



BAB II

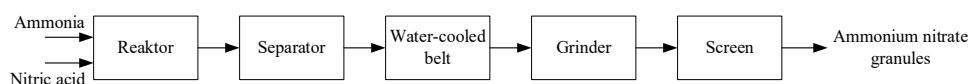
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam – Macam Proses

Berikut merupakan beberapa proses produksi *Ammonium Nitrate* (NH_4NO_3) antara lain yaitu:

1. Proses Stengel

Proses Stengel merupakan salah satu metode produksi *Ammonium Nitrate* yang menghasilkan produk berbentuk butiran atau granul. Pada proses ini, gas amonia direaksikan dengan larutan asam nitrat yang memiliki konsentrasi sekitar 60% di dalam reaktor tipe packed reactor yang terbuat dari bahan tahan korosi seperti stainless steel. Reaksi berlangsung pada temperatur tinggi 204°C sehingga terbentuk larutan *Ammonium Nitrate* yang kemudian dipisahkan dari uap air menggunakan separator. Setelah proses pemisahan, lelehan *Ammonium Nitrate* yang terbentuk masih mengandung air sehingga perlu dilakukan pengurangan kadar air dengan cara mengalirkan udara panas melalui molten *Ammonium Nitrate*. Produk kemudian didinginkan menggunakan *continuous water-cooled stainless-steel belt* hingga membentuk padatan. Padatan tersebut selanjutnya dihancurkan menggunakan grinder untuk memperoleh ukuran partikel yang diinginkan dan dilakukan proses pengayakan agar ukuran granul lebih seragam. Pada tahap akhir, produk dilapisi dengan bahan pelapis seperti clay untuk meningkatkan stabilitas selama penyimpanan dan transportasi (Stengel, 1951).



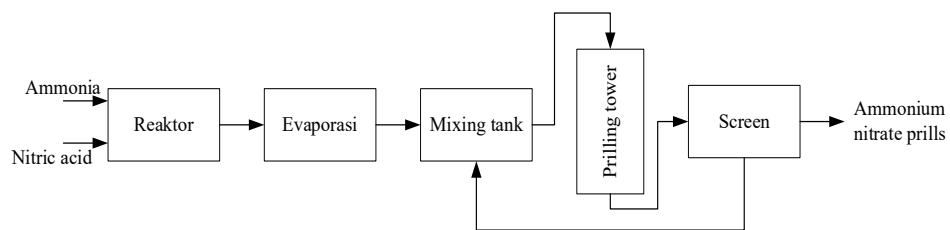
Gambar II. 1 Diagram Alir Proses Stengel

2. Proses UHDE

Proses Uhde merupakan metode produksi *Ammonium Nitrate* yang menghasilkan produk dalam bentuk prill dengan densitas relatif rendah.

Dalam proses ini, amonia dan asam nitrat direaksikan di dalam reaktor tipe

bubble reactor pada temperatur sekitar 175–180 °C dan tekanan sekitar 4–5 atm. Reaksi netralisasi tersebut menghasilkan larutan *Ammonium Nitrate* yang kemudian dipompa menuju evaporator untuk meningkatkan konsentrasi larutan melalui proses penguapan sebagian air. Larutan *Ammonium Nitrate* yang telah mengalami pemekatan selanjutnya dialirkan menuju prilling tower. Pada unit ini, larutan *Ammonium Nitrate* panas disemprotkan dari bagian atas menara sehingga terbentuk tetesan kecil yang jatuh ke bawah dan mengalami pendinginan oleh aliran udara. Proses tersebut menghasilkan partikel padat berbentuk prill. Produk kemudian melalui tahap pengeringan, pengayakan, dan pendinginan sebelum dilapisi dengan bahan pelapis untuk mencegah terjadinya penggumpalan selama penyimpanan (Uhde, 1999).



Gambar II. 2 Diagram Alir Proses Uhde

3. Proses *Vacuum Crystallization*

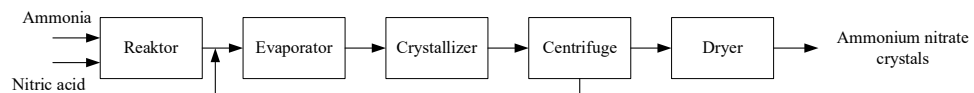
Proses kristalisasi vakum merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menghasilkan *Ammonium Nitrate* dalam bentuk kristal dengan tingkat kemurnian tinggi. Pada tahap awal, amonia direaksikan dengan asam nitrat sehingga menghasilkan larutan *Ammonium Nitrate* dengan konsentrasi sekitar 60%. Larutan tersebut kemudian mengalami proses pemekatan di dalam evaporator hingga konsentrasinya meningkat menjadi sekitar 75–80%. Larutan *Ammonium Nitrate* yang telah diperkaya kemudian dialirkan menuju *vacuum crystallizer* yang dioperasikan pada *temperature* 36°C dan tekanan 0,032 atm yang lebih rendah dibandingkan proses lainnya. Pada kondisi tersebut, kelarutan *Ammonium Nitrate* menurun sehingga terbentuk kristal padat dalam bentuk slurry. Kristal tersebut selanjutnya dipisahkan dari larutan induknya menggunakan centrifuge. Setelah proses pemisahan,



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik *Ammonium Nitrate* dari Ammonia dan Asam Nitrat dengan Proses *Vacuum Crystallization* Kapasitas 65.000 Ton/Tahun”

kristal *Ammonium Nitrate* dikeringkan menggunakan rotary dryer hingga kadar airnya mencapai sekitar 0,1%. Pada tahap akhir, produk dilapisi dengan bahan pelapis seperti diatomaceous earth untuk meningkatkan stabilitas selama penyimpanan (Faith et al., 1961; Kuznetsov, 1963).



Gambar II. 3 Diagram Alir Proses *Vacum Crystallization*

II.2 Seleksi Proses

Tabel II. 1 Perbandingan Macam Proses Pembuatan *Ammonium Nitrate*

No	Parameter	Proses Stengel	Proses Uhde	<i>Vacum Crystallization</i>
1	Bahan baku	NH ₃ dan HNO ₃	NH ₃ dan HNO ₃	NH ₃ dan HNO ₃
2	Suhu operasi	180–250 °C	175–180 °C	60–170 °C
3	Tekanan operasi	4–5 atm	4–5 atm	1–5 atm
4	Kemurnian produk	±95 %	±99 %	±99,9 %
5	Kadar air produk	±5 %	±1 %	±0,1 %
6	Bentuk produk	Granul	Prill	Kristal

Berdasarkan perbandingan beberapa metode produksi *Ammonium Nitrate*, proses kristalisasi vakum dipilih sebagai proses yang digunakan dalam perancangan pabrik ini dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Proses operasi relatif sederhana
2. Produk memiliki kemurnian yang tinggi hingga kandungan air yang rendah yaitu 0,1%.
3. Kondisi operasi relatif lebih aman serta biaya operasi yang lebih ekonomis



II.3 Uraian Proses

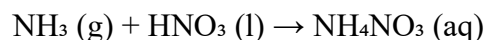
Proses produksi *Ammonium Nitrate* dengan metode kristalisasi vakum terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu:

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Pada tahap ini, bahan baku utama yaitu asam nitrat dan amonia dipersiapkan sebelum dimasukkan ke dalam reaktor. Asam nitrat cair terlebih dahulu disimpan dalam tangki penyimpanan dan kemudian dialirkan menggunakan pompa menuju unit pengenceran untuk menurunkan konsentrasinya menjadi 32%, setelah itu dilanjutkan ke unit pemanas untuk meningkatkan temperatur hingga kondisi operasi yang dibutuhkan. Pemanasan ini bertujuan untuk mempercepat proses reaksi netralisasi dengan amonia. Sementara itu, amonia disimpan dalam tangki penyimpanan bertekanan. Sebelum diumpankan ke reaktor, tekanan amonia diatur terlebih dahulu dan kemudian dipanaskan sehingga berubah menjadi fase gas. Gas amonia tersebut kemudian siap direaksikan dengan asam nitrat di dalam reaktor.

2. Tahap Reaksi

Tahap reaksi bertujuan untuk menghasilkan *Ammonium Nitrate* melalui reaksi netralisasi antara amonia dan asam nitrat. Reaksi tersebut berlangsung di dalam reaktor tipe bubble berpengaduk, di mana gas amonia diumpankan dari bagian bawah reaktor sehingga membentuk gelembung yang bergerak naik melalui larutan asam nitrat. Reaksi yang terjadi dapat dituliskan sebagai berikut:



Reaksi ini bersifat eksotermis sehingga menghasilkan panas yang cukup besar. Oleh karena itu, reaktor dilengkapi dengan sistem pendingin untuk menjaga kondisi operasi tetap stabil. Larutan *Ammonium Nitrate* yang dihasilkan dari reaksi ini memiliki konsentrasi 60% dan kemudian dialirkan menuju unit evaporator untuk proses pemekatan.

3. Tahap Pemekatan

Larutan *Ammonium Nitrate* yang keluar dari reaktor masih mengandung kadar air yang tinggi sehingga perlu dilakukan pemekatan menggunakan



PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik *Ammonium Nitrate* dari Ammonia dan Asam Nitrat dengan Proses *Vacuum Crystallization* Kapasitas 65.000 Ton/Tahun”

evaporator. Proses evaporasi dilakukan pada kondisi vakum untuk menurunkan titik didih larutan sehingga penguapan air dapat terjadi pada temperatur yang lebih rendah. Kondisi ini penting untuk mencegah terjadinya dekomposisi *Ammonium Nitrate* yang dapat terjadi pada temperatur tinggi. Melalui proses evaporasi ini, konsentrasi larutan *Ammonium Nitrate* meningkat hingga sekitar 82,23%. Uap air yang terbentuk selama proses pemekatan kemudian dipisahkan dari larutan. Larutan pekat tersebut selanjutnya dialirkan menuju unit kristalisasi untuk membentuk kristal *Ammonium Nitrate*.

4. Tahap Kristalisasi

Larutan *Ammonium Nitrate* pekat yang berasal dari evaporator dimasukkan ke dalam crystallizer yang dioperasikan pada tekanan vakum dan temperatur rendah. Penurunan tekanan dan temperatur ini menyebabkan kelarutan *Ammonium Nitrate* berkurang sehingga sebagian zat terlarut akan mengkristal dan membentuk padatan. Kristal *Ammonium Nitrate* yang terbentuk berada dalam bentuk slurry yang kemudian dipisahkan dari larutan induknya menggunakan centrifuge. Larutan induk yang masih mengandung *Ammonium Nitrate* dikembalikan ke evaporator untuk diproses kembali sehingga dapat meningkatkan efisiensi proses produksi.

5. Tahap Pengeringan dan Penyelesaian Produk

Kristal *Ammonium Nitrate* yang telah dipisahkan dari larutan induknya masih mengandung sejumlah kecil air sehingga perlu dilakukan proses pengeringan. Pengeringan dilakukan menggunakan rotary dryer untuk menurunkan kadar air hingga sekitar 0,1%. Setelah proses pengeringan, produk didinginkan dan selanjutnya digiling untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam. Produk yang telah memenuhi spesifikasi kemudian disimpan sementara dalam bin sebelum dilakukan proses pengemasan dalam karung. Produk *Ammonium Nitrate* yang telah dikemas selanjutnya siap untuk dipasarkan sebagai pupuk nitrogen.