

BAB I

PELEDAKAN SUMBU API

1.1. Pendahuluan

Sumbu api adalah sumbu yang berfungsi merambatkan api guna meledakan suatu bahan peledak. Komposisi sumbu api terdiri dari bagian inti dan pembungkus. Inti sumbu api terdiri dari low explosive sedangkan pembungkus untuk melindungi inti dari gesekan dan masuknya air serta untuk membuat agar nyala api terarah sampai ke bahan peledak, dapat berupa textile atau jute. Pada pemakaian tertentu, dibagian dalam pembungkus dibuat oleh pabrik dengan menambahkan bahan penguat supaya lebih tahan terhadap tarikan.

Cara dan Alat Pengapian Sumbu Api antara lain hot wire fuse lighter , pull wire fuse lighter, lead spitter fuse lighter, korek api, cigarette lighter dan ignitor cord (IC). Untuk memakai IC diperlukan penghubung yang disebut *Ignitor Cord Conector*.

Rangkaian Peledakan Dengan Sumbu Api :

1. Pengisian lubang tembak
2. Peledakan tunggal (Single shot)
3. Peledakan lubang tembak banyak (Multiple shot), dengan cara :
 - a. Cara Trimming
 - b. Dengan menggunakan Ignitor Cord
 - c. Menggunakan IC dan sumbu api tidak sama panjang.

1.2. Latar Belakang Teori

Sumbu api adalah sumbu yang berfungsi merambatkan api guna meledakkan suatu bahan peledak. Cara kerja sumbu api adalah sumbu api dinyalakan dengan nyala api biasa, kemudian nyala ini akan merambat dengan kecepatan konstan. Pada “direct firing”, nyala sumbu api ini akan sampai pada bahan peledak dan langsung meledakkannya. Untuk “indirect firing”, sebagai contoh adalah peledakan dengan bahan black powder. Sedangkan pada “indirect firing”, yaitu untuk bahan peledak high explosives, nyala sumbu api pada akhirnya akan menyalakan detonator biasa.

Detonator biasa akan mengalami detonasi/meledak. Gelombang detonasi akan diteruskan sampai pada bahan peledaknya, sehingga bahan peledak tersebut akan meledak pula. Sumbu api umumnya digunakan dalam peledakan dengan ukuran kecil (peledakan sekunder).

Macam – Macam Sumbu Api

1. Berdasarkan kecepatan rambatnya :
 - a. Sumbu api berkecepatan kira – kira 120 detik / yd.
 - b. Sumbu api berkecepatan kira – kira 90 detik / yd.
2. Berdasarkan pembungkusnya :
 - a. Textile Type Fuses (berpembungkus textile). *Textile type fuses*, berpembungkus textile dan untuk bahan kedap air dipakai aspal atau sejenisnya, dipakai untuk daerah kering.
 - b. Plastik Type Fuses (berpembungkus lapisan plastik). *Plstic type fuses*, berpembungkus lapisan plastik bahan kedap air, untuk tempat basah

Untuk menjamin keselamatan, warna sumbu api dibedakan menjadi beberapa macam, dengan maksud untuk membedakannya dari warna batuan yang akan diledakan (oranye, hitam dan putih).

Dalam prakteknya rangkaian peledakan dengan sumbu api dapat dilengkapi dengan “igniter cord” dan “igniter connector” serta dapat pula dengan cara “trimming”.

Peledakan ada 2 yaitu :

- Peledakan primer adalah peledakan yang pertama kali dilakukan untuk menghancurkan massa batuan.
- Peledakan sekunder adalah peledakan yang dilakukan pada boulder-boulder yang besar hasil peledakan primer yang tak bisa diangkut oleh Wheel Loader dan Dump Truck.

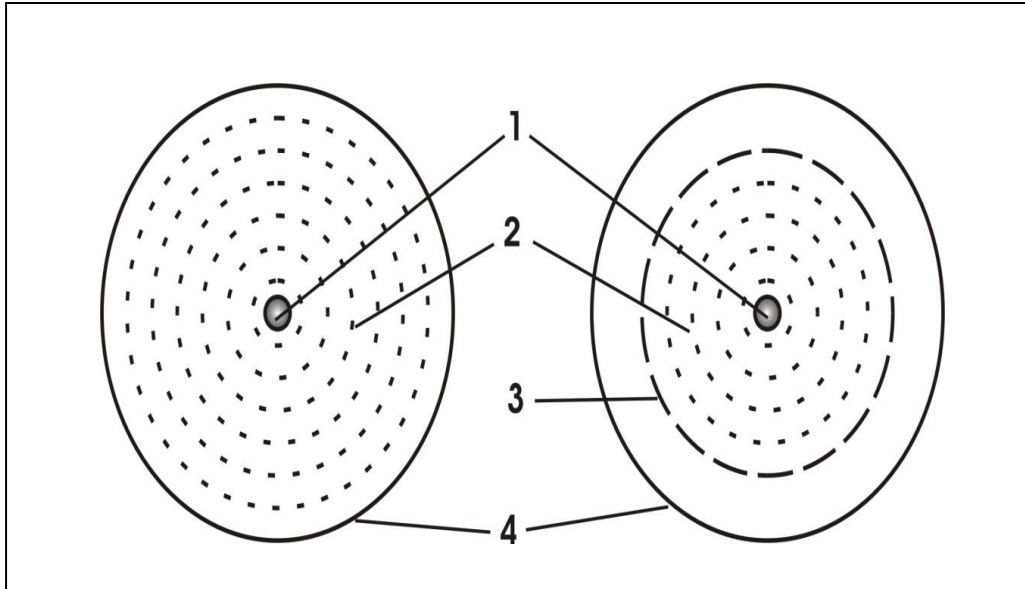
Peledakan sekunder ada 3 yaitu :

- Mud capping
- Block holling
- Snake holling

Untuk peledakan lubang tembak banyak (multiple shots) dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

- Cara Trimming yaitu dengan mengatur panjang sumbu yang akan digunakan untuk mendapatkan interval waktu yang diinginkan. Jika pengapian dilakukan dengan tangan, panjang sumbu diatur sedemikian sehingga yang dinyalakan pertama memiliki sumbu terpanjang. Cara lain dengan mengikat ujung-ujung sumbu api menjadi satu kemudian dinyalakan.
- Dengan menggunakan igneter cord, cara ini merupakan cara meledakan dengan sumbu api secara beruntun yang paling aman dan disukai. Dalam cara ini, semua sumbu yang akan dinyalakan harus benar-benar sama panjang, karena pengaturan waktu urutan peledakan diperoleh seluruhnya oleh fungsi kecepatan yang nyata dari igneter cord (IC).
- Dengan menggunakan IC dan sumbu api tidak sama panjang, cara ini merupakan kombinasi antara penggunaan IC dengan Trimming. Digunakan pada operasi peledakan dimana diinginkan interval waktu peledakan tertentu.

1.3. Deskripsi



Gambar 1.3.1
Penampang Sumbu Api

Keterangan :

1. Inti
2. Isian (Bahan Peledak Low Explosive)
3. Enforcement (Pelindung Plastik untuk kedap air)
4. Pembungkus (textile/jute,aspal/plastik)

1.4. Pembahasan

Sumbu api, yaitu sumbu untuk menjalarkan api untuk meledakkan bahan peledak. Selain itu juga diterangkan bahan pembungkus sumbu api dapat berupa textile atau plastic. Sumbu api juga dibedakan menurut kecepatannya, yaitu :

- Kecepatan 120 s / yd
- Kecepatan 90 s / yd

Berdasarkan pembungkusnya sumbu api ada 2 yaitu :

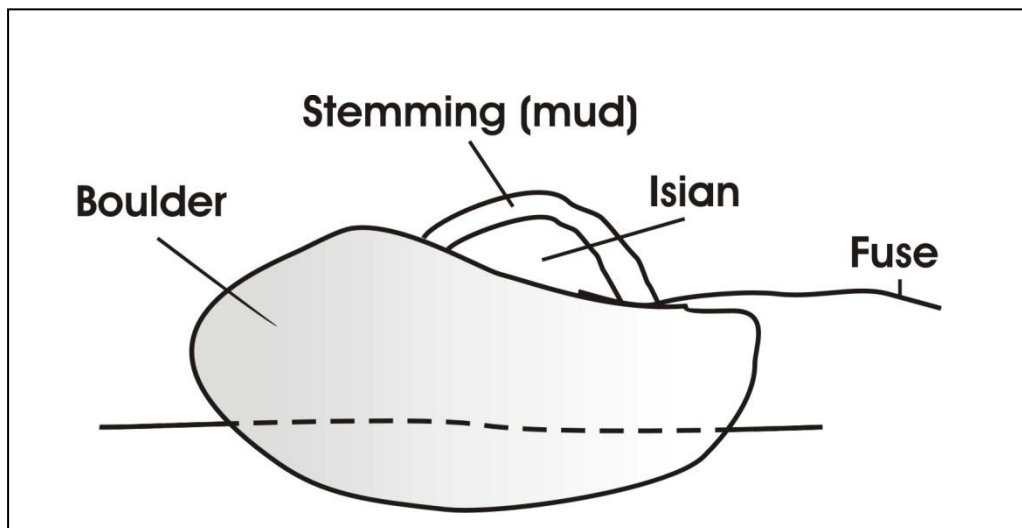
- Dibungkus plastic
- Dibungkus kain / textile

Dijelaskan pula beberapa cara peledakan yang menggunakan sumbu api, yaitu :

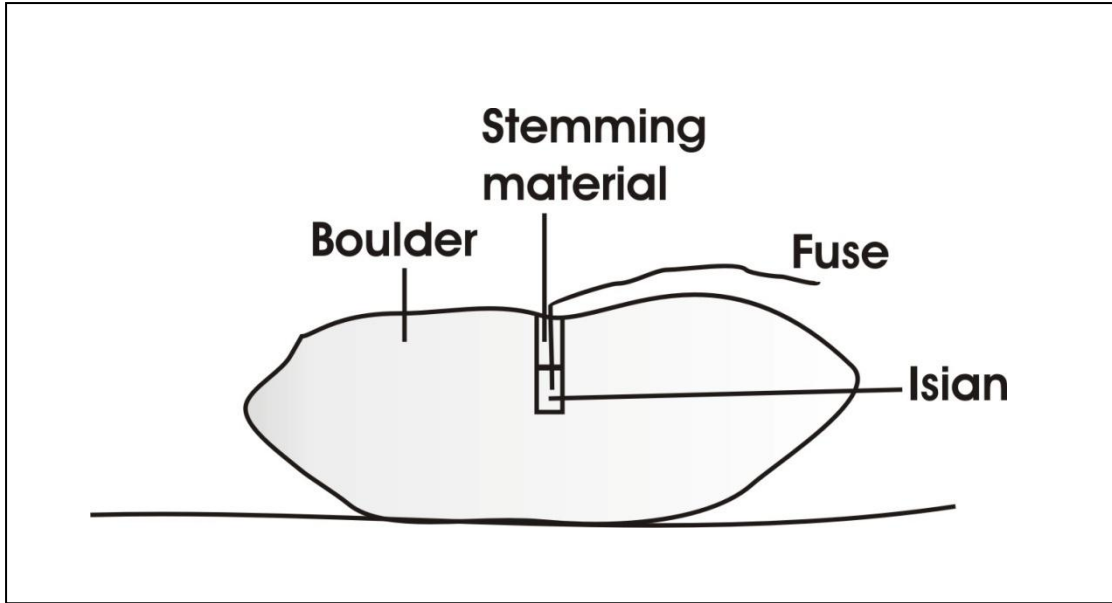
- Mud Capping
- Block Hauling
- Snake Hauling

➤ Peledakan sumbu api dengan satu lubang ledak

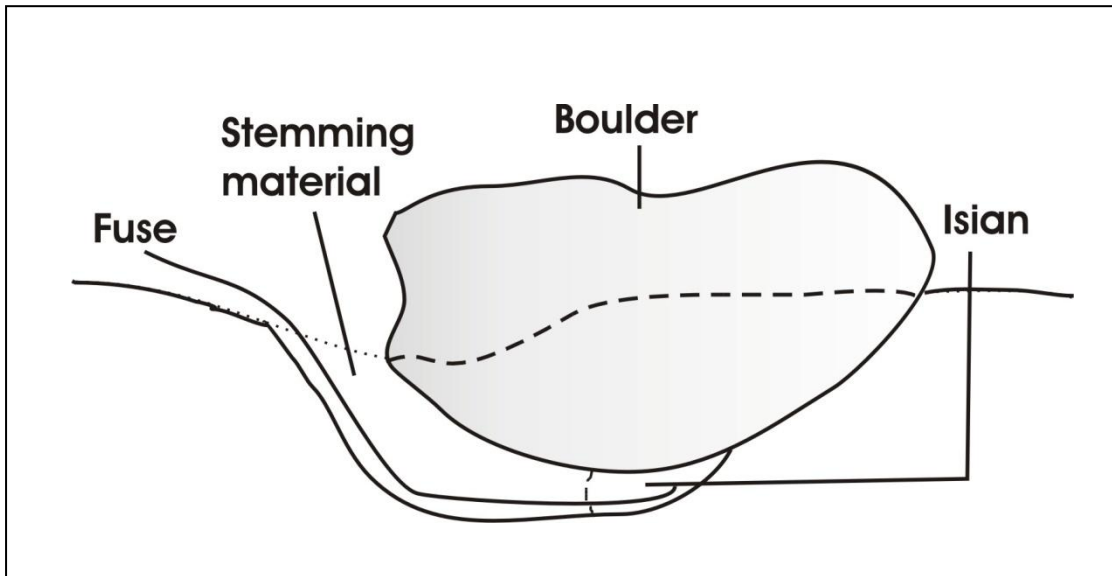
Peledakan sekunder dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu :



Gambar 1.4.1
Mud Capping

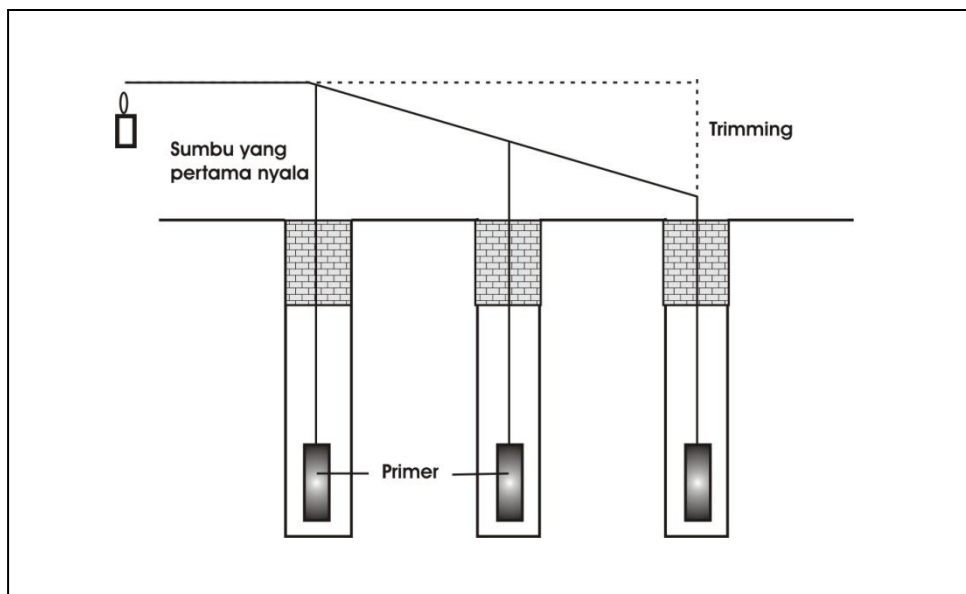


Gambar 1.4.2
Block Holling

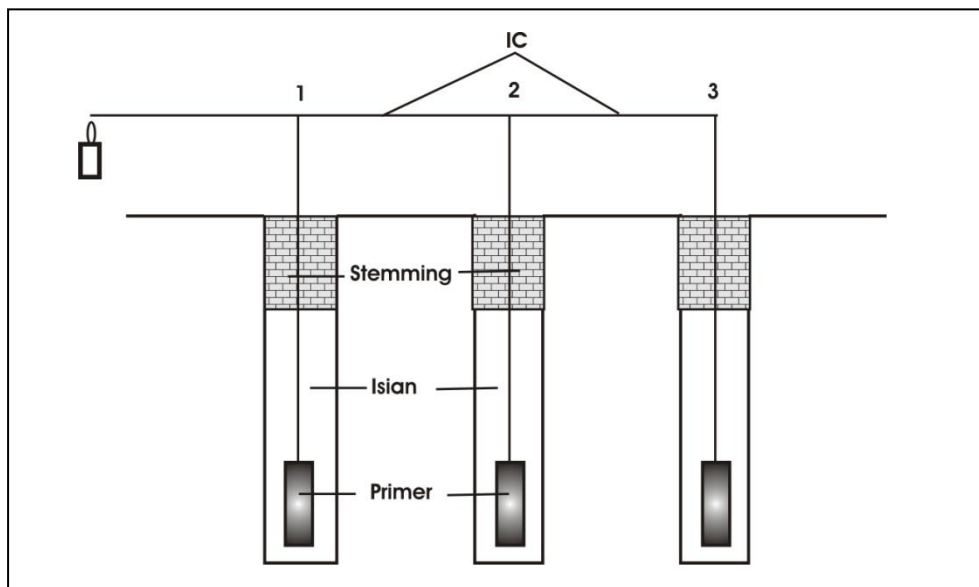


Gambar 1.4.3
Snake Holling

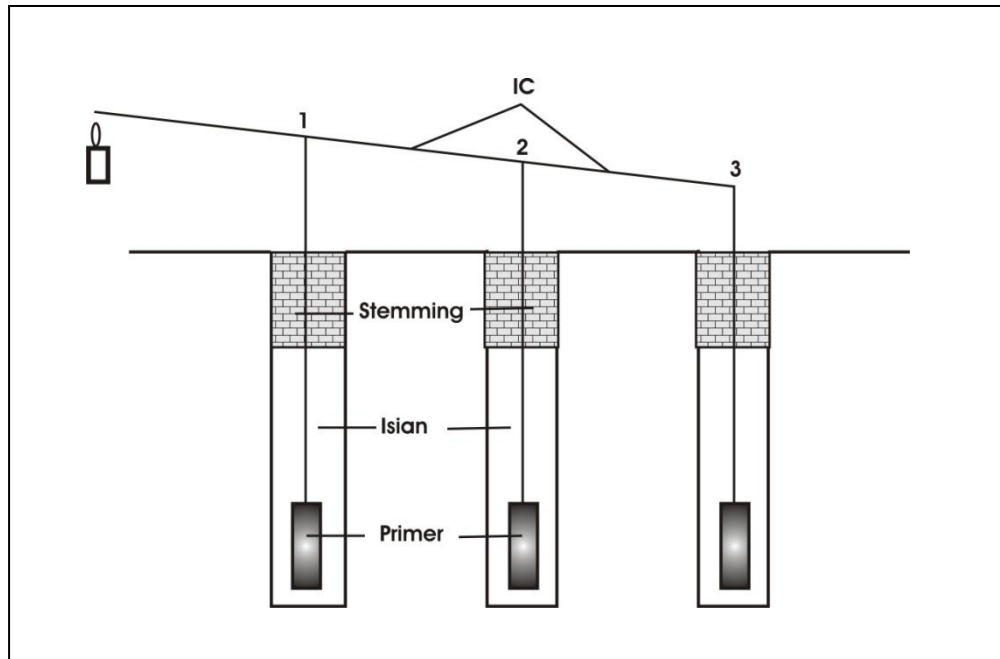
- Peledakan sumbu api dengan beberapa lubang ledak



Gambar 1.4.4
Peledakan dengan cara 'Trimming',



Gambar 1.4.5
Peledakan dengan 'Ignitor Cord / IC'



Gambar 1.4.6
Kombinasi ‘Ignitor Cord’ dan ‘Trimming’

1. Cara dan Alat Pengapian Sumbu Api.

- *Hot wire fuse lighter*

Yaitu suatu batang kawat (panjang 7,9 atau 12 inch) yang dilapisi bahan mudah terbakar secara perlahan dan memberikan panas yang cukup kuat untuk menyalakan ujung sumbu api.

- *Pull wire fuse lighter*

Yaitu suatu tabung tipis yang tertutup pada satu ujungnya dan berisi alat penyalat terdiri dari komponen penggantal pada suatu kawat, yang menonjol ke dalam ujung yang tertutup. Sumbu dimasukan ke dalam ujung yang terbuka sampai menyentuh kawat. Sumbu akan terjepit oleh gigi penangkap di dalam tabung. Sumbu dinyalakan dengan cara menarik kawat keluar tabung. Alat ini cocok untuk tempat basah, angin kencang, atau hujan. Untuk satu kali penyalatan hanya bisa dinyalakan satu sumbu.

- *Lead spitter fuse lighter*

Yaitu suatu tube tipis dari timah hitam sepanjang 25 ft yang berisi black powder, digulung pada sebuah reel. Untuk memakainya tube dipotong menurut kebutuhan

sebelum dinyalakan. Kemudian dinyalakan dengan sumbu api, tube akan terbakar dengan kecepatan 35 det/ft dan memberikan nyala yang cukup panas untuk menyalakan sumbu api.

- *Korek api, Cigarette lighter*

Yaitu penyalaan jika yang dinyalakan lebih dari satu sumbu, cara ini tidak praktis.

- *Igneter cord*

Yaitu berupa sumbu plastik untuk menyalakan sejumlah sumbu api secara bersama-sama untuk memperoleh interval waktu penyalaan tertentu, sehingga akan terjadi ledakan secara beruntun. Untuk memakai IC diperlukan penghubung yang disebut ICC (Igneter Cord Connector), yaitu selongsong logam berisi komposisi yang mudah terbakar. Jika nyala IC mencapai connector maka ujung sumbu api akan langsung menyala. Panjang sumbu api yang digunakan sama, dan panjangnya tidak boleh kurang dari 3 ft. Di Indonesia, sesuai dengan peraturan panjang sumbu api minimum ialah 60 cm.

Macam-macam IC yaitu :

a. *Fast type*, dengan ciri-ciri :

- kecepatan rambat 4 detik/ft
- warna hitam
- digunakan untuk operasi peledakan pada longwall face yang sempit atau pada tempat yang menyerupai kondisi tersebut.

b. *Medium speed type (type A)*, dengan ciri-ciri :

- kecepatan rambat antara 8-10 detik/ft
- warna hijau
- memungkinkan penyalaan seluruh sumbu sebelum lubang pertama meledak. Jarak fuse connection sebaiknya memakai pedoman Du Pont yaitu 2 inch untuk tiap 1 ft panjang sumbu yang ada di dalam lubang. Jenis ini umumnya digunakan pada stope blasting.

c. *Slow speed type (type B)*, dengan ciri-ciri :

- kecepatan rambat 18 detik/ft (Du Pont membuat dengan kecepatan antara 16-20 detik/ft)
- warna merah

- digunakan untuk heading blasting dimana lubang yang diledakan secara beruntun pada tempat yang luasnya terbatas, sehingga cukup waktu bagi menyalanya sumbu sebelum lubang pertama meledak.

Dengan menggunakan IC, maka tidak lagi diperlukan trimming (pengaturan panjang sumbu untuk mengatur urutan peledakan). Disamping itu IC hanya memerlukan penyalaan di satu tempat sehingga keamanan lebih terjamin.

2. Penyalaan Awal

Penyalaan awal adalah rangkaian kerja dan peralatan penyalaan bahan peledak. Macam initiator dengan sumbu api adalah:

- Sumbu api dengan korek api, dalam hal ini sumbu api digunakan untuk meledakan “low explosives”
- Sumbu api dengan detonator biasa, yaitu detonator dipasang pada ujung sumbu api.

Cara merakit sumbu api pada detonator adalah sebagai berikut :

- Sumbu dipotong secara tegak lurus menurut panjang yang diinginkan
- Detonator diambil dari kemasannya secara hati-hati
- Ujung sumbu api dimasukkan kedalam mulut detonator (didorong biasa, tidak diputar atau ditekan)
- Mulut detonator kemudian dikerat dengan menggunakan “cap crimper” agar sumbu tidak mudah lepas.

Priming adalah perakitan unit yang berisi alat penyalaan (firing device) untuk tujuan peledakan. Untuk lubang tembak berdiameter besar, dan terutama jika dipakai “blasting agent”, maka digunakan “primer” yang telah dibuat oleh pabrik (yang disebut “booster”).

Untuk lubang berdiameter lebih kecil, dibuat “primer” dari bahan peledak dynamite.

Cara merakit primer adalah sebagai berikut :

Cara pertama:

- Dodol dynamite dibuka pada salah satu ujungnya
- Dibuat lubang sedalam lebih-kurang 2 inchi dengan menggunakan stick kayu atau tembaga

- Detonator dimasukan kemudian ujung dodol diikat dengan tali.

Cara kedua :

- Ujung dodol tidak dibuka tetapi dibuat lubang dari samping dodol
- Detonator dimasukan kemudian sumbu diikat dengan tali.

3. Rangkaian Peledakan Sumbu Api.

Operasi pengisian lubang tembak yang dilakukan tergantung pada bahan peledak yang digunakan, berbentuk dodol atau butiran (prill). Cara pengisian untuk bahan peledak berbentuk dodol sebagai berikut :

- Lubang tembak dibersihkan dengan cara menghembuskan udara dari kompresor.
- Dodol dimasukan ke dalam lubang tembak satu per satu dengan bantuan tongkat kayu, kemudian primer dimasukan (untuk collar priming). Sedangkan untuk bottom priming, primer dimasukan lebih dahulu.
- Lubang tembak ditutup dengan stemming (material lempung pasiran atau cutting pemboran).
- Kemudian dicek apakah tidak terjadi kerusakan pada sumbu api.
- Penyambungan rangkaian di permukaan (jika lubang lebih dari satu).

Panjang sumbu minimum untuk peledakan biasa adalah 6 ft dan untuk peledakan sekunder adalah 4 ft.

Sedangkan pengisian bahan peledak berbentuk butiran seperti ANFO dapat dilakukan dengan cara :

- Langsung dimasukan ke dalam lubang (dicurahkan) yaitu jika lubangnya tegak dan ke arah bawah.
- Menggunakan pneumatic loading machine, yaitu jika lubangnya mendatar atau mengarah ke atas.

Pneumatic loading machine pada dasarnya ada dua tipe yaitu : *Pressure type* dan *Ejector type*. *Pressure type* yaitu udara bertekanan 5-40 psi dimasukan melalui bagian atas suatu vessel yang telah berisi bahan peledak berbentuk butiran, sehingga bahan peledak tersebut akan mengalir lewat lubang di bagian bawah vessel. Alat ini tidak cocok untuk mengisi lubang yang mengarah ke atas, sebab tekanannya terlalu kecil. Sedangkan *Ejector type* yaitu pengisian bahan peledak melalui pipa bertekanan

65-100 psi. alat ini bisanya dipakai untuk pengisian dengan density besar. Cocok untuk lubang yang mengarah ke atas.

Untuk peledakan tunggal (Single Shots) caranya yaitu jika lubang tembak telah selesai pengisiannya, maka sumbu api langsung dapat dinyalakan. Penyalaan dilakukan apabila daerah kerja telah dirasa aman.

Contoh lain dari peledakan tunggal adalah peledakan sekunder (Secondary Blasting). Peledakan sekunder adalah peledakan yang dilakukan pada boulder-boulder yang besar hasil peledakan primer yang tak bisa diangkut oleh Wheel Loader dan Dump Truck. Peledakan sekunder ada 3 jenis yaitu :

- Mud capping
- Block holling
- Snake holling

Penyebab kecelakaan dalam peledakan merupakan segala sesuatu yang berhubungan dengan penanganan bahan peledak yang tidak benar. Penyebab umum yang dapat mengakibatkan suatu kecelakaan yang pada hakikatnya adalah pelanggaran peraturan ataupun tatacara yang telah ditetapkan, yaitu :

- Penyalaan sumbu dengan delay yang terlalu panjang.
- Membor mengenai bahan peledak
- Terjadi penyalaan prematur pada peledakan listrik
- Mendatangi tempat peledakan terlalu dini
- Penjagaan yang tidak mencukupi
- Pelaksanaan yang kurang aman selama pengangkutan, penanganan dan penyimpanan
- Penanganan misfire yang kurang baik
- Menggunakan sumbu terlalu pendek
- Prosedur tamp[ing yang tidak benar
- Merokok pada saat menangani bahan peledak

Kecelakaan yang disebabkan oleh aliran listrik juga dapat terjadi, misalnya :

- Terkena kilat
- Arus listrik yang sangat kuat

- Listrik statik
- Aliran gelombang radio
- Stray current dan sebagainya

1.5. Kesimpulan

Dari praktikum Acara Peledakan Sumbu Api dapat di simpulkan bahwa :

1. Hubungan antara metode peledakan, perlengkapan, dan peralatan adalah :

Tabel 1.5.1. Metode peledakan, perlengkapan dan peralatan sumbu api

Metode Peledakan	Perlengkapan	Peralatan
Sumbu Api	Detonator Sumbu Api, Igniter Cord Connector	Crimper, Penyulut, korek api

2. Sumbu api adalah sumbu yang berfungsi merambatkan api guna meledakkan suatu bahan peledak, dimana komposisi dari sumbu api berupa bagian inti dan pembungkus. Inti dari sumbu api terdiri dari *low explosive*, sedangkan pembungkus berfungsi untuk melindungi inti dari gesekan dan masuknya air serta untuk membuat agar nyala api terarah sampai ke bahan peledak.
3. Dalam prakteknya rangkaian peledakan dengan sumbu api dapat dilengkapi dengan “igniter cord” dan “igniter connector” serta dapat pula dengan cara “trimming”.

Peledakan ada 2 yaitu :

- Peledakan primer adalah peledakan yang pertama kali dilakukan untuk menghancurkan massa batuan.
- Peledakan sekunder adalah peledakan yang dilakukan pada boulder-boulder yang besar hasil peledakan primer yang tak bisa diangkut oleh Wheel Loader dan Dump Truck.

Peledakan sekunder ada 3 yaitu :

- Mud capping
- Block holling
- Snake holling

BAB II

PELEDAKAN DENGAN ELEKTRIK

2.1 Pendahuluan

Dalam suatu rangkaian peledakan, kita mengenal beberapa metode yang sering digunakan menurut penyalaannya antara lain:

- Peledakan dengan rangkaian listrik
- Peledakan dengan rangkaian non listrik (nonel)
- Peledakan dengan sumbu ledak
- Peledakan dengan sumbu api

Dalam bab ini, akan dibahas mengenai rangkaian peledakan dengan listrik yang kemudian akan dibandingkan dengan rangkaian peledakan non listrik.

2.2 Latar Belakang Teori

Dalam suatu rangkaian peledakan menggunakan listrik dikenal 3 elemen dasar rangkaian yaitu:

- Detonator Listrik
- Kawat Rangkaian yang meliputi *Leg Wire*, *Connecting Wire* dan *Bus Wire*.
- Sumber Tenaga berupa *Blasting Machine* dan *Power Line*.

Selain model rangkaian, dalam peledakan menggunakan rangkaian listrik perlu diperhatikan daya yang harus disediakan untuk menyalakan rangkaian tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan daya yaitu:

- Tahanan detonator
- Tahanan jenis kawat penghantar (*leg wire*, *connecting wire*, *bus wire*)
- Arus yang akan digunakan untuk menyalakan rangkaian

Peledakan dengan menggunakan arus listrik adalah metode peledakan dengan menggunakan tenaga listrik untuk menyalakan bahan peledak, arus yang digunakan dapat berupa arus searah (DC) atau arus bolak-balik (AC). Prinsipnya adalah arus listrik akan menyalakan initiator, kemudian initiator akan meledakan primer dimana

terdapat isian. Pada peledakan ini menggunakan perlengkapan detonator listrik. Adapun fungsi dari detonator listrik ini adalah :

- Menyalakan isian bahan peledak
- Menyalurkan atau memindahkan tenaga untuk memulai peledakan
- Membawa gelombang detonasi dari satu titik ke titik yang lain, atau dari satu isian bahan peledak ke bahan peledak yang lain.

Pada dasarnya sebuah detonator listrik terdiri dari sebuah “metal shell”, yang didalamnya terdapat sebuah powder charge dan sebuah “electrical ignition element” yang dihubungkan “insulated wire” yang disebut “leg wire”.

Detonator listrik dapat dibagi menjadi dua macam :

- Instantaneous Detonator
- Delay Detonator

Perbedaan antara kedua jenis detonator tersebut adalah bahwa delay detonator memiliki bagian yang disebut delay element. Fungsi dari delay element adalah memberikan delay interval antara pemberian aliran listrik dan detonasi dari detonator. Instantaneous tidak memiliki delay detonator. Panjang leg wire berkisar antara 4 sampai 60 ft.

Peralatan untuk operasi peledakan dengan listrik.

1. Detonator

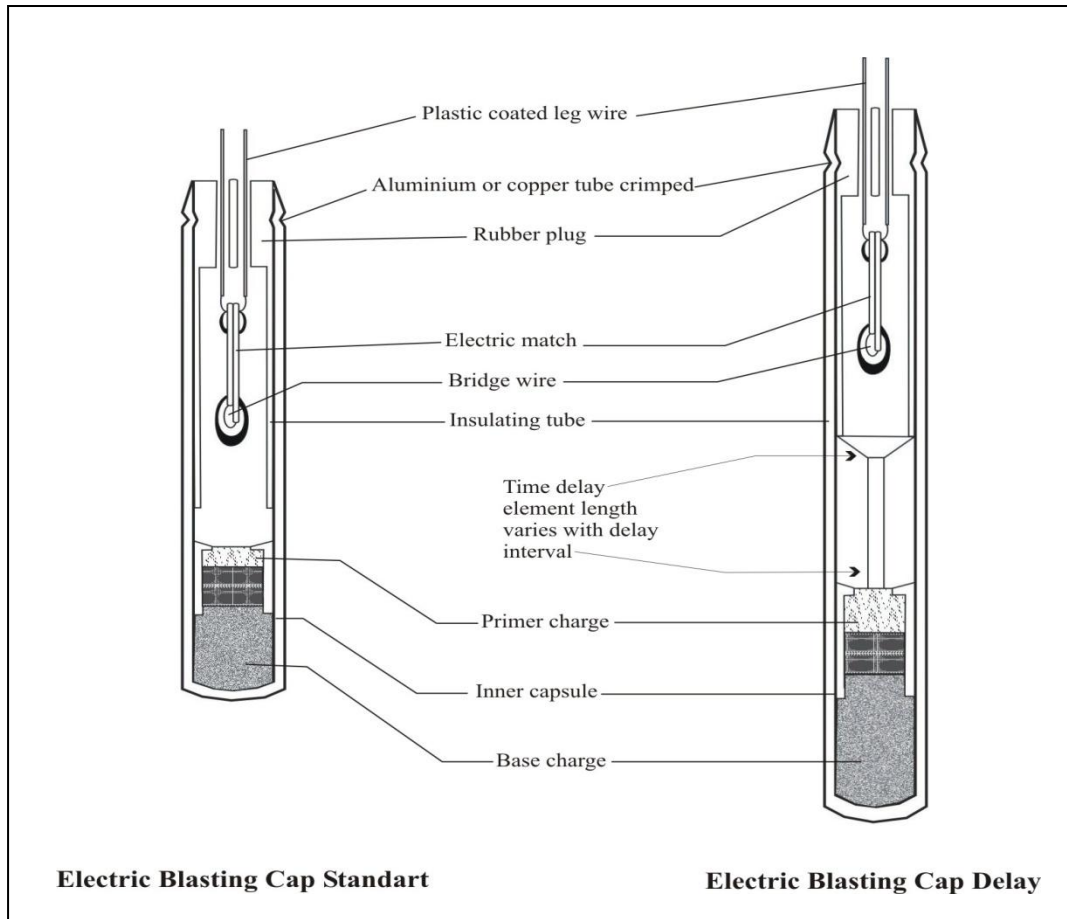
Detonator dibagi menjadi dua jenis, yaitu : “instantaneous detonator” dan “delay detonator”,

Detonator dapat dibagi menjadi tiga kelas, yaitu :

- “Instantaneous Detonator”
- “Milli-Second Detonator”
- “Half-Second Detonator”

“Instantaneous Detonator” dipakai untuk peledakan yang tidak memerlukan “delay” atau penundaan antara beberapa muatan. Adapun pada “Milli-Second Delay Detonator” didalamnya terdapat “Milli-Second Delay element”, yang fungsinya menunda detonasi sesuai dengan waktu yang ditentukan. Waktu tunda (delay interval) antara setian interval dalam seri tidak boleh melebihi 100 ms (0.1 detik).

“Half-Second Detonator” mempunyai waktu penundaan 500 ms (0.5 detik) setiap interval. Detonator listrik yang umum dipasarkan adalah detonator listrik No. 6 dan No. 8.



Gambar 2.2.1
Detonator Listrik

2. Exploder (Blasting machine)

Ada dua tipe exploder yang diperdagangkan yaitu :

1. Generator type, bekerja dengan sebuah “rackbar” atau “twist spindle” yang memutar jangkar magnet sebuah DC generator. Pada saat generator berputar full sped maka sebuah firing switch akan merapat, sehingga aliran listrik yang dihasilkan generator akan mengalir dan menyalakan detonator.

2. Condenser Discharge (CD) type, bekerja dengan menggunakan suatu sumber tenaga dari battery untuk memberikan tenaga pada satu atau lebih “condenser” sehingga diperoleh arus listrik bervoltase tinggi untuk diteruskan ke firing circuit.
3. Condenser Discharge (CD) type, bekerja dengan menggunakan suatu sumber tenaga dari battery untuk memberikan tenaga pada satu atau lebih “condenser” sehingga diperoleh arus listrik bervoltase tinggi untuk diteruskan ke firing circuit.

Kedua tipe alat tersebut dibuat untuk menghasilkan arus searah bertegangan tinggi. Kapasitas alat ini biasanya dinyatakan dalam jumlah detonator listrik dengan panjang “leg wire” 30 ft bila sambungan seri. Type yang pertama tidak pernah dipakai untuk sambungan paralel karena ada kemungkinan “misfire”. Type yang kedua digunakan terutama untuk peledakan yang lebih besar.

3. Blasting machines tester

Adalah sangat penting bahwa exploder hendaknya selalu dipelihara dan ditest secara teratur terhadap kapasitas penyalaannya. Biasanya ditest dengan menggunakan Rheostat, dihubungkan dengan detonator sampai 4 buah yang dihubungkan secara seri paralel, dan dihubungkan secara seri dengan exploder yang akan ditest, lalu dihubungkan dengan “binding post” tertentu dari rheostat, sesuai dengan kapasitas dari exploder tersebut. Jika detonator meledak seluruhnya maka exploder dalam keadaan baik, jika terjadi sebaliknya maka exploder perlu diperbaiki. Untuk condenser discharge blasting machine, pengujian dilakukan dengan Blasting VOM meter untuk mengetahui condenser dalam keadaan baik.

4. Circuit tester

Sebelum peledakan dilakukan, setelah semua sirkuit dipasang maka harus ditest terlebih dahulu.

Keadaan yang perlu ditest adalah

- a. Putus sambungan, baik pada “cap circuit” maupun pada “blasting circuit” seluruhnya atau sebagian. Untuk keperluan ini dipakai “Galvano meter”.

- b. Current leakage, dapat terjadi bila ada kerusakan pada insulasi leg wire atau connecting wire sehingga kabel terkelupas dan bersentuhan dengan tanah. Untuk keperluan ini digunakan Blasting Galvanometer atau Blasting meter.
- c. Sray electricity, sebelum lubang tembak diisi, dapat dilakukan test adanya “stay electricity” dengan menggunakan probe wire dari blasting voltoh meter atau blasting meter.

Hal-hal yang perlu diperlukan dalam perhitungan peledakan dengan arus listrik

- Tahanan (R) ohm
- Arus yang diperlukan (I) ampere
- Tegangan yang diperlukan (V) volt

Ada 3 macam rangkaian listrik yang biasa digunakan dalam rangkaian peledakan yaitu:

- *Rangkaian Seri (1 baris)*

Dalam rangkaian ini, lubang ledak dibagi menjadi satu baris dan dihubungkan menjadi satu rangkaian seri (lihat gambar rangkaian dalam subbab pembahasan). Sehingga luas daerah yang diledakkan menjadi lebih kecil.

Tahanan detonator yang dipakai dalam rangkaian ini dapat dihitung dengan rumus:

$$R_{Detonator} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Keterangan:

R_1 = tahanan detonator 1

R_2 = tahanan detonator 2

n = jumlah detonator dalam baris

Dan tahanan kawat dapat dihitung dengan rumus:

$$R_{Pengantar} = R_{Connecting\ wire} + R_{Leading\ wire}$$

Dengan tahanan connecting wire:

$$R_{Connecting\ wire} = \mu \cdot L$$

Keterangan:

μ = Tahanan jenis kawat

L = panjang kawat

Dan tahanan leading wire:

$$R_{Leading\ wire} = \mu.L$$

Keterangan:

μ = Tahanan jenis kawat

L = panjang kawat

- *Rangkaian Paralel (satu kolom)*

Dalam rangkaian ini, lubang ledak disusun menjadi satu kolom dan dirangkai menjadi rangkaian paralel. Sehingga luas daerah yang diledakkan menjadi lebih kecil.

Tahanan detonator yang digunakan dalam rangkaian ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$R_{Detonator} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Keterangan:

R_1 = tahanan detonator 1

R_2 = tahanan detonator 2

n = jumlah detonator dalam kolom

Dan tahanan kawat dapat dihitung dengan rumus:

$$R_{Pengantar} = R_{Connecting\ wire} + R_{Leading\ wire}$$

Dengan tahanan connecting wire:

$$R_{Connecting\ wire} = \mu.L$$

Keterangan:

μ = Tahanan jenis kawat

L = panjang kawat

Dan tahanan leading wire:

$$R_{Leading\ wire} = \mu.L$$

Keterangan:

μ = Tahanan jenis kawat

L = panjang kawat

- *Rangkaian Seri-Paralel (multi kolom dan baris)*

Pada rangkaian ini, lubang ledak dibagi dalam beberapa kolom dan baris. Tiap baris lubang ledak dirangkai menjadi satu rangkaian seri dan selanjutnya baris-baris yang telah ada dirangkai menjadi satu rangkaian paralel. Luas daerah yang diledakkan menggunakan rangkaian ini menjadi lebih luas. Rumus yang digunakan untuk mencari tahanan total rangkaian ini merupakan penggabungan dari rumus untuk rangkaian seri dan paralel diatas.

Tahanan detonator tiap baris lubang ledak dihitung menggunakan rumus

$$R_{Detonator} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Keterangan:

R_1 = tahanan detonator 1

R_2 = tahanan detonator 2

n = jumlah detonator dalam baris

Dan total tahanan detonator dalam rangkaian:

$$R_{Detonator} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Keterangan:

R_1 = tahanan detonator pada baris 1

R_2 = tahanan detonator pada baris 2

n = jumlah baris

Dengan tahanan connecting wire:

$$R_{Connecting\ wire} = \mu.L$$

Keterangan:

μ = Tahanan jenis kawat

L = panjang kawat

Dan tahanan leading wire:

$$R_{Leading\ wire} = \mu.L$$

Keterangan:

μ = Tahanan jenis kawat

L = panjang kawat

Untuk mencari besarnya tegangan yang diperlukan dapat menggunakan rumus :

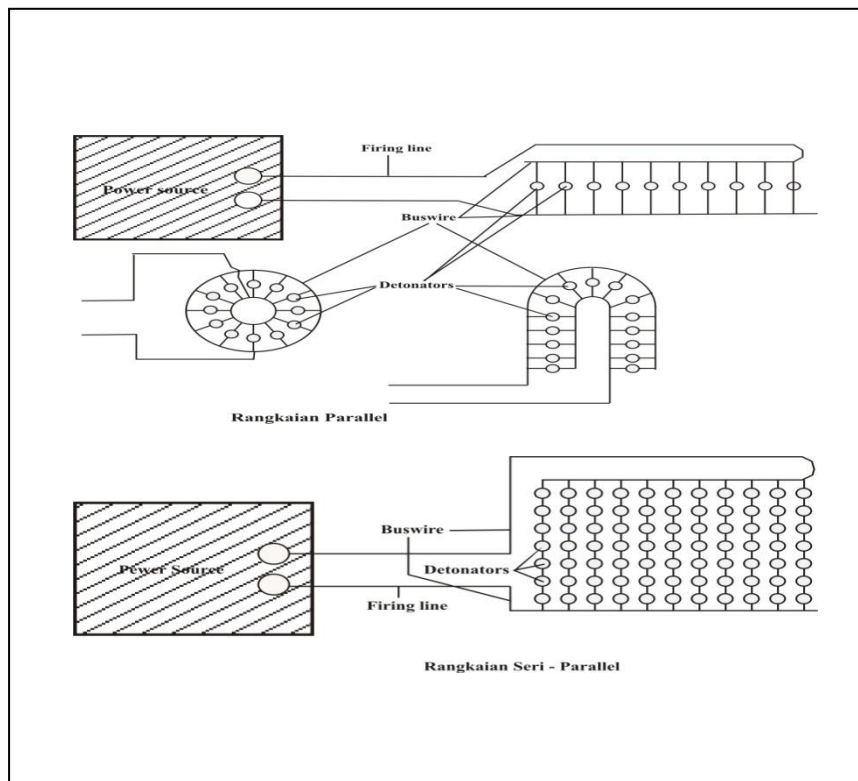
$$V = I \times R \quad (\text{Volt})$$

Untuk hubungan seri-paralel besar tahanan seluruh sama dengan tahanan pada hubungan seri dibagi jumlah hubungan seri tersebut.

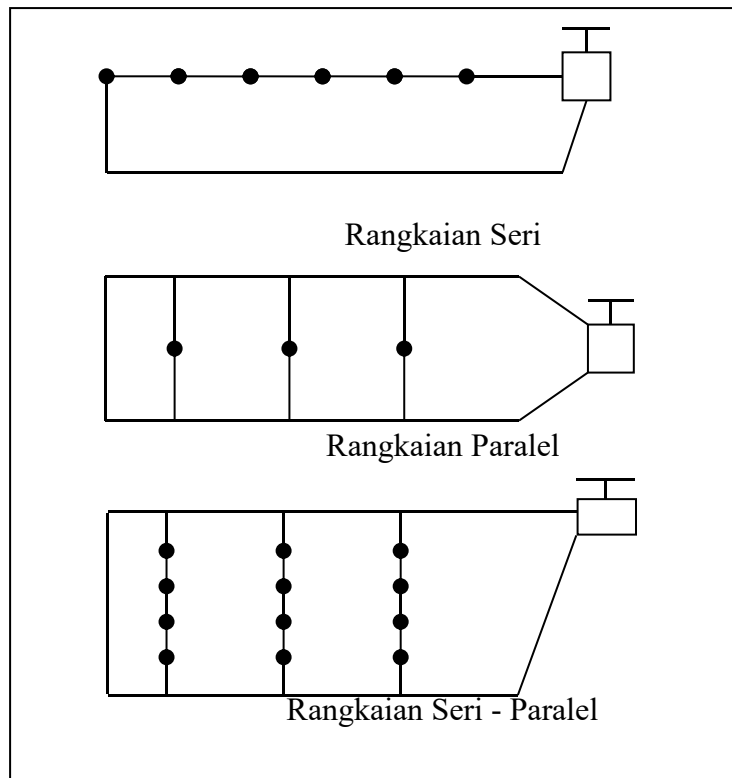
$$R_{\text{total}} = R_{\text{seluruh detonator}} + R_{\text{connecting wire}} + R_{\text{leading wire}}$$

Kemungkinan terjadinya “misfire” perlu diperhatikan

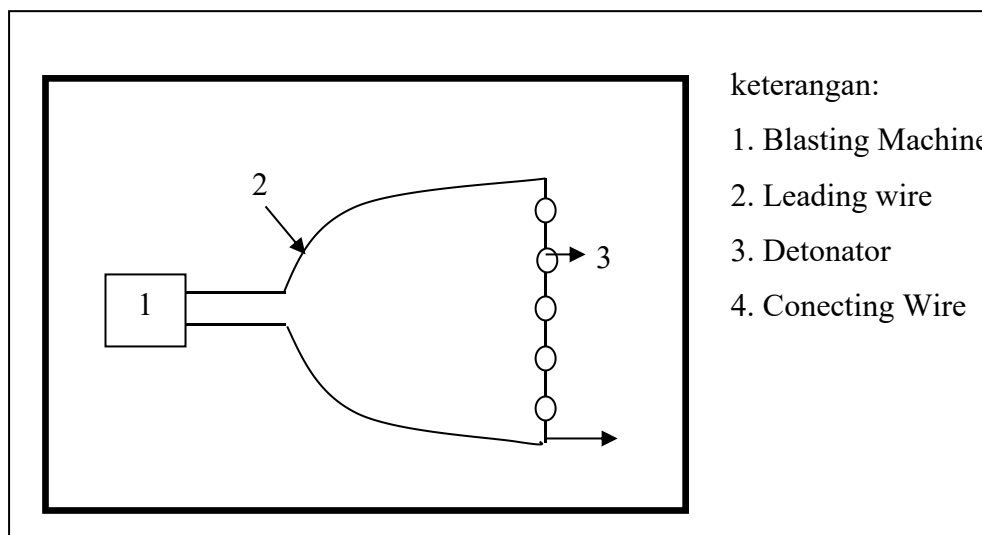
2.3 Deskripsi



Gambar 2.3.1
Rangkaian Peledakan Listrik



Gambar 2.3.2
Rangkaian Listrik



Gambar 2.3.3
Rangkaian Peledakan Seri

Tahanan total detonator dalam rangkaian:

$$R_{Detonator} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

R_1 = tahanan detonator 1

R_2 = tahanan detonator 2

n = jumlah detonator dalam baris

Dengan tahanan connecting wire:

$$R_{Connecting\ wire} = \mu.L$$

Keterangan:

μ = Tahanan jenis kawat

L = panjang kawat

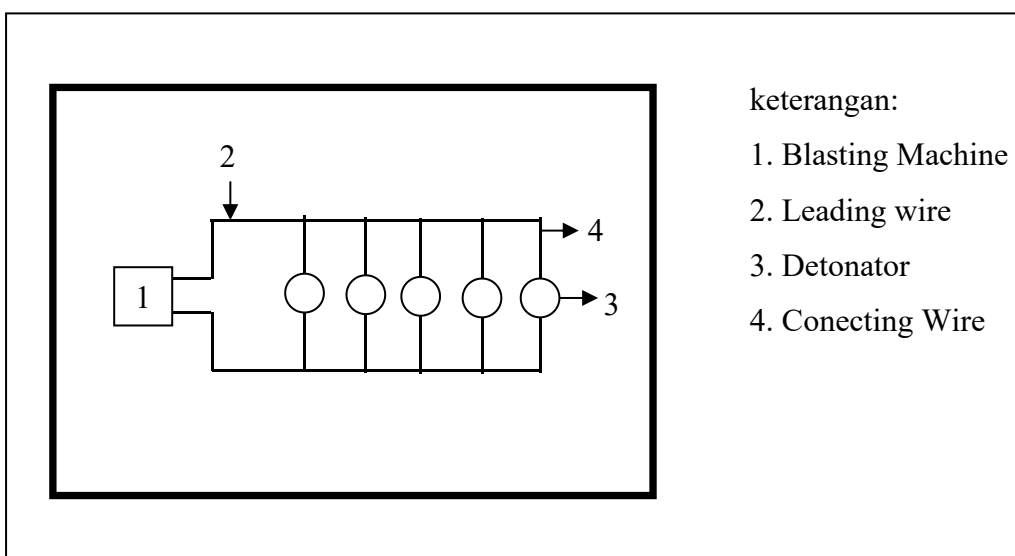
Dan tahanan leading wire:

$$R_{Leading\ wire} = \mu.L$$

Keterangan:

μ = Tahanan jenis kawat

L = panjang kawat



keterangan:

1. Blasting Machine

2. Leading wire

3. Detonator

4. Conecting Wire

Gambar 2.3.4

Rangkaian Peledakan Paralel

$$R_{Detonator} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Keterangan:

R_1 = tahanan detonator 1

R_2 = tahanan detonator 2

n = jumlah detonator dalam kolom

Dan tahanan kawat dapat dihitung dengan rumus:

$$R_{Pengantar} = R_{Connecting\ wire} + R_{Leading\ wire}$$

Dengan tahanan connecting wire:

$$R_{Connecting\ wire} = \mu.L$$

Keterangan:

μ = Tahanan jenis kawat

L = panjang kawat

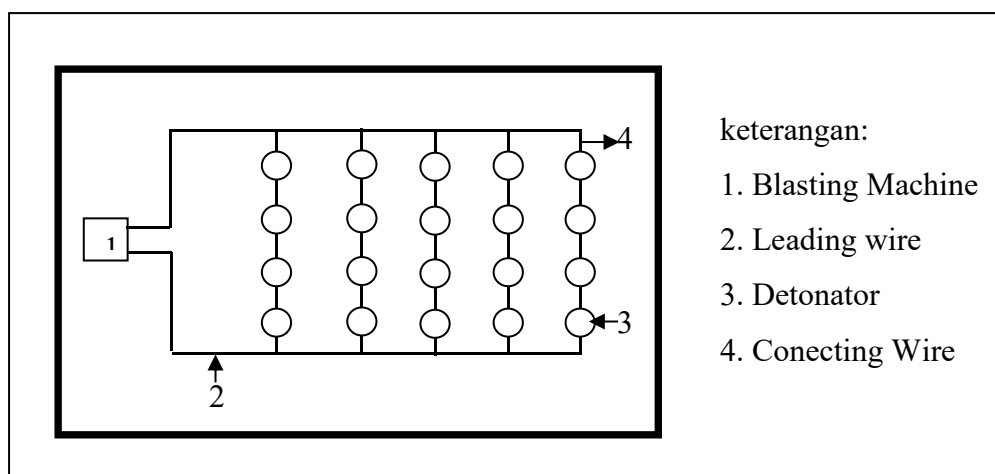
Dan tahanan leading wire:

$$R_{Leading\ wire} = \mu.L$$

Keterangan:

μ = Tahanan jenis kawat

L = panjang kawat



keterangan:

1. Blasting Machine
2. Leading wire
3. Detonator
4. Conecting Wire

Gambar 2.3.5

Rangkaian Peledakan Seri Paralel

Tahanan detonator tiap baris:

$$R_{Detonator} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Keterangan:

R_1 = tahanan detonator 1

R_2 = tahanan detonator 2

n = jumlah detonator dalam baris

Dan total tahanan detonator dalam rangkaian:

$$R_{Detonator} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Keterangan:

R_1 = tahanan detonator pada baris 1

R_2 = tahanan detonator pada baris 2

n = jumlah baris

Dengan tahanan connecting wire:

$$R_{Connecting\ wire} = \mu.L$$

Keterangan:

μ = Tahanan jenis kawat

L = panjang kawat

Dan tahanan leading wire:

$$R_{Leading\ wire} = \mu.L$$

Keterangan:

μ = Tahanan jenis kawat

L = panjang kawat

2.4 Pembahasan

Ada 40 detonator, ketahanan $1,8 \Omega$ Connecting wire sepanjang 35 m dengan tahanan $0,05 \Omega/m$. Lead wire 65 m, tahanan $5,8 \Omega/100m$. Hitung tahanan total dan daya yang dibutuhkan di pasang secara seri, paralel dan seri paralel.

$$I_{\text{seri}} = 1,5 \text{ A}$$

$$I_{\text{paralel}} = 1 \text{ A}$$

Hitung besarnya tegangan dan daya jika :

- Seri
- Paralel
- Seri-Paralel

Jawab :

- Jika dihubungkan secara seri maka besarnya tahanan detonator sama dengan jumlah dari seluruh tahanan tersebut. Jadi besarnya tahanan detonator adalah :

$$\begin{array}{lcl} \text{Tahanan (R) detonator} & = 40 \times 1,8 & = 72 \Omega \\ \text{R. Connecting wire} & = 35 \times 0,05 \Omega/m & = 1,75 \Omega \\ \text{R. Leading wire} & = \frac{65 \times 5,8}{100} & = 3,77 \Omega \quad + \\ \text{R. Total} & & = \underline{77,52 \Omega} \end{array}$$

$$I_{\text{Total}} = I_1 = I_2 = I_{\text{seri}} = 1,5 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{Besarnya tegangan (V)} &= I \times R \\ &= 1,5 \times 77,52 \Omega \\ &= 116,28 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besarnya daya yang diperlukan} &= V \times I \\ &= 116,28 \text{ Volt} \times 1,5 \text{ A} \\ &= 174,42 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b. Jika rangkaian dihubungkan secara paralel maka besarnya tahanan adalah :

$$\begin{aligned}
 1/R \text{ Detonator} &= 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n \\
 R \text{ Detonator} &= 1,8/40 &= 0,045\Omega \\
 R \text{ Conecting wire} &= 35 \times 0,05\Omega/m &= 1,75\Omega \\
 R \text{ leading wire} &= \frac{65 \times 5,8}{100} &= 3,77\Omega &+ \\
 \\
 R \text{ Total} & &= \underline{5,565 \Omega} \\
 \text{Besarnya kuat arus (A)} &= I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \\
 I_{\text{Total}} &= 1 \times 40 &= 40 \text{ Ampere} \\
 \text{Besarnya tegangan (V)} &= I \times R \\
 &= 40 \times 5,565\Omega \\
 &= 222,6 \text{ Volt} \\
 \text{Besarnya daya (P)} &= V \times I \\
 &= 222,6 \text{ Volt} \times 1\text{A} \\
 &= 222,6 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

c. Hubungan Seri – Paralel

R detonator : dalam tiap baris ada 15 detonator yang dihubungkan seri.

$$R = 1,8 \times 15 = 27 \Omega$$

Kemudian tahanan ini dihubungkan secara paralel.

$$\begin{aligned}
 1/R_{\text{detonator}} &= 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_{10} \\
 R \text{ detonator} &= 27/10 &= 2,7 \Omega \\
 R \text{ Connecting wire} & &= 10,3 \Omega \\
 R \text{ Loading wire} & &= 2,6 \Omega \\
 R \text{ total} & &= 15,6\Omega \\
 I \text{ total} &= 1 \times 10 &= 10 \text{ Ampere} \\
 V &= I \times R &= 10 \times 15,6 &= 156 \text{ volt} \\
 P &= V \times I &= 156 \times 1 &= 156 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

2.5 Kesimpulan

1. Hubungan paralel dapat memperkecil hambatan dibanding dengan hubungan seri tetapi kuat arus yang digunakan semakin besar.
2. Dari jenis perlengkapan yang sama, besar daya yang digunakan pada hubungan seri lebih sedikit dibanding hubungan paralel.
3. Untuk mencegah terjadinya missfire maka perlu diperiksa kebocoran listrik, kerusakan kabel, kesalahan sambungan, maupun pengisian terhadap Exploder.

DAFTAR PUSTAKA

1. Inmarlinianto, Singgih Saptono (2003), *Praktikum Teknik Peledakan*, Buku Petunjuk, Laboratorium Pemboran & Peledakan, Jurusan Teknik Pertambangan, FTM, UPN 'Veteran' Yogyakarta.
2. Koesnaryo S, (2001), *Pemboran Untuk Penyediaan Lubang Ledak*, Jurusan Teknik Pertambangan, FTM, UPN 'Veteran' Yogyakarta.
3. Barlian (2010), *Praktikum Teknik Peledakan*, Buku Petunjuk, Laboratorium Pemboran & Peledakan, Jurusan Teknik Pertambangan, FTM, UPN 'Veteran' Yogyakarta.