

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 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.

1.1.1 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.

1.2. 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 dan data kapasitas pabrik asam nitrat yang ada pada tabel 1.2.

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)

Tabel 1.2 Data Kapasitas Pabrik Asam Nitrat

No.	Produsen	Kapasitas (ribu ton)
1.	Agrium US, Beatrice, Neb.	145
2.	Air Products, Pace, Fla.	200
3.	Air Products, Pasadena, Tex.	110
4.	ANGUS Chemical, Sterlington, La.	65
5.	Apache Nitrogen Products, Benzon, Ariz.	140
6.	Arco Chemical, Lake Charles, La.	155
7.	CF Industries, Donaldsonville, La.	680
8.	Coastal Chem, Battle Mountain, Nev.	250
9.	Coastal Chem, St. Helens, Ore.	20
10.	DuPont, Beaumont, Tex	95
11.	DuPont, Orange, Tex.	170
12.	Dyno Nobel, Donora, Pa.	115
13.	Dyno Nobel, Louisiana, Mo	270
14.	El Dorado Nitrogen, El Dorado, Ark.	425
15.	El Dorado Nitrogen Baytown, Tex.	445
16.	Farmland Industries, Beatrice, Neb.	55
17.	Farmland Industries, Dodge city, Kan.	70
18.	Farmland Industries, Enid, Okla.	40
19.	Farmland Industries, fort Dodge, Iowa.	165
20.	First Chemical, Pascagoula, Miss.	75
21.	Hercules Incorporated, Parlin, N.J.	80
22.	LSB Industries, Cherokee, Ala.	270
23.	LSB Industries, Crystal City, Mo.	180
24.	LaRoche Industries, Orem, Utah.	80
25.	LaRoche Industries, Seneca, Ill.	160
26.	Mississippi Chemical, Yazoo City, Miss.	955
27.	Mobay, Baytown, Tex.	45
28.	Mobay, New Martinsville, W. Va.	90
29.	Nitram, Tampa, Fla.	220

30.	Nitrochem, Newell, Pa.	75
31.	Orica, Joplin, Mo	160
32.	PCS Nitrogen Fertilizer, Geismar, La.	825
33.	PCS Nitrogen Fertilizer, Lima, Ohio.	105
34.	PCS Nitrogen Fertilizer, Wilmington, N, C.	160
35.	Royster-Clark, Cincinnati, Ohio.	85
36.	Royster-Clark, East Dubuque, Ill.	110
37.	J.R. Simplot, Helm, Calif.	80
38.	J.R. Simplot, Pocatello, Idaho.	20
39.	Solutia, Pensacola, Fla.	365
40.	Terra International, Port Neal, Iowa.	255
41.	Terra International, Verdigris, Okla.	630
42.	Terra International, Woodward, Okla.	90
43.	TradeMark Nitrogen, Tampa, Fla.	35
44.	Unocal, Kennewick, Wash.	285
45.	Unocal, West Sacramento, Calif.	70
46.	Vicksburg Chemical, Vicksburg, Miss.	75
47.	PT. Multi Nitrotama Kimia di Cikampek	20

([http://en.wikipedia.org/wiki/Sulfuric acid](http://en.wikipedia.org/wiki/Sulfuric_acid))

1.2.1 Perhitungan Kapasitas

A. Kenaikan Impor Asam Nitrat pertahun

- $2013-2012 = \frac{12.568.111 - 12.990.619}{12.990.619} \times 100\% = -3,2524\%$
- $2014-2013 = \frac{15.657.478 - 12.568.111}{12.568.111} \times 100\% = 24,5809\%$
- $2015-2014 = \frac{10.875.406 - 15.657.478}{15.657.478} \times 100\% = -30,5417\%$
- $2016-2015 = \frac{14.365.929 - 10.875.406}{10.875.406} \times 100\% = 32,0955\%$

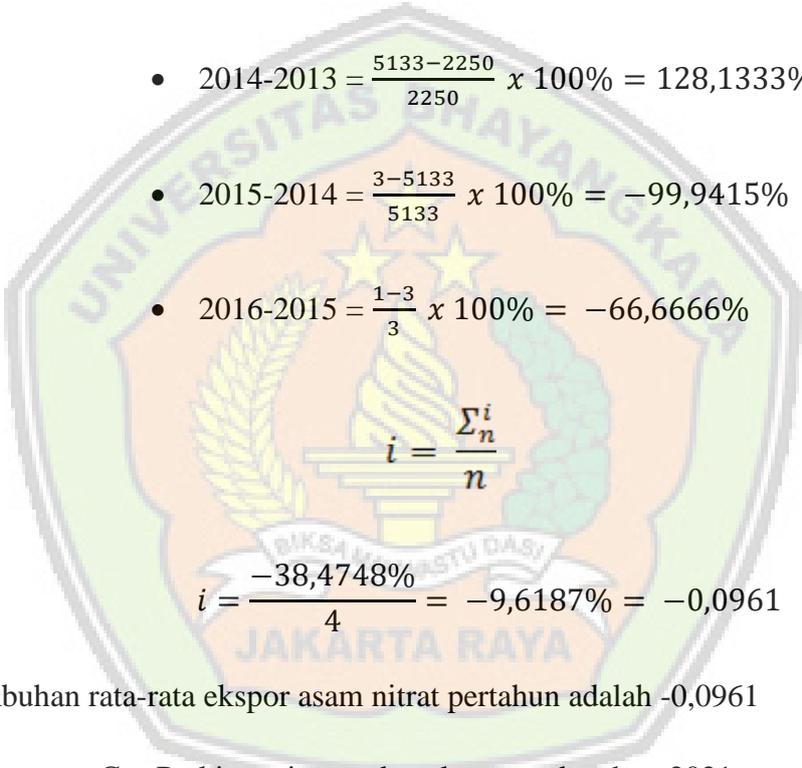
$$i = \frac{\sum_n^i}{n}$$

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

Pertumbuhan rata-rata kenaikan impor asam nitrat pertahun adalah 0,0572

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



$$i = \frac{\sum_n^i}{n} = \frac{-38,4748\%}{4} = -9,6187\% = -0,0961$$

Pertumbuhan rata-rata ekspor asam nitrat pertahun adalah -0,0961

C. Perkiraan impor dan ekspor pada tahun 2021

$$\begin{aligned} M_5 &= P (1 + i)^n \\ &= 14.365.929 (1 + 0,0572)^4 \end{aligned}$$

$$M_5 = 17.945.779,76 \text{ kg/tahun}$$

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

$$M_4 = 0,0675 \text{ kg/tahun}$$

Jadi :

$$\begin{aligned}M_1 + M_2 + M_3 &= M_4 + M_5 \\0 + 0 + M_3 &= 0,6675 \text{ kg/tahun} + 17.945.779,76 \text{ kg/tahun} \\M_3 &= 17.945.780,43 \text{ kg/tahun} \\M_3 &= \frac{17.945.780,43}{1000} \\M_3 &= 17.945,7804 \text{ ton/tahun} \\M_3 &= 20.000 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

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.

1.3. Lokasi Pabrik

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.

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 Cikampek 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 kasar. 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.

1.3.1. 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.

1.3.2. Faktor Sekunder

Faktor sekunder yang meliputi beberapa faktor dibawah ini:

1. Harga tanah dan gedung dikaitkan dengan rencana masa depan perusahaan.
2. Kemungkinan akan adanya perluasan pabrik.
3. Kemungkinan akan 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 yang mendukung dari masyarakat setempat.
9. Iklim (cuaca).
10. Keadaan tanah yang penting untuk rencana bangunan dan produksi.
11. Peraturan yang ada didaerah setempat.
12. Perumahan penduduk atau bangunan lain.

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

1.4. Tinjauan Pustaka

Asam nitrat merupakan asam yang kuat seperti asam sulfat, mudah bereaksi dengan alkali, oksida dengan membentuk garam. Asam nitrat mempunyai rumus kimia 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.

1.5. 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 disaring terlebih dahulu dengan menggunakan filter. 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 *furnish* 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 NO₂ yang selanjutnya

diumpankan menuju absorber yang berfungsi untuk mereaksikan gas NO₂ dengan air sehingga akan berbentuk asam nitrat. Produk bawah reaktor berupa asam nitrat yang akan dialirkan menuju tangki, sedangkan sisa reaksi berupa gas 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_4 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.

1.6. Kegunaan Produk

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

- a. 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.

1.7. Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku

1.7.1 Bahan Baku

A. Ammonia

1. Sifat-sifat fisika :

Rumus molekul	= 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 ³ /kg mol
ΔH°_f	= -39,222 kJ/mol
Densitas (0 °C)	= 0,682 g/cc
Warna	= tidak berwarna
Panas spesifik, 15°C	= 1,310
<i>Specific gravity</i> (-79 °C)	= 0,817
<i>Specific gravity</i> (15 °C)	= 0,617
Kelarutan dalam air (25 °C)	= 0,94%

(Kirk and Othmer, 1978)

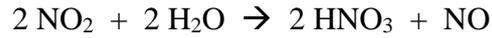
2. Sifat-sifat Kimia

a. Ammonia dapat membentuk campuran, mudah terbakar dengan udara pada nilai ambang batas (16,25% volume).

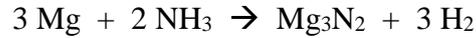
b. Bahaya ledakan ammonia akan semakin meluas apabila kontak dengan oksigen pada temperatur serta tekanan tinggi di atmosfer.

c. Dengan katalis Pt-Rhodium dioksidasi menjadi nitrogen oksida dan air untuk menghasilkan asam nitrat :

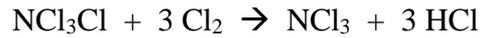
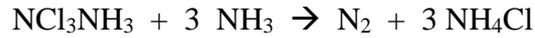




d. Ammonia dengan logam aktif, seperti magnesium akan menghasilkan nitrid :



e. Reaksi dengan halogen



f. 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
<i>Thermal conductivity</i> 0 °C	= 2,448 W/mK
Temperatur kritis	= -118,42 °C
Tekanan kritis	= 50,14 kPa
Berat molekul	= 32 gr/gmol
Nomor atom	= 8
Tingkat oksidasi	= -2
Jenis unsur	= gas
Bentuk unsur	= gas
Kalor lebur	= 3,3 kal/gram
Titik lebur	= -218,8°C
Massa jenis	= 1,14 g/mol
Specific volume gas	= 0,7541 kg/m ³
Specific gravity gas	= 1,1649

Gas	= 1,429 g/L, pada suhu 0°C
Cairan	= 1,14 g/L, pada suhu -183°C
Padat	= 1,426 g/L, pada suhu -252,5°C

(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 O₂ 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 CO₂ dan H₂O serta residu dari udara seperti N₂ dan O₂.
- e. Pada suhu yang lebih rendah dengan adanya katalis O₂, bereaksi dengan kimia organik menghasilkan oksigenated hidrokarbon.
- f. Bersifat oksidator
- g. Tidak dapat terbakar atau inflamable
- h. Untuk membantu pembakaran

(Kirk Othmer, 1991)

1.7.2 Hasil Utama

A. Asam Nitrat

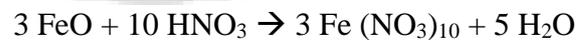
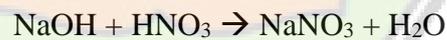
1. Sifat-sifat fisik Asam Nitrat

Rumus molekul	= HNO ₃
Bentuk	= Cair (30 °C, 1 atm)
Berat molekul	= 63,01 g/mol
Titik leleh	= -42 °C
Titik didih	= 84,8990 °C
Densitas	= 1,4826 g/cm ³ (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 ³ /kg mol
ΔH_f° (kJ.mol ⁻¹)	= -174,1
$\Delta_f G$ (kJ.mol ⁻¹)	= -80

(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)

1.7.3 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.

1.8. Tinjauan Proses Secara Umum

Reaksi pembentukan asam nitrat merupakan reaksi *irreversible* dimana gugus H yang dilepas diikat oleh natrium nitrat sehingga didapat produk yang diinginkan yaitu asam nitrat dengan rumus HNO_3 .

Asam nitrat secara komersial dapat dibuat dengan proses oksidasi dengan reaksi sebagai berikut :



Gas ammonia dan udara yang terbentuk dimasukkan ke dalam reaktor fixed bed multitube dengan katalis yang digunakan yaitu platina-rhodium yang bekerja pada suhu sekitar 750 °C dan tekanan 6 atm. Gas yang dihasilkan pada reaksi dan gas sisa reaksi keluar dari reaktor diturunkan suhunya menggunakan WHB (*Waste Heat Boiler*) yang berfungsi untuk memproduksi steam dengan memanfaatkan panas keluar reaktor sebelum dimasukkan menuju absorber. Absorber berfungsi untuk menyerap dan mereaksikan NO₂ dengan menggunakan air menjadi asam nitrat.

