

**PRARANCANGAN PABRIK *AMMONIUM NITRATE*  
DARI *AMMONIA* DAN ASAM NITRAT  
KAPASITAS 150.000 TON/TAHUN**



**Tugas Akhir**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata I  
Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

**DONIK HERNAWAN**  
D 500 030 090

Dosen Pembimbing :  
Rois Fathoni, S.T, M.Sc.  
Emi Erawati, S.T.

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
SURAKARTA  
2008**



## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan kemajuan zaman, pengembangan di segala bidang haruslah semakin diperhatikan, salah satu cara agar taraf hidup bangsa dapat ditingkatkan adalah dengan pembangunan industri. Industri kimia merupakan salah satu industri vital dan strategis, untuk itu hampir setiap negara di dunia, tak terkecuali Indonesia banyak memberikan perhatian pada pengembangan industri kimia, mengingat industri ini banyak mempunyai keterkaitan dengan pengembangan industri lainnya.

Pengembangan industri kimia di Indonesia mulai dikembangkan terbukti dengan banyaknya Industri kimia yang berdiri serta dibukanya kesempatan untuk penanaman modal asing, baik itu industri kimia yang merupakan industri hulu, yaitu memproduksi produk yang merupakan bahan baku bagi industri lain maupun industri hilir, yaitu pemakai produk industri hulu, salah satu industri hilir yang perlu didirikan di Indonesia adalah pabrik *Ammonium Nitrate* yaitu pabrik yang menghasilkan produk yang berupa bahan baku untuk pembuatan pupuk dan bahan peledak. Pabrik ini cukup diperlukan di Indonesia sebagai negara yang devisa utamanya diperoleh dari pertambangan dan merupakan negara agraris

*Ammonium Nitrate* adalah bahan kimia anorganik dengan rumus kimia  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  memiliki berat molekul 80 dan dalam bentuk padatnya berupa kristal putih yang larut di air.

Produksi *Ammonium Nitrate* di dunia pada tahun 1981 mencapai 8.724.000 ton. Pada tahun 1980 *Ammonium Nitrate* di produksi oleh 55 pabrik dengan produk dalam bentuk padat dan 77 pabrik memproduksi dalam bentuk larutan.

Bentuk padat *Ammonium Nitrate* ada 4 yaitu : *grand*, *prill*, *flake* dan kristal. Khusus untuk *prill* dibuat dengan proses *prilling* yang hasilnya sebagai bahan baku pupuk (*High Density Method*). Di bidang industri peledak, 75% dari bahan bakunya adalah *Ammonium Nitrate*. (Keyes and Clark, 1966).



Kebutuhan *Ammonium Nitrate* di Indonesia mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, hal tersebut dapat dilihat pada tabel 1. Dengan didirikannya pabrik *Ammonium Nitrate* di Indonesia berarti :

1. Mengurangi jumlah import yang berarti menghemat devisa negara.
2. Sebagai pemasok bahan baku industri peledak ataupun pupuk di Indonesia.
3. Membuka lapangan kerja baru.
4. Menambah pelanggan bagi industri gas ammonia dan asam nitrat di Indonesia.

Tabel 1 Data Import Ammonium Nitrate

Tahun	Jumlah (Kg)
1992	1.011.935
1993	3.895.314
1994	9.382.910
1995	15.553.515
1996	18.165.516
1997	30.956.356
1998	46.995.238
1999	53.728.333
2000	79.027.328
2001	81.731.777
2002	91.745.618
2003	105.812.278
2004	125.911.213

( Badan Pusat Statistik, 1992 – 2004 )

## 1.2 Kapasitas Rancangan

Pabrik *Ammonium Nitrate* dengan proses *prilling* ini diperkirakan akan beroperasi pada tahun 2011. Penentuan kapasitas didasarkan pada berbagai pertimbangan sebagai berikut :



1. Prediksi Kebutuhan Kebutuhan akan *Ammonium Nitrate* semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini terlihat dari tabel import *Ammonium Nitrate* di Indonesia meningkat rata-rata sebesar 61,8% per tahun. Diperkiraan pada tahun 2011 nanti kebutuhan *Ammonium Nitrate* sekitar 862.936 ton. Dari jumlah tersebut maka 15% adalah digunakan sebagai bahan baku peledak yaitu kurang lebih sebesar 129.440 ton/tahun.

## 2. Bahan Baku

Bahan baku pembuatan *Ammonium Nitrate* ini dipasok dari PT Pupuk Kujang sebagai produsen gas Ammonia dengan kapasitas 330.000 ton/tahun dan Asam Nitrat dari PT Multi Nitrotama Kimia Cikampek, Jawa Barat dengan kapasitas 100.000 ton/tahun.

## 3. Kapasitas Menguntungkan

Secara komersial kapasitas rancangan pabrik *Ammonium Nitrate* yang memberikan keuntungan antara 8.000-400.000 ton/tahun. Sehingga dengan kapasitas 150.000 ton/tahun ini sudah memberikan keuntungan.

(Keyes and Clark, 1996)

Berdasarkan pertimbangan diatas maka ditentukan kapasitas pabrik sebesar 150.000 ton/tahun.

### 1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu masalah pokok dalam menunjang keberhasilan suatu pabrik, terutama pada aspek-aspek ekonominya dan untuk pengembangan di masa yang akan datang. Setelah mempelajari dan menimbang beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik, maka ditetapkan lokasi pabrik *Ammonium Nitrate* tersebut di daerah Cikampek, Jawa Barat. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik ini antara lain meliputi :

#### 1. Faktor Primer

##### a. Bahan Baku

Bahan baku memegang peranan paling penting dalam proses produksi pabrik sangat tergantung pada keberadaan bahan baku ini. Lokasi yang



dekat dengan bahan baku akan lebih menguntungkan. Dalam hal ini bahan baku yang digunakan adalah Asam Nitrat dan *Ammonia Anydrous*. Untuk bahan baku Asam Nitrat didatangkan dari pabrik Multi Nitrotama Kimia Cikampek, Jawa Barat. Sedangkan bahan baku *Ammonia* diperoleh dari PT. Pupuk Kujang Cikampek, Jawa Barat.

b. Pemasaran

*Ammonium Nitrate* dalam bentuk *prill* dengan *Low Density Method* merupakan bahan baku yang banyak digunakan untuk pembuatan bahan peledak jenis *Ammonium Nitrate Fuel Oil* (ANFO). Bahan peledak ini dapat dipasarkan pada perusahaan pembuat senjata TNI-AD (PT Pindad) yang terdapat di Bandung serta daerah pertambangan yang ada di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Irian Jaya.

c. Utilitas

Utilitas dan sarana penunjang lainnya dapat diperoleh dengan mudah, karena daerah Cikampek merupakan kawasan industri dan sudah ada beberapa pabrik besar yang berdiri disana, diantaranya PT Pupuk Kujang dan PT Multi Nitrotama Kimia itu sendiri.

d. Tenaga Kerja.

Tenaga kerja dapat dipenuhi dengan mudah di daerah sekitar lokasi pabrik maupun di luar pabrik yang kebutuhan dan ketrampilannya sesuai dengan kriteria perusahaan.

e. Transportasi dan Telekomunikasi.

Transportasi dan Telekomunikasi daerah Cikampek cukup mudah dijangkau sehingga memudahkan dalam pengangkutan ataupun transportasi. Jaringan telekomunikasi seperti jaringan telepon, *faximile* dan telex sudah tersedia lengkap.

2. Faktor Sekunder

a. Buangan Pabrik

Buangan pabrik ini berasal dari limbah cair, dimana dalam limbah ini tidak mengandung bahan kimia yang berbahaya.



b. Kebijakan Pemerintah

Pemerintah Indonesia menetapkan Cikampek sebagai daerah industri, sehingga pendirian pabrik di lokasi tersebut kiranya tidak akan menimbulkan masalah.

c. Tanah dan Iklim

Tanah dan iklim cukup stabil pula, sehingga tidak menjadi masalah. Selain itu besar kemungkinan perluasan pabrik dengan adanya lahan yang luas.

d. Keadaan Masyarakat

Keadaan masyarakat di lingkungan lokasi pabrik akan sangat mempengaruhi pendirian suatu pabrik. Di sekitar lokasi pabrik sudah terdapat fasilitas-fasilitas yang memungkinkan karyawan hidup dengan layak.

## 1.4 Tinjauan Pustaka

### 1.4.1 Macam-macam proses

Sampai saat ini dikenal 4 proses pembuatan *Ammonium Nitrate* dalam bentuk padat, yaitu :

#### 1. *Prilling Process*

*Ammonia* dalam fase gas dan asam nitrat direaksikan dalam sebuah reaktor dengan reaksi netralisasi. Reaktor beroperasi pada suhu 100 °C dengan tekanan 4 atm. Produk keluar dari reaktor memiliki konsentrasi sebesar 85%. Untuk menghasilkan *High Density Ammonium Nitrate Solution* dipekatkan sampai 98 %, sedangkan untuk menghasilkan *Low Density Ammonium Nitrate* dipekatkan sampai 96%. pH dijaga sekitar 5 dengan penambahan ammonia. Larutan kemudian dipompakan ke *Prilling Tower* untuk menghasilkan *Ammonium Nitrate* dalam bentuk *prill*, dilanjutkan dengan pengeringan dimana diharapkan kandungan *moisture* 0,25-0,85 % setelah *prill* meninggalkan pendingin dengan suhu 25-29 °C dan mengandung 0,1-0,14 % *moisture*. *Bulk Density* untuk *High Density* produk sekitar 0,99-1,04 gr/cm<sup>3</sup> atau 62-65 lb/ft<sup>3</sup>. *Bulk Density* untuk *Low Density* berkisar antara 0,78-0,82 gr/cm<sup>3</sup> atau 62-65 lb/ft<sup>3</sup>. (Keyes and Clark, 1996).



## 2. *Continous Vacuum Crystallization Process*

*Ammonium nitrate* yang dihasilkan di reaktor sekitar 60 %, kemudian dipekatan di evaporator pada suhu 60 °C sehingga mencapai konsentrasi 75-80 %. Kemudian dikristalkan pada suatu *vacuum crystallizer*. Produk bawah dari kristalizer yang berbentuk *slurry* yang mengandung 40 % bert kristal, kemudian dialirkan ke *centrifuge*. *Mother liquor* dikembalikan ke system, kemudian kristal yang mengandung 1 % air, diumpankan ke *counter flow rotary dryer*, dimana 82,2 °C. kadar *moisture* berkurang sebesar 0,1 %. Kemudian dilakukan *packing*. (Keyes and Clark,1966).

## 3. *Stengel Process*

*Ammonia* gas 143,3 °C dan 60 % asam nitrat diumpankan ke reaktor *packing*. Dalam reaktor dihasilkan ammonium nitrat *solution* dan proses steam yang nantinya akan dipisahkan pada *cyclone* separator. Steam keluar dari atas, sedangkan ammonium nitrat dari bawah. Udara dilewatkan ke ammonium nitrat untuk mengurangi kandungan *moisture* sampai 0,2 %. Lelehan *cooled belt*, hasil akhir bentuk granul kemudian dilanjutkan dengan *coating* dan *packing*. (Keyes and Clark,1966).

## 4. *Grainer Process*

Proses ini merupakan proses yang sudah tua dan tidak banyak digunakan. Proses ini dilakukan dengan memekatkan larutan pada suatu oven evaporator, sehingga dicapai konsentrasi 98-98,5 % *solutions* pada suhu 304-310 °C. Proses kristalisasi dilakukan pada *graning kettle* dimana larutan panas diaduk dengan pengaduk berbentuk *paddle*, sampai kristalnya mengandung 0,1 % *moisture*. Proses ini mahal dan berbahaya, butiran yang dihasilkan terlalu kecil untuk digunakan sebagai pupuk walaupun cocok untuk amunisi. (Keyes and Clark,1966)

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam prarancangan pabrik ammonium nitrat kita memilih proses *prilling* dengan pertimbangan :

1. Yield yang dihasilkan cukup tinggi.
2. Mudahnya proses *prilling* akan memperkecil biaya operasional.



3. Efisiensi dalam investasi peralatan cukup besar, karena netralisasi dan pemekatan berlangsung dalam satu alat.

#### 1.4.2 Kegunaan Produk

*Ammonium nitrate* bentuk *prill* dengan *low density methode* ini digunakan sebagai bahan baku pembuatan peledak. *Ammonium nitrate fuel oil* yang banyak diperlukan di industri pertambangan maupun dibidang pertahanan dan keamanan.

#### 1.4.3 Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

##### 1. Ammonia

- **Sifat Fisika**

Rumus molekul	: NH <sub>3</sub>
Berat Molekul	: 17,03 g/gmol
Titik didih	: -33,45 °C
Titik cair normal	: -77,7 °C
Temperatur kritis	: 207,5 °C
Tekanan kritis	: 111,3 atm
Volume kritis	: 0,08040 m <sup>3</sup> /kg mol
$\Delta H^{\circ}_f$	: -39,222 kJ/mol
Densitas ( 0 °C )	: 0,682 g/cc
Indeks bias, eg	: 1,325
Fase	: cair jenuh (30 °C ; 11,5 atm)
Warna	: tidak berwarna
Sifat	: berbau tajam (khas ammonia)
Kemurnian	: 99,40 %
Spesific gravity (-79 °C)	: 0,817
( 15 °C)	: 0,617
Kelarutan dalam air ( 25 °C )	: 0,94 %

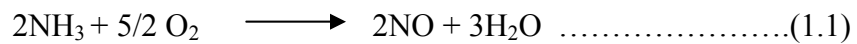
(ChemCad 5.2.0)



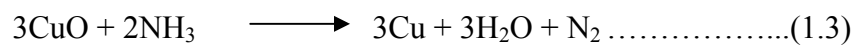
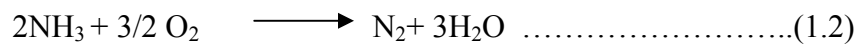


- **Sifat kimia**

- Ammonia dapat membentuk campuran, mudah terbakar dengan udara pada nilai ambang batas (16,25 % volume)
- Bahaya ledakan *ammonia* akan semakin meluas apabila kontak dengan oksigen pada temperatur serta tekanan tinggi di atmosfer.
- Reaksi oksidasi-reduksi

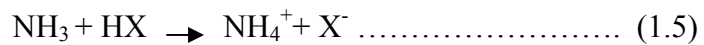
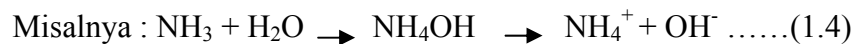


Jika tanpa katalis



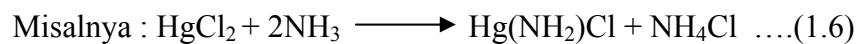
- Reaksi substitusi

Masuknya ion  $\text{H}^+$  dalam ammonia, yang sering disebut amonisasi.



- Reaksi amonolisis

Reaksi ammonia dengan senyawa lain dimana *ammonia* bereaksi sebagai gugus  $\text{NH}_2$



## 2. Asam nitrat

- **Sifat Fisika**

Rumus Kimia	: $\text{HNO}_3$
Berat Molekul	: 63,01 g/gmol
Titik Didih	: 84,8990 °C
Titik Leleh	: -42 °C
$\Delta_f H^\circ$ (kJ.mol <sup>-1</sup> )	: -174,1
$\Delta_f G$ (kJ.mol <sup>-1</sup> )	: -80
Temperatur Kritis	: 217,55 °C
Tekanan Kritis	: 82 atm
Volume Kritis	: 0,14496 m <sup>3</sup> /kg mol



- **Sifat kimia**

- a. Asam nitrat tidak stabil terhadap panas dan matahari dan akan terurai sebagai berikut :

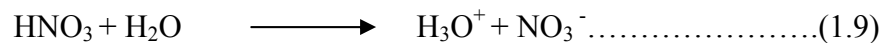


larutan asam nitrat pekat berwarna kuning yang berasal dari warna  $\text{NO}_2$  terlarut. Untuk mengurangi penguraian asam nitrat ini, maka asam nitrat disimpan dalam botol berwarna coklat.

- b. Didalam larutan pekatnya, asam nitrat mengalami ionisasi :



- c. Asam nitrat dalam larutan asamnya adalah asam kuat. Hal ini disebabkan karena besarnya muatan positif pada atom N sehingga elektron  $\text{OH}^-$  tertarik kuat, akibatnya atom H menjadi mudah lepas.



### 3. Ammonium Nitrate

- **Sifat fisika**

Rumus molekul	: $\text{NH}_4\text{NO}_3$
Berat molekul	: 80,0432 g/gmol
Titik leleh, °C	: 169,5
Titik didih, °C	: 210
$\Delta_f H^\circ$ (kJ.mol <sup>-1</sup> )	: -365,56
$\Delta_f G$ (kJ.mol <sup>-1</sup> )	: -184,01
<i>Specific gravity</i> , (25 °C)	: 1,66
Indeks bias, <i>n<sub>D</sub></i>	: 1,611
<i>Relative humidity</i> , %	: 63

- **Sifat kimia**

- a. *Ammonium nitrate* adalah bahan oksidator kuat dan sangat eksplosif terhadap beberapa logam, phosphor dan minyak (*petroleum*). Campuran dari satu atau lebih bahan ini dengan

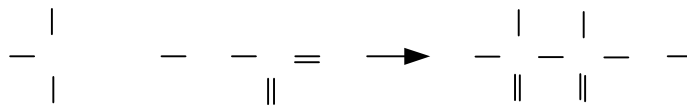


*ammonium nitrate* dapat menimbulkan pemanasan spontan dan dekomposisi.

- b. Pemanasan *Ammonium nitrate* dalam tempat tertutup akan menimbulkan ledakan jika suhu mencapai 240 – 300 °C.

#### 1.4.4 Tinjauan Secara Umum

*Prilling process low density* telah dikembangkan oleh *Kaltenbach Thuring* dari Perancis. Secara garis besar, proses ini merupakan reaksi penggaraman yang terjadi antara asam kuat dan basa lemah dengan kecepatan yang sangat cepat atau “*instaneous reaction*”. Oleh karena itu yang berperan dalam reaksi ini adalah difusi gas  $\text{NH}_3$  kedalam  $\text{HNO}_3$ .



Gas  $\text{NH}_3$  masuk kedalam reaktor *bubble column* dari bawah dan asam nitrat dari atas. Produk yang keluar reaktor berupa larutan *ammonium nitrate* dan *steam*.