

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pada saat ini perkembangan di Indonesia mengalami peningkatan di segala bidang. Indonesia mampu bersaing dengan negara – negara maju lainnya, terutama industri yang bersifat padat modal dan teknologi. Pembangunan industri diarahkan untuk menuju kemandirian perekonomian nasional, meningkatkan kemampuan bersaing dan menaikan pasar dalam negeri dengan memelihara kelestarian fungsi lingkungan hidup.

Salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan di industri kimia adalah asam nitrat. Asam nitrat mempunyai rumus kimia  $\text{HNO}_3$  yaitu asam yang sangat kuat. Asam nitrat merupakan cairan yang tidak berwarna pada temperatur kamar dan tekanan atmosfer. Pada tahap perkembangannya asam nitrat digunakan terutama (80%) sebagai bahan baku dalam pembuatan amonium nitrat yang selanjutnya digunakan untuk pembuatan kalsium nitrat, urea, dan larutan amonium sulfat nitrat. Secara kebutuhan asam nitrat dapat digunakan sebagai nitrating agent, oxidizing agent, pelarut, dan katalis. Asam nitrat dengan kadar kurang lebih 60% (berat) cukup untuk kebutuhan ini. Sektor pertanian merupakan sektor terbesar yang mengkonsumsi asam nitrat dengan kadar tersebut. Disamping itu, asam nitrat diperlukan untuk pembuatan butiran amonium nitrat berpori sebagai komponen bahan peledak.

Awal mula pembuatan asam nitrat dilakukan oleh orang-orang Arab pada abad ke IX dengan cara destilasi dari campuran *cypus vitriol*, *salipeter*, dan alum dengan menghasilkan cairan yang disebut sebagai *aqua fords*. Pada tahun 1798, Milner memaparkan oksidasi ammonia uap dengan memberikan sedikit lebih banyak mangan dioksida dengan hasil dari nitrogen oksida dan asam. Pada tahun 1824, Henry menghasilkan ammonia dari reaksi langsung oksigen dengan temperatur (suhu) yang tinggi. Pada tahun 1784, Cavendish membuat asam

dengan cara memercikan elektrik dan kelembapan udara. Pada tahun 1816, Gay-Lussac dan Berthollet menentukan komposisi asam.

Pada tahun 1990 asam nitrat diproduksi secara komersil dari potassium nitrat dan selanjutnya diproduksi dari sodium nitrat yang direaksikan dengan asam sulfat dan diproduksi di Chile Amerika Selatan. Selanjutnya pada tahun 1903 prosesnya diganti dengan operasi di Norway merupakan pabrik yang sangat sukses pertama kali dengan produksi pembuatan asam nitrat langsung dari nitrogen dan oksigen dengan *electric furnance*.

Dalam pelaksanaan industri, asam nitrat digunakan pada pembuatan pabrik plastik, *syntetis fibre*, *nitroglycerine*, TNT, *cellulose*, nitrat dan beberapa bahan nitro organik lainnya. Secara umum asam nitrat digunakan dalam industri pembuatan pupuk, kenyataannya kurang lebih 65% asam nitrat diproduksi dengan penambahan ammonia untuk menghasilkan ammonium nitrat yang dapat digunakan sebagai bahan pupuk buatan.

Di pihak lain, asam nitrat (20%) juga digunakan untuk membuat pupuk campuran dengan bantuan fosfat, sebagai pelarut dalam industri *electro plating* dan digunakan secara meluas sebagai reaktan yang cukup penting dalam laboratorium kimia sebagai pembuatan nitro benzena dan dinitro toluena.

## 1.2 Tujuan Pendirian Pabrik

Beberapa hal yang dijadikan pertimbangan tujuan untuk mendirikan pabrik asam nitrat ini adalah:

1. Berperan serta dalam program pemerintah untuk menciptakan lapangan kerja baru di bidang industri kimia.
2. Dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor serta membuka peluang ekspor yang lebih besar selain digunakan untuk kebutuhan dalam negeri.
3. Mengaplikasikan ilmu teknik kimia untuk memberikan gambaran kelayakan pada pabrik pembuatan asam nitrat.

4. Meningkatkan daya saing industri terhadap negara-negara maju dan dan negara yang berkembang.

Pekerjaan desain pabrik harus dimulai dari menetapkan spesifikasi atau ruang lingkup pekerjaan yang akan dikehendaki, dimana spesifikasi pabrik kimia didefinisikan sebagai kapasitas dan kualitas produk untuk mendapatkan pabrik dengan spesifikasi yang tepat dan bahan baku serta unsur-unsur penunjang proses produksi pabrik tersebut.

### 1.3 Kapasitas Pabrik

Dalam suatu perancangan pabrik langkah pertama yaitu menentukan kapasitas pabrik asam nitrat berorientasi pada kebutuhan asam nitrat di Indonesia. Data-data tersebut yang diharapkan tersaji pada lima tahun terakhir guna mendapatkan yang lebih tepat atau mendekati kenyataan. Data impor dan ekspor kebutuhan konsumsi asam nitrat dapat dilihat pada tabel 1.1

**Tabel 1.1** Jumlah data kebutuhan impor dan ekspor asam nitrat di Indonesia

| Tahun | Impor (kg) | Ekspor (kg) | Kebutuhan (Impor – Ekspor) |
|-------|------------|-------------|----------------------------|
| 2012  | 12.990.619 | 0           | 12.990.619                 |
| 2013  | 12.568.111 | 2250        | 12.565.861                 |
| 2014  | 15.657.478 | 5133        | 15.652.345                 |
| 2015  | 10.875.406 | 3           | 10.875.403                 |
| 2016  | 14.365.929 | 1           | 14.365.928                 |

(Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2018)

### 1.3.1 Perhitungan Kapasitas Dengan Metode secara *Disocounted*

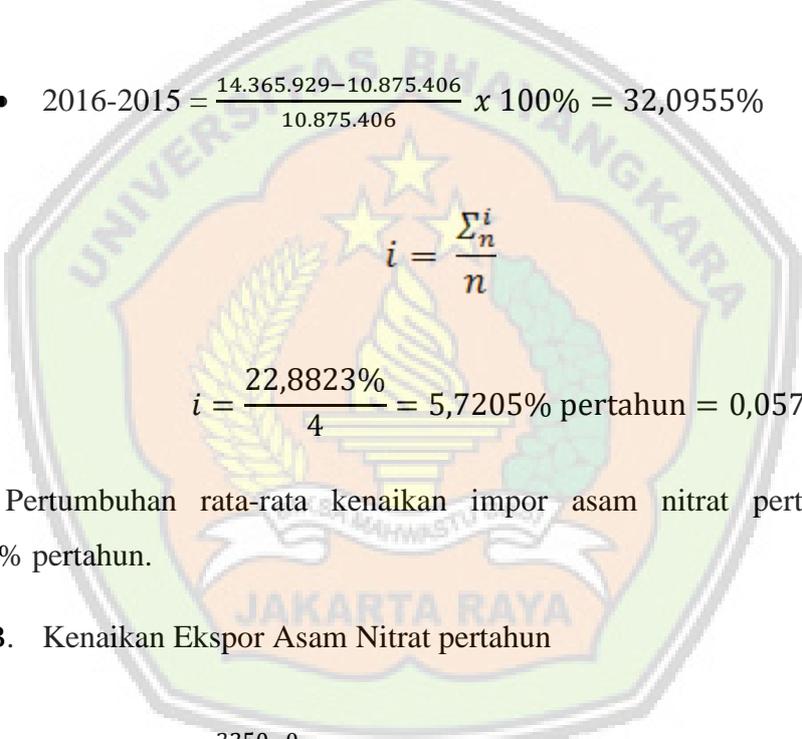
#### A. Kenaikan Impor Asam Nitrat pertahun

- $2013-2012 = \frac{12.568.111 - 12.990.619}{12.990.619} \times 100\% = -3,2524\%$

- $2014-2013 = \frac{15.657.478 - 12.568.111}{12.568.111} \times 100\% = 24,5809\%$

- $2015-2014 = \frac{10.875.406 - 15.657.478}{15.657.478} \times 100\% = -30,5417\%$

- $2016-2015 = \frac{14.365.929 - 10.875.406}{10.875.406} \times 100\% = 32,0955\%$


$$i = \frac{\sum i}{n}$$
$$i = \frac{22,8823\%}{4} = 5,7205\% \text{ pertahun} = 0,0572$$

Pertumbuhan rata-rata kenaikan impor asam nitrat pertahun adalah 5,7205% pertahun.

#### B. Kenaikan Ekspor Asam Nitrat pertahun

- $2013-2012 = \frac{2250-0}{0} \times 100\% = 0\%$

- $2014-2013 = \frac{5133-2250}{2250} \times 100\% = 128,1333\%$

- $2015-2014 = \frac{3-5133}{5133} \times 100\% = -99,9415\%$

- $2016-2015 = \frac{1-3}{3} \times 100\% = -66,6666\%$

$$i = \frac{\sum_n^i}{n}$$

$$i = \frac{-38,4748\%}{4} = -9,6187\% \text{ pertahun} = -0,0961$$

Pertumbuhan rata-rata ekspor asam nitrat pertahun adalah -9,6187% pertahun.

Perkiraan impor pada tahun 2021

$$\begin{aligned} M_5 &= P (1 + i)^n \\ &= 14.365.929 (1 + 0,0572)^4 \\ M_5 &= 17.945.779,76 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Dimana :

P = data besarnya impor tahun 2016

i = rata-rata kenaikan impor tiap tahun

n = selisih tahun

Perkiraan ekspor pada tahun 2021

$$\begin{aligned} M_4 &= P (1 + i)^n \\ &= 1 (1 + (-0,0961))^4 \\ M_4 &= 0,675 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

Dimana :

P = data besarnya ekspor tahun 2016

i = rata-rata kenaikan ekspor tiap tahun

n = selisih tahun

Jadi kapasitas pabrik dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

$$\begin{aligned}
0 + 0 + M_3 &= 0,6675 \text{ kg/tahun} + 17.945.779,76 \text{ kg/tahun} \\
M_3 &= 17.945.780,43 \text{ kg/tahun} \\
M_3 &= \frac{17.945.780,43}{1000} \\
M_3 &= 17.945,7804 \text{ ton/tahun} \\
M_3 &= 20.000 \text{ ton/tahun}
\end{aligned}$$

Dimana :

M1 = nilai impor (pabrik berdiri sehingga impor diberhentikan, maka 0)

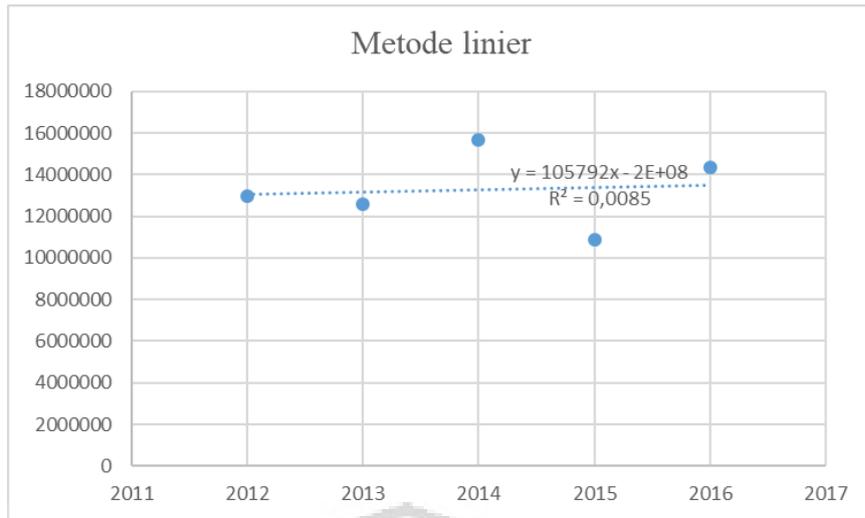
M2 = kapasitas pabrik lama ( karena diindonesia belum ada pabrik yang produksi, maka 0)

M3 = kapasitas pabrik baru

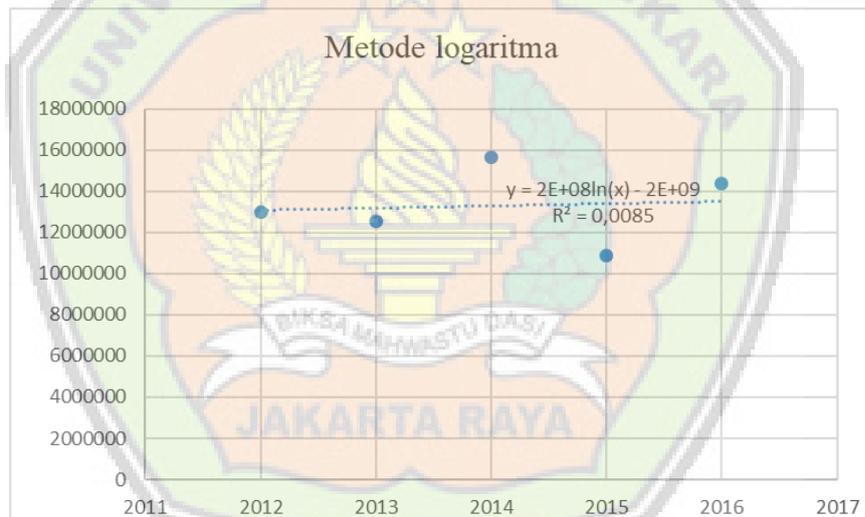
M4 = jumlah ekspor

M5 = perkiraan impor ditahun 2021

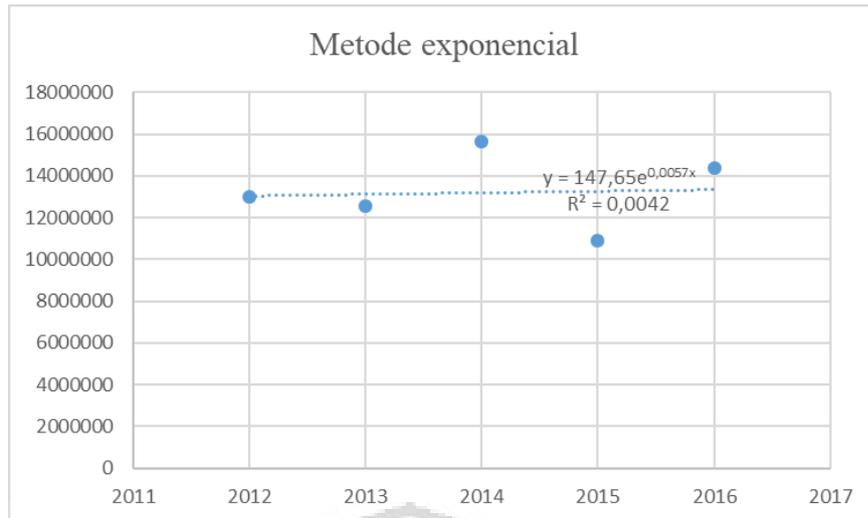
Kapasitas produksi asam nitrat adalah 20.000 ton/tahun (Kusnarjo, 2010). Untuk memenuhi atau menutupi kebutuhan dalam negeri dan meningkatkan devisa negara dari produksi asam nitrat ke luar negeri.



**Gambar 1.1.** Grafik kapasitas metode linier



**Gambar 1.2.** Grafik kapasitas metode logaritma



**Gambar 1.3.** Grafik kapasitas metode exponensial

Dengan berdasarkan hasil grafik regresi (R) dengan metode linier, metode logaritma dan metode exponensial. Ketiganya mendapatkan hasil yang mendekati yaitu metode linier .

#### 1.4 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat di pengaruhi dengan kegiatan industry yang akan dijalani, hal ini dengan kegiatan fabrikasi, produksi dan distribusi. Perencanaan penentuan lokasi pabrik yang baik akan menekan biaya produksi dan distribusi. Bahwa tujuan utama dalam menentukan lokasi pabrik yaitu untuk mendapatkan keuntungan seoptimal mungkin



**Gambar 1.4** Peta Lokasi Pabrik Asam Nitrat

Gambar diatas merupakan suatu pemikiran mengenai lokasi pabrik akan didirikan. Maka pabrik asam nitrat akan didirikan di daerah Cikampek, Jawa Barat.

#### **1.4.1 Ketersediaan Bahan Baku**

Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan pendirian lokasi pabrik antara lain:

- 1. Ketersediaan Bahan Baku**

Dengan menempatkan lokasi pabrik dekat sumber bahan baku, sehingga mudah mendapatkan bahan baku untuk menuju lokasi pabrik dan memperkecil biaya transportasi. Lokasi pabrik asam nitrat ini akan direncanakan didirikan di Cikampek Jawa Barat karena dengan sumber bahan baku ammonia. Bahan baku Ammonia diperoleh langsung dari PT. Pupuk Kujang, Cikampek.

- 2. Daerah Pemasaran**

Lokasi pabrik harus dekat dengan daerah pemasaran atau dekat dengan konsumen dapat memudahkan pemasaran produk. Asam nitrat merupakan bahan baku industri pupuk buatan, sintesis fiber, plastik, dan lain-lain. Dengan berdirinya pabrik asam nitrat di Bekasi diharapkan kebutuhan asam nitrat bisa tercukupi.

### 3. Sarana Transportasi

Penentuan pabrik asam nitrat, untuk mempermudah jangkauan pemasaran produk karena letaknya dekat dengan industri-industri dan posisinya tidak jauh dari Pelabuhan Tanjung Priuk akan mempermudah dalam penanganan pemasok bahan baku.

### 4. Ketersediaan Tenaga Kerja

Untuk mendirikan pabrik harus ditempatkan pada daerah yang banyak tenaga kerjanya, dari tingkat sarjana sampai pekerja kasr. Pendirian pabrik ini diharapkan dapat membuka lapangan kerja baru dan mengurangi pengangguran.

### 5. Utilitas

Pabrik ini meliputi utilitas utama kebutuhan listrik dan kebutuhan air yang digunakan proses dan untuk sanitasi. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi dari PLN dan generator untuk cadangan jika PLN mengalami gangguan. Sedangkan air diperoleh dari sungai Kalimalang Bekasi yang mempunyai debit air cukup besar.

## 1.4.2 Faktor Primer

Faktor ini secara langsung dapat mempengaruhi tujuan utama didirikannya suatu pabrik. Tujuan produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam, kualitas, waktu, dan tempat yang dibutuhkan oleh konsumen dalam tingkat harga yang terjangkau oleh pabrik.

Faktor primer tersebut seperti lokasi pabrik yang akan dipengaruhi oleh :

1. Ketersediaannya bahan baku.
2. Pemasaran produk terhadap konsumen.
3. Tersedianya sarana transportasi dalam pembelian produk maupun penjualan produk.
4. Tersedianya tenaga kerja
5. Tersedianya sumber air dan tenaga listrik yang akan digunakan

### 1.4.3 Faktor Sekunder

Faktor sekunder yang meliputi beberapa faktor dibawah ini:

1. Harga tanah dan gedung dikaitkan dengan rencana masa depan perusahaan.
2. Kemungkinan adanya perluasan pabrik.
3. Kemungkinan adanya perluasan kota.
4. Terdapatnya fasilitas-fasilitas pembelanjaan perusahaan.
5. Terdapatnya fasilitas-fasilitas pelayanan dan jasa.
6. Terdapatnya persediaan air bersih yang cukup.
7. Biaya dari tanah dan gedung.
8. Sikap dari masyarakat setempat.
9. Iklim.
10. Keadaan tanah yang penting untuk rencana bangunan dan produksi.
11. Peraturan daerah setempat.
12. Perumahan penduduk atau bangunan lain.

(Aris & Newton, *Chemical Engineering cost estimation*)

### 1.4.4 Sumber Daya Manusia

Penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor terpenting dari keberhasilan pabrik. Lokasi penting bagi perusahaan, dikarenakan akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan kelangsungan berdirinya perusahaan tersebut. Penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan oleh banyak faktor sehingga pabrik yang akan didirikan perlu dilakukan berbagai pertimbangan. Pada penentuan lokasi pabrik harus diusahakan agar biaya transportasi serta upah untuk buruh.

#### 1.4.5 Tinjauan Pustaka

Asam nitrat merupakan asam yang kuat seperti asam sulfat, mudah bereaksi dengan alkali, oksida dengan membentuk garam. Asam nitrat mempunyai rumus kimia  $\text{HNO}_3$ . Asam nitrat yang sangat sulit dibuat cairan murni karena kecenderungannya terdekomposisi yang menjadi nitrogen oksida. (Martyn and David, 1989).

Asam nitrat merupakan oksida yang kuat terhadap bahan-bahan organik seperti *turpentin* dan *charcoal*, alkohol juga sangat bereaksi terhadap asam nitrat. *Furfuryl alcohol*, anilin dan bahan-bahan organik dengan asam nitrat digunakan dalam bahan bakar roket. Sebagian besar baja kecuali platinum dari emas dapat dirusak oleh asam nitrat itu sendiri, sebagian diubah menjadi oksida seperti *arsenic* (arsen) dan *antimony* tetapi sebagian besar yang lain adalah menjadi asam nitrat.

Asam Nitrat sebagai *oxidizing agent* tergantung pada nitrogen oksida bebas. Asam nitrat murni tidak merusak tembaga. Produk asam nitrat cenderung memberikan nitrogen dioksida. Kebanyakan asam nitrat diproduksi secara komersial dengan produk konsentrasi 68% melalui proses oksidasi dengan bahan baku amonia (Kirk and Othmer, 1978).

Asam nitrat mempunyai dua macam hidrat yang dapat dikristalkan dari larutan asam nitrat. Kedua hidrat tersebut adalah monohidrat yang mempunyai rumus kimia  $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  dengan konsentrasi 77,77% berat dan mempunyai titik didih  $37,62^\circ\text{C}$ . Sedangkan trihidrat mempunyai rumus kimia  $\text{HNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  dengan konsentrasi 53,83% berat dan mempunyai titik didih  $18,47^\circ\text{C}$

Kebanyakan asam nitrat yang diproduksi secara komersial dengan konsentrasi 60%-65% melalui proses oksidasi dengan bahan baku amonia. Selain itu asam nitrat dapat diproduksi dengan konsentrasi 96% dengan proses retort dengan bahan baku yang digunakan adalah natrium nitrat dan asam sulfat yang akan menghasilkan asam nitrat dan natrium bisulfat.

Asam nitrat dengan proses oksidasi dibuat dari bahan baku ammonia dan udara dengan suhu operasi 750°C. Asam nitrat yang dibuat dengan proses oksidasi berdasarkan reaksi sebagai berikut :



Asam nitrat yang dihasilkan dari proses tersebut dapat digunakan dalam industri plastik, nitro organik dan pupuk buatan.

#### 1.4.6 Pemilihan Proses

Macam-macam proses pembuatan asam nitrat antara lain:

##### 1. Proses Oksidasi Ammonia

Dalam proses ini udara dikompresi menjadi 100 psi atau sekitar 6 atm yang sebelumnya blower. Amonia diuapkan dengan menggunakan evaporator dan dipisahkan dengan separator yang kemudian dicampur dengan udara yang sudah dikompresi. Sebelum masuk kedalam reaktor, udara dan ammonia dipanaskan terlebih dahulu dengan menggunakan vaporizer agar tercapainya suhu yang diinginkan. Di dalam reaktor terjadi proses oksida antara ammonia dan udara dengan reaksi sebagai berikut :



Campuran ammonia dan udara dimasukkan kedalam reaktor yang berisi katalis platina 2-10% dari reaktor yang menghasilkan nitrogen oksida (NO), kemudian direaksikan dengan oksigen agar terbentuk asam nitrat yang konsentrasinya 60-65%. Produk keluaran dari reaktor berupa gas NO<sub>2</sub> yang selanjutnya diumpankan menuju absorber yang berfungsi untuk mereaksikan gas NO<sub>2</sub> dengan air sehingga akan berbentuk asam nitrat. Produk bawah reaktor berupa asam nitrat yang akan dialirkan menuju tangki, sedangkan sisa reaksi berupa gaas akan dikeluarkan melalui absorber.

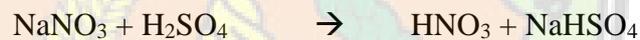
Keuntungan utama dari tekanan yang tinggi adalah bahwa secara substansial mengurangi ukuran peralatan dan pipa yang diperlukan, sehingga menghemat biaya operasi.

Jika memungkinkan, amonia dibuat di tempat yang sama. Sehingga dapat mudah disaring untuk menghilangkan kotoran yang ada dan kemudian dicampur dengan udara terkompresi untuk memberikan campuran yang mengandung sekitar 10% amonia dan 90% udara. Proporsi yang tepat dari udara berlebih yang digunakan tergantung pada tekanan operasi dan suhu pabrik.

(Kirk Othmer)

## 2. Proses Retort

Proses Retort menggunakan bahan baku natrium nitrat (96%) dan asam sulfat (93%). Di dalam reaktor terjadi reaksi eksotermis antara natrium nitrat dan asam sulfat. Reaksi yang terjadi:



Suhu operasi antara 150-200 °C selama 12 jam. Selama waktu proses asam nitrat mengalami dekomposisi karena adanya panas reaksi sehingga suhu reaktor dijaga. Asam nitrat menguap pada suhu 110-130 °C, kemudian dilewatkan kondensor parsial. Hasil gas dan embunan dipisahkan dengan separator, dan menghasilkan asam nitrat hasil konsentrasi 90-80% (Faith dkk, 1961).

Gas yang tidak terembunkan berkisar antara 10-12% dari asam nitrat keluar reaktor. Gas yang tidak terembunkan diserap oleh air dalam absorber. Hasil cairan absorber menghasilkan asam nitrat dengan kadar 60-80%. Hasil samping reaktor berupa NaHSO<sub>4</sub> dan zat yang tidak bereaksi disebut *niter cake*. *Niter cake* dapat digunakan pada industri baja dan dapat sebagai bahan baku asam klorida bila direaksikan dengan garam natrium klorida (Faith dkk, 1961).

Dari uraian proses pembuatan asam nitrat diatas, proses yang dipilih adalah proses oksidasi dengan pertimbangan antara lain:

1. Asam nitrat yang dihasilkan mempunyai kadar yang tinggi yaitu 96% (*yield* yang dihasilkan).
2. Mudahnya proses oksidasi akan menghemat biaya operasional.
3. Bahan baku yang digunakan lebih murah proses oksidasi dibanding dengan proses retort.

#### 1.4.7 Kegunaan Produk

Produk asam nitrat mempunyai banyak kegunaan dalam berbagai industri kimia sebagai berikut:

- a.  $\text{HNO}_3$  digunakan untuk menghilangkan atau membersihkan peralatan laboratorium dari kerak kalsium dan magnesium yang menempel.
- b. Sebagai bahan baku pembuatan bahan peledak, yaitu trinitrotoluena (TNT) dan dinitrotoluena (DNT).
- c. Sebagai *nitrating agent*, *oxidazing agent*, pelarut, katalis dan *hydrolyzing agent*.
- d. Sebagai bahan baku industri pupuk buatan.
- e. Sebagai bahan baku industri *syntetic fibre* dan industri plastik.

#### 1.4.8 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku

##### A. Ammonia

1. Sifat-sifat fisika :

|                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| Rumus molekul      | = $\text{NH}_3$                  |
| Berat molekul      | = 17,03 g/mol                    |
| 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 |
| $\Delta H_f^\circ$ | = -39,222 kJ/mol                 |

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| Densitas (0 °C)             | = 0,682 g/cc     |
| Warna                       | = tidak berwarna |
| Panas spesifik, 15°C        | = 1,310          |
| Specific gravity (-79 °C)   | = 0,817          |
| Specific gravity (15 °C)    | = 0,617          |
| Kelarutan dalam air (25 °C) | = 0,94%          |

(Kirk and Othmer, 1978)

## 2. Sifat-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.
- Ammonia dengan logam aktif, seperti magnesium akan menghasilkan nitrid :
 
$$3 \text{ Mg} + 2 \text{ NH}_3 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2 + 3 \text{ H}_2$$
- Reaksi dengan halogen
 
$$\text{NCl}_3 + \text{NH}_3 + 3 \text{ NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3 \text{ NH}_4\text{Cl}$$

$$\text{NCl}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NCl}_3 + 3 \text{ HCl}$$

$$\text{NH}_4\text{Br} + \text{Br} \rightarrow \text{NH}_4\text{Br}$$
- Mengalami reaksi netralisasi terhadap asam dan penting dalam bidang perdagangan, misalnya pupuk ammonium fosfat, ammonium nitrat dan ammonium sulfat yang terbuat dari ammonia.

(Kirk Othmer, 1991)

## B. Oksigen (Udara)

### 1. Sifat-sifat fisika

|                           |               |
|---------------------------|---------------|
| Titik didih               | = -182,96 °C  |
| Densitas pada 0 °C        | = 1,4289 gr/L |
| Viskositas pada 20 °C     | = 0,02064 cP  |
| Thermal conductivity 0 °C | = 2,448 W/mK  |
| Temperatur kritis         | = -118,42 °C  |

Tekanan kritis = 50,14 kPa

(www.wikipedia.com)

## 2. Sifat-sifat kimia

- a. Oksigen bereaksi dengan semua unsur kecuali He, Np, dan Ar.
- b. Untuk unsur-unsur tertentu seperti logam alkali rubidium dan cesium energi aktivasi pada suhu kamar mencukupi dan reaksi berjalan dengan spontan.
- c. Untuk beberapa material yang akan direaksikan dengan O<sub>2</sub> harus dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu tertentu untuk pembakaran awal.
- d. Jika direaksikan dengan bahan bakar seperti petroleum oil, natural gas, atau batubara akan dihasilkan panas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O serta residu dari udara seperti N<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>.
- e. Pada suhu yang lebih rendah dengan adanya katalis O<sub>2</sub>, bereaksi dengan kimia organik menghasilkan oksigenated hidrokarbon.

(Kirk Othmer, 1991)

### C. Katalis Platina-Rhodium

Menurut percobaan *Ostwald*, katalis yang digunakan untuk mengkonversi amonia menjadi nitrogen oksida (NO) adalah katalis platina murni, namun secara komersil (skala industri) katalis yang dipakai adalah campuran platina dan rhodium. Campuran ini biasanya 4-10%. Untuk standar pabrik atau skala industri memakai rhodium 10%. Dengan penambahan produk ini dapat meningkatkan konversi dan mengurangi katalis yang hilang pada temperatur oksida yang relatif lebih tinggi. Selama pembakaran logam akan diperbanyak oleh rhodium, hal ini akan meningkatkan aktivitas katalis. Karena rhodium harganya jauh lebih mahal dari pada platina, maka komposisi yang optimal 5-10% rhodium. Platina yang hilang pada saat reaksi berlangsung disebabkan oleh penguapan dan abrasi.

## 1.4.9 Hasil Utama

### A. Asam Nitrat

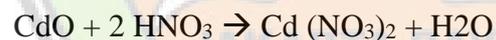
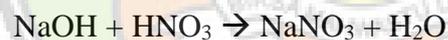
#### 1. Sifat-sifat fisik Asam Nitrat

|  |   |
|--|---|
| Rumus molekul                                | = HNO <sub>3</sub>                        |
| Bentuk                                       | = Cair (30 °C, 1 atm)                     |
| Berat molekul                                | = 63,01 g/gmol                            |
| Titik leleh                                  | = -42 °C                                  |
| Titik didih                                  | = 84,8990 °C                              |
| Densitas                                     | = 1,4826 g/cm <sup>3</sup> (20 °C, 1 atm) |
| Viskositas                                   | = 1,4 cp (20 °C, 1 atm)                   |
| Temperatur kritis                            | = 217,55 °C                               |
| Tekanan kritis                               | = 82 atm                                  |
| Volume kritis                                | = 0,14496 m <sup>3</sup> /kg mol          |
| $\Delta H^{\circ}_f$ (kJ.mol <sup>-1</sup> ) | = -174,1                                  |
| $\Delta_f G$ (kJ.mol <sup>-1</sup> )         | = -80                                     |

([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

#### 2. Sifat-sifat kimia

##### a. Asam nitrat merupakan pengionisasi yang kuat. Reaksi yang terjadi :



##### b. Asam nitrat merupakan pengoksidasi yang kuat. Reaksi yang terjadi :



##### c. Asam nitrat sebagai *nitrating agent*. Reaksi yang terjadi :



##### d. Asam nitrat tidak stabil terhadap panas dan bisa terurai sebagai berikut

:



(Kirk Othmer, 1991)

## 1.5 Uraian Proses

Proses pembuatan asam nitrat ini menggunakan proses oksidasi fase gas amonia dengan udara. Dalam reaktor berisi katalis platinum-rhodium (90:10), produk yang dihasilkan adalah  $\text{HNO}_3$  69% berat. Secara garis besar pembuatan asam nitrat sendiri terdiri dari beberapa tahapan antara lain :

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap pemurnian udara
3. Tahap persiapan proses
4. Tahap reaksi
5. Tahap penyimpanan

Penjelasan tahapan-tahapan langkah proses adalah sebagai berikut :

1. Tahap penyiapan bahan baku

Dalam proses ini bahan baku yang digunakan adalah ammonia dan udara. Bahan baku ammonia dapat disimpan dalam tangki ammonia (T-501) dengan temperatur 15 °C. Udara yang didapat dari lingkungan sekitar sebelum masuk ke dalam kompresor.

2. Tahap pemurnian udara

Proses pemurnian udara untuk mendapatkan oksigen murni yaitu terdiri dari kompresi, dan heat exchange. Masing-masing bagian mempunyai fungsi memisahkan udara dari kotoran-kotoran yang ikut tersaring misalnya, debu berdasarkan ukuran partikelnya. Sehingga yang keluar benar-benar dalam keadaan bersih berupa gas udara. Udara yang kaya  $\text{O}_2$  dikirim ke kolom absorber bagian atas yang kemudian akan dipisahkan menjadi gas  $\text{O}_2$ .

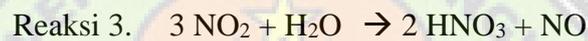
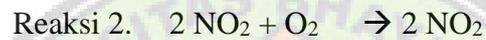
3. Tahap persiapan proses

Tahap ini dilakukan untuk menyiapkan bahan baku ammonia yang akan digunakan sesuai dengan kondisi reaktor. Ammonia yang disimpan

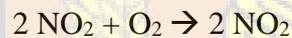
didalam tangki di steam terlebih dahulu menggunakan vaporizer untuk mencapai suhu reaksi yaitu 200 °C. Setelah melalui proses vaporizer ammonia dan udara dinaikkan lebih dulu dengan menggunakan kompresor, lalu dialirkan ke dalam mixer untuk pencampuran reaksi .

#### 4. Tahap reaksi

Reaksi yang terjadi antara ammonia dengan udara berlangsung pada temperatur 750 °C dengan tekanan 6 atm. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Reaksi yang terjadi berlangsung secara eksotermis sehingga mengeluarkan panas. Reaksi didalam absorber:



Sehingga menghasilkan asam nitrat, reaksinya adalah sebagai berikut :



#### 5. Tahap penyimpanan

Cairan asam nitrat yang keluar dari bagian bawah absorber dengan hasil sebanyak 69 % disimpan ke dalam tangki penyimpanan.

### 1.5.1 Proses Reaksi

Didalam reaktor terjadi proses oksidasi antara amonia dan udara dengan reaksi sebagai berikut:



Kemurnian natrium nitrat 65% dalam bentuk cair dengan waktu tinggal 0,0003 detik, pada suhu 750 °C dan tekanan 6 atm. Dengan kondisi demikian maka digunakan reaktor fixed bed multi tube.

Reaksi pembentukan asam nitrat berlangsung pada kondisi :

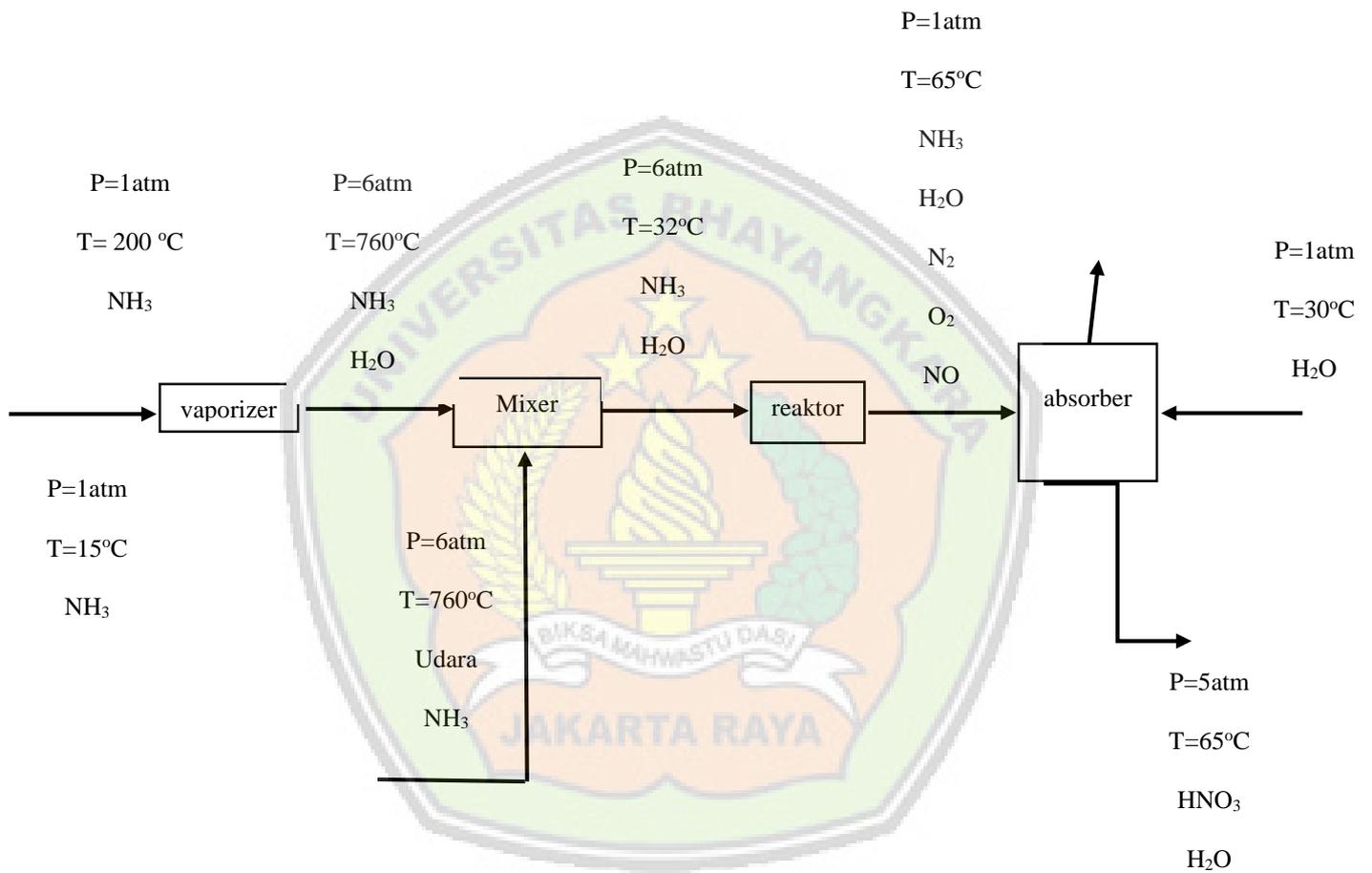
Suhu operasi = 750 °C

Tekanan = 6 atm

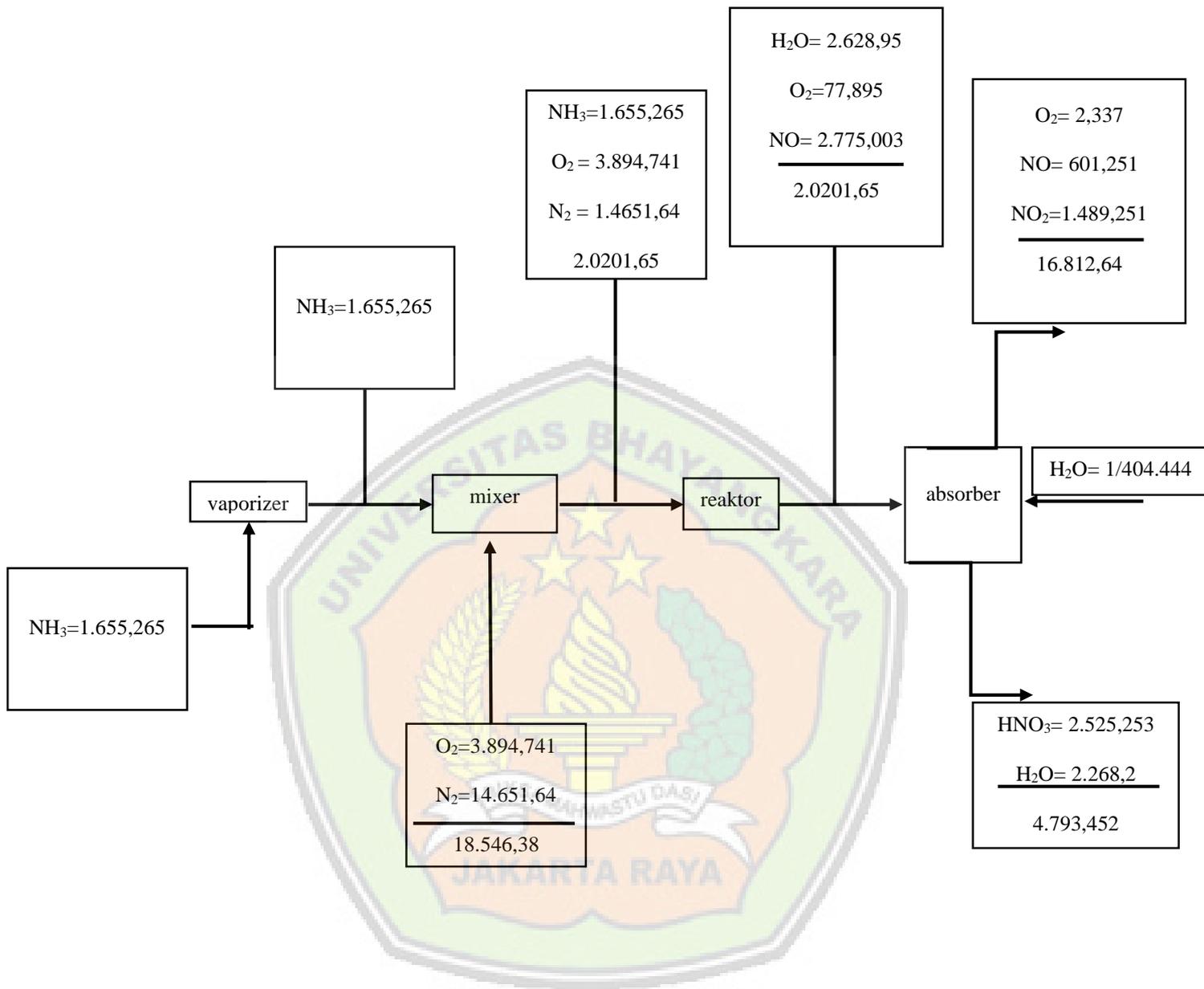


### 1.5.5 Diagram Alir Proses

Diagram alir proses dapat dilihat pada halaman berikut :



**Gambar 1.5.** Diagram Alir Kualitatif



**Gambar 1.6.** Diagram Alir Kuantitatif

## 1.6 Spesifikasi Bahan Baku

### 1.6.1 Spesifikasi Bahan Baku

#### 1. Ammonia

Ammonia merupakan senyawa kimia dengan rumus  $\text{NH}_3$ . Ammonia berupa gas dengan baunya yang khas dan sangat tajam (disebut bau ammonia). Ammonia merupakan senyawa kaustik dan dapat merusak kesehatan. Administrasi keselamatan dan kesehatan pekerjaan Amerika Serikat memberikan batas waktu 15 menit bagi kontak langsung dengan ammonia dalam gas yang konsentrasinya 35 ppm volum atau 8 jam untuk 25 ppm volum. Kontak langsung dengan gas ammonia yang berkonsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan paru-paru dan bahkan sampai menyebabkan kematian. Walaupun ammonia di Amerika Serikat diatur sebagai gas tak mudah terbakar, ammonia masih digolongkan sebagai bahan beracun jika dihirup dan pengangkutan ammonia berjumlah lebih besar dari 3.500 galon (13,248 L) harus disertai surat izin pengangkutan.

Ammonia yang digunakan secara komersil disebut sebagai ammonia anhidrat. Istilah ini menunjukkan tidak adanya air pada bahan tersebut. Karena ammonia mendidih pada suhu  $-33^\circ\text{C}$ , cairan ammonia harus disimpan dalam tekanan tinggi atau dengan temperatur yang sangat rendah.

Ammonia hidroksida adalah larutan  $\text{NH}_3$  dalam air. Konsentrasi larutan tersebut diukur dalam satuan baume. Produk komersil ammonia berkonsentrasi tinggi memiliki konsentrasi 26 derajat baume (sekitar 30% berat ammonia pada  $15,5^\circ\text{C}$ ).

([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

#### Kegunaan Ammonia

- a. Sebagai bahan baku pembuatan pupuk, antara lain urea, ammonium fosfat, ammonium nitrat, dan kalsium ammonium nitrat.
- b. Ammonia digunakan dalam proses pengolahan logam seperti pada proses nitriding, carbonitriding, bright annealing, furnace brazing dan sintering.

- c. Untuk produksi pembuatan asam nitrat
- d. Beberapa jenis plastik seperti polyurethane dan phenolic juga dibuat dari ammonia.
- e. Pada industri perminyakan, ammonia dimanfaatkan untuk menetralkan senyawa-senyawa asam yang masih tercampur dalam minyak mentah dan sebagai bahan kimia untuk mencegah korosi pada peralatan.
- f. Dalam bidang pengolahan air, ammonia berperan sebagai pengontrol tingkat keasaman atau pH.
- g. Industri pertambangan juga memanfaatkan ammonia dalam proses produksinya untuk mengekstraksi logam tembaga, nikel dan molybdenum dari bijihnya.
- h. Dalam proses pengolahan kayu ammonia dan hidrogen peroksida digunakan sebagai proses pemutihan kayu.
- i. Industri kertas dan pulp menggunakan ammonia dalam proses pembuatan pulp dari kayu dan sebagai dispersant pada proses coating produk kertas.
- j. Beberapa produk pembersih juga memanfaatkan ammonia sebagai salah satu bahan didalamnya, tapi dalam konsentrasi yang rendah.

## 2. Udara

Oksigen bereaksi dengan semua unsur kecuali He, Np, dan Ar. Untuk unsur-unsur tertentu seperti logam alkali rubidium dan cesium energi aktifitas pada suhu kamar mencukupi dan reaksi berjalan dengan spontan. Untuk beberapa material yang akan direaksikan dengan O<sub>2</sub> harus dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu tertentu untuk pembakaran awal.

Jika direaksikan dengan bahan bakar seperti petroleum oil, natural gas, atau batubara akan dihasilkan panas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O serta residu dari udara seperti N<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Pada suhu yang lebih rendah dengan adanya katalis O<sub>2</sub>, bereaksi dengan kimia organik menghasilkan oksigenated hidrokarbon.

(Kirk Othmer, 1991)

## 1.6.2 Spesifikasi Produk

### a. Asam Nitrat

Salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan di industri kimia adalah asam nitrat. Asam nitrat mempunyai rumus kimia  $\text{HNO}_3$  yaitu asam yang sangat kuat. Asam nitrat merupakan cairan yang tidak berwarna pada temperatur kamar dan tekanan atmosfer. Pada tahap perkembangannya asam nitrat digunakan terutama (80%) sebagai bahan baku dalam pembuatan amonium nitrat yang selanjutnya digunakan untuk pembuatan kalsium nitrat, urea, dan larutan amonium sulfat nitrat. Secara kebutuhan asam nitrat dapat digunakan sebagai nitrating agent, oxidizing agent, pelarut, dan katalis. Asam nitrat dengan kadar kurang lebih 60% (berat) cukup untuk kebutuhan ini. Sektor pertanian merupakan sektor terbesar yang mengkonsumsi asam nitrat dengan kadar tersebut. Disamping itu, asam nitrat diperlukan untuk pembuatan butiran amonium nitrat berpori sebagai komponen bahan peledak.

Dalam pelaksanaan industri, asam nitrat digunakan pada pembuatan pabrik plastik, *syntetis fibre*, *nitroglycerine*, TNT, *cellulose*, nitrat dan beberapa bahan nitro organik lainnya. Secara umum asam nitrat digunakan dalam industri pembuatan pupuk, kenyataannya kurang lebih 65% asam nitrat diproduksi dengan penambahan ammonia untuk menghasilkan ammonium nitrat yang dapat digunakan sebagai bahan pupuk buatan.

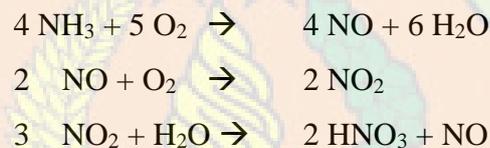
Di pihak lain, asam nitrat (20%) juga digunakan untuk membuat pupuk campuran dengan bantuan fosfat, sebagai pelarut dalam industri *electro plating* dan digunakan secara meluas sebagai reaktan yang cukup penting dalam laboratorium kimia sebagai pembuatan nitro benzena dan dinitro toluena.

Asam Nitrat sebagai *oxidizing agent* tergantung pada nitrogen oksida bebas. Asam nitrat murni tidak merusak tembaga. Produk asam nitrat cenderung memberikan nitrogen dioksida. Kebanyakan asam nitrat diproduksi secara komersial dengan produk konsentrasi 68% melalui proses oksidasi dengan bahan baku amonia (Kirk and Othmer, 1978).

Asam nitrat mempunyai dua macam hidrat yang dapat dikristalkan dari larutan asam nitrat. Kedua hidrat tersebut adalah monohidrat yang mempunyai rumus kimia  $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  dengan konsentrasi 77,77% berat dan mempunyai titik didih  $37,62^\circ\text{C}$ . Sedangkan trihidrat mempunyai rumus kimia  $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  dengan konsentrasi 53,83% berat dan mempunyai titik didih  $18,47^\circ\text{C}$ .

Kebanyakan asam nitrat yang diproduksi secara komersial dengan konsentrasi 60%-65% melalui proses oksidasi dengan bahan baku amonia. Selain itu asam nitrat dapat diproduksi dengan konsentrasi 96% dengan proses retort dengan bahan baku yang digunakan adalah natrium nitrat dan asam sulfat yang akan menghasilkan asam nitrat dan natrium bisulfat.

Asam nitrat dengan proses oksidasi dibuat dari bahan baku ammonia dan udara dengan suhu operasi  $750^\circ\text{C}$ . Asam nitrat yang dibuat dengan proses oksidasi berdasarkan reaksi sebagai berikut :

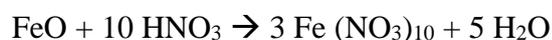
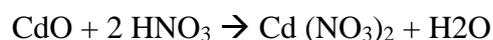
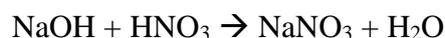


Asam nitrat yang dihasilkan dari proses tersebut dapat digunakan dalam industri plastik, nitro organik dan pupuk buatan.

Asam nitrat memiliki kegunaan tambahan dalam metalurgi dan pemurnian karena bereaksi dengan kebanyakan logam dan dalam sintesis organik. Ketika digabungkan dengan asam klorida, membentuk aqua regia, salah satu dari beberapa reagen mampu melarutkan emas dan platinum. Asam nitrat adalah komponen dari hujan asam.

Asam nitrat adalah oksidator kuat dan reaksi asam nitrat dengan senyawa seperti sianida, kabida dan bubuk logam dapat meledak. Asam nitrat bereaksi dengan banyak senyawa organik, seperti terpentin.

- a. Asam nitrat merupakan pengionisasi yang kuat. Reaksi yang terjadi :



b. Asam nitrat merupakan pengoksidasi yang kuat. Reaksi yang terjadi :



c. Asam nitrat sebagai *nitrating agent*. Reaksi yang terjadi :



d. Asam nitrat tidak stabil terhadap panas dan bisa terurai sebagai berikut :



(Kirk Othmer, 1991)

#### Kegunaan asam nitrat

1. Asam nitrat digunakan pada proses pembuatan pupuk. Contohnya adalah pupuk ammonium nitrat
2. TNT atau trinitrotoluene dibuat dari asam nitrat sebagai bahan bakunya. Contoh lainnya untuk pembuatan bahan peledak nitrogliserin.
3. Asam nitrat juga berperan penting sebagai bahan baku pembuatan bahan kimia lain seperti pembuatan pewarna.
4. Pembuatan polyamides juga menggunakan asam nitrat sebagai bahan baku antaranya. Polyamides adalah bahan pembuat karpet dan pakaian.
5. Selain polyamides, polimer lain yang membutuhkan asam nitrat dalam proses pembuatannya adalah polyurethanes. Polyurethanes adalah polimer yang digunakan dalam pembuatan peralatan listrik, sol sepatu, matras dan lem.
6. Digunakan pula sebagai calorimetric test untuk membedakan antara morfin dan heroin.