

POTENSI PABRIKASI PROPELAN HOMOGEN DI INDONESIA

Heri Budi Wibowo
Peneliti Bidang Material Dirgantara, LAPAN

RINGKASAN

Salah satu bagian penting dari program peroketan nasional adalah kemandirian bahan pendorong roket padat. Analisis diperlukan untuk mengumpulkan potensi-potensi yang ada di Indonesia sebagai bahan baku untuk proses pembuatan bahan-bahan dasar propelan roket padat. Analisis dilakukan dengan menilai sejauhmana kebutuhan bahan propelan yang diproyeksikan, bahan baku utama dan penunjang yang dapat disediakan di Indonesia, pemilihan lokasi, dan dampak yang mungkin muncul. Secara keseluruhan, kebutuhan dan ketersediaan bahan baku propelan sangat tersedia di Indonesia sehingga kemandirian bahan baku sangat mungkin dilakukan.

1 PENDAHULUAN

Roket merupakan salah satu wahana yang dapat dipergunakan sebagai wahana peluncur juga sebagai roket misil. Roket sebagai wahana peluncur banyak digunakan untuk membawa instrumen seperti pengamatan cuaca (SONDA) dan peluncur satelit. Roket sebagai misil telah lama dikembangkan untuk kepentingan alat dan sistem pertahanan wilayah. Bahan baku roket merupakan bahan baku strategis.

Bahan bakar padat dapat terdiri atas propelan *double base* (terdiri komponen nitrogliserin dan nitroselulosa ditambah bahan lain) dan propelan *triple base* atau komposit (terdiri atas *fuel binder*, oksidator, dan logam tambahan). Bahan bakar propelan *homogen* memiliki kecepatan bakar yang tinggi sehingga biasa digunakan untuk misil dengan pembakaran *cigarette burning*. Bahan bakar komposit memiliki sifat energetik yang tinggi dengan kecepatan bakar menengah sehingga biasa digunakan untuk roket pendorong satelit. Bahan bakar padat modern umumnya menggunakan bahan komposit atau bahan *homogen* yang dikombinasi dengan bahan komposit. Bahan bakar padat ini merupakan bahan komposit yang diperoleh dengan cara mereaksikan antara *fuel binder* (pengikat) dengan *curing agent* (bahan retikulasi) untuk memperoleh suatu struktur molekul

komposit berbentuk jala. Sebagai bahan *fuel binder* ini adalah polimer yang mempunyai gugus-gugus aktif pada kedua belah ujungnya seperti gugus alkohol (OH) pada *Hydroxy Terminated Polybutadiene* (HTPB).

Untuk pengembangan teknologi pada umumnya dan teknologi antariksa pada khususnya perlu mendapatkan dukungan secara nasional. Material yang dibutuhkan untuk pengembangan teknologi antariksa merupakan bahan strategis yang spesifik dan tidak mudah diperoleh baik di dalam negeri maupun luar negeri. Akhir-akhir ini kecenderungan pengawasan yang ketat dan pencegahan alih teknologi strategis dari negara maju ke negara berkembang masih dilakukan. Hal tersebut ditunjukkan dengan beberapa kasus embargo alat sistem persenjataan dari Negara Barat. Untuk menghindari ketergantungan dari luar negeri akan bahan tersebut, maka perlu dimulai kemandirian di bidang sistem peroketan. Untuk menunjang keperluan tersebut maka dipikirkan bagaimana caranya untuk bisa memproduksi sendiri. Selain untuk mengatasi kesulitan penyediaan bahan baku juga untuk melepas ketergantungan terhadap pihak luar.

1.1 Kebutuhan

Berdasarkan studi awal kebutuhan bahan baku propelan untuk kepentingan dalam

negeri, maka kapasitas bahan propelan yang diperlukan untuk seluruh lembaga penelitian dan pengguna roket di Indonesia untuk propelan homogen adalah 400-600 ton/tahun. Dengan demikian, nitrogliserin sebesar 400 ton per tahun, dan nitroselulosa sebesar 400 ton per tahun. Telah disadari bahwa untuk mendirikan suatu pabrik yang memproduksi bahan baku propelan secara mandiri dan berdiri sendiri membutuhkan biaya yang sangat besar. Oleh karena itu, diperlukan usaha pencarian informasi beberapa industri yang memiliki hubungan sangat dekat, baik dari sisi bahan baku maupun penggunaan bahan jadi yang potensial untuk dijadikan pendukung industri yang ada di Indonesia.

1.2 Nitrogliserin

Nitrogliserin merupakan bahan utama pembuatan propelan *double base*. Berdasarkan studi Icelayakan yang dilakukan FT. PINDAD, sampai saat ini belum ada industri nitrogliserin di Indonesia. Berdasarkan tinjauan proses, nitrogliserin dapat diproduksi dengan bahan utama gliserin dan oleum yang merupakan bahan utama industri makanan, farmasi, dan minyak. Bahan gliserin dan oleum merupakan bahan industri produk samping dari industri pengolahan minyak kelapa sawit dalam jumlah produksi yang sangat besar di Indonesia, tersebar di daerah Sumatera, sehingga ketersediaan bahan baku melimpah. Sebagai gambaran kapasitas produksi minyak kelapa sawit adalah 200.000 ton/tahun pada tahun 2000 (BPS, 2000).

Bahan nitrogliserin selain digunakan sebagai bahan baku propelan *double base* juga sebagai bahan peledak dan bom. Nitrogliserin memiliki energi yang sangat besar dibanding senyawa nitro yang lain. Penggunaan nitrogliserin adalah untuk keperluan bahan peledak, tidak bisa digunakan untuk aplikasi yang lain.

Nitrogliserin dapat dikemas dalam bentuk cairan, chip, maupun blok-blok.

Bahan baku pembuatan nitrogliserin seperti gliserol tersedia sangat banyak (melimpah) di Indonesia, karena merupakan produk samping industri minyak (CPO). Karena proses produksi nitrogliserin memiliki kemiripan proses dengan industri nitroselulosa, maka kebutuhan bahan asam cukup banyak dan proses industri yang mungkin adalah PTICI yang memiliki kapasitas produksi 10.500 ton per tahun nitroselulosa.

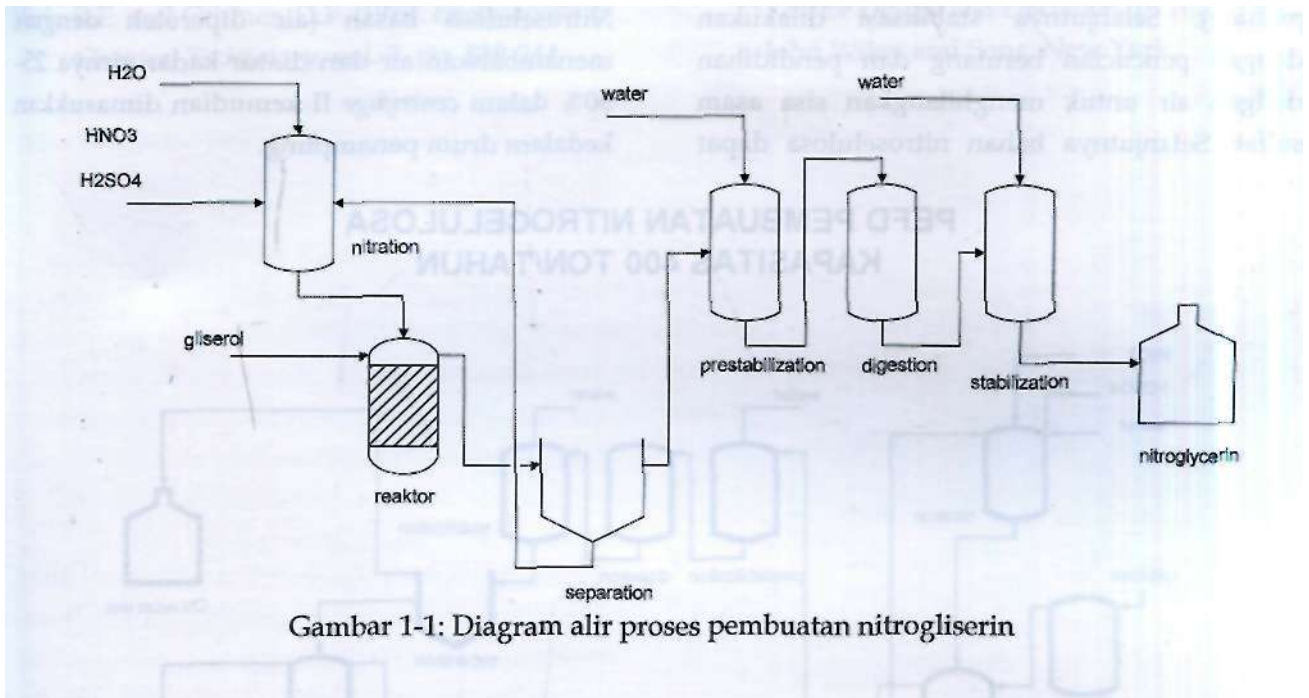
1.3 Proses Produksi

Nitrogliserin dibuat dengan nitrasi gliserol melalui penambahan gliserol ke dalam campuran asam sulfat dan asam nitrat pekat. (Patent Sobrero, 1863). Bahan utama pembuatan nitrogliserin adalah gliserol.

Bahan asam sulfat, asam nitrat dan air dicampur dalam *mixer* menjadi **air** asam, kemudian dialirkan ke dalam reaktor nitrasi bersama-sama dengan gliserol pada suhu rendah. Asam yang terkandung dalam hasil campuran nitrogliserol dipisahkan dalam *centrifuge* dan diumpukan kembali sebagai tambahan air asam. Sisa asam sulfat dipisahkan dalam prestabilisasi dengan pencucian berulang-ulang dengan air. Kemudian sisa asam dinetralkan dengan sodium bikarbonat dan dilakukan pencucian dengan air secara berulang sampai diperoleh nitrogliserin yang bebas asam.

Saat ini, PT ICI telah memiliki kemampuan memproduksi nitrogliserin dan nitroselulosa. Analisis ekonomi untuk pabrik pembuatan nitrogliserin dan nitroselulosa kapasitas 400 ton per tahun memerlukan modal sekitar 10-30 milyar rupiah. Nilai investasi untuk produksi nitroselulosa diperkirakan hampir sama karena memiliki rangkaian proses yang hampir sama.

PEFD PEMBUATAN NITROGLISERIN



Gambar 1-1: Diagram alir proses pembuatan nitroglicerin

2 NITROSELULOSA

Nitroselulosa adalah bagian utama dari bahan propelan *double base* selain nitroglicerin. Nitroselulosa dapat diproduksi dari bahan baku utama selulosa baik sintetis maupun alami. Bahan- selulosa yang biasa digunakan sebagai bahan baku adalah selulosa turunan kapas (*cotton*) atau bahan sintetis *Nylon*. Untuk keperluan industri, lebih dimungkinkan menggunakan bahan *Nylon* karena sudah ada industri yang memproduksi bahan *Nylon* pada industri serat sintetis yang tersebar di seluruh Indonesia dengan kapasitas lebih dari 200.000 ton per tahun. Sedangkan industri kapas cukup kecil di Indonesia. Oleh karena itu, ketersediaan bahan baku untuk industri nitroselulosa cukup besar.

Nitroselulose merupakan bahan baku untuk amunisi bahan peledak sehingga diperlukan juga oleh FT PINDAD sebagai pabrik amunisi. Kebutuhan amunisi di Indonesia adalah sekitar 200 ton per tahun (PINDAD, 2005). Pabrik selulosa PT. ICI (INTI CELLULOSE UTAMA) di Cilegon telah mampu memproduksi sebesar 10.500 ton per tahun dalam berbagai bentuk dan *grade* sejak tahun 1999. Sebagian

besar produksi NC digunakan untuk keperluan bahan propelan dan jihandak.

2.1 Proses Produksi

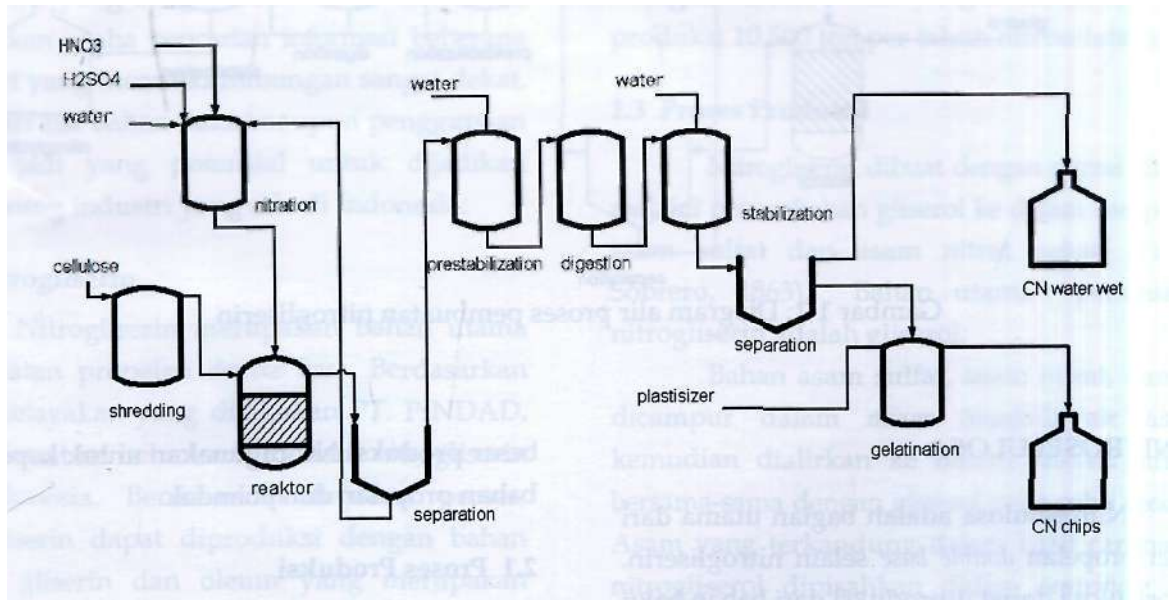
Nitroselulosa dibuat dengan nitrasi selulosa. Bahan utama pembuatan nitroselulose adalah selulosa dari kapas (*cotton*) dalam bentuk *chips* dengan kemurnian 98%. Bahan untuk nitrasi adalah air nitrat yang terdiri dari campuran asam nitrat, asam sulfat, dan air dengan perbandingan 30:60:10. Diagram alir pembuatan nitroselulosa dilukiskan pada Gambar 2-1.

Bahan asam sulfat, asam nitrat, dan air dicampur dalam *mixer* menjadi air asam, kemudian dialirkan ke dalam reaktor nitrasi bersama-sama dengan selulosa. Asam yang terkandung dalam hasil campuran nitrocelulosa dipisahkan dalam *centrifuge* dan diumpankan kembali sebagai tambahan air asam. Sisa asam sulfat dipisahkan dalam prestabilisasi dengan pencucian berulang-ulang dan pendidihan dengan air sehingga residu asam menjadi 1% untuk mencegah dekomposisi nitroselulosa. Selanjutnya viskositas nitroselulosa direduksi menjadi sepersepuluh viskositas mula-mula

dengan degradasi derajat polimerisasi melalui pendidihan di bawah tekanan (*digestion under pressure*). Selanjutnya stabilisasi dilakukan dengan pencucian berulang dan pendidihan dengan air untuk menghilangkan sisa asam sulfat. Selanjutnya bahan nitroselulosa dapat

diatur pH dan bentuknya dengan stabiliser untuk menjadi bahan nitroselulosa padat. Nitroselulosa basah (air diperoleh dengan menambahkan air dan diatur kadar airnya 25-30% dalam *centrifuge* II kemudian dimasukkan kedalam drum penampung.

PEFD PEMBUATAN NITROCELULOZA KAPASITAS 400 TON/TAHUN



HERIBUDIWIBOWO
19 JULI 2005

Gambar 2-1: Diagram alir pembuatan nitroselulosa

3 KESIMPULAN

Salah satu bagian penting dari program peroketan nasional adalah kemandirian bahan pendorong roket padat. Analisis diperlukan untuk mengumpulkan potensi-potensi yang ada di Indonesia sebagai bahan baku untuk proses pembuatan bahan-bahan dasar propelan roket padat. Analisis dilakukan dengan menilai sejauhmana kebutuhan bahan propelan yang diproyeksikan, bahan baku utama dan penunjang yang dapat disediakan di Indonesia, pemilihan lokasi, dan dampak yang mungkin muncul. Secara keseluruhan, kebutuhan dan ketersediaan bahan baku propelan sangat tersedia di

Indonesia sehingga kemandirian bahan baku sangat mungkin dilakukan.

DAFTAR RUJUKAN

- Haryono, H., 1999. *Peranan Teknologi Dirgantara dalam Pembangunan Nasional*, Seminar sehari JNK, Jakarta.
- Wibowo, H. B., 2006. *FeseabiUty Study of HTPB*, LAPAN.
- Wibowo, H. B., 2004. *Laporan Penelitian Pembuatan HTPB Tahun 2006*, Pusat Terapan, LAPAN.
- Wibowo, H. B., 2005. *Laporan Penelitian Pembuatan HTPB Tahun 2006*, Pusat Terapan, LAPAN.
- Wibowo, H. B., 2007. *Laporan Penelitian Pembuatan HTPB Tahun 2006*, Pusat Terapan, LAPAN.

Samer, S. F., 1966. *Propellant Chemistry*, Reinhold Publishing Company, New York.

Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1979. *Encyclopedia of Chemical Technology*, vol. 3, pp. 238-244.

Westertep, K. R., Swaaij, W. P. M. V., dan Beenackers, A. A. C. M., 1984. *Chemical Reactor Design and Operation*, p. 16, 2nd ed., John Wiley and Sons, New York.