

BLACK POWDER SEBAGAI BAHAN ISIAN IGNITER

Evie Lestariana
Peneliti Bidang Propelan, LAPAN

RINGKASAN

Fungsi utama dari bahan isian igniter (*igniter main charge*) adalah memberikan panas pada permukaan propelan, menyebarkan nyala ke seluruh permukaan pembakaran, mengisi *free volume chamber* dengan gas hasil pembakarannya dan menaikkan tekanan ruang bakar, sehingga diperoleh pembakaran propelan yang stabil. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dapat dipakai beberapa macam komposisi, salah satunya adalah *black powder*.

1 PENDAHULUAN

Black powder merupakan campuran secara fisis antara kalium atau natrium nitrat, bubuk karbon (*charcoal*) dan belerang. Walau demikian satupun di antara bahan tersebut bersifat eksplosif, tetapi campurannya dapat melakukan pembakaran sendiri (*autocombustion*).

Black powder merupakan bahan eksplosif tertua yang pernah dikenal orang. Pada mulanya, pemakaian *black powder* hanyalah sebagai bahan piroteknik dan bahan pemberi efek pembakaran. Setelah itu *black powder* mulai dipakai sebagai propelan dan masih merupakan bahan eksplosif universal. Setelah ditemukan *nitrocelullose* dan *dynamite*, maka bahan eksplosif ini segera menggantikan *black powder*. Sejak saat itu pemakaiannya sebagai bahan eksplosif berangsur-angsur berkurang. Selanjutnya sejak ditemukannya bahan eksplosif lain yang lebih murah dan pembuatannya lebih aman dan mudah, yaitu ammonium nitrat maka pemakaiannya sebagai bahan eksplosif terus menurun dengan cepat.

Pada saat ini, *black powder* digunakan sebagai bahan isian igniter (*igniter main charge*) untuk pembakaran propelan dan sebagai *blasting* dalam dunia pertambangan. Dalam pengembangan penelitian roket padat, di Laboratorium Piroteknik dan Igniter, Pusat Teknologi Wahana Dirgantara, LAPAN, telah dilakukan kegiatan percobaan pembuatan *black powder*, yang mana sudah sering digunakan sebagai bahan isian igniter (*igniter main charge*), baik dalam uji nyala, uji statik dan uji terbang roket propelan padat.

Tulisan ini akan membahas tentang cara pembuatan *black powder* dan beberapa sifatnya.

2 PROSES PEMBUATAN BLACK POWDER

Oleh karena telah banyak kecelakaan disebabkan oleh ledakan pada pembuatan *black powder*, maka pembuatannya dilakukan di dalam serangkaian gedung-gedung terpisah cukup jauh satu sama lain. Hal ini dilakukan untuk mencegah perambatan api atau ledakan dari gedung satu ke gedung lain.

Secara umum pembuatan *black powder* adalah dapat diuraikan sebagai berikut. (Fordham S., 1980, hal 64-168).

- Kalium nitrat digerus di dalam gilingan bola (*ball mill*), sedangkan karbon (*charcoal*) dan belerang dicampur bersama dalam satu *ball mill* lain yang terletak di tempat (gedung) lain pula,
- Kalium nitrat dan campuran karbon dengan belerang, kemudian dipindahkan ke tempat pencampuran, dimana masing-masing akan diayak untuk memisahkan kotoran-kotoran lain dari luar, baru kemudian dicampur.
- Pencampuran disempurnakan dengan membasahi campuran tersebut dengan sedikit air, pencampurannya dapat dilakukan dengan tangan maupun secara mekanis,
- Bahan-bahan yang telah dicampur, dipindahkan ke penggilingan yang merupakan suatu gilingan roda (*wheel mill*). Setiap roda terbuat dari besi cor dengan diameter 7-8 ft mempunyai lebar 8 inchi dan berat kira-kira 10 ton.

Roda itu dipasang sedemikian rupa sehingga lintasannya menulup (*overlap*) satu sama lain beberapa inchi. Taji di bagian dalam roda dipasang dan diputar sedemikian rupa sehingga dapat melempar campuran ini menjauhi pusat, sedangkan taji di bagian luar roda dapat melempar campuran ke arah pusat. Kapasitas gilingan ini 300 lb dan campuran hams dibasahi supaya diperoleh kadar air kira-kira 4%. Gilingan beroperasi selama 4-6 jam dengan kecepatan 10 rpm. Operasi penggilingan ini dimaksudkan untuk mencampur kalium nitrat, karbon, dan belerang dengan baik,

- Bahan yang telah digiling tadi dipindahkan ke *press house* (rumah tckan) dan ditekan untuk memperoleh *cake* dengan ukuran 18-24 inchi², dengan tebal 0,75-1 inchi. Hal ini dilakukan oleh alat tekan hidrolis dengan kapasitas sampa i 4000 lb dan tekanan dipakai 6000 psi, sedangkan periode waktu yang diperlukan berbeda-beda tergantung jenis produksi yang diinginkan,
- *Cake* yang dihasilkan dipindahkan ke ruang *coming mill* (gilingan jagung), dimana mula-mula ditaruh di dalam suatu ruangan yang disekat dari *corning mill* dengan *barricade* dari baja. *Cake* diumpankan dalam gilingan ini menggunakan *conveyor* yang mengangkutnya melcwan* ujung *barricade* tersebut,
- *Cake* yang telah dipecah, berturut-turut diumpankan ke pasangan-pasangan roda lainnya dalam sistem ini untuk menghaluskan bahan tadi sampai ukuran butir yang diinginkan,
- Bubuk kemudian diayak memakai ayakan mekanis. Debu dan bagian yang halus ditampung di dalam kantong-kantong untuk dikembalikan ke gilingan roda (*wheel mill*). Bagian yang kasar hasil ayakan itu dilewatkan ke *roll* untuk kedua kalinya dan diayak kembali. *Corning mill* ini dianggap bagian yang berbahaya dalam pembuatan *black powder*,
- Setelah diangkut ke ruang pencampur (*blending house*), bubuk ditempatkan dalam drum-drum putar dari bahan kayu yang keras dengan diameter 4 ft dan panjang 8 ft. Bubuk ini

biasanya dilapisi dengan menambahkan grafit ke dalam campuran di dalam drum,

- Bubuk kemudian dipisah-pisahkan menurut ukuran-ukuran butir standar dengan mengayaknya sebelum dipak. Bubuk hasil akhir ini ditempatkan di dalam tong-tong dari logam yang kedap udara yang dapat memuat 20-25 lb. Di dalam pabrik *black powder* biasanya diadakan aturan-aturan yang ketat, antara lain semua mesin harus diberi arde (*earthing*) yang baik dan aturan lainnya, dengan maksud untuk mencegah timbulnya percikan api.

Adapun prosedur pembuatan *black powder* di LAPAN adalah sebagai berikut (Laboratorium Piroteknik dan *Igniter*, SOP Pembuatan Bahan Piroteknik).

- Gerus oksidator (KNO₃) menggunakan mortar untuk memperoleh ukuran butiran sesuai dengan yang diinginkan,
- Ayak hasil penggerusan oksidator menggunakan mesin ayak gctar hingga didapat ukuran partikel yang diinginkan,
- Tunbang masing-masing bahan, yaitu oksidator, karbon, dan belerang menggunakan neraca analitik sesuai komposisi,
- Campurkan bahan-bahan dalam gelas piala (*beaker glass*), aduk menggunakan kaca peugaduk hingga campuran homogen.

3 BEBERAPA SIFAT *BLACK POWD*r

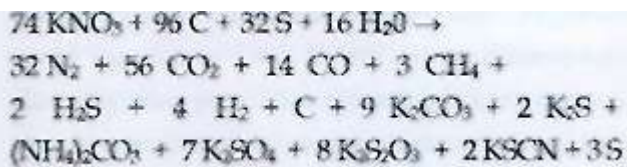
Black powder mempunyai tingkatan dan tingkatan ini lebih didasarkan pada ukuran butir dari pada kualitas. Tingkatan-tingkatan diklasifikasikan berdasarkan atas ukurah butir, misalnya C (kasar), 2C, 3C dan seterusnya<i untuk yang kasar serta F (halus), 2F, 3F dan seterusnya untuk yang halus. Diameter rata-rata dari 3C, misalnya kira-kira 14 mm dan diameter rata-rata dari 4F adalah 1-2 mm.

Black Powder terbakar dengan kecepatan yang tergantung pada tingkat pencampurannya, *density* dan lain-lain. *Black powder* dengan oksidator natrium nitrat akan terbakar lebih lambat dibandingkan dengan *black powder* dengan oksidator kalium nitrat. Penambahan kandungan

karbon, menurunkan kecepatan pembakaran. Perubahan kecil dari kandungan belerang tidak memberikan pengaruh pada kecepatan pembakaran.

Karbon yang umurnya lebih tua (*willow*) akan memberikan kecepatan pembakaran yang lebih cepat dibandingkan dengan karbon yang umurnya lebih muda (*oak*). *Black powder* yang dibuat dengan pencampuran kurang sempurna, terbakar lebih lambat dibandingkan dengan *black powder* yang dibuat dengan pencampuran lebih sempurna. Untuk beberapa keperluan (pemukim), diinginkan *black powder* dengan kecepatan pembakaran yang lebih rendah dari kecepatan pembakaran standar. Hal ini biasanya diperoleh dengan mengganti jenis karbon yang dipakai, mengganti kalium nitrat dengan barium nitrat, menaikkan kandungan belerang atau memberikan tambahan bahan *inert*, misalnya borax. *Black powder* yang lazim dipakai mempunyai *detensity* kira-kira 1,75 dan *apparent density* yang bervariasi antara 0,9-1,15.

Reaksi pembakaran *black powder* kira-kira dapat ditulis sebagai berikut:



Di antara hasil pembakarannya hanya 6 senyawa pertama yang merupakan gas, sedangkan lainnya merupakan partikel-partikel padat atau *condensed particle*. Untuk setiap 1 kg *black powder* yang dibakar, memberikan 400 gr gas dengan berat molekul rata-rata 34,75 dan 600 gr partikel padat. Temperatur pembakarannya adalah 2590°K. Panas yang dapat ditimbulkan (dipancarkan) 680 cal/gr. *Black powder* sangat peka terhadap nyala. *Black powder* ini sebenarnya merupakan *low eksplosive*. Kekuatan ledakannya hanya 10% dari kekuatan TNT. Apabila kandungan uap air dalam *black powder* hdak terlalu tinggi, maka *black powder* merupakan bahan dengan kestabilan yang tinggi, baik secara kimia maupun secara fisik. Bahan penyusun *black powder* sebenarnya tidak begitu reaktif satu sama lain, walaupun sampai

temperatur 120°C. Namun demikian pemanasan *black powder* di atas 70°C tidak diinginkan sebab akan menaikkan tekanan uap belerang yang terlibat menaikkan volatilitasnya. Sehingga komposisinya akan berubah atau keseragaman komposisinya berubah. *Black powder* tidak begitu higroskopis terutama bila oksidatornya natrium nitrat Higroskopis memang disebabkan oleh senyawa nitrat itu sendiri dan sangat tergantung pada kelembaban udara sekitarnya. Penggunaan *black powder* dengan oksidator kalium nitrat antara lain untuk maksud penyalaan termasuk *igniter* roket. *Black powder* dalam pemakaiannya biasanya dibuat butir-butir dengan menambahkan kanji ke dalam campuran, agar terbentuk suatu pasta, selanjutnya dibuat granular atau pellet dan siap untuk dipakai.

Sebagian besar *black powder* mengandung 75% potassium nitrate, 15% karbon dan 10% sulfur.

4 KESIMPULAN

Komposisi *black powder* yang dibuat di LAPAN adalah 75% potassium nitrate, 10% karbon dan 15% belerang. Komposisi ini berbeda dengan komposisi yang sering digunakan pada umumnya.

Pembuatan *black powder* masih sederhana dan manual. Hal ini menyebabkan *black powder* yang dihasilkan belum sempurna, seperti untuk menghaluskan dan mencampur bahan-bahannya masih menggunakan alat yang sederhana, yaitu mortar dan pencampurannya dengan tangan.

Untuk dapat menghasilkan *black powder* yang baik, maka perlu mengetahui sifat-sifat dari bahan penyusun *black powder*. Hal ini dilakukan untuk perbandingan dengan komposisi yang dibuat. Jika persentase berat bahan penyusunnya ada yang dikurangi atau ditambah, maka sifat *black powder* akan berubah. Selain itu juga diperlukan alat dan cara pembuatan yang mengikuti (mendekati) seperti diuraikan dalam literatur atau sesuai dengan prosedur operasi standar.

DAFTAR RUJUKAN

- Fordham S., 1980. *High Explosives and Propellants*, 2nd Edition, Pergamon Press, New York.
- Laboratorium Piroteknik dan Igniter, LAPAN. 1997. *Standart Operational Procedure Pembuatan Bahan Piroteknik, Bidang Propelan*.
- Marcell Barerre, 1960. *Rocket Propulsion*, 1st ed, Elsevier Publishing Company, Paris.
- Morton Shorr; & Zaehring, 1967. *Solid Rocket Technology*", 1st ed, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Sutton G.P.; dan Ross D.M., 1975. *Rocket Propulsion Elements*, 4th ed, John Wiley & Sons, Inc. - New York.