

IGNITER ROKET LAPAN

Heru Supriyatno

Peneliti Bidang Propelan, LAPAN

RINGKASAN

Igniter merupakan komponen dari motor roket yang berfungsi sebagai penyala mula bahan bakar propelan yang terdapat di dalam motor roket. Igniter tersusun atas squib, bahan isian igniter dan tabung igniter yang berisikan bahan isian igniter. Dalam perkembangannya, LAPAN telah berhasil merancang igniter untuk berbagai macam dimensi roket, dimana jenis, dimensi dan bahan isian igniter yang dikembangkan, disesuaikan dengan bentuk dan dimensi motor roketnya. Selama ini, untuk motor roket yang memiliki diameter kecil, jenis isian igniter yang umum digunakan adalah *Black Powder* dan potongan propelan. Sejalan dengan berkembangnya pemakaian diameter motor roket, maka untuk mempersingkat waktu tunda penyalannya, saat ini telah dikembangkan jenis isian berbentuk pellet. Dengan menggunakan isian berbentuk pellet yang dimasukkan ke dalam struktur tabung yang dirancang dengan mengacu pada jenis igniter roket Kappa-8, igniter telah berhasil menyalakan propelan roket berdiameter besar secara stabil, dengan waktu tunda penyalan yang singkat.

1 PENDAHULUAN

Sejak beberapa dekade yang lalu, LAPAN telah mulai melakukan penelitian tentang roket untuk berbagai keperluan sipil. Saat ini berbagai jenis ukuran roket telah berhasil dikembangkan, dan telah melalui proses pengujian baik statik maupun terbang. Kegiatan-kegiatan yang telah dilakukan selama ini, meliputi berbagai macam penelitian mulai dari penelitian sistem propulsi, bahan bakar propelan, struktur bahkan sampai dengan sistem kontrol dan kendali roket.

Salah satu bagian dari roket yang berfungsi untuk memulai penyalan propelan di dalam motor roket adalah igniter. Igniter adalah suatu elemen di dalam roket yang secara umum tersusun atas : squib, isian piroteknik dan tabung. Mekanisme igniter itu sendiri adalah squib yang dialiri arus listrik akan teraktivasi sehingga menghasilkan percikan atau nyala api, api tersebut akan menyalakan isian piroteknik yang terdapat di dalam tabung, dan mengeluarkan nyala api yang akan membakar propelan di dalam tabung motor roket.

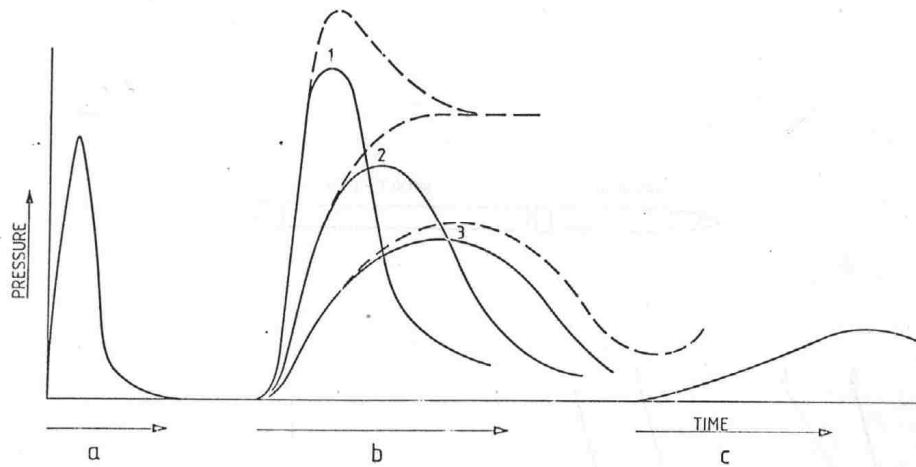
Ada 4 tipe igniter yang umum dikenal pada saat ini, yaitu tipe *basket*, *jellyroll*, *can* dan *pyrogen* (*Thiokol Rocket Basic*).

Sementara itu ditinjau dari posisi pemasangannya, igniter dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu :

- igniter yang terpasang di bagian depan (cap)
- igniter yang terpasang di bagian nosel
- igniter yang terpasang di tengah-tengah propelan di dalam ruang bakarnya.

2 PERANCANGAN IGNITER

Dalam melakukan perancangan igniter, hal yang harus diperhatikan adalah tekanan, temperatur, dan waktu pembakaran. Artinya bahwa tekanan dari hasil pembakaran igniter itu harus melebihi tekanan minimum yang diperlukan untuk menghasilkan pembakaran yang stabil, panas yang ditransfer dari hasil penyalan igniter harus mampu meningkatkan temperatur permukaan propelan melebihi *self ignition temperature*-nya, dan waktu pembakaran igniter harus memiliki rentang waktu tertentu, sehingga proses transfer panas dari pembakaran igniter ke permukaan propelan dapat berlangsung secara optimum (Hans Florin, 1979).



Gambar 2-1: Berbagai pola aliran tekanan gas selama penyalan (dikutip dari Hans Florin, AGARD conference Proceeding)

Gambar di atas mengilustrasikan kondisi dari proses penyalan dengan memplotkan tekanan gas ruang bakar terhadap fungsi waktu. Gambar a menunjukkan kondisi dimana tekanan gasnya sangat tinggi, namun periode waktu efektifnya terlalu pendek. Sementara itu, gambar c menunjukkan situasi yang sebaliknya, dimana periode waktunya cukup lama, namun tekanan gasnya kurang. Sedangkan gambar b menunjukkan situasi dimana tekanan dan periode waktu efektifnya cukup, sehingga memungkinkan untuk menyalakan propelan secara stabil.

Untuk mendapatkan karakteristik tekanan pembakaran dengan pola seperti pada gambar b, selain pertimbangan bahan piroteknik isian igniter, hal lain yang perlu dijadikan pertimbangan adalah struktur tabung igniter itu sendiri, dalam hal ini harus memperhatikan dimensi tabung, jumlah, diameter, dan arah lubang untuk pengeluaran nyala api. Hal ini dimaksudkan agar hasil pembakaran bahan isian piroteknik dapat terdistribusikan secara merata ke seluruh permukaan propelan tanpa menimbulkan tekanan yang berlebihan. Dengan demikian, maka diharapkan dalam waktu singkat dapat menghasilkan gaya dorong yang tinggi, memungkinkan roket dapat meluncur

segera setelah penyalan igniter. Dengan kata lain, igniter ini diharapkan memiliki waktu tunda penyalan (*ignition delay time*) yang rendah.

3 BAHAN ISIAN IGNITER

Bahan piroteknik yang digunakan sebagai bahan isian igniter harus memiliki nilai kalor yang tinggi, artinya bahwa kalor hasil pembakaran bahan isian igniter tersebut, harus mampu meningkatkan suhu permukaan propelan melebihi *self-ignition* temperaturnya, sehingga proses penyalan propelan dapat berlangsung dengan baik. Pada umumnya bahan isian igniter dapat dibagi menjadi 2, yaitu bahan isian primer (*primary charge*) dan isian sekunder (*secondary charge*).

Pada igniter roket LAPAN, selama ini yang banyak digunakan sebagai isian primer adalah *Black powder* (BP), yang merupakan bahan campuran dari potassium nitrat (KNO_3), carbon dan belerang. *Black Powder* merupakan bahan campuran yang menghasilkan energi yang tidak terlalu besar dan mudah untuk dinyalakan (Alain Davenas). Selain itu, khususnya untuk roket yang memerlukan penyalan primer yang cepat, digunakan *ALNO powder* yang merupakan campuran

antara *black powder* dan Alumunium (Al). Sedangkan yang umum digunakan sebagai isian sekunder adalah potongan propelan HTPB, dan isian berbentuk pellet dari bahan *ALCLO powder* (campuran bahan potassium klorat/ perklorat dengan Alumunium *powder*) dan juga bahan campuran potassium perklorat ($KClO_4$), red lead (Pb_3O_4) dan Silicium *powder* (KPSiPb).

Dalam menentukan jumlah bahan piroteknik yang akan digunakan sebagai isian igniter, pendekatan bisa dilakukan dengan mengacu pada persamaan berikut (Sutton, 1976)

$$W_i = 0,5 (V_F)^{0,7}$$

W_i = Berat isian bahan piroteknik (gram)

V_F = Volume ruang bebas, free volume (cm^3)

4 JENIS IGNITER

Roket yang telah berhasil dikembangkan dan telah melalui pengujian dinamika terbang hingga saat ini meliputi, roket yang memiliki diameter 70 mm (RX-70) sampai 320 mm (RX-320). Untuk itu juga telah dikembangkan tipe igniter yang sesuai dengan dimensi dari roket yang ada. Di bawah ini dijelaskan spesifikasi dari masing-masing jenis igniter tersebut.

4.1 Igniter Roket RX-70

Igniter roket RX-70 merupakan igniter tipe *can*, dan diletakkan di bagian *cap*. Igniter jenis ini menggunakan isian *Black powder* dan potongan propelan. Struktur igniter ini memiliki tabung penyalu di bagian dalam, dimana berisi isian piroteknik jenis BP. Sementara di bagian luar dinding tabung penyalu bagian dalam diletakkan potongan dari bahan propelan HTPB. Penggunaan potongan propelan HTPB sebagai isian igniter ini dimaksudkan agar pembakaran bahan isian igniter menghasilkan panas yang efektif untuk pembakaran propelan di dalam tabung motor roket.



Gambar 4-1: Igniter roket RX-70

4.2 Igniter Roket RX-100

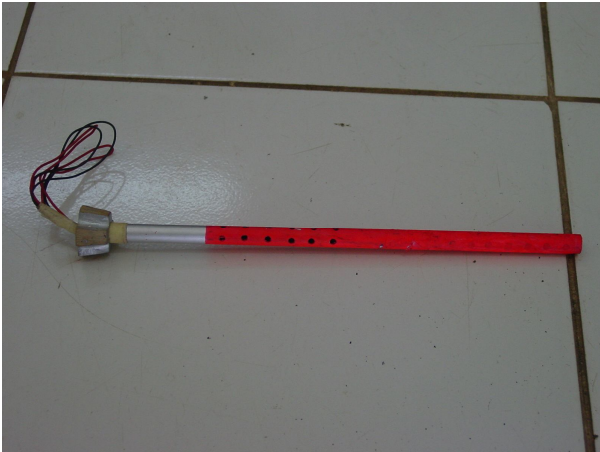
Igniter roket RX-100 merupakan igniter tipe *basket*. Igniter untuk roket kelas RX-100 ini dapat dibedakan menjadi 3 jenis masing-masing untuk roket RX-1110, RX-1104 dan RX-1102, selain memiliki perbedaan dalam dimensi tabung maupun jumlah lubangnya, material tabung untuk igniter-igniter ini juga berbeda. Untuk igniter RX-1110 dan RX-1104 menggunakan material dari tabung alumunium, sementara untuk roket RX-1102, tabung igniternya menggunakan bahan dari besi. Hal ini dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa untuk roket RX-1102, diameter *throat*-nya terlalu kecil (15 mm), sehingga bila menggunakan bahan dari tabung alumunium, dikhawatirkan tabung alumunium tersebut akan melebur, dan hasil leburan logam tersebut akan menutupi *throat*-nya.



Gambar 4-2: Igniter roket RX-100

4.3 Igniter Roket *Cigarette Burning* RCX-100

Igniter roket RCX-100 merupakan igniter stick terbuat dari tabung aluminium dan diletakkan di bagian *nozzle*. Sebagai isian jenis igniter ini digunakan bahan ALNO powder dan irisan propelan HTPB, yang dimaksudkan untuk meningkatkan suhu hasil pembakaran isian, sehingga efektif dalam pembakaran bahan bakar propelan di dalam tabung motor roket.



Gambar 4-3: Igniter roket *cigarette burning* RCX-100

4.4 Igniter Roket RX-160 Booster

Igniter roket RX-160 booster adalah igniter yang digunakan untuk roket booster yang dikembangkan bekerjasama dengan TNI AL. Ini merupakan igniter dengan tipe *basket* terbuat dari bahan baja. Isian dari igniter jenis ini adalah ALNO powder sebagai isian primer dan pellet dari bahan KPSiPb sebagai isian sekundernya.

4.5 Igniter Roket RX-150

Igniter untuk roket RX-150 merupakan igniter tipe *basket*, yang terbuat dari tabung aluminium. Igniter jenis ini menggunakan isian ALNO powder sebagai isian primernya, dan potongan propelan HTPB sebagai isian sekundernya. Spesifikasi dari igniter jenis ini ditunjukkan pada Tabel 4-1.

4.6 Igniter Roket RX-250

Igniter RX-250 adalah igniter dengan jenis *basket* dari bahan Aluminium yang memiliki struktur yang tersusun atas komponen-

komponen: tabung penyala I, tabung penyala II stick dan dudukan igniter. Sedangkan mengenai isiannya, igniter jenis ini menggunakan bahan ALNO powder sebagai isian primernya, dan pellet KPSiPb sebagai isian sekundernya. Spesifikasi dari igniter RX-250 ini ditunjukkan pada Tabel 4-2.

Tabel 4-1 : SPESIFIKASI IGNITER RX-150

a. Dimensi	
- panjang total	210 mm
- Panjang casing	100 mm
- Diameter casing	30 mm
- Jumlah lubang	
* lubang samping	40 buah, diameter 4mm
* lubang depan	8 buah, diameter 4 mm
- Panjang stik	60 mm
- Berat total	645 gr
b. Piroteknik	
- Isian	BP & propelan
- Berat isian	4 gram / 27 gram
- Jenis squib	Pindad 2 buah
- Tahanan squib	0.4 ohm

Tabel 4-2: SPESIFIKASI IGNITER RX-250

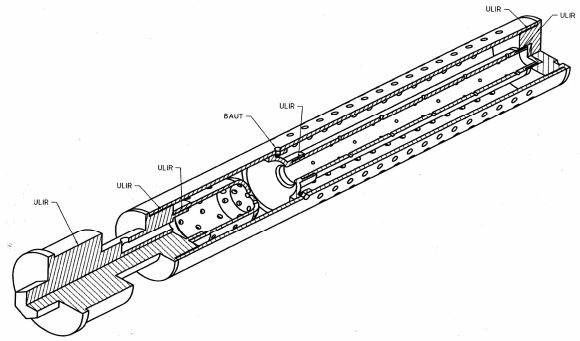
A. Dimensi	
- Panjang total	300 mm
- Panjang tabung	160 mm
- Diameter tabung	38 mm
- Jumlah lubang dan diameter	57/4 mm
- Panjang stick	120 mm
- Berat total	785 gram
B. Piroteknik	
- Isian Primer	ALNO powder
- Berat isian primer	3 gram
- Isian sekunder	Pellet KPSiPb
- Berat isian sekunder	24 gram
- Jenis squib	Pindad 2 buah
- Tahanan squib	0.4 ohm

Pada tahun 2007, telah dilakukan uji statik dan uji terbang roket RX-250 yang menggunakan igniter jenis ini, sebagai pengganti igniter roket RX-250 yang selama ini menggunakan isian BP dan potongan propelan. Dari kedua pengujian tersebut, diperoleh hasil bahwa igniter roket ini menghasilkan waktu tunda pembakaran propelan yang jauh lebih pendek dibandingkan dengan igniter sebelumnya.

4.7 Igniter Raket RX-320

Pengembangan struktur tabung igniter untuk roket RX-320 dilakukan dengan mengacu pada jenis igniter yang digunakan pada roket Kappa-8 dari Jepang. Hal ini dilandasi pemikiran akan kebutuhan sebuah igniter yang mampu menghasilkan pancaran api yang memiliki nyala dengan panjang yang maksimal. Selain itu igniter jenis ini diharapkan memiliki waktu tunda penyalaan yang rendah, dalam arti bahwa igniter ini mampu untuk menyalakan propelan dengan waktu yang singkat. Hal ini diperlukan karena roket yang dikembangkan oleh LAPAN, diharapkan nantinya mampu untuk menjawab kebutuhan akan berbagai tujuan penggunaan, salah satunya adalah kemungkinan digunakan sebagai roket senjata. Apabila dikembangkan sebagai roket senjata, waktu tunda penyalaan (*ignition delay time*) harus relatif singkat.

Struktur tabung igniter jenis ini memiliki rangkaian yang terdiri dari : tabung penyalat primer, tabung penghubung nyala yang memiliki kontur konvergen nosel, dan tabung penyalat sekunder. Jumlah, diameter dan arah lubang pengeluaran api yang terdapat pada masing-masing komponen tabung igniter dimaksudkan agar mampu memberikan nyala api yang optimal untuk menyalakan seluruh permukaan propelan. Sementara itu bahan isian piroteknik yang digunakan pada igniter ini meliputi bahan ALNO *powder* dan pellet KPSiPb. Dari beberapa kali pengujian, baik uji statik maupun uji terbang roket diperoleh hasil, bahwa igniter jenis ini mampu menghasilkan penyalaan propelan secara stabil dengan waktu tunda penyalaan yang singkat (Heru Supriyatno, 2008).



Gambar 4-4: Struktur igniter roket RX-320

5 KESIMPULAN

Berbagai jenis igniter telah berhasil dikembangkan oleh LAPAN dan telah berhasil digunakan sebagai penyalat mula roket baik dalam pengujian statik maupun dinamika terbang roket. Jenis, dimensi dan isian igniter disesuaikan dengan dimensi dan bentuk motor roket, dengan maksud agar igniter dapat menyalakan propelan secara stabil dengan waktu tunda penyalaan yang rendah.

Untuk roket dengan diameter kecil, igniter yang digunakan sebagai penyalat, memiliki jenis isian *Black powder* dan potongan propelan HTPB, sementara untuk roket yang memiliki diameter besar, isian ALNO *powder* dan isian pellet menjadi jenis isian yang paling sesuai dalam usaha untuk mempersingkat waktu tunda penyalaan.

DAFTAR RUJUKAN

- Alain Davenas, 1993. *Solid Rocket Propulsion Technology*, Pergamon Press, Oxford, UK.
- Hans Florin, 1979. *AGARD Conference Proceeding No. 259*, Oslo, Norway.
- Heru Supriyatno, 2008. *Prosiding SIPTEKGAN XII-2008*, hal 74-77, LAPAN.
- Sutton GP and Ross DM, 1976. *Rocket Propulsion Element*, 4th edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Thiokol Rocket Basics, download dari web site www.aeroconsystems.com/thiokol_rocket_basics.

