

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asam nitrat merupakan salah satu asam kuat yang terdapat di alam dalam bentuk garam-garam nitrat. Asam ini diperkirakan berasal dari mineral natrium nitrat. Sejak dahulu asam nitrat dipakai untuk memisahkan emas dari perak, serta untuk melarutkan logam – logam dasar. Asam nitrat juga merupakan agen pengoksidasi, sehingga asam nitrat banyak digunakan sebagai bahan baku industri kimia, seperti industri obat-obatan, fiber sintesis, insektisida dan fungisida serta paling banyak digunakan dalam pembuatan amonium nitrat pada industri pupuk. Nitrat organik (nitrogliserin, glikol nitrat, selulosa nitrat) dan senyawa-senyawa nitro (TNT, RDX, asam pikrat) semuanya membutuhkan asam nitrat untuk sintesisnya.

Asam nitrat kualitas komersial diproduksi sesuai spesifikasi, biasanya dengan konsentrasi 53,4 % - 68,7 % berat. Asam konsentrasi tinggi (94,5% - 95,5%) dikenal sebagai asam nitrat pekat dan diproduksi dalam kilang yang dirancang khusus, karena itu biayanya lebih mahal. Asam nitrat dapat juga dibuat menjadi asam nitrat encer melalui distilasi ekstraksi dengan bahan dehidrasi yang kuat, seperti asam sulfat dan magnesium sulfat.

Mengingat banyaknya industri kimia yang menggunakan asam nitrat sebagai bahan baku maupun bahan penunjang, maka perlu untuk

meningkatkan produksi asam nitrat dalam negeri sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap luar negeri.

Dari uraian diatas dapat dilihat pendirian pabrik asam nitrat di Indonesia perlu dilakukan karena didukung oleh alasan-alasan sebagai berikut :

1. Untuk memenuhi kebutuhan asam nitrat di dalam negeri yang setiap tahun terus meningkat, sedangkan industri asam nitrat di Indonesia belum mencukupi kebutuhan asam nitrat dalam negeri.
2. Mengurangi ketergantungan impor dan juga dapat menghemat devisa negara.
3. Pendirian pabrik asam nitrat diharapkan dapat mendorong berdirinya industri hilir yang menggunakan asam nitrat sebagai bahan baku dan bahan penunjang, sehingga akan mendorong perkembangan industri di Indonesia.
4. Pendirian pabrik ini akan membuka lapangan kerja baru, sehingga dapat mengurangi masalah pengangguran.

1.2 Kapasitas Rancangan

Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik asam nitrat diperlukan pertimbangan dari beberapa hal, sebagai berikut :

1. Ketersediaan jumlah bahan baku

Bahan baku dapat diperoleh dari dalam negeri. Bahan baku asam nitrat yaitu amonia dapat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur

yang memproduksi amonia sebesar 445.000 ton/tahun dan oksigen dapat diperoleh dari udara.

2. Kapasitas minimal pabrik asam nitrat yang dapat menghasilkan keuntungan yaitu 54.960 ton/tahun .
3. Kebutuhan impor asam nitrat.

Pemenuhan kebutuhan asam nitrat di dalam negeri merupakan target utama didirikannya pabrik ini, namun tidak menutup kemungkinan dilakukannya ekspor. Untuk itu harus dilihat dahulu acuan utama untuk menentukan kapasitas produksi yang optimal berdasarkan data kebutuhan asam nitrat di dalam negeri.

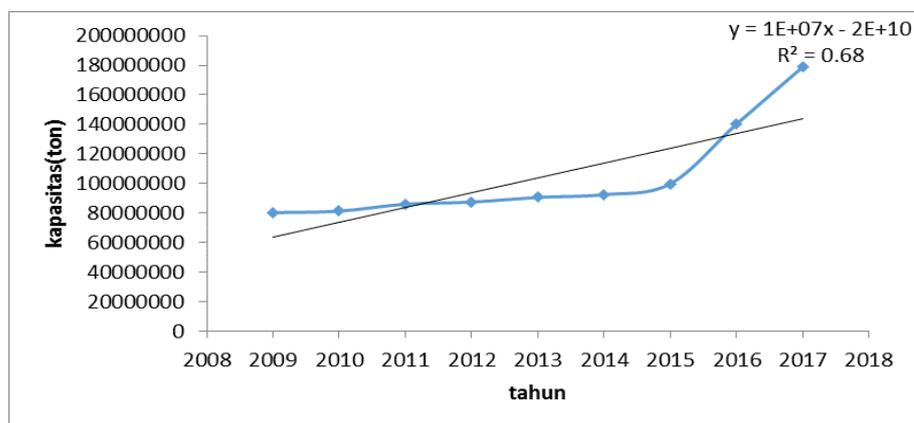
Kebutuhan asam nitrat sampai saat ini sebagian masih dipenuhi dengan mengimpor dari negara-negara Belgia, Luxemburg, Belanda, Austria, Jerman, Inggris, RRC, Australia, Perancis, Singapura, Jepang dan Korea.

Berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik (BPS) tentang pemenuhan kebutuhan asam nitrat dari impor 9 tahun terakhir, yaitu mulai dari tahun 2009 – 2017 dan proyeksi permintaan produk ini pada tahun 2023 adalah sebagai berikut :

Tabel 1.1 Data Impor Asam Nitrat / Tahun

Tahun	Kapasitas (kg)
2009	80.243.017
2010	81.259.757
2011	85.987.313
2012	87.390.619
2013	90.568.111
2014	92.357.478
2015	99.675.406
2016	140.065.929
2017	178.775.085

Gambar.1 grafik kebutuhan asam nitrat di Indonesia



Dari grafik didapat persamaan :

$$Y = 10.000.000x - 20.000.000.000$$

Dengan :

x : tahun ke

Jadi untuk tahun 2023 diperkirakan indonesia membutuhkan asam nitrat ± 230.000.000 kg/tahun atau sekitar 230.000 ton/tahun.

4. Skala komersial pabrik yang didirikan

Di Indonesia, pabrik asam nitrat yang sudah berdiri adalah PT. Multi Nitrotama Kimia dengan kapasitas maksimum 54.960 ton/tahun. Sedangkan tingkat kebutuhan akan asam nitrat ini tentunya akan bertambah dan pada tahun 2023 diprediksi sebesar 230.000 ton. Untuk memproduksi asam nitrat harus diperhitungkan juga kapasitas produksi yang menguntungkan. Kapasitas produksi secara komersial yang telah ada terlihat pada tabel berikut :

No	Pabrik	Kapasitas (Ton)
1	Agrium US, Beatrice, Neb	145.000
2	Air Products, Pace, Fla	200.000
3	Air Products, Pasadena, Tex	110.000
4	ANGUS Chemical, Sterlington, La	65.000
5	Apache Nitrogen Products, Benson, Ariz	140.000

6	Arco Chemical, Lake Charles, La	155.000
7	Mississippi Chemical, Yazoo City, Miss.	955.000
8	Unocal, West Sacramento, Calif.	70.000
9	Terra International, Woodward, Okla.	90.000

Berdasarkan keempat pertimbangan tersebut maka perancangan pabrik asam nitrat ini dipilih kapasitas 80.000 ton/tahun dengan tujuan :

1. Dapat memenuhi 35 % kebutuhan asam nitrat di Indonesia pada tahun 2023 yang mencapai 230.000 ton/tahun.
2. Dapat memberikan keuntungan karena kapasitas secara komersial yang masih memberikan keuntungan adalah 55.000 hingga 955.000 ton per tahun.

1.3 Lokasi Pabrik

Adapun lokasi pendirian pabrik asam nitrat ini direncanakan di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan :

1. Lokasi Sumber Bahan Baku

Sumber bahan baku diproduksi oleh PT. Petrokimia Gresik, Jatim yaitu memproduksi amonia sebesar 445.000 ton/tahun.

(Sumber: CIC)

2. Lokasi Pemasaran

Merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap studi kelayakan proyek, karena pemasaran yang tepat akan mendatangkan keuntungan dan menjamin kelangsungan produk. Lokasi yang dipilih adalah Gresik karena dekat dengan pemasaran yaitu industri yang menggunakan asam nitrat sebagai bahan bakunya.

3. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan salah satu modal untuk mendirikan pabrik. Dengan mendirikan pabrik ini di Gresik akan dapat menyerap tenaga kerja potensial cukup banyak.

4. Transportasi

Transportasi sangat diperlukan baik untuk bahan baku maupun untuk pemasaran produk. Transportasi meliputi rel kereta api, jalan raya, dan sebagainya. Transportasi yang baik akan memudahkan pengangkutan dan pendistribusian produk.

5. Pemilihan Iklim

Lokasi yang dipilih merupakan daerah yang cukup stabil dan tidak menyulitkan konstruksi sehingga memungkinkan operasi pabrik berjalan lancar.

6. Kedekatan dengan Pusat Industri

Di Gresik sudah terdapat berbagai industri sehingga utilitas dan persiapan bahan lebih mudah diusahakan dan pabrik baru akan lebih mudah didirikan.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam - macam Proses

Asam nitrat secara umum dibuat berdasar pada proses oksidasi ammonia . Proses pembuatan asam nitrat secara garis besar dapat dibagi berdasar kadar asam nitrat yang dihasilkan, yaitu :

1. Pembuatan asam nitrat lemah

Proses ini menghasilkan asam nitrat dengan kadar hingga 60 %.

Adapun proses nya sendiri dibagi dalam dua katagori yang dibedakan berdasar tekanan operasi. Katagori proses tersebut adalah

A. Proses Atmosferik

Pada plant menggunakan tekanan atmosferik ini, efisiensi dalam hal penggunaan ammonia dan katalis cukup baik. Suhu operasi yang digunakan sekitar 800°C. Campuran oksigen dan ammonia yang diumpankan ke konverter komposisinya terdiri dari campuran 9,5-11% ammonia. Gas keluaran mengandung nitrogen oxide dan udara excess, yang kemudian dilewatkan ke waste-heat boiler . Keluar dari boiler, gas masuk ke condenser sebelum akhirnya diumpankan ke absorber. Kolom absorber yang digunakan untuk proses ini biasanya berjumlah 7 buah. Setelah melewati kolom absorber, panas reaksi dari gas tersebut dibuang melalui acid cooler. Konstruksi menara absorpsi cukup sederhana tetapi membutuhkan area yang luas. Proses komersial yang menganut proses atmosferik ini adalah Proses *Wisconsin*.

B. Proses Bertekanan

Spesifikasi bahan baku yang digunakan dalam proses bertekanan ini sama dengan proses atmosferik. Juga dalam hal katalis Platinum yang digunakan. Dalam proses bertekanan terdapat 2 jenis pilihan proses yaitu :

1. Proses Bertekanan Menengah (*Medium Pressure*)

Proses komersial yang menggunakan kondisi operasi medium proses ini adalah *Montecatini proses*, dimana suhu operasi yang digunakan sebesar 850°C dengan tekanan 40 psi. Asam yang dihasilkan memiliki kadar 60%. Proses lain adalah *Kuhlman* dengan kadar asam yang dihasilkan sebesar 70% dengan kondisi operasi yang nyaris sama dengan *Montecatini*.

2. Proses Bertekanan Tinggi (*High Pressure*)

Proses komersial yang menggunakan tekanan tinggi adalah proses *Du Pont* Proses ini menggunakan tekanan 7 - 8 atm di reaktor dan di absorber. Proses meliputi tiga tahap, yaitu oksidasi amonia dengan udara dengan bantuan katalis Pt – Rh, kemudian dilanjutkan dengan oksidasi nitrogen oksida (NO) menjadi nitrogen dioksida (NO₂) dan yang terakhir adalah absorpsi NO₂ dengan air membentuk asam nitrat.

2. Pembuatan Asam Nitrat Kuat

Proses diatas memproduksi asam nitrat dengan konsentrasi 50-70% wt., sedangkan banyak proses lain dikembangkan untuk memperoleh asam nitrat dengan konsentrasi hingga 100%. Adapun prosesnya secara umum dibagi 2, yaitu:

1. *Direct Proses*.

Dalam proses ini, pada proses pembakaran ammonia, air yang dihasilkan diambil dengan pendinginan secara cepat. Ada 2 pilihan lanjutan proses,

pertama NO_x teroksidasi dipisahkan dengan absorpsi menggunakan asam nitrat pekat. Kemudian diumpankan ke dalam reactor bertekanan dan menghasilkan asam pekat. Cara kedua adalah dengan mereaksikan gas NO_x dengan asam azeotropic menghasilkan asam pekat. Untuk pemurniannya dapat dilakukan dengan distilasi sehingga asam azeotrop terpisah.

2. *Indirect Proses.*

Proses ini merupakan lanjutan dari proses konvensional dimana asam nitrat yang dihasilkan sekitar 50-60%. Pada asam lemah tersebut kemudian ditambahkan zat ketiga yang berfungsi mengekstraksi air sehingga kadar asam nitrat yang dihasilkan lebih tinggi.

Ada 2 tipe proses *indirect*, yaitu :

a) Sulfuric acid Proses

Dimana asam sulfat berlaku sebagai *extracting* dan *rectification agent*

b) Magnesium Nitrat Proses

Pada proses ini *extracting agent* yang digunakan adalah larutan magnesium nitrat

1.4.2 Kegunaan Produk

1. Industri Amonium Nitrat

Sebagian besar produk asam nitrat digunakan oleh industri amonium nitrat (untuk industri pupuk).

2. Industri Elektroplating

Industri yang menggunakan elektroplating antara lain : industri appliances, marina, air craft, container, metal dan industri elektronika.

3. Industri bahan peledak

Penggunaan asam nitrat dalam industri bahan peledak adalah sebagai pembuat nitrogliserin.

4. Industri Insektisida

5. Industri steel refining

6. Industri fiber sintetik

7. Industri plastik

8. Industri zat warna

9. Industri farmasi

10. Ion exchange dan solvent extraction

1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.3.1 Bahan Baku

1.4.3.1.1 Amonia

◆ *Sifat Fisis*

Rumus Molekul	:	NH ₃
Berat Molekul	:	17,03
Wujud	:	Cairan
Kenampakan	:	Tidak berwarna
Titik didih (°C)	:	-33,4
Titik Leleh (°C)	:	- 77,7

Temperatur kritis ($^{\circ}\text{C}$): 132,4
Tekanan Kritis (atm) : 111,5
Densitas (lb/cuft) : 38,50 (60°C)
Kelarutan : Larut dalam air

◆ *Sifat Kimia*

1. Oksidasi pada temperatur tinggi dengan menggunakan KMnO_4 menghasilkan nitrogen dan air



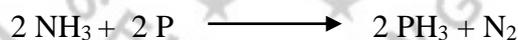
Demikian juga oksidasi oleh chlorine :



2. Reaksi dengan air adalah reversible

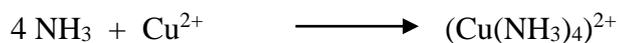
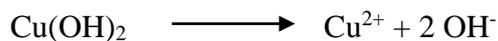
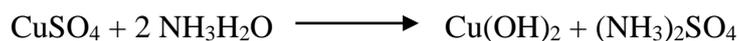


3. Bereaksi dengan fosfor membentuk fosfin



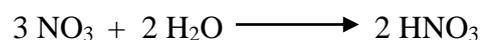
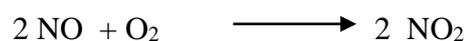
4. Larutan amonia bereaksi dengan cupri sulfat membentuk cuprihidroksida dan ammonium sulfat.

Reaksi :



5. Oksidasi amonia dengan katalis Platinum – Rhodium menghasilkan nitrogen oksida dan air untuk menghasilkan asam nitrat.

Reaksi :



1.4.3.1.2 Udara

Tabel 1.2. Sifat Fisis bahan baku udara

Sifat Fisis	N ₂	O ₂
Berat Molekul	28,02	32
Wujud	Gas	Gas
Kenampakan	Tidak berwarna	Tidak berwarna
Spesific gravity	12,5	1,7
Titik didih (1 atm, °C)	-195,8	-183
Titik leleh (°C)	-209,86	-218,4
Temperatur kritis (°C)	-147,1	-118,8
Tekanan kritis (atm)	33,5	49,7

Sifat Kimia

Oksigen bereaksi dengan semua elemen kecuali dengan gas – gas seperti He, Ne, dan Rn. Oksigen akan melepaskan elektro negatif valensi dua dalam kombinasi dengan elemen kimia lainnya. Sebagian elemen yang bergabung dengan oksigen dalam lebih dari satu rasio karena variabel dalam elemen lain atau adanya struktur molekuler oksigen (udara).

1.4.3.2 Produk

Sifat Fisis

Rumus Molekul : HNO₃

Berat Molekul : 63,02

Wujud	: Cairan
Kenampakan	: Tidak berwarna
Titik didih ($^{\circ}\text{C}$)	: 86
Titik Leleh ($^{\circ}\text{C}$)	: - 42
Temperatur kritis ($^{\circ}\text{C}$)	: 132,5
Tekanan Kritis (atm)	: 111,52
Densitas (g / ml)	: 1,2839 (80°C)
Panas spesifik (kal/g $^{\circ}\text{C}$)	: 0,640 (20°C)
Sifat	: Korosif
Kelarutan	: Larut dalam air

Sifat Kimia

1. Reaksi sebagai asam

Asam nitrat merupakan asam monobasa yang kuat, yang mudah bereaksi dengan alkali, oksidasi dan senyawa basa dalam bentuk garam. Reaksi dengan amonia membentuk ammonium nitrat sebagai pupuk yang merupakan produk industri yang terbesar dengan HNO_3 sebagai bahan baku.

2. Reaksi sebagai pengoksidasi

Asam nitrat merupakan salah satu oksidator kuat. Bahan-bahan organik seperti terpentin, charcoal dan serbuk gergaji yang dioksidasi dengan hebat dan alkali dapat bereaksi dengan eksplosif dengan HNO_3 pekat. Hasil produksi asam nitrat bervariasi, sesuai dengan konsentrasi asam dan kekuatan zat pereduksi yang bereaksi dengan asam nitrat.

3. Reaksi sebagai zat penitrasi

Asam nitrat membentuk senyawa ester dari nitro dengan bahan-bahan organik. Asam nitrat juga dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa organik dimana asam yang ada berfungsi sebagai zat pengoksidasi dan juga sebagai sumber ion hidrogen. Pembentukan nitrat organik dengan esterifikasi yaitu O – nitrasi, termasuk reaksi dengan kelompok hidroksil.



Esterifikasi dalam asam nitrat termasuk reaksi penting dalam industri, yaitu reaksi dengan gliserol membentuk nitrogliserin dan reaksi dengan selulosa membentuk nitroselulosa.

1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum

- Oksidasi Amonia

Oksidasi katalitik merupakan langkah awal dalam pembuatan asam nitrat. Hasil oksidasi dalam katalis Pt – Rh adalah nitrogen oksida. Hasil oksidasi ini tergantung pada temperatur, tekanan, kecepatan aliran gas dan tipe katalis. Yield akan meningkat dengan meningkatnya temperatur, meskipun meningkatnya yield seimbang dengan katalis yang hilang pada temperatur tinggi.

Reaksi :



K (Harga kesetimbangan reaksi) : $2,11 \cdot 10^{19}$ pada suhu 700 K
(*Ref:ullman's, 7th edition*)

Harga K sangat besar, dengan demikian reaksi dianggap irreversibel. Tingginya tekanan operasi akan mengurangi yield nitrogen oksida, meskipun efek sangat kecil.

Tabel 1.3 Efek Tekanan terhadap Yield Nitrogen Oksida

Tekanan (atm)	Konversi NH ₃ menjadi NO (%)	Temperatur Pembakaran (°C)
1	97,5	840
5	96,5	890
10	94	910

Sumber : Meyers, 1985

Meningkatnya tekanan akan meningkatkan jumlah amonia yang dapat terjadi jika produk (NO) bereaksi dengan reaktan (NH₃) dengan cara back diffusi. Kondisi ini dapat dijaga dengan cara mengatur waktu kontak amonia dengan udara dalam katalis. Jika reaksi diatas sangat cepat akan diikuti reaksi :



▪ Oksidasi Lanjutan

Gas NO yang keluar dari reaktor diturunkan suhunya segera. Dengan adanya oksigen berlebih dan suhu yang lebih rendah (300 °C) maka konversi NO menjadi NO₂ menjadi 99,5 %.



▪ Absorpsi NO₂

Pada prinsipnya kontak antar gas dengan cairan dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain :

- Aliran cairan dalam bentuk film pada kolom tegak atau miring seperti pada kolom dinding terbasahi (WWC)

- Gas didispersikan melalui cairan sebagai satu aliran atau gelembung (seperti bubble kolom, kolom plate)
- Cairan didispersikan melalui gas sebagai tetesan atau pancaran seperti kolom dengan percikan (spray tower), kolom dengan pancaran (jet).

