

# UPAYA KEMANDIRIAN AMMONIUM PERKHLORAT SEBAGAI BAHAN OKSIDATOR PROPELAN

Henny Setyaningsih  
Peneliti Bidang Material Dirgantara, LAPAN

## RINGKASAN

Ammonium Perkhlorat (AP) merupakan bahan oksidator propelan untuk bahan bakar roket padat. Saat ini Ammonium Perkhlorat yang dipakai LAPAN masih diimpor dari negara lain. Dengan adanya embargo bahan strategis dari negara lain, pasokan Ammonium Perkhlorat menjadi terhambat, sehingga AP yang dibutuhkan bergantung pada tersedianya bahan di pasar. Hal ini sangat mempengaruhi unjuk kerja propelan yang dihasilkan, karena spesifikasi bahan selalu berubah-ubah. Untuk mengatasi hal ini, dilakukan upaya pembuatan Ammonium Perkhlorat, sehingga diharapkan ketersediaan dan spesifikasi bahan terjamin.

## 1 PENDAHULUAN

Salah satu bahan baku propelan padat sebagai bahan bakar roket yang dikembangkan LAPAN saat ini adalah Ammonium Perkhlorat. Fungsi dari Ammonium Perkhlorat adalah sebagai oksidator, yaitu penyedia oksigen untuk membakar fuel, dimana jumlahnya mencapai kurang lebih 80% dari berat propelan. Hingga saat ini pemenuhan kebutuhan akan AP di LAPAN banyak mengalami kendala. Selain harus diimpor, pengadaan bahan ini sering terhambat akibat kebijakan negara lain.

Pengalaman impor bahan baku Ammonium Perkhlorat oleh LAPAN menimbulkan masalah karena Ammonium Perkhlorat diperoleh dari negara yang berbeda-beda (Perancis, India, Cina dan lain-lain), ini bergantung pada tersedianya bahan di pasar. Beraneka macam bahan yang berasal dari negara yang berbeda-beda akan mengakibatkan spesifikasi bahan juga berbeda, bisa dari bahan pelapisnya, kemurnian dan juga ukuran butirannya. Hal ini mengakibatkan unjuk kerja propelan selalu berubah-ubah.

Untuk mengantisipasi persoalan tersebut, LAPAN khususnya Pusterapan dengan adanya Bidang Material Dirgantara telah memulai penelitian pembuatan Ammonium Perkhlorat. Dengan adanya Ammonium Perkhlorat buatan

LAPAN, diharapkan pemenuhan pasokan bahan dapat terjamin baik spesifikasinya maupun ketersediaan bahannya.

Upaya memproduksi sendiri bahan ini mempunyai konsekuensi biaya tinggi, karena investasi dan biaya produksi sangat mahal dibanding harga bahannya per kg di pasar, sebagai contoh biaya bahan saja dari NaCl menjadi NaClO<sub>4</sub> dibutuhkan biaya Rp.500.000,- sedangkan harga Ammonium Perkhlorat dipasar sekitar Rp.120.000,- (data harga import bahan LAPAN).

## 2 TINJAUAN UMUM

Ammonium Perkhlorat adalah oksidator yang biasa digunakan dalam pembuatan propelan. Fungsi utama oksidator adalah menyediakan oksigen untuk proses pembakaran fuel. Karakteristik oksidator akan mempengaruhi sifat balistik dan mekanik propelan. Untuk itu perlu diupayakan bahan oksidator yang mempunyai karakteristik yang tetap, sehingga sifat propelan akan konstan.

Ammonium Perkhlorat dibuat dari proses elektrolisis Sodium Khlorida (NaCl) menjadi Sodium Khlorat (NaClO<sub>3</sub>) dan dilanjutkan dengan elektrolisis menjadi Sodium Perkhlorat (NaClO<sub>4</sub>). Setelah proses elektrolisis selesai dilanjutkan proses amoniasi dengan

menambahkan Ammonium Khlorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) sehingga menjadi Ammonium Perkhlorat ( $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ ).

Dengan adanya penelitian pembuatan Ammonium Perkhlorat, maka akan didapat beberapa aspek yang menguntungkan Negara kita antara lain

- Ammonium Perkhlorat yang dihasilkan dapat mensuplai kebutuhan dalam negeri baik untuk keperluan persenjataan maupun kebutuhan industri. Dilihat dari fungsi propelan maka kedudukannya untuk persenjataan adalah sangat strategis, karena menyangkut pertahanan Negara.
- Kebutuhan bahan baku pembuatan Ammonium Perkhlorat sangat mudah ditemukan di pasar dalam negeri, dimana  $\text{NaCl}$  (garam) bisa disuplai dari PN Garam atau dari garam tambang. Permasalahan yang mendasar adalah dalam proses produksinya diperlukan teknologi dan biaya investasi yang besar, sehingga kalau dibuat untuk skala pabrik belum mencapai nilai ekonomis. Sehingga diperlukan "political will" dari Pemerintah untuk *memback-up* biaya investasi pendirian pabrik ini.
- Dengan diproduksi Ammonium Perkhlorat di dalam negeri, maka ketergantungan dengan negara lain akan berkurang, sehingga kalau terjadi embargo dari negara lain, industri persenjataan dan pertahanan tetap berkembang.
- Ammonium Perkhlorat yang dihasilkan di samping untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dapat dijual ke negara lain, sehingga kemungkinan terjadi kerjasama dengan negara lain lebih terbuka.
- Di samping terhindar dari ketergantungan dengan negara lain, faktor kecepatan dan kemudahan dalam penyediaan bahan akan terpenuhi, hal ini akan lebih membuka peluang pengembangan industri persenjataan dan pertahanan di Indonesia.

### 3 TINJAUAN PROSES

Dalam pelaksanaan pembuatannya, Ammonium Perkhlorat dibuat melalui beberapa tahapan proses antara lain :

- Proses elektrolisis pada pembuatan AP dilakukan dalam dua tahap yaitu proses  $\text{NaCl}$  menjadi  $\text{NaClO}_3$  dilanjutkan menjadi  $\text{NaClO}_4$ . Dalam proses elektrolisis ini hal yang paling utama mempengaruhi hasil adalah jenis elektrode yang digunakan dalam sel, besarnya arus yang digunakan dan juga waktu yang diperlukan. Dalam elektrolisis ini digunakan sel tanpa diaphragma dengan elektrode platina dan *stainless steel*. Reaksi kimia pembentukan khlorat berlangsung bukan hanya di daerah dekat elektroda, tapi juga di seluruh sel. Sehingga dalam proses, larutan elektrolit disirkulasi dengan cepat melewati sel dan ditampung dalam satu penampung untuk memungkinkan reaksi berlangsung sempurna. Sekali terbentuk, khlorat sangat stabil dan elektrolit dapat diresirkulasikan ke dalam sel untuk memaksimalkan konsumsi klorida. Sel elektrolisis perkhlorat tidak jauh berbeda dengan sel khlorat, untuk elektrode juga sama yaitu platina dan *stainless steel*, namun *voltage* yang digunakan lebih tinggi dibandingkan dengan elektrolisis khlorat. Hasil akhir dari elektrolisis ini dilakukan penghilangan dikromat yang ada di dalam larutan dan dilanjutkan dengan kristalisasi.
- Proses Ammoniasi  
Ammoniasi adalah proses pembentukan Ammonium Perkhlorat menggunakan Ammonium Khlorida dalam bentuk larutan pada suhu  $90^\circ\text{C}$ , reaksi berlangsung cepat. Di dalam larutan tidak boleh ada Sodium Khlorat, karena akan terbentuk Amonium Khlorat yang pada suhu  $106^\circ\text{C}$  menjadi senyawa yang tidak stabil setelah melalui proses kristalisasi maka didapat kristal Ammonium Perkhlorat yang siap untuk dilakukan proses *coating*.
- Proses *Coating*  
Proses *coating* adalah pelapisan kristal Ammonium Perkhlorat dengan senyawa lain yang dapat membentuk ikatan kimia dengan Ammonium Perkhlorat. Senyawa yang dapat digunakan adalah amine yang memiliki tingkat kebasaaan tertentu sehingga dapat bereaksi dengan Ammonium perkhlorat

dengan cara menggantikan posisi ammonia pada ammonium perkhlorat. Dari sekian jenis senyawa amine, amino silane merupakan jenis yang memiliki keunggulan dibandingkan dengan jenis lain, yaitu dengan adanya gugus trifungsional dan memiliki kemampuan untuk membentuk *crosslinked siloxan coating*. *Coating* yang merupakan hasil *crosslinking* ini sangat menguntungkan karena partikel yang dilapisi tidak saling menempel satu dengan lainnya, di samping itu pelapis siloxan ini ternyata juga bisa meningkatkan kecepatan pembakaran propelan.

#### 4 UPAYA KEMANDIRIAN AMMONIUM PERKHLORAT

Keberhasilan dari upaya kemandirian Ammonium Perkhlorat ditentukan oleh:

- Kemauan politik negara untuk mandiri dalam penyediaan bahan baku propelan, yang pada akhirnya adalah untuk kepentingan pertahanan dan persenjataan, sehingga perlu penyediaan anggaran yang besar untuk investasi pabrik Ammonium Perkhlorat.
- Ketersediaan dalam hal keahlian, proses pengembangan produk dan kedekatan lokasi dengan produksi propelan.
- Efisiensi dan fleksibilitas proses produksi.

Adapun untuk mencapai upaya kemandirian di atas teknologi dan peralatan yang dipilih harus memenuhi kriteria antara lain:

- Murah dalam aspek investasi;
- Aman bagi tenaga kerja dan lingkungan;
- Efisien dalam aspek operasi;
- Fleksibel dalam menghasilkan produk dan memenuhi standar mutu.

#### 5 PENUTUP

Sebagaimana telah diuraikan, bahwa ditinjau dari kelayakan aspek bisnis dan keuangan tidak layak, maka untuk mengatasi kendala di atas perlu campur tangan pemerintah dalam hal:

- Dana investasi disediakan oleh Pemerintah;
- Asset dimiliki oleh Pemerintah;
- Pengoperasian dilakukan oleh LAPAN, dimana operasional dibiayai dari anggaran LAPAN.

Dengan adanya kemandirian Ammonium Perkhlorat ini diharapkan :

- Spesifikasi bahan selalu konstan;
- Ketersediaan bahan akan berkesinambungan;
- Berkurangnya ketergantungan dari negara lain;
- Berkembangnya industri pertahanan dan persenjataan khususnya berkembangnya teknologi peroketan di Indonesia.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Dotson, R, L, 1993. *A Novel Electrochemical Process for the Production of Ammonium Perchlorat*, J. of Applied Electrochemistry, 23,897-904.
- Grotheer, MP., 1970. *Bipolar Electrolytic Cell*, US Patent No 3518180.
- Janssen, L. J. J., 1995. *Physical Properties of Aqueous Solution*, J. Appl. Electroche, 25, 291-293.
- Tanrikulu, S. U., Eroglu, I, Bulutcu, A. N, and Ozkar, S., 2000. *Crystalization Kinetics of Ammonium Perchlorate in MSMR Crystallizer*, J, of Crystal Growth, 208,5.