

SQUIB SEBAGAI SUMBU PENYALA LISTRIK

Evie Lestariana

Peneliti Bidang Propelan, LAPAN

RINGKASAN

Dalam pembakaran propelan diperlukan penyalanya mula (*igniter*). Suatu rangkaian *igniter* biasanya terdiri dari squib, bahan isian utama *igniter* (*igniter main charge*) dan tabung silinder. Squib terdiri dari empat komponen penting, yaitu komposisi primer atau inisiator, kawat listrik, filamen listrik, dan sebuah tabung silinder logam yang membungkus tiga komponen lainnya (untuk *squib* tipe tabung). Terdapat dua jenis *squib*, yaitu *squib* tipe kepala korek api/pentol korek (*matches head*) dan *squib* tipe tabung. Tulisan ini menyajikan pembuatan *squib* tipe *matches head* yang telah dilakukan di LAPAN.

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Squib merupakan bagian dari *igniter* suatu motor roket dan pemantik paling pertama untuk membakar komposisi primer (inisiator atau bahan isian) *squib*, kemudian membakar bahan isian utama *igniter*. Squib merupakan sumbu penyalanya listrik.

Selama ini *squib* yang digunakan LAPAN dalam pengujian-pengujiannya, baik uji nyala *igniter*, uji static, dan uji terbang didapat dari luar instansi LAPAN dan luar negeri. Dari luar instansi LAPAN, misalnya dari PT. PINDAD dan dari luar negeri antara lain dari Jepang dan Perancis (*Societe' Nationale des Poudres et Explosives*, SNPE).

Dalam rangka pengembangan penelitian bahan piroteknik dan *igniter*, maka dilakukan penelitian untuk membuat *squib* sendiri dengan melakukan perancangan, pembuatan dan pengujian nyala *squib* tipe *matches head*.

1.2 Maksud dan Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pembuatan dan pengujian

nyala *squib* tipe *matches head* yang telah dilakukan di LAPAN.

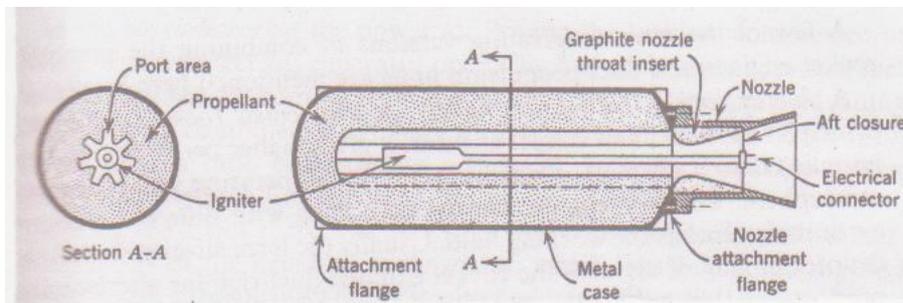
1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah perancangan, pembuatan dan pengujian nyala *squib* tipe *matches head*.

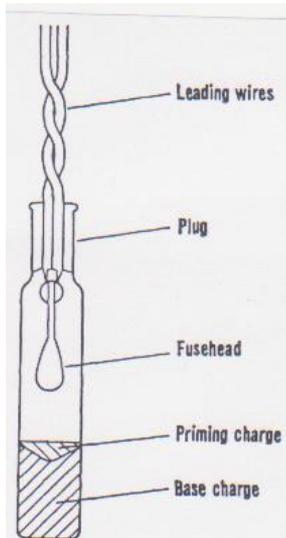
2 TINJAUAN PUSTAKA

Di dalam roket propelan padat, propelan yang akan dibakar dimasukkan ke dalam tabung. Batang propelan atau *propellant grain* mengandung bermacam senyawa kimia. Ketika dinyalakan, propelan biasanya terbakar mulus pada suatu kecepatan. Karena tidak ada sistem umpan atau katup-katup seperti pada roket cair, roket propelan padat biasanya relative lebih sederhana dalam konstruksinya, seperti terlihat dalam Gambar 2-1.

Untuk pembakaran propelan diperlukan *igniter* (penyalanya). Penyalanya yang sering digunakan adalah penyalanya listrik, terdiri dari sumbu penyalanya listrik yang membakar komposisi primer, kemudian membakar bahan isian utama *igniter*, seperti terlihat dalam Gambar 2-2.



Gambar 2-1: Roket propelan padat. (Sutton G.P. dan Ross D.M., 1976)



Gambar 2-2: Penyala Listrik. (Fordham S, 1980).

2.1 Sumbu Penyala Listrik

Penyala listrik merupakan penyala sederhana, yaitu alat yang ditambahkan untuk membangkitkan nyala pada penerimaan dorongan listrik. Alat pertama dari jenis ini dibuat oleh Watson di Inggris dan Benjamin Franklin di Amerika Serikat dengan menggunakan bunga api listrik untuk menyalakan bahan isian bubuk dari senjata. Metode modern untuk menyalakan komposisi nyala adalah melalui aliran listrik yang melewati kawat halus, telah dibuat oleh Hair pada tahun 1832. Karena itu sistem penyalan yang sesuai dapat berguna lama sebelum alat peledak itu sendiri dibuat.

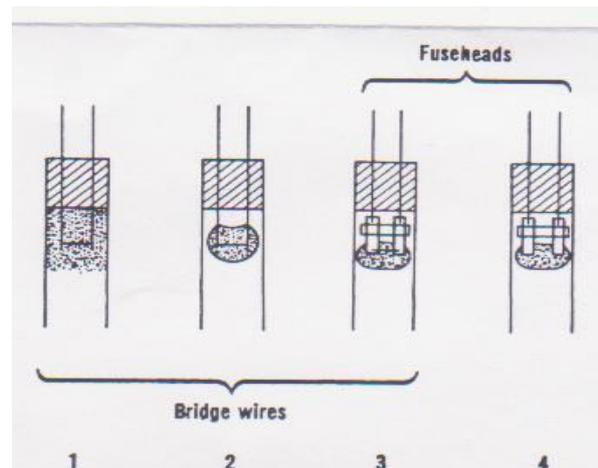
Penyala listrik yang sering dipakai dikenal empat sistem yang mengubah energi listrik menjadi energi panas (kalor) dalam bentuk nyala, yaitu :

- Sebuah jembatan kawat tahanan (*bridge wire*) dihubungkan melintang kedua ujungnya (dengan kawat timah) dan dikelilingi oleh

bahan isian (bebas) dari komposisi nyala atau bahan (peledak) inisiator yang tidak terlalu padat.

- Sebuah kawat jembatan yang sama ditempelkan/disambung, kedua ujung kawat dilapisi dengan lapisan koheren atau lapisan bahan penyala.
- Ujung kawat tahanan ditempelkan merupakan kesatuan pada *fusehead* yang semula terpisah dan terdiri dari kawat jembatan dikelilingi oleh lapisan dari komposisi nyala.
- Ujung-ujung kawat tahanan ditempelkan *fusehead*, tetapi ini tidak mengandung kawat jembatan yang mempunyai komposisi nyala dimana kawat tahanan sendiri mampu memberikan energi penyalan jika tahanan itu dilewati listrik tegangan tinggi.

Konstruksi dari tipe-tipe ini diberikan pada Gambar 2-3.



Gambar 2-3: Tipe Sistem Penyala Listrik. (Fordham S, 1980)

Tipe 4 merupakan alat penyala tegangan tinggi, begitu disebut karena tipe 4 memerlukan tegangan terkecil 36 Volt untuk menyalakannya. Konduktivitas listrik dicapai oleh penambahan grafit pada komposisi nyala, tetapi pengaturan

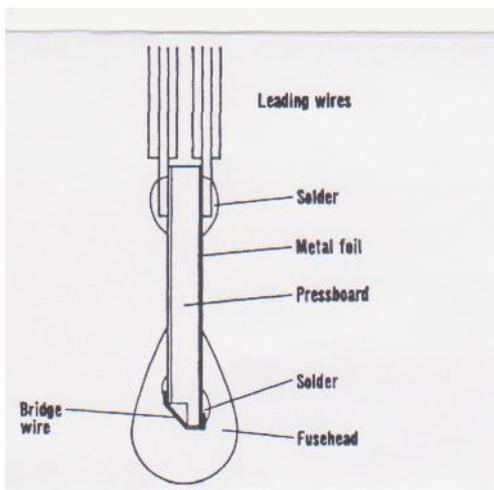
sifat-sifat listrik adalah sulit dan produk akhir mudah berubah selama penanganan mekanik dan penyimpanan. Untuk alasan ini, maka penyalat listrik tipe ini tidak lagi dipakai.

Alat penyalat ketiga tipe pertama semua memakai kawat jembatan dan karena itu perlu tegangan rendah untuk inisiasinya. Pemilihan salah satu dari ketiga tipe ini didasarkan pada kemudahan pabrikasinya, tetapi sebagian besar pembuat memilih tipe 3 (hanya ini yang akan diuraikan secara terperinci).

Alat penyalat tanpa kawat dikenal dengan *fusehead*, susunan serta konstruksinya akan ditinjau lebih dulu. (Fordham S, 1980).

2.2 Fusehead

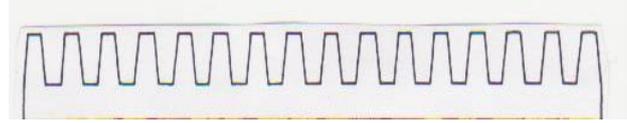
Keberhasilan pertama tipe *fusehead* dibuat oleh Krannichfeldt di Jerman. Tipe *sandwich* merupakan konstruksi yang banyak digunakan di berbagai negara, seperti di Inggris dan diberikan pada Gambar 2-4.



Gambar 2-4: *Sandwich Fusehead*. (Fordham S, 1980)

Pembuatan *sandwich fusehead* berjalan terus dengan mengikuti caranya. Lembaran kuningan atau logam lain (*metal foil*) ditempelkan pada kedua sisi lembaran kertas karton (*pressboard*) dengan lem yang sesuai, kemudian dibentuk menjadi bentuk sisir seperti diberikan pada Gambar 2-5 dan gerigi sisir itu dipotong pada ujung atas. Kawat tahanan yang halus/kecil (*leading wire*) dibentangkan melintang atas dan disolder pada lapisan masing-masing sisi

kertas karton. Operasi ini semula dibuat dengan tangan, namun sekarang banyak dibuat secara mekanik.



Gambar 2-5: Bentuk sisir sumbu penyalat tanpa kawat (*Fusehead Comb*). (Fordham S, 1980)

Sejumlah sisir-sisir ini dipasang kawat jembatan (*bridge wire*) sisi demi sisi dengan jarak dalam plat pembawa. Ujung sisir kemudian dicelupkan ke dalam larutan menyerupai cat, terdiri dari komposisi nyala. Serangkaian pencelupan harus diberi pengeringan antara masing-masing tingkat. Sisir kemudian dipindahkan, dipotong menjadi *fusehead* tunggal dan pada waktu yang bersamaan diuji untuk tahanan yang sesuai.

Pencelupan pertama yang diberikan pada *fusehead*, yaitu komposisi nyala, aslinya *copper acetylide* (CuC), tetapi kini telah diganti dengan bahan yang lebih stabil. Tiga komposisi yang umum adalah *lead picrate* ($\text{C}_6\text{H}_2\text{N}_3\text{O}_7\text{Pb}$), *lead mononitroresorcinate* ($\text{NO}_2\text{C}_6\text{HO}_2\text{Pb}$) dan campuran karbon (C) dengan *potassium chlorate* (KClO_3). Bahan-bahan ini kemudian dibuat tercelup (*suspended*) dalam larutan *nitrocellulose* ($[-\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})(\text{ONO}_2)_2-]_n$) dalam *amyl acetate* ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_{11}$) dan *amyl alcohol* ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$), yang dikenal dengan Zapon. Satu atau lebih pencelupan diselingi dengan pengeringan, diberi lapisan dengan ketebalan sesuai.

Pencelupan kedua atau serangkaian pencelupan ditujukan untuk memberi penyalat pada bahan peledak inisiasi dalam alat penyalat. Pencelupan ini biasanya didasarkan pada *potassium chlorate* dan karbon yang dicelup dalam Zapon. *Fusehead* akhirnya diberi lapisan dari larutan *nitrocellulose* sebagai lapisan pelindung dan lapisan ini mungkin akan lebih baik jika diwarnai dengan pigmen, selanjutnya tipe *fusehead* tersebut dapat diteliti. (Fordham S, 1980).

3 PEMBUATAN SQUIB

Laboratorium Piroteknik dan *Igniter* telah melakukan penelitian perancangan dan pembuatan squib tipe *matches head*. Adapun metodologi penelitiannya adalah sebagai berikut.

3.1 Alat-alat

Dalam penelitian ini alat-alat yang digunakan meliputi :

- Untuk pembuatan filamen squib : mistar, pemotong (*cutter*), gunting kawat, solder,
- Untuk pembuatan komposisi primer squib : mortar, mesin ayak getar (*test sieve*), neraca analitik, gelas piala, kaca arloji, kaca pengaduk,
- Untuk pengujian tahanan filamen squib digunakan multimeter dan untuk pengujian nyala squib digunakan adaptor, 3A, 24V DC. (Sapiie Soedjana, Dr. dan Nishino Osamu, Dr., 1975).

3.2 Bahan-bahan

Dalam penelitian ini bahan-bahan yang digunakan meliputi :

- Untuk filamen squib : lembaran tembaga, kertas karton, perekat, kabel, ukuran \varnothing 1 mm, kawat nikelin, Ni-Cr, ukuran \varnothing 0,1 mm, timah solder, karet selongsong, ukuran \varnothing 2 mm,
- Untuk komposisi primer squib, merupakan campuran oksidator, bahan bakar (*fuel*), bahan tambahan dan bahan pengikat (*binder*). Beberapa komposisi primer yang telah dibuat antara lain, *black powder* + *nitrocellulose* (*black powder* adalah campuran potassium nitrat, KNO_3 , karbon, C dan sulfur, S), AlClO_3 + *nitrocellulose* (AlClO_3 adalah campuran bubuk aluminium, Al dengan potassium klorat atau perklorat, KClO_3 atau KClO_4). (Ullmann's, 1992).

3.3 Cara Pembuatan Squib

Prosedur pembuatan komposisi primer squib:

- Pembuatan komposisi primer squib bentuk bubuk, yaitu dengan penggerusan oksidator (seperti potassium nitrat, potassium klorat, potassium perklorat) menggunakan mortar,

- Pengayakkan hasil penggerusan oksidator menggunakan mesin ayak getar partikel lolos ayakan dengan *mesh number* tertentu,
- Penimbangan oksidator, *fuel* (seperti karbon, sulfur, aluminium) dan bahan tambahan sesuai komposisi menggunakan neraca analitik,
- Pencampuran oksidator, *fuel* dan bahan tambahan dalam gelas piala, pengadukkan menggunakan kaca pengaduk hingga campuran homogen dan didapat komposisi primer bubuk,
- Menyiapkan dan menimbang komposisi primer squib bubuk dan bahan pengikat, *binder* (*nitrocellulose*) menggunakan neraca analitik dengan perbandingan berat tertentu,
- Pencampuran kedua bahan pada kaca arloji, pengadukkan campuran menggunakan kaca pengaduk hingga campuran berbentuk *slurry* homogen.

Langkah-langkah pembuatan squib

- Merekatkan lembaran tembaga pada masing-masing sisi kertas karton menggunakan perekat,
- Memotong lembaran tembaga dan kertas karton, ukuran 5 mm x 2 mm menggunakan pemotong,
- Memotong kabel, panjang 200 mm sebanyak 2 buah menggunakan gunting kawat dan menyambung ke masing-masing sisi lembaran tembaga menggunakan timah solder,
- Pemasangan kawat nikelin hingga kedua ujungnya menyentuh lembaran tembaga dan ditempelkan menggunakan timah solder, panjang kawat nikelin kira-kira 10 mm,
- Menutup kedua sambungan antara kabel dan kawat nikelin menggunakan karet selongsong, usahakan kawat nikelin tidak ikut tertutup,
- Pencelupan bagian filamen squib, yaitu bagian kawat nikelin ke dalam campuran komposisi primer *slurry* hingga berbentuk pentol korek.
- Pengeringan squib di bawah sinar matahari hingga komposisi primer squib kering,
- Pengukuran tahanan filamen squib sesuai dengan kebutuhan menggunakan multimeter,
- Pengujian nyala squib menggunakan adaptor, dengan menyiapkan squib dan *firing system*

(adaptor, arus 3 A, tegangan 24 V DC), menghubungkan kedua ujung kabel ke adaptor, menghidupkan adaptor, mengamati penyalaan squib.

(Piroteknik dan Igniter Laboratorium, 2007).

4 PENUTUP

Bahan filamen (kawat jembatan listrik, *electrical bridge wire*) yang telah digunakan dalam penelitian di LAPAN adalah kawat nikelin, Ni-Cr, Ø 0,1 mm; berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi kalor yang diperlukan sebagai energi aktivasi komposisi primer. Kawat nikelin mempunyai tahanan jenis sedang, relatif sukar berkarat sehingga dapat disimpan lama, murah dan mudah diperoleh.

Komposisi primer merupakan campuran dari bahan-bahan kimia yang mampu bereaksi satu sama lain oleh adanya tenaga aktivasi yang berupa panas akibat gesekan (*friction squib*) atau tenaga panas dari kawat filamen (*electric squib*). Bahan inisiator yang telah dibuat di LAPAN adalah campuran oksidator, fuel, bahan tambahan dan pengikat (*binder*), Bahan-bahan inisiator ini termasuk golongan bahan eksplosif, bahan mudah meledak, sehingga penanganannya perlu perhatian khusus.

Pengujian *squib* yang telah dirancang dan dibuat ini masih perlu dilanjutkan agar mendapatkan hasil yang optimal.

DAFTAR RUJUKAN

- Fordham S., 1980. *High Explosives and Propellants*, 2nd Revised Edition, International Pergamon Library.
- Othmer Kirk, 1969. *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 22, Pyrotechnics, 2nd Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Piroteknik dan Igniter Laboratorium, 2007. *Standart Operational Procedure*, Pembuatan Squib, Bidang Propelan, Pusat Teknologi Wahana Dirgantara, LAPAN, Rumpin, Jawa Barat.
- Sapiie Soedjana, Dr.; dan Nishino Osamu, Dr., 1975. *Pengukuran Dan Alat-Alat Ukur Listrik*, Cetakan Pertama, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sutton G.P.; dan Ross D.M., 1976. *Rocket Propulsion Elements*, 4th Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Ullmann's, 1992. *Encyclopedia Of Industrial Chemistry*, Vol. 22, Pyrotechnics, VCH Publisher.