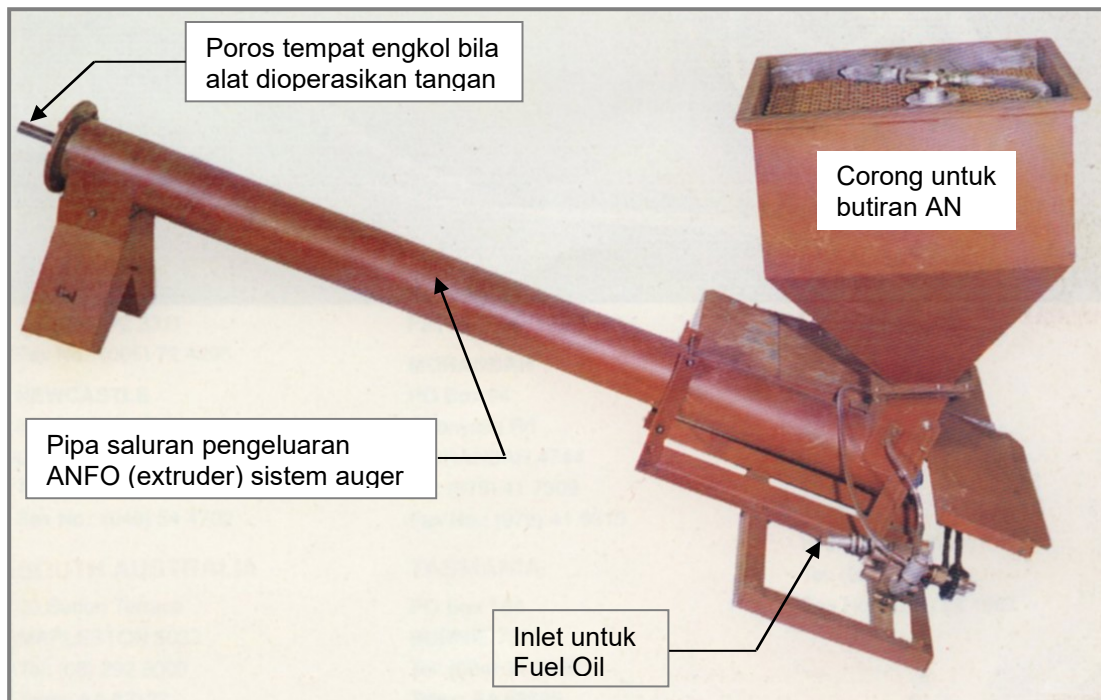
6.2 Alat Pencampur Bahan Peledak

Bila ANFO dipergunakan sebagai bahan peledakan, maka diperlukan alat untuk mencampur AN dan FO. Alat yang paling sederhana adalah penakar kedua bahan tersebut dan tempat untuk mengaduk bahan-bahan tersebut menjadi campuran yang homogen. Ada yang menggunakan alat pencampur bahan cor (semen, pasir dan air), yaitu *concrete mixer* atau “molen”, sebagai alat untuk mencampur AN dan FO. Alat tersebut cukup baik untuk menghasilkan campuran yang homogen, namun pelaksanaannya harus penuh kehati-hatian, sebab “molen” tidak dirancang untuk mengaduk bahan peledak. Alat pencampur bahan peledak harus memenuhi beberapa persyaratan, sebab hasilnya berupa bahan peledak kuat yang berbahaya bagi keselamatan kerja. Persyaratan tersebut yaitu:

- ⇒ Bahan yang kontak dengan AN terbuat dari *stainless-steel* atau diberi lapisan *epoxy*.
- ⇒ Pada waktu bekerja tidak menimbulkan panas yang berlebih atau listrik statis.

Gambar 2.1 memperlihatkan alat pencampur bahan peledak ANFO yang dinamakan *Coxan ANFO Mixer*. Alat ini dirancang untuk mencampur AN dan FO dengan perbandingan 94%:6% dengan cara kerja sebagai berikut:

- 1) Butiran AN dimasukkan ke corong (*hopper*) yang dilengkapi dengan saringan. Saringan ini diperlukan karena kadang-kadang terdapat AN yang menggumpal, sehingga gumpalan dan butiran AN dapat dipisahkan. Gumpalan AN yang tertinggal di atas saringan dikeluarkan atau kalau memungkinkan dapat dipukul-pukul di atas saringan agar hancur menjadi butiran dan langsung masuk kedalam corong. Kapasitas corong butiran AN sekitar 70 kg.
- 2) Fluida FO (solar) dialirkan melalui pipa yang tersedia dibagian bawah alat dan mengalir dengan kecepatan konstan.
- 3) Butiran AN turun dengan kecepatan konstan dan FO mengalir dengan kecepatan konstan pula; dengan demikian, maka ANFO yang keluar melalui pipa saluran pengeluaran (*extruder*) pun akan mempunyai kecepatan konstan juga. Perbandingan 94% AN dan 6% FO diperoleh melalui perbedaan kecepatan konstan antara turunnya AN dan aliran FO.



Gambar 6.2. Pencampur ANFO *Coxan (ICI Explosives)*

Alat *Coxan ANFO Mixer* dapat dioperasikan tangan atau tenaga listrik. Bila dioperasikan tangan, maka dipasang engkol di bagian ujung pipa pengeluaran produk ANFO dan laju pengeluaran ANFO bisa mencapai 1000 kg/jam. Sedangkan bila dioperasikan oleh tenaga listrik, diperlukan energi 1100 watt, dan laju produk ANFO antara 40 – 100 kg/menit.

6.3 Alat Pengisi Lubang Ledak

Pengisian lubang ledak dapat dilakukan secara manual atau menggunakan alat bantu mekanis. Cara pengisian dibedakan berdasarkan diameter lubang ledak dan untuk alasan tersebut lubang ledak dikelompokkan menjadi:

- ⇒ Diameter “Kecil” : < 50 mm (2”)
- ⇒ Diameter “Sedang” : 50 – 100 mm (2” – 4”)
- ⇒ Diameter “Besar” : > 100 mm (4”)

Cara pengisian manual maksudnya bila dilaksanakan langsung dengan cara dicurah ke dalam lubang ledak. Untuk membantu pemadatan digunakan tongkat panjang terbuat dari bambu atau bahan non-konduktor lainnya yang disebut *tamping rod*. Sedangkan cara mekanis bila menggunakan alat bantu pengisian pneumatik, misalnya *pneumatic cartridge charger* dan *ANFO loader*, yang biasanya diterapkan pada pengisian lubang miring atau ke arah atas. Sedangkan alat mekanis untuk lubang ledak berdiameter

“besar” digunakan *Mobile Mixer/ Manufacturing Unit* (MMU) yang multi-guna, karena dapat berfungsi sebagai pengangkut, pencampur dan sekaligus pengisi.

a. Pengisian lubang berdiameter “kecil”

Lubang ledak berdiameter “kecil” biasanya mempunyai kedalaman terbatas yang umumnya diterapkan pada penambangan skala kecil. Pengisian dilaksanakan dengan cara manual, bila menggunakan agen peledakan ANFO langsung dicurah dan bila berbentuk *cartridge* langsung dimasukkan satu per satu ke dalam lubang ledak. Pemadatan bahan peledak digunakan alat *tamping rod*. Untuk lubang miring atau mengarah ke atas (*stopper*), pada tambang bawah tanah, biasanya dibantu alat pengisian pneumatik (lihat Gambar 2.2).

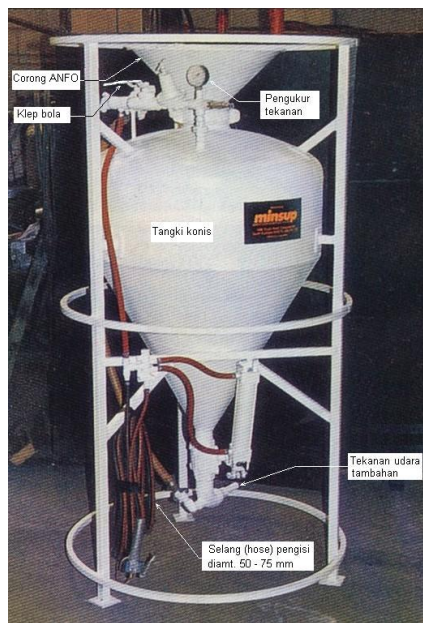
ANFO *loader* pada Gambar 2.2.a adalah salah satu jenis pengisi lubang ledak dengan bahan peledak ANFO. Alat ini terdiri dari tangki konis terbuat dari baja dan bertekanan serta klep bola yang mengatur tekanan menuju selang pengisi berdiameter antara 50 – 75 mm. Tekanan udara tambahan (*secondary air pressure*) dapat dimasukkan melalui pipa di bagian bawah alat untuk menambah tekanan ke selang pengisi. Cara kerja alat ini adalah sebagai berikut:

- 1) ANFO dicurah melalui corong di bagian atas ke tangki konis.
- 2) Corong ditutup rapat dan kuat.
- 3) Klep bola dibuka perlahan-lahan sampai tekanan untuk mengeluarkan ANFO melalui selang pengisi memuaskan. Besar tekanan akan sangat tergantung pada densitas ANFO. Alat ini dirancang untuk ANFO dengan densitas sampai $0,95 \text{ gr/cm}^3$.

Laju pengisian disamping tergantung pada densitas ANFO juga pada panjang selang yang dipasang dan besar tekanan tambahan. Untuk pemakaian normal, tekanan di dalam corong sekitar 175 – 200 kPa (2 – 3 atm). Dalam kondisi tersebut laju pengisian bisa mencapai 45 kg/menit untuk panjang selang sampai 50 m. Alat ini dirancang untuk kapasitas ANFO mulai 17 kg, 25 kg, 45 kg, 100 kg, 200 kg dan 250 kg.

Pneumatic cartridge charger pada Gambar 2.2.b adalah alat pengisi lubang ledak dengan bahan peledak *cartridge*, khususnya *cartridge* berbasis emulsi, misalnya *powergel*. Alat ini sangat efektif bila digunakan pada lubang ledak kecil yang berukuran antara 57 – 76 mm (2” – 3”) dengan kedalaman 58 m untuk lubang kering dan 15 m bila lubang berair. Sangat cocok digunakan untuk pengisian lubang ledak ke arah miring atau ke atas pada tambang bawah tanah. Tekanan

udara yang dialirkan melalui selang mampu memberikan pemadatan, sehingga densitas bahan peledak di dalam lubang ledak bertambah antara 20% - 40% dibanding dengan pemadatan secara manual (dengan tangan biasa). Besarnya tambahan densitas tersebut tergantung pula pada besar tekanan udara yang dialirkan. Alat ini dirancang untuk bahan peledak *cartridge* berbasis emulsi, namun dengan memperhatikan segala kemungkinan yang berkaitan dengan keselamatan kerja dapat pula digunakan untuk bahan peledak *cartridge* berbasis nitroglyserin.



a. ANFO loader



b. Pneumatic cartridge charger

Gambar 6.3. Alat bantu pengisian pneumatik

b. Pengisian lubang berdiameter “sedang”

Pengisian lubang ledak berdiameter “sedang” dapat dilakukan secara manual menggunakan tempat yang ukuran volumenya tertentu, misalnya menggunakan ember plastik, agar dapat mengisi lubang ledak dengan tepat sesuai perhitungan. Pada proses ini diperlukan selang (*hose*) berskala untuk mengukur batas kedalaman bahan peledak agar tidak melewati batas kedalaman penyumbat (*stemming*). Disamping itu, yang perlu diperhatikan adalah *legwire* atau sumbu nonel atau sumbu ledak harus ditahan agar jangan sampai jatuh dan ke dalam lubang dan terkubur bahan peledak. Pemadatan dilakukan dengan memakai *tamping rod* yang biasanya dilakukan bersamaan dengan proses pengisian agen peledakan.

c. Pengisian lubang berdiameter “besar”

Pengisian lubang ledak berdiameter besar biasanya dilakukan oleh perusahaan penambangan skala besar dengan jumlah produksi mencapai ratusan ribu ton atau m³, sehingga memerlukan bahan peledak cukup banyak. Untuk itu diperlukan lubang ledak yang banyak pula. Apabila pengisian lubang ledaknya dilakukan secara manual tentu tidak akan efektif dan efisien, sehingga diperlukan sentuhan teknologi pengisian lubang ledak. Saat ini pengisian lubang secara mekanis menggunakan *Mobile Mixer/Manufacturing Unit* (MMU) pada penambangan skala besar sudah banyak dilakukan. Walaupun biaya pengisian lubang ledak secara mekanis cukup tinggi, namun jumlah produksi yang besar sudah diperhitungkan mampu mengatasi biaya tersebut. Dengan demikian untuk penambangan skala besar, pengisian lubang ledak secara mekanis cukup ekonomis ditinjau dari aspek produksi maupun biaya.

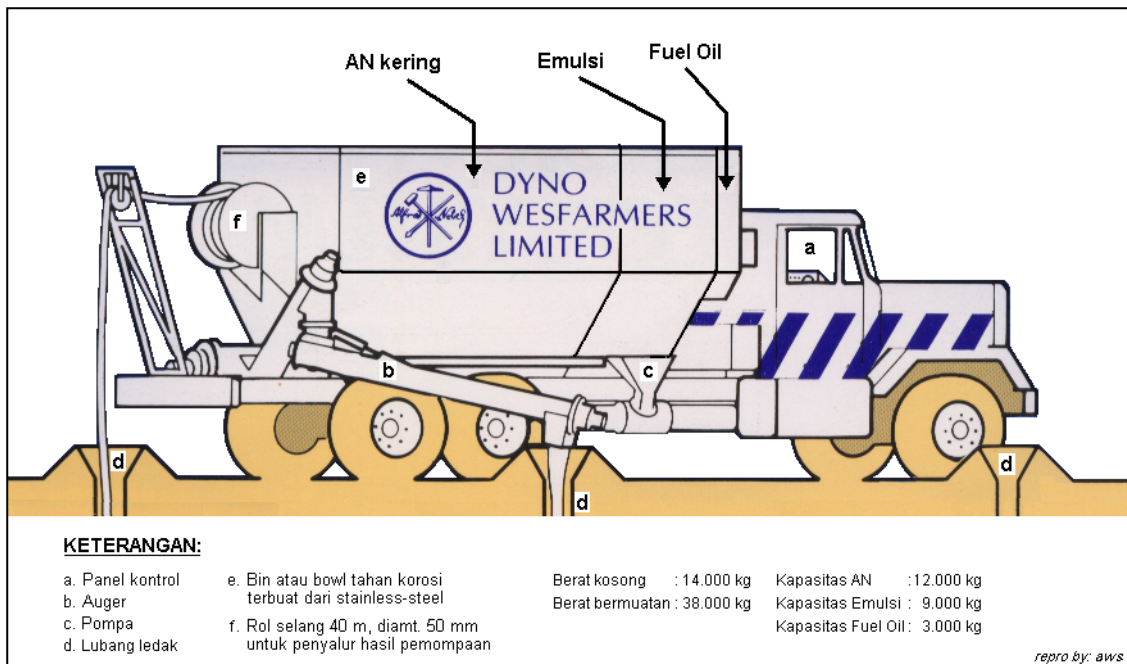
Berikut ini adalah jenis bahan peledak dan cara pengeluarannya:

- ⇒ ANFO dikeluarkan menggunakan sistem ulir (*auger*)
- ⇒ *Heavy-ANFO* dengan emulsi kurang dari 60% dapat menggunakan *auger*
- ⇒ *Heavy-ANFO* dengan emulsi lebih dari 60% menggunakan pompa.



Gambar 6.4. Mengisi lubang ledak di tambang terbuka

Oleh sebab itu, setiap MMU harus dilengkapi dengan alat pengeluaran yang mampu mengalirkan bahan peledak sesuai dengan viskositasnya ke dalam lubang ledak dengan kecepatan yang terukur. Gambar 2.8 menunjukkan sketsa MMU buatan *Dyno Westfarmers* yang menunjukkan susunan kompartemen dan bagian-bagian penting lainnya.



Gambar 6.5. MMU dan bagian-bagian pentingnya (Dyno Westfarmers Ltd.)

6.4 Alat Pengangkut Bahan Peledak

Alat pengangkut bahan peledak adalah alat atau kendaraan yang digunakan untuk mengangkut bahan peledak dari gudang ke lokasi peledakan atau dari satu lokasi ke lokasi peledakan yang lain. Alat atau kendaraan yang digunakan sebaiknya memang alat yang dipersiapkan khusus untuk pekerjaan tersebut. Mengingat perjalanan yang harus ditempuh dari gudang ke lokasi peledakan umumnya cukup jauh, maka faktor keselamatan dan keamanan kerja menjadi sangat penting. Untuk itu terdapat beberapa persyaratan khusus bagi kendaraan pengangkut bahan peledak agar terjamin keselamatan pengangkutannya. Persyaratan minimal yang harus dipenuhi oleh alat atau kendaraan pengangkut bahan peledak antara lain:

- 1) Alat atau kendaraan tidak digerakkan oleh listrik
- 2) Tempat atau penampung bahan peledak dapat ditutup
- 3) Bahan peledak kuat dan detonator sebaiknya diangkut dalam kendaraan terpisah. Apabila tidak memungkinkan, boleh diangkut dalam kendaraan yang sama dan kedua bahan peledak tersebut harus berada dalam tempat atau penampung yang terpisah.
- 4) Bagian kendaraan yang kontak dengan bahan peledak terbuat dari kayu atau bahan lain yang bersifat isolator, misalnya dilapisi belt conveyor bekas.
- 5) Terdapat alat pemadam kebakaran dan tanda "dilarang merokok".
- 6) Pada bagian luar terdapat tanda peringatan "bahan peledak" atau "Explosive" yang dapat terbaca dengan jelas atau membawa bendera merah.

Pada aktifitas penambangan skala kecil, baik quarry, bijih maupun batubara, diperkenankan menggunakan kendaraan kecil sekelas *pick-up* yang berkapasitas muatan 600 – 1000 kg dengan tetap memperhatikan persyaratan tersebut di atas. Pada dasarnya kendaraan yang mengangkut bahan peledak harus diberi tanda khusus yang mencolok atau berwarna merah, sehingga dapat dilihat dengan jelas perbedaannya dengan kendaraan yang lain.

6.5 Alat Pengamanan Peledakan

Peralatan pengamanan yang biasa digunakan dalam operasi peledakan diantaranya adalah:

- 1) Detektor kilat (*lightning detector*), dipergunakan untuk memantau kemungkinan adanya petir (lihat Gambar 1.6). Peralatan ini hanya dipakai untuk operasi peledakan dengan sistem peledakan listrik dan untuk daerah-daerah dengan intensitas petir tinggi.
- 2) Radio komunikasi portable atau *handy-talky* (HT)
- 3) Sirine dengan tenaga listrik AC atau DC.
- 4) Bendera merah atau pita pembatas area yang akan diledakkan dan rambu-rambu di lokasi yang diperkirakan terkena dampak negatif langsung akibat peledakan

Faktor keselamatan dan keamanan kerja harus menjadi **pertimbangan utama** dalam melaksanakan operasi peledakan.

6.6 Alat Pemantau Dampak Peledakan

Peralatan peledakan yang berhubungan dengan dampak peledakan terhadap lingkungan dikelompokkan ke dalam alat pemantau dampak peledakan. Fungsi pokok alat tersebut adalah untuk mengukur adanya kemungkinan dampak negatif dari getaran dan kebisingan akibat peledakan terhadap lingkungan sekitar titik peledakan. Alat tersebut tidak selalu digunakan setiap kali peledakan, tetapi pada saat-saat tertentu diperlukan untuk pemantauan dampak negatif peledakan terhadap lingkungan. Peralatan tersebut antara lain:

- 1) Pemantau getaran (*vibration monitor*), yaitu alat yang digunakan untuk mengukur getaran yang ditimbulkan oleh suatu peledakan. Alat ini biasanya disiapkan di lokasi penduduk atau fasilitas umum lainnya untuk mengukur getaran yang ditimbulkan peledakan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dan hasilnya dibandingkan dengan ambang batas gangguan getaran pada manusia maupun bangunan (lihat Gambar 3.1)



Gambar 6.6. Alat pemantau getaran dan suara peledakan
DS-677 Blastmate (*InstanTel, Inc*)

- 2) Pemantau kebisingan suara (*noise level indicator*), yaitu alat yang digunakan untuk mengukur intensitas suara yang ditimbulkan oleh peledakan. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dan hasilnya dibandingkan dengan ambang batas gangguan suara terhadap manusia. Alat pemantau getaran DS-677 Blastmate pada Gambar 3.1 dapat pula merekam suara peledakan dan ditulis pada kertas perekam.

6.7 Alat Penelitian Bahan Peledak dan Peledakan

Peralatan peledakan lain yang dibutuhkan secara khusus adalah untuk keperluan penelitian peledakan dan untuk mengetahui kinerja bahan peledak. Beberapa alat yang sering diperlukan diantaranya ialah:

- 1) VOD meter, yaitu alat yang digunakan untuk mengukur kemampuan kerja bahan peledak dalam hal kecepatan reaksi detonasi
- 2) Video kamera, diperlukan untuk menganalisis suatu operasi peledakan ditinjau dari aspek pelembaran batuan, gerakan fragmentasi batuan, dan dimensi fragmentasi butiran hasil peledakan. Beberapa kamera dapat digunakan sekaligus, dipasang dan diarahkan pada peledakan dari sudut yang berbeda. Hasil rekaman dapat diputar ulang dengan gerakan lambat untuk dianalisis.



Gambar 6.7. Alat perekam kecepatan detonasi (*EG&G Special Projects*)

6.8 Alat Pemicu Peledakan Listrik

6.8.1 Alat Pemicu Peledakan Listrik

Alat pemicu pada peledakan listrik dinamakan *blasting machine* (BM) atau *exploder* merupakan sumber energi penghantar arus listrik menuju detonator. Cara kerja BM pada umumnya didasarkan atas penyimpanan atau pengumpulan arus pada sejenis kapasitor dan arus tersebut dilepaskan seketika pada saat yang dikehendaki. Pengumpulan arus listrik dapat dihasilkan melalui:

- 1) Gerakan mekanis untuk tipe generator, yaitu dengan cara memutar engkol (*handle*) yang telah disediakan (contoh Gambar 6.8.a). Putaran engkol dihentikan setelah lampu indikator menyala yang menandakan arus sudah maksimum dan siap dilepaskan. Saat ini tipe generator sudah jarang digunakan.
- 2) Melalui baterai untuk tipe kapasitor, yaitu dengan cara mengontakkan kunci kearah *starter* dan setelah lampu indikator menyala yang menandakan arus sudah terkumpul maksimum dan siap dilepaskan (Gambar 6.8.b dan 6.8.c).

Arus yang dilepaskan harus dapat mengatasi tahanan listrik di dalam rangkaian peledakan. Untuk itu perlu diketahui benar kapasitas BM yang akan digunakan jangan sampai kapasitasnya lebih kecil dibanding tahanan listrik seluruhnya. Tahanan rangkaian listrik harus diukur atau dihitung terlebih dahulu dan harus dijaga jangan sampai terdapat kebocoran arus karena terdapat kawat terbuka yang berhubungan dengan tanah, air atau bahan lain yang bersifat konduktor.

Pabrik pembuat BM, misalnya buatan Nissan, biasanya mencantumkan jumlah detonator masimum yang mampu diledakkan oleh BM tersebut, misalnya T50, T100, T200, T300, dan T500. Angka menunjukkan jumlah detonator yang mampu diledakkan oleh BM tersebut.



a. BEETHOVEN MK II A



b. NISSAN F-3



c. REO BM175-10ST

a. BEETHOVEN MK II A

Engkol memutar generator untuk mengisi kapasitor sampai lebih dari 1200 volts. Setelah penuh lampu indicator menyala dan dengan menekan tombol arus akan dilepaskan. BM ini disarankan dipakai pada tambang batubara. Dimensi: 159 x 114 x 267 mm dan berat 4,5 kg.

b. NISSAN F-3

Kapasitor diisi dengan baterai kering 1,5 volt ukuran "D" yang dapat diganti. Setelah beberapa saat kunci dikontak, lampu indikator menyala (hijau) menandakan arus sudah maksimum dan siap dilepaskan. BM ini mampu meledakkan 30 detonator. Dimensinya 175 x 85 x 55 mm dengan berat 850 gr.

c. REO BM175-10ST

Merupakan BM yang dapat meledakkan 10 sirkuit dengan interval waktu antar sirkuit dapat diatur dari 5 – 199 ms dalam skala 1 ms. Dengan menghubungkan BM ini ke detonator tunda, operator dapat merancang peledakan sesuai dengan yang dikehendaki, sehingga perbaikan fragmentasi bisa diperoleh dan getaran peledakan lemah. Kapasitor diisi baterai kering 1,5 volt ukuran "D" alkalin yang dapat diganti. Dimensi 170 x 317 x 298 mm dengan berat 9 kg.

Gambar 6.8. Beberapa jenis dan tipe pemicu ledak listrik

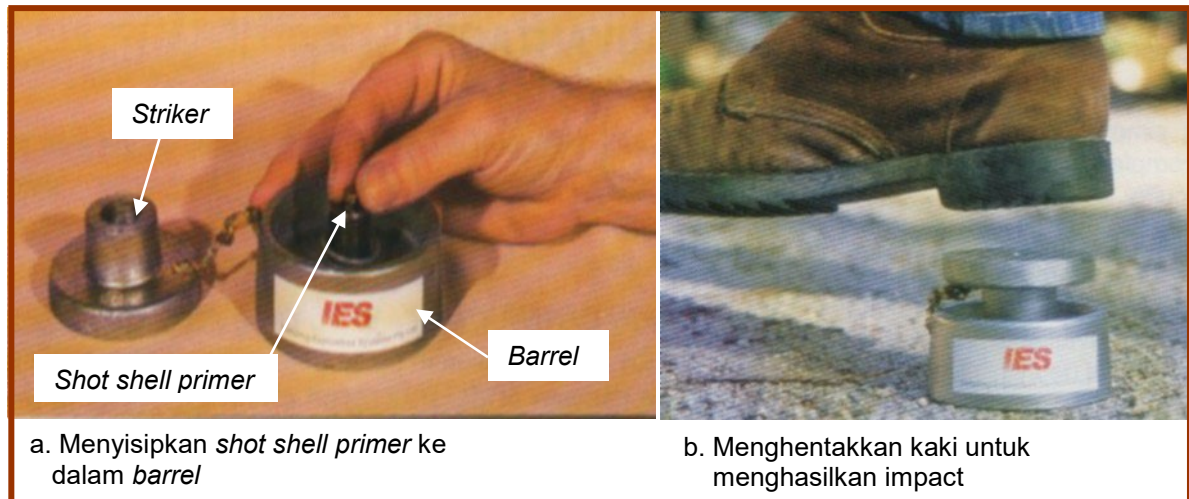
6.8.2 Alat Pemicu Peledakan non-Listrik

Alat pemicu non-listrik (nonel) dapat dibagi dalam dua kelompok, yaitu penyulut sumbu api dan pemicu nonel atau *starter non-electric*. Untuk penyulut sumbu api telah diuraikan pada Modul 2, Pembelajaran 2 tentang Sumbu dan Penyambung Pada Peledakan, khususnya tentang Cara Penyulutan Sumbu Api. Selanjutnya alat pemicu sumbu api tidak akan diuraikan lagi dan yang akan dibahas berikut ini adalah tentang alat pemicu non-listrik.

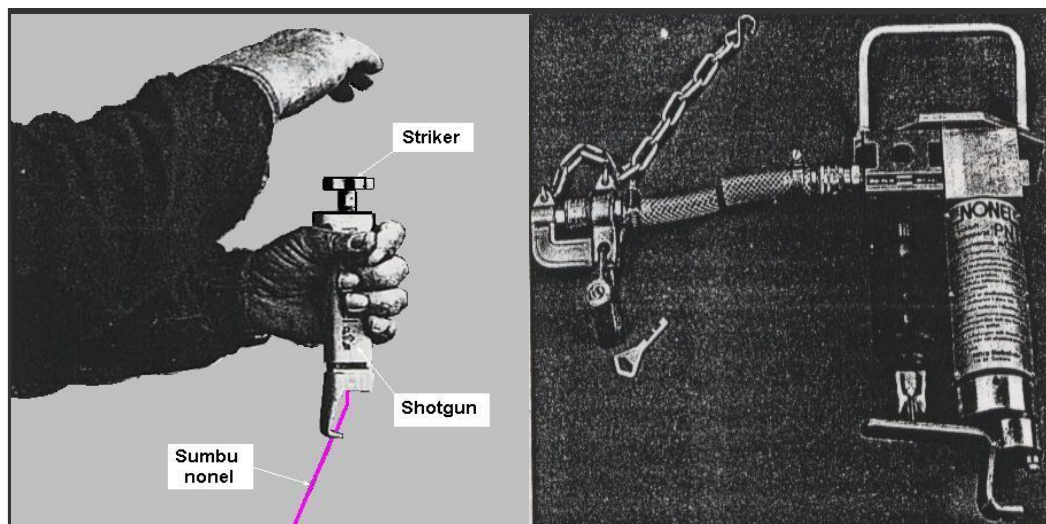
Alat pemicu nonel (*starter non-electric*) dinamakan *shot gun* atau *shot firer* atau *shot shell primer*. Seperti diketahui bahwa sumbu nonel mengandung bahan reaktif (HMX) yang akan aktif atau terinisiasi oleh gelombang kejut akibat *impact*. Alat pemicu nonel dilengkapi dengan peluru yang disebut *shot shell primer* dengan ukuran tertentu (untuk buatan ICI Explosives berukuran No. 209). *Shot shell primer* diaktifkan oleh pemicu, yaitu pegas bertekanan tinggi yang terdapat di dalam alat pemicu nonel. Beberapa tipe alat pemicu nonel terlihat pada Gambar 1.2 dan 1.3 masing-masing buatan ICI Explosives dan Nitro Nobel. Pada Gambar 1.2 terlihat bahwa alat pemicunya menggunakan *striker* yang disisipkan di bagian atas *barrel*, kemudian transmisi *impact* melalui *shot shell primer* ke sumbu nonel menggunakan hentakkan kaki. Sedangkan pada Gambar 1.3 alat pemicu nonel digenggam dan untuk melepas pegas di dalam alat pemicu agar *shot shell primer* mentransmisikan *impact* ke sumbu nonel dengan cara dipukul.

Prosedur penggunaan alat pemicu ledak nonel untuk seluruh tipe seperti pada Gambar 1.2 dan 1.3 adalah sebagai berikut:

- 1) Informasi dahulu tentang pelaksanaan peledakan ke sekitar lokasi peledakan melalui corong mikropon atau *handy-talky* (HT) dan yakinkan bahwa situasi benar-benar aman.
- 2) Sisipkan *lead-in line* atau *extendaline* atau “sumbu nonel utama” ke dalam lubang yang tersedia pada alat pemicu ledak nonel.
- 3) Masukkan *shot shell primer* ke dalam lubang yang tersedia, kemudian tutup oleh *striker* dan siap diledakkan.



Gambar 6.9. Alat pemacu nonel buatan ICI Explosives



Gambar 6.10. Alat pemacu nonel buatan Nitro Nobel

6.9 Alat Bantu Peledakan Listrik

Peledakan listrik memerlukan alat bantu agar peledakan listrik berlangsung dengan aman dan terkendali. Alat bantu berfungsi sebagai pengukur tahanan, pengukur kebocoran arus, detektor petir, dan kawat utama atau *lead wire* atau *lead lines* atau *firing line*.

a. Pengukur tahanan (*Blastometer* atau *BOM*)

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 multimeter, **dilarang** digunakan untuk mengukur kawat pada peledakan listrik. Ruas kawat yang harus diukur tahanannya adalah seluruh *legwire* dari sejumlah detonator yang digunakan, *connecting wire*, *bus wire*, dan kawat utama. Dengan

demikian jumlah tahanan seluruh rangkaian dapat dihitung dan voltage BM dapat ditentukan setelah arus dihitung.

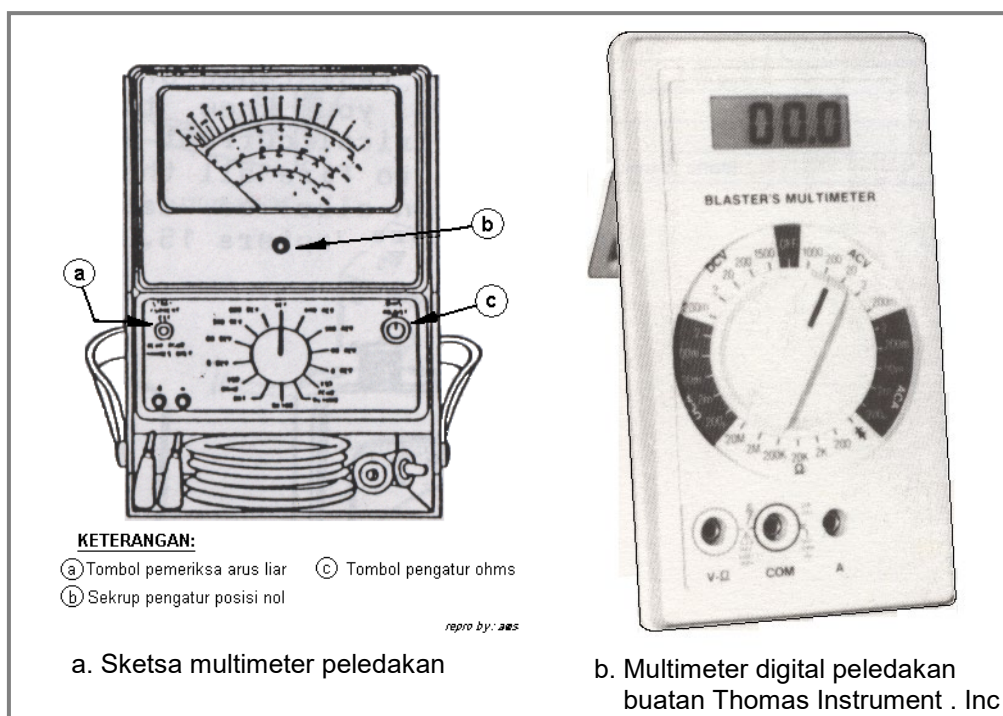
b. Pengukur Kebocoran Arus

Adanya kebocoran arus dapat terjadi akibat adanya kawat yang tidak terisolasi, misalnya pada sambungan yang kontak dengan air, tanah basah atau batuan konduktif. Kontak tersebut dapat menghentikan arus menuju detonator, sehingga detonator tidak meledak dan dapat menyebabkan gagal ledak.

c. Multimeter peledakan

Multimeter peledakan disebut juga *Blasting Multimeter* adalah instrumen pengujian yang sekaligus dapat mengukur tahanan, voltage, dan arus. Alat multimeter peledakan dirancang khusus untuk keperluan peledakan dan berbeda dengan multimeter untuk keperluan operator listrik umum. Kegunaan multimeter peledakan adalah:

- ⇒ Mengukur tahanan sebuah kawat detonator dan tahanan suatu sistem rangkaian peledakan listrik,
- ⇒ Memeriksa ada-tidaknya arus tambahan di lokasi peledakan,
- ⇒ Mengukur kebocoran arus antara kawat detonator (legwire) dengan bumi,
- ⇒ Memeriksa kemenerusan (kontinuitas) dan ada-tidaknya arus pendek pada kawat utama, *connecting wire*, dan legwire pada detonator



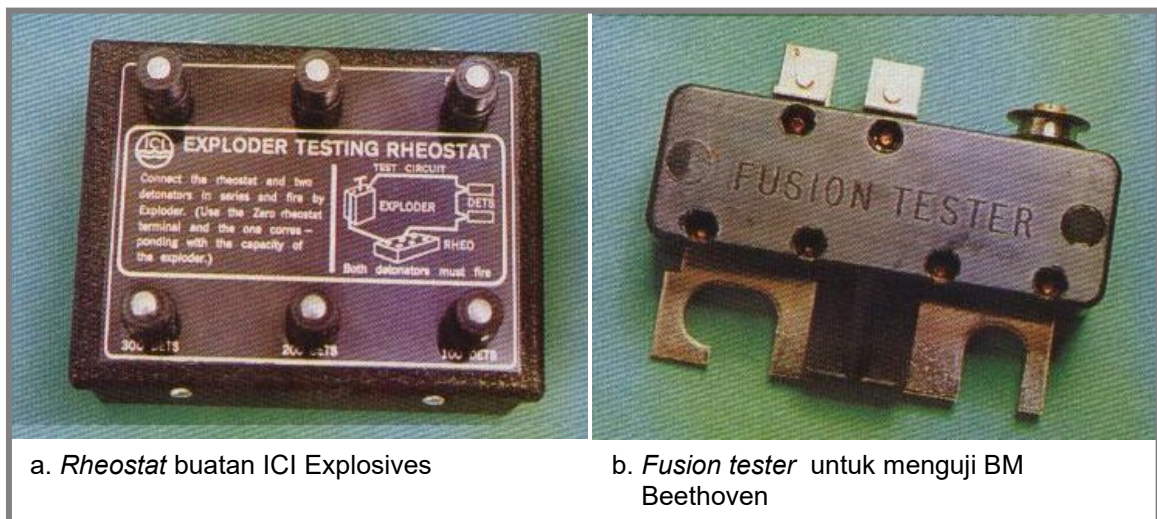
Gambar 6.11. Multimeter peledakan (*Blasting multimeter*)

Gambar 1.6.b multimeter digital buatan *Thomas Instruments* model-109 disamping dapat mengukur tahanan, arus dan voltage juga mampu memeriksa arus liar. Ketelitian pembacaan mencapai 0,1% dan dapat dioperasikan pada cuaca antara $-19,5^{\circ}$ - 70° C. Alat ini beroperasi dengan tenaga baterai 9 volt.

d. Rheostat dan Fussion tester

Alat ini digunakan untuk menguji efisiensi *blasting machine* (BM) tipe generator maupun kapasitor dalam mengatasi tahanan sejumlah detonator . Alat ini terdiri dari suatu seri resistor (*coils*) dengan tahanan yang berbeda. Setiap tahanan ditandai dengan nilai ohms tertentu yang ekuivalen dengan sejumlah detonator listrik yang memiliki panjang *legwire* tembaga 30 ft (± 10 m). Pengujian efisiensi BM dilakukan sebagai berikut (lihat Gambar 1.7):

- 1) Ambil sejumlah detonator listrik dan hubungkan secara seri,
- 2) Salah satu kabel dari detonator dihubungkan dengan nilai ohm *rheostat* yang ekuivalen dengan jumlah detotanor tersebut,
- 3) Hubungkan salah satu kawat detonator lainnya ke BM,
- 4) Hubungkan *rheostat* dengan BM,
- 5) Pengujian dimulai dengan mengontakkan BM, bila seluruh detonator meledak, maka output dari BM cocok digunakan untuk peledakan seri dari sejumlah detonator pada tahanan yang sama.



a. *Rheostat* buatan ICI Explosives

b. *Fussion tester* untuk menguji BM Beethoven

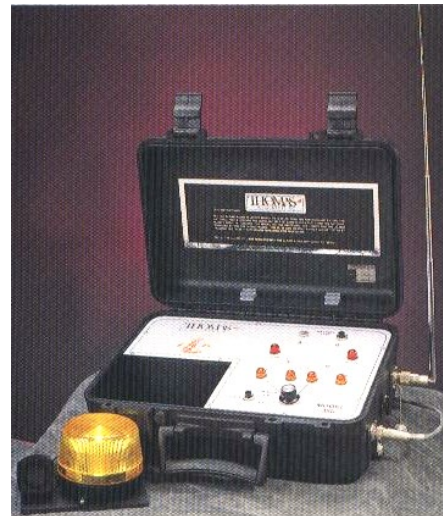
Gambar 6.12. *Rheostat* dan *Fussion tester*

e. Detektor Kilat (*lightning detector*)

Peledakan listrik sangat rawan terhadap udara mendung atau pada daerah-daerah yang memiliki intensitas kilat dan petir cukup tinggi. Debu dan badai listrik yang tinggi melebihi listrik statis pada atmosfer ditambah dengan petir sangat berbahaya terhadap operasi peledakan. Untuk membantu pemantauan awal terhadap fenomena tersebut diperlukan detektor kilat. Gambar 1.8 memperlihatkan contoh alat detektor kilat yang mampu mengukur gradient voltage listrik pada atmosfer. Alat dan akan memberikan tanda dalam bentuk lampu berkedip atau bunyi sirine apabila gradien voltage listrik atmosfer menunjukkan angka kritis atau melebihinya.



a. Thor Lightning Sentry, ICI Explosive



b. Model 350, Thomas Instruments, Inc

Gambar 6.13. Detektor kilat (*Lightning detector*)

f. Kawat utama (*lead wire*)

Kawat utama termasuk pada peralatan peledakan, karena dapat dipakai berulang kali. Berbeda dengan *lead-in line* atau *extendaline* atau “sumbu nonel utama” pada peledakan nonel akan langsung rusak dan tidak boleh dipakai lagi karena HMX yang terdapat didalamnya sudah bereaksi habis, walaupun sumbunya tetap nampak utuh. Kawat utama berfungsi sebagai penghubung rangkaian peledakan listrik dengan alat pemacu ledak listrik atau *blasting machine*. Ukuran untuk peledakan pada kondisi normal adalah kawat tembaga ganda berukuran 23/0,076 yang diisolasi dengan plastik PVC dengan tahanan 5,8 ohms per 100 m. Atau dapat pula digunakan kawat tembaga ganda berukuran 24/0,20 mm dengan tahanan 4,6 ohms per 100 m. Untuk pekerjaan peledakan yang berat (*heavy duty*) dipakai kawat tembaga berukuran 70/0,76 mm dengan isolasi plastik PVC berwarna kuning (buatan ICI Explosives) mempunyai tahanan 1,8 ohms/100 m. Atau dapat dipakai kawat tembaga 50/0,25 mm dengan tahanan 1,4 ohms/100 m.