

# SISTEM PIROTEKNIK PADA ROKET

Sukandi Nasir Rohili  
Peneliti Pusat Teknologi Wahana Dirgantara, LAPAN

## RINGKASAN

Piroteknik adalah salah satu instrumen yang banyak dipakai pada peroketan, apalagi pada roket bertingkat atau *Strap On Booster*. Boleh dikatakan tanpa memakai piroteknik, misi penerbangan yang diinginkan tidak dapat tercapai. Karena pentingnya fungsi piroteknik ini, maka perlu mendapat perhatian terutama sebelum misi dilakukan atau dalam penerbangannya. Banyak jenis piroteknik yang umum dipakai dalam peroketan dan masing-masing jenis mempunyai fungsi sendiri-sendiri. Seperti pada jenis *igniter*, yang dipakai sebagai penyala awal dari pembakaran propelan padat.

## 1 PENDAHULUAN

Banyak roket baik yang memakai bahan bakar (propelan) padat, cair atau hybrid akan memerlukan piroteknik, apalagi untuk roket bertingkat atau *Strap On Booster* (SOB). Ber-macam jenis piroteknik yang dipakai dalam sebuah roket, diantaranya ialah *inisiator*, *igniter*, peralatan tunda (*delay devices*), "*power cartridges*", baut peledak (*explosive bolts*), sistem penyalaan, peralatan pembuka nyala, penegakan antena, "*recovery*" dan pemotong (*cutters*). Hal ini terlihat pemakaian jenis piroteknik pada roket bertingkat dan SOB dengan fungsinya masing-masing. Ada yang berfungsi sebagai penyala awal (*igniter*) untuk membakar propelan agar dapat meng-hasilkan gaya dorong roket yang cukup untuk menerbangkannya, "*power cartridge*" yang dipakai untuk pemisahan motor roket antar tingkat, jenis piroteknik sebagai sistem serangan/peng-hancur dalam keadaan darurat (*pyrotechnical devices for destruction*), jenis piroteknik peralatan tunda (*delay devices* atau *delay unit*) untuk mengatur waktu bekerjanya alat tertentu, piroteknik yang dipakai untuk mengontrol gaya dorong atau motor pengontrol gerak berputar, sistem penyalaan, sistem pelepasan, kontrol penerbangan dan lain sebagainya seperti terlihat pada Gambar 2-1. Dari gambar tersebut dapat terlihat di mana jenis piroteknik ditempatkan.

- Sebagai alat perlengkapan sistem penyalaan (*ignition device*);
- Sebagai alat perlengkapan sistem pemacu tekanan (*pressure actuated device*);
- Sebagai alat perlengkapan sistem untuk penghancuran (*pyrotechnical device for destruction*).

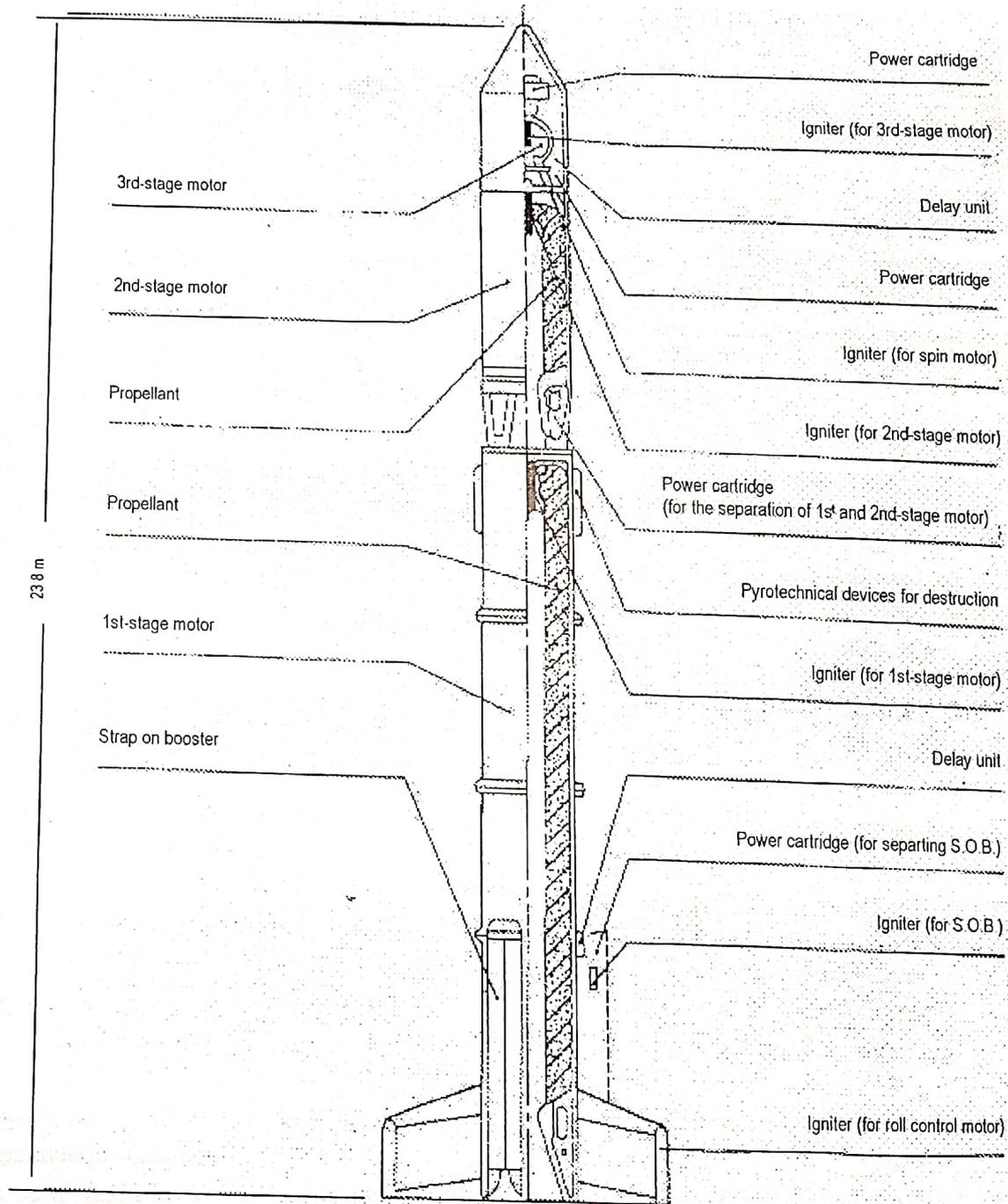
### 2.1 Piroteknik Sebagai Alat Perlengkapan Sistem Penyalaan (*Ignition Device*)

Sebagai alat perlengkapan/instrumen penyalaan, diantaranya adalah piroteknik dari jenis *igniter*. Ini biasanya dipakai untuk menyala-kan propelan yang terdapat dalam tabung motor roket. Untuk mendapatkan nyala api yang cukup besar kekuatannya, maka sistem penyalaan pada *igniter* biasanya terdiri dari beberapa tahapan berurutan. Tahap awal dimulai dari *impuls* listrik dari kawat *filament tungsten*, nikel atau tembaga dan dipakai sebagai pematik api pertama yang akan membakar ramuan kimia yang sangat sensitif dan mudah terbakar (*prime charge*).

Ramuan primer ini biasanya ramuan kimia yang bersifat eksplosif seperti campuran kimia Merkuri fulminate, kalium perklorat, antimony sulfide. Selanjutnya akan membakar ramuan kimia lainnya yang akan memperbesar aktifitas nyala disebut "*booster charge*" dan akhirnya membakar ramuan kimia juga yang dapat membakar permukaan propelan (*main charge*).

## 2 KLASIFIKASI JENIS PIROTEKNIK

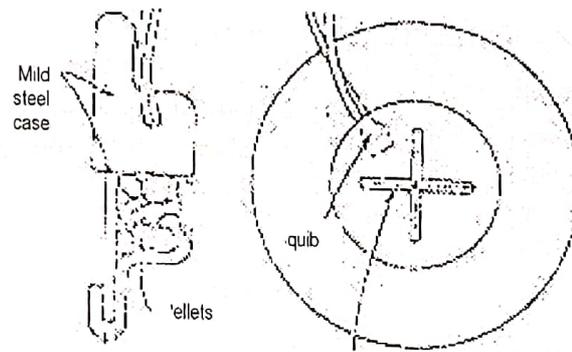
Piroteknik dapat diklasifikasikan dalam tiga kategori, yaitu :



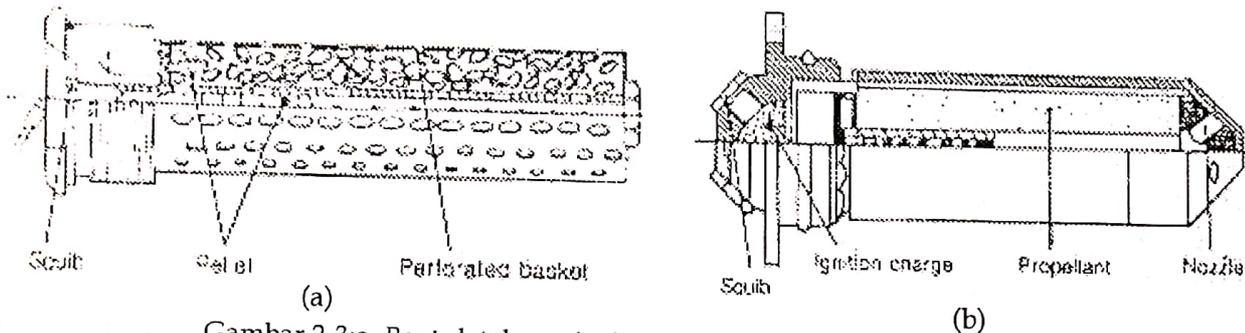
Gambar 2-1: Penampang roket SOB bertingkat tiga (Produced by Nichiyu Giken Kogyo Co. Ltd)

Dengan terbakarnya propelan ini, maka akan menghasilkan gas pembakaran yang bertekanan dan bersuhu cukup tinggi kira-kira  $3000^{\circ}$  K. Apabila gas panas ini keluar lewat nosel, maka akan menghasilkan gaya dorong (*thrust*) yang cukup untuk menerbangkan roket tersebut. Campuran bahan kimia yang dipakai biasanya adalah dari jenis "black powder", tetapi bahan ini mengalami kesulitan terbakar pada tekanan rendah di angkasa, maka biasanya diganti dengan "metal powder". Bahan-bahan ini

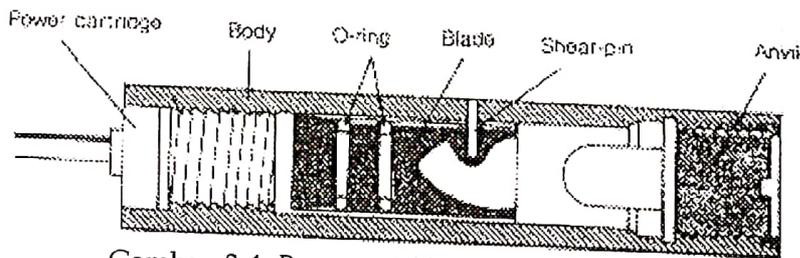
dimasukkan kedalam tabung. Ada tiga tipe tabung *igniter* yang umumnya dipakai, yaitu tipe kaleng (*can*) (Gambar 2-2) untuk motor roket kecil ukuran 2,75 inci sampai 5 inci. Sedangkan tipe *igniter* untuk motor roket sedang atau besar biasanya dapat memakai sistem *igniter* dengan bentuk tabung berlubang (*perforated tube igniter*) (Gambar 2-3a) atau *igniter* bentuk pirogen (*pyrogen igniter*) yang berbentuk seperti motor roket mini (Gambar 2-3b).



Gambar 2-2: Bentuk tabung igniter tipe kaleng (can)



Gambar 2-3: a. Bentuk tabung igniter berlubang (perforated tube igniter)  
 b. Igniter bentuk pirogen (pyrogen igniter)



Gambar 2-4: Power cartridge sebagai pemotong

## 2.2 Sebagai Alat Perlengkapan Sistem Pemacu Tekanan (Pressure Actuated Device)

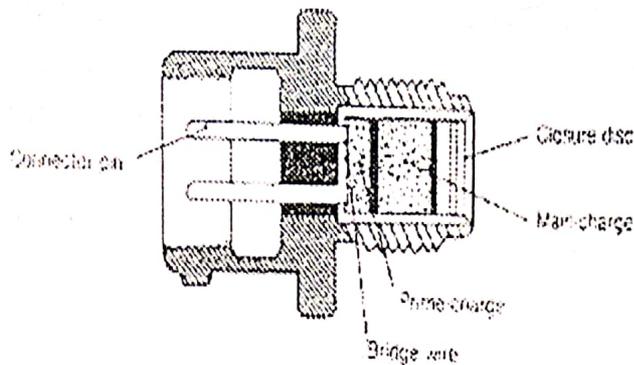
Salah satu jenis piroteknik yang dipakai sebagai alat perlengkapan sistem pemacu tekanan adalah "power cartridge". Jenis ini adalah suatu kumpulan komponen mekanik yang disegel kedap udara dan disisipkan ke dalam suatu sistem yang terintegrasi. Biasanya berisi sumber tenaga sendiri yang dipakai untuk menggerakkan komponen secara mekanik.

"Power cartridge" ini umumnya terdiri dari susunan campuran bahan kimia untuk inisiator dan campuran bahan kimia utama (main charge) yang dapat menghasilkan tekanan bersifat eksplosif. Bekerjanya alat ini adalah dalam satu kali gerak, seperti pada alat pemotong kawat atau kabel, alat pemisah, "pyro valve", jenis lainnya adalah jenis "power cartridge"

yang dipakai untuk memotong kabel atau kawat. (Gambar 2-4, Power cartridge sebagai pemotong).

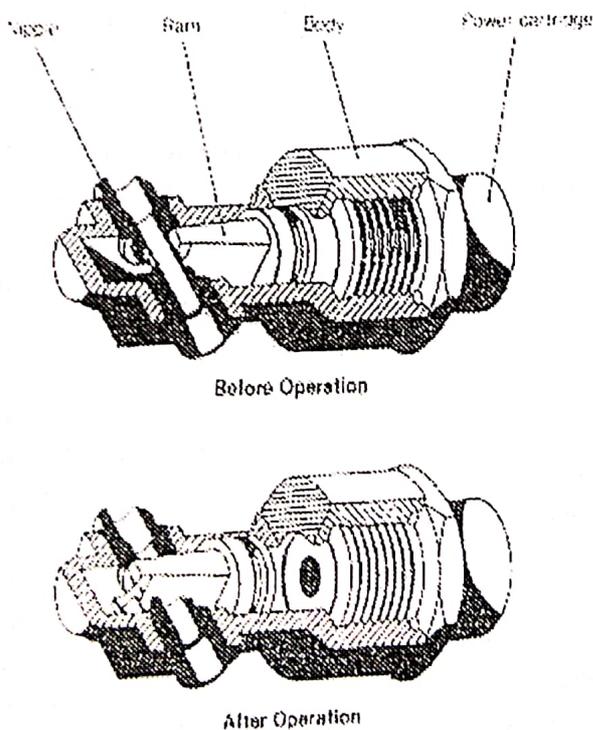
## 2.3 Alat Perlengkapan Sistem Penghancuran (Pyrotechnical Device for Destruction)

Perlengkapan/peralatan untuk penghancuran (pyrotechnical device) ini dipakai untuk menghancurkan roket jika melenceng dari jalur penerbangannya, yang tentu saja akan sangat membahayakan. Untuk menghindari bahaya yang tidak diinginkan ini, dipakai perlengkapan/peralatan untuk menghancurkan roket tersebut. Peralatan ini biasanya berupa sebuah pipa yang berisi bahan peledak dan ditempatkan pada sisi dinding tabung roket. Bila dalam keadaan darurat maka bahan peledak ini dinyalakan dengan sebuah detonator (Gambar 2-5).



Gambar 2-5: Peralatan penghancur roket

Pada roket SOB yang mengalami emergensi, maka sebuah tabung konik bermuatan bahan peledak dinyalakan dengan alat detonator yang meledakkan motor roket tersebut dengan kecepatan yang sangat tinggi dalam waktu singkat. Biasanya bahan peledak yang digunakan adalah dari jenis C4, RDX atau PETN. Sedangkan pengrusakan pada *Booster* roket dipakai peralatan penghancur. Biasanya peralatan ini diikat pada dinding tanki "fuel" atau tanki "oxidizer". Pada saat emergensi, maka pemicu ledakan akan menyalakan peralatan penghancur sehingga dalam hitungan yang sangat singkat akan terjadi peledakan tanki tersebut.



Gambar 2-6: Tipe *pyro switch* pembuka normal

Selain itu ada beberapa jenis piroteknik yang dipakai pada peroketan, diantaranya ialah

- **Pyro switch**

Biasanya menggunakan *power Cartridge* yang dinyalakan dan akan menggerakkan piston atau *slider* yang akan menghidupkan atau mematikan sirkuit. Perancangan ini biasanya untuk keperluan tertentu.

- **Pemotong kawat (Pyro cutter)**

Alat pemotong kawat ini ada bermacam-macam tipe tergantung pada jenis bahan dan diameter kawat yang akan dipotong.

- **Baut peledak (Explosive bolt)**

Ada beberapa tipe, diantaranya adalah tipe peledakan, tipe *cartridge*, dan tipe baut pemisah. Biasanya tipe ini dipakai untuk keperluan khusus.

- **Pyro Valve**

Biasanya ini dipakai untuk membuka atau menutup valve untuk operasi yang khusus. Contohnya seperti membuka tanki Nitrogen Tetra Oksida.

## 2 FUNGSI PIROTEKNIK PADA ROKET

Dari beberapa jenis piroteknik yang dipakai pada roket seperti pada roket bertingkat dan SOB mempunyai fungsi masing-masing. Jenis piroteknik :

### a. Igniter

*Igniter* sebagai penyalu awal dan biasanya dipakai untuk menyalakan propelan yang terdapat dalam tabung motor roket. Untuk menyalakan propelan tersebut, diperlukan nyala igniter yang dapat menjangkau dan menyebar ke permukaan propelan serta harus mempunyai kekuatan nyala yang cukup untuk dapat membakar propelannya.

### b. Power cartridge

Salah satu fungsi "*Power cartridge*" dipakai sebagai alat untuk memisahkan motor roket antar tingkat seperti motor roket tingkat dua (*sustainer*) dengan motor roket tingkat satu (*booster*) atau motor roket SOB dengan motor roket utamanya. Fungsi lainnya adalah untuk memotong kawat, kabel atau benang nilon.

untuk menarik, mengulur dan menggulung kawat atau kabel dan untuk membuka peralatan nyala.

c. Jenis piroteknik sebagai sistem serangan/penghancur dalam keadaan darurat (*pyrotechnical devices for destruction*)

Hal ini terjadi bila motor roket tidak bekerja dengan semestinya atau melenceng dari sasaran. Biasanya untuk maksud ini dipakai campuran bahan kimia C4, RDX atau PETN yang bersifat eksplosif.

d. Jenis piroteknik lainnya

Jenis piroteknik ini seperti piroteknik untuk peralatan tunda (*delay devices* atau *delay unit*), piroteknik untuk mengatur waktu bekerja alat tertentu, piroteknik yang dipakai untuk mengontrol gaya dorong atau motor pengontrol gerak berputar, sistem penyalaan, sistem pelepasan, dan kontrol penerbangan.

Banyak masalah yang akan dihadapi bila piroteknik tidak bekerja seperti yang diharapkan. Diantaranya ialah :

- Propelan tidak terbakar, karena *igniter* tidak dapat menyalakan/tidak berfungsi dengan baik;
- Tidak terjadinya pemisahan roket tingkat atas dengan tingkat dibawahnya (seperti tingkat satu dan tingkat dua) juga roket SOB yang tidak bekerja;
- Gerak roket melenceng dari sasaran yang diinginkan.

Jadi dari bermacam jenis piroteknik yang dipakai pada tempat-tempat tertentu sesuai dengan fungsinya masing-masing harus memenuhi beberapa persyaratan dan harus melewati kontrol kualitas.

#### 4 KESIMPULAN

Dari penjelasan bermacam-macam jenis piroteknik yang dipakai pada roket diperlukan penanganan yang ekstra hati-hati baik sebelum dan saat penerbangan serta peralatan yang dipakai tersebut harus sudah memenuhi standar baku. Jadi diharapkan peralatan itu dapat bekerja dengan baik pada waktu dipakai, sehingga tidak terjadi sesuatu yang tidak diharapkan.

Berdasarkan fungsinya terdapat tiga jenis piroteknik, yaitu sebagai alat perlengkapan sistem penyalaan, pemacu tekanan, dan penghancuran. Permasalahan piroteknik yang dapat terjadi pada teknologi roket adalah propelan tidak terbakar, tak terjadi pemisahan motor roket dan gerak roket melenceng.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Daevenas, Alain, 1993. *Solid Rocket Propulsion Technology*, Pergamon Press, Edisi ke-1, New York, USA.
- , 1980. *Pyrotechnics*, Nichiyu Giken Kongyo Co. Ltd.
- Lo Fiego, Louis, 1968. *Practical Aspects of Igniter Design*, Western States Section, USA.
- Sutton, George. P., 1980. *Rocket Propulsion Elements*, John Willey and Sons, New York, USA.