



LAPAN

Berita

# DIRGANTARA

MAJALAH ILMIAH SEMI POPULER

VOL. 10 NO. 2 JUNI 2009

ISSN 1411-8920

- PENELITIAN SMOKES GENERATOR MENGGUNAKAN BAHAN PEWARNA ORGANIK  
Heru Supriyatno
- AKTIVITAS MATAHARI DAN DAMPAKNYA PADA KOMUNIKASI RADIO HF  
Sri Suhartini
- PROGRAM APLIKASI MixW UNTUK KOMUNIKASI DATA MENGGUNAKAN RADIO HF  
Dadang Nurmall
- UJI COBA PAKET PROGRAM HamPAL UNTUK PENGIRIMAN DATA MENGGUNAKAN RADIO KOMUNIKASI HF  
Varuliantor Dear, Annis Siradj M., Deden Rizal H
- MENGENAL ORBIT SUNSINKRONUS SEBAGAI ORBIT SATELIT LAPAN TUBSAT  
Errya Satrya

DITERBITKAN OLEH :

LEMBAGA PENERBANGAN DAN ANTARIKSA NASIONAL  
Jl. Pemuda Persil No. 1, Jakarta 13220, INDONESIA

24

no. 2  
009

BERITA DIRGANTARA	VOL. 10	NO. 2	HLM. 37 - 62	JAKARTA, JUNI 2009	ISSN 1411-8920
-------------------	---------	-------	--------------	--------------------	----------------

# **PENELITIAN SMOKES GENERATOR MENGGUNAKAN BAHAN PEWARNA ORGANIK**

**Heru Supriyatno**  
Peneliti Bidang Propelan, LAPAN

## **RINGKASAN**

*Smokes generator* adalah suatu campuran bahan piroteknik yang ketika dilakukan pembakaran akan menghasilkan suatu asap dengan jenis warna tertentu, yang merupakan hasil sublimasi dari bahan pewarna yang terkandung di dalamnya. Kuantitas dan kualitas dari asap yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh suhu pembakaran bahan campurannya serta tekanan yang terjadi di dalam ruang pembakaran. Selain itu metode pencampuran bahan *smokes* ini akan mempengaruhi homogenitas campurannya, dan kualitas dari asap yang terbentuk. Bahan *smokes generator* ini selain dapat digunakan untuk misi kemiliteran, juga dapat diaplikasikan pada pengujian terbang roket, sehingga memudahkan dalam pencarian kembali roket yang telah diuji.

### **1 PENDAHULUAN**

Bahan Piroteknik *Smokes Generator* adalah suatu campuran bahan piroteknik yang ketika dilakukan pembakaran akan menghasilkan suatu asap dengan jenis warna tertentu, yang merupakan hasil sublimasi dari bahan pewarna (*dye*) yang terkandung di dalamnya (Tenney L. Davis, 1950). Bahan *Smokes Generator* ini selain digunakan untuk menghasilkan asap atau gumpalan asap untuk kemiliteran, juga banyak digunakan untuk penanda pada roket. Bubuk piroteknik yang dapat menghasilkan warna ini dapat diisikan pada separasi roket bertingkat, yang dapat menunjukkan bahwa roket tersebut sudah mengalami separasi, pada payung yang berisi muatan (*payload*) untuk mengetahui posisi payung dan letak jatuhnya *payload* tersebut.

Berdasarkan bahan penyusun dasarnya, *smokes* dibagi menjadi 2 jenis, yaitu *smokes* berbahan dasar organik dan *smokes* berbahan dasar anorganik. Pada makalah ini, pembahasan akan dibatasi pada *smokes* yang menggunakan bahan pewarna organik sebagai bahan dasarnya. Parameter yang diukur pada bahan *smokes* ini adalah waktu pembakaran, kuantitas asap dan intensitas warna asap. Diharapkan *smokes* yang dihasilkan memiliki waktu pembakaran yang lama, kuantitas asap yang besar dengan intensitas warna yang tinggi, sehingga tujuan yang hendak dicapai sebagai alat penanda (pemberi signal) akan terpenuhi dengan baik.

### **2 PENGERTIAN SMOKES**

*Smokes* merupakan asap hasil sublimasi dari bahan pewarna akibat meningkatnya suhu dari hasil pembakaran campuran piroteknik yang terkandung di dalamnya. Berdasarkan jenis dan ukuran partikelnya, *smokes* dibedakan dengan *dust*, *mist* dan *fogs*.

- *Dust* didefinisikan sebagai kumpulan partikel-partikel yang terbentuk dari penghancuran secara mekanik dan memiliki ukuran partikel dari 0.1~100 micron,
- *Mist* dikategorikan sebagai kumpulan partikel yang terbentuk dari kondensasi dari suatu cairan dan memiliki partikel berukuran 5~10 micron,
- *Fogs* merupakan partikel *mist* yang memiliki konsentrasi yang tinggi (dapat terlihat dengan mata telanjang).

Sementara *smokes* dikategorikan sebagai suspensi partikel yang memiliki ukuran 1 - 5 micron. (Joseph A. Domanico).

Pada *smokes* berbasis bahan pewarna organik, umumnya bahan pembentuk *smokes* terdiri atas : oksidator, *fuel*, bahan pewarna dan bahan aditif lainnya. Mekanisme terbentuknya *smokes* adalah panas yang dihasilkan dari pembakaran *fuel* dengan oksidator akan menguapkan pewarna, sehingga terbentuk asap berwarna. Proses pembentukan *smokes* dapat terjadi melalui proses mekanik, thermal maupun kimia (George T. Austin, 1984). Untuk

dapat menguapkan bahan pewarna ini diperlukan suhu tertentu, dimana suhu tersebut tidak boleh terlalu rendah atau terlalu tinggi. Apabila suhu hasil pembakarannya terlalu rendah, maka bahan pewarna tersebut tidak sempat menguap dan tidak akan memberikan warna, sedangkan apabila suhunya terlalu tinggi, akan menyebabkan bahan pewarna tersebut ikut terbakar, sehingga tidak bisa memberikan warna pula.

### 3 METODE PENCAMPURAN

Pada penelitian ini, digunakan 4 bahan pewarna, masing-masing: Rhodamine B sebagai bahan yang menghasilkan warna merah, *Malachite Green* (hijau), *Methylene Blue* (biru) dan *Auramine* (kuning). Bahan pewarna ini dicampur dengan bahan oksidator, *fuel* dan aditif seperti ditunjukkan pada Tabel 4-1. Proses pencampuran bahan-bahan ini menggunakan 2 metode, yaitu

- pencampuran kering (*dry mixing*),
- pencampuran basah (*wet mixing*).

Pada proses pencampuran kering, bahan-bahan dimasukkan ke dalam sebuah tempat dan diaduk hingga merata dalam waktu  $\pm 30$  menit. Sementara untuk proses pencampuran basah, selain bahan-bahan tersebut, digunakan methanol sebagai media pencampurannya. Setelah tercampur merata, lalu campuran tersebut dikeringkan dengan cara dimasukkan ke dalam lemari pemanas.

### 4 PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian penyalan untuk membandingkan hasil *smokes* yang diperoleh dari 2 metode pencampuran di atas, didapatkan hasil bahwa bahan campuran dengan menggunakan pencampuran basah menghasilkan *smokes* yang memiliki kuantitas asap, intensitas warna, dan lebih konsisten dalam pengeluaran asapnya dibanding dengan campuran bahan yang menggunakan metode pencampuran kering. Hal ini menunjukkan bahwa pencampuran bahan dengan menggunakan metode *wet mixing*, menghasilkan bahan campuran yang homogen, dalam arti bahwa campuran antara *fuel*, oksidator dan pewarnanya terdistribusi secara merata, sehingga proses pembakaran bahan *fuel*

dengan oksidatornya, sekaligus proses penguapan bahan pewarnanya berlangsung dengan stabil secara optimal.

Untuk pengujian kuantitas dari asap yang dihasilkan, digunakan tabung *smokes* yang memiliki diameter  $\pm 10$  cm dan tinggi  $\pm 15$  cm. Dari berbagai pengujian diketahui bahwa kuantitas dari asap yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh diameter dari lubang keluarnya asap (*nozzle*). Ketika menggunakan tabung pengujian yang lubang *nozzle*-nya berdiameter kecil, asap yang dihasilkan sangat banyak namun pembakarannya berlangsung sangat cepat, bahkan disertai dengan ledakan. Hal ini dikarenakan tekanan di dalam tabung menjadi demikian besar, sehingga kecepatan pembakaran bahanpun menjadi besar, sesuai dengan persamaan berikut. (Stanley F. Sharner, 1966)

$$r = a P^n \quad (4-1)$$

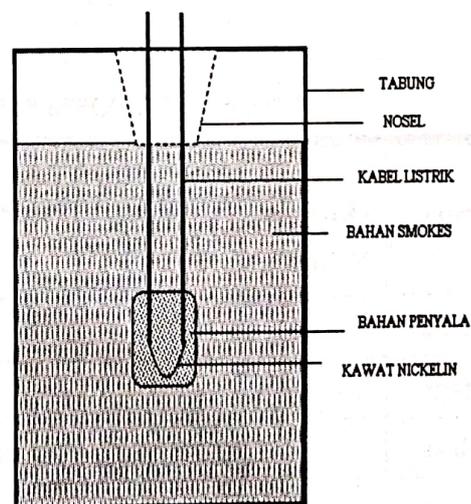
Keterangan:

$r$  = kecepatan pembakaran

$P$  = tekanan dalam tabung

$a$  = konstanta

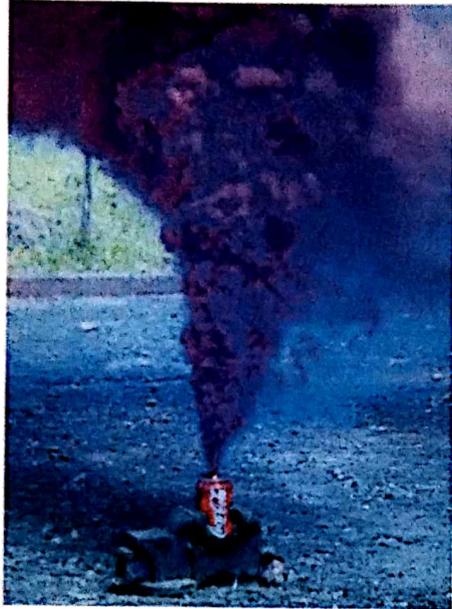
$n$  = indeks pembakaran



Gambar 4-1: Struktur tabung *smokes* generator

Sementara itu, asap yang dihasilkan ketika menggunakan tabung pengujian yang memiliki *nozzle* berdiameter besar, kuantitas asap menjadi kurang, meskipun lama pembakaran (lama keluarnya asap) menjadi bertambah. Dari berbagai pertimbangan,

akhirnya diputuskan untuk menggunakan tabung *smoke* yang memiliki *nozzle* berdiameter 2 cm, dimana kuantitas asap yang dihasilkan besar dan intensitas warnanyapun tinggi, sehingga dapat dikatakan bahwa tabung dengan *nozzle* yang berdiameter 2 cm ini, menghasilkan asap yang optimal dipandang dari kuantitas, intensitas dan lama keluarnya asap.



Gambar 4-2: Asap yang terbentuk dari pembakaran bahan *smokes* generator

Pengujian terhadap intensitas warna asap yang dihasilkan, dilakukan secara visual dengan menggunakan peralatan video kamera. Dengan cara ini, kita belum mendapatkan nilai ukur yang pasti yang dapat menggambarkan intensitas warna asap yang dihasilkan, dikarenakan intensitas warna asap juga dipengaruhi oleh kondisi eksternal, seperti kondisi pencahayaan dan lain lain. Oleh karena itu, untuk ke depannya pengujian intensitas warna asap ini akan dilakukan dengan menggunakan metode standard, misalnya dengan menggunakan alat *spectrophotometer* sehingga nilai dari intensitas warna asap dapat diperoleh dengan tepat.

Penelitian tentang komposisi bahan *smokes* dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap lama pembakaran, kuantitas asap dan intensitas warna asap yang dihasilkan untuk masing-masing warnanya. Dari hasil beberapa kali percobaan, diperoleh kesimpulan bahwa komposisi bahan *smokes*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4-1, dapat menghasilkan asap dengan kuantitas yang besar, intensitas yang tinggi serta lama pembakaran yang paling optimal.

Tabel 4-1: KOMPOSISI BEBERAPA BAHAN SMOKES GENERATOR

Warna	Komposisi							
	oksidator	Fuel		aditif	Pewarna			
	NH <sub>4</sub> ClO <sub>4</sub>	C	Gum Arabic	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	Rhodamine B	Methylene Blue	Malachite Green	Auramine
Merah	1	1	-	-	2	-	-	-
Biru	4	1	1	4	-	15	-	-
Hijau	4	1	1	4	-	-	15	-
Kuning	1	1	-	-	-	-	-	2

## 5 APLIKASI SMOKES PADA ROKET

Seperti telah dijelaskan di atas, bahwa *smokes* dapat digunakan selain dalam misi kemiliteran, juga dapat berfungsi sebagai penanda (*signaling*) khususnya dalam pengujian roket. Misalnya *smokes* yang digunakan pada pengujian roket, dapat difungsikan untuk memberi tanda jatuhnya roket, sehingga proses pencarian kembali roket yang telah diluncurkan dapat dilakukan dengan mudah. Selain itu pada proses separasi, *smokes* juga dapat digunakan untuk mengetahui apakah proses separasi tersebut dapat berlangsung dengan baik. Pada kenyataannya, bahan *smokes* hasil penelitian ini pernah diaplikasikan pada pengujian dinamika terbang roket, khususnya sebagai penanda pada proses separasi roket yang dilakukan pada tahun 2003 di Pandanwangi, Lumajang, Jawa Timur.

## 6 PENUTUP

- Bahan Piroteknik *smokes* berbasis bahan pewarna organik terbentuk dari hasil sublimasi bahan pewarna dikarenakan meningkatnya suhu bahan campuran, akibat terjadi proses pembakaran di dalamnya. Kuantitas dan kualitas asap yang dihasilkan dari pembakaran bahan piroteknik *smokes*

tersebut, dipengaruhi oleh proses pencampuran bahan, suhu pembakaran serta dimensi lubang pengeluaran asap pada tabung *smokes*-nya,

- Proses pencampuran bahan dengan metode basah menghasilkan campuran yang lebih homogen bila dibandingkan dengan metode pencampuran kering,
- Bahan *smokes* selain digunakan dalam misi kemiliteran, juga dapat diaplikasikan sebagai penanda (*signaling*) dalam pengujian roket, misalnya pada proses separasi roket dan lain lain, sehingga memudahkan dalam pencarian kembali (*recovery*) roket yang telah diuji.

## DAFTAR RUJUKAN

- George T. Austin, 1984. *Shreve's Chemical Process Industries*, fifth edition, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- Joseph A. Domanico, *Smokes : The How and The Why*, web site Crackersjacks Inc., [www.crackersjacks.org](http://www.crackersjacks.org).
- Stanley F. Sarner, 1966. *Propellant Chemistry*, Reinhold Publishing Corporation, New York USA.
- Tenney L. Davis, 1950. *The Chemistry of Powder and Explosives*, John Wiley & Sons, Inc, New York, USA.