

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan industri manufaktur di berbagai sektor di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan, termasuk industri kimia. Industri kimia berperan penting dalam menghasilkan berbagai produk bernilai ekonomi tinggi yang dapat digunakan sebagai produk akhir maupun sebagai bahan baku dalam industri lain. Salah satu produk industri kimia yang mengalami pertumbuhan pesat di Indonesia adalah asam nitrat (Badan Pusat Statistik, 2024).

Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), yang dikenal juga dengan nama aqua fortis, asam azotik, dan hidrogen nitrat, merupakan salah satu asam kuat dengan sifat pengoksidasi yang tinggi serta kemampuan untuk menitrasi senyawa organik (Othmer, 1962). Asam nitrat digunakan dalam berbagai industri, termasuk produksi bahan peledak, obat-obatan, insektisida, fungisida, pewarna, serta serat sintetis. Produksi asam nitrat secara komersial umumnya menggunakan amonia sebagai bahan baku utama melalui proses *ostwald*, yang melibatkan oksidasi katalitik amonia dengan udara untuk menghasilkan nitrogen oksida yang kemudian diserap oleh air membentuk asam nitrat (Perry, 1997).

Sebanyak 80% produksi asam nitrat global digunakan dalam pembuatan amonium nitrat dan kalsium amonium nitrat. Dari jumlah tersebut, sekitar 35% amonium nitrat dimanfaatkan sebagai bahan peledak dalam industri pertambangan, sedangkan 65% amonium nitrat dan seluruh kalsium amonium nitrat digunakan dalam industri pupuk. Sisanya, sekitar 20%, digunakan dalam pembuatan bahan kimia organik seperti nitrobenzena (3,6%), dinitrotoluen (2,8%), asam adipat (2,7%), dan nitroklorobenzena (1,8%). Selain itu, asam nitrat juga digunakan sebagai propelan roket, pemrosesan bahan bakar nuklir, serta pemurnian logam mulia seperti emas dan platina (Martin, 2016).

Perkembangan industri di Indonesia semakin pesat, terutama pada sektor industri padat modal dan teknologi. Peningkatan signifikan juga terjadi dalam

industri kimia, dimana asam nitrat menjadi salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan. Menurut data Badan Pusat Statistik (2025), kebutuhan asam nitrat di Indonesia mengalami fluktuasi setiap tahun, dengan impor 36.076 ton pada tahun 2024. Asam nitrat merupakan bahan kimia dasar yang banyak digunakan dalam berbagai industri, termasuk industri bahan peledak, pembuatan bahan organik sintesis, zat warna, obat-obatan, dan selulosa nitrat.

Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, Indonesia mengandalkan produksi domestik serta impor dari luar negeri. Melihat tren peningkatan kebutuhan asam nitrat yang terus meningkat, pendirian pabrik asam nitrat di Indonesia menjadi alternatif yang strategis. Selain memenuhi kebutuhan pasar domestik, produksi dalam negeri juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor, membuka lapangan kerja baru, serta meningkatkan devisa negara.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Kebutuhan akan Asam Nitrat di Indonesia dan luar negeri sangat besar. Asam Nitrat dapat digunakan sebagai *nitrating agent*, *oxidizing agent*, pelarut, katalis dan *hydrolizing agent*. Melihat hal tersebut, Indonesia memiliki peluang untuk memproduksi Asam Nitrat dalam pemenuhan kebutuhan ekspor dunia dan digunakan sendiri sehingga meningkatkan devisa Indonesia sehingga perlu adanya rancangan pabrik Asam Nitrat.

## **1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik**

Tujuan dari prarancangan pabrik asam nitrat ini adalah menerapkan ilmu disiplin Teknik kimia khususnya di bidang rancangan, proses, dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan prarancangan pendirian suatu pabrik asam nitrat dari ammonia dan oksigen dengan proses oksidasi.

## **1.4 Manfaat**

Manfaat dari prarancangan pabrik ini agar mahasiswa lebih memahami dan mampu merealisasikan ilmu yang didapat selama perkuliahan dalam bentuk prarancangan pabrik asam nitrat dengan kapasitas dan hasil produksi yang lebih baik. Selain alasan tersebut pendirian pabrik asam nitrat juga memiliki manfaat.

1. Memenuhi dan mengoptimalkan penggunaan asam nitrat.
2. Menambah devisa negara.
3. Terbentuknya lapangan kerja.
4. Memberikan nilai ekonomis pada bahan baku.
5. Adanya proses alih teknologi karena produk yang diperoleh dengan teknologi modern membuktikan bahwa sarjana Indonesia mampu menyerap teknologi modern sehingga tidak bergantung kepada negara lain.
6. Meningkatkan kesejahteraan rakyat.

### 1.5 Batasan Masalah

Di dalam penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik asam nitrat ini, penyusun membatasi hanya pada *flowsheet (steady state)*, pabrik asam nitrat, *dynamic mode*, neraca massa, neraca energi, spesifikasi peralatan, analisa ekonomi, unit utilitas, *Autodesk P&ID*, *Aspen Hysys*, *Autodesk Plant 3D* dan tugas khusus.

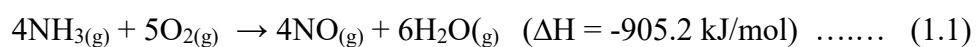
### 1.6 Pemilihan Proses

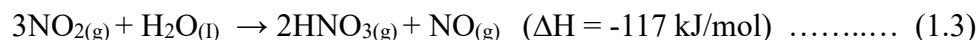
Macam-macam proses pembuatan asam nitrat dibagi menjadi tiga macam.

1. Proses Oksidasi
2. Proses Retort
3. Proses Wisconsin

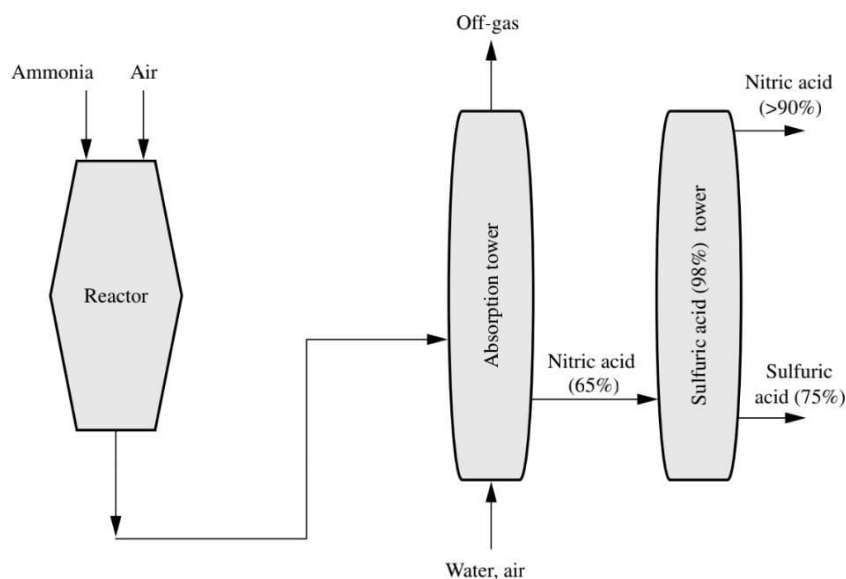
#### 1.6.1 Proses Oksidasi

Proses Oksidasi ini udara dikompresi menjadi 100 psi atau sekitar 6 atm yang sebelumnya disaring dengan menggunakan filter. Ammonia diuapkan dengan *vaporizer* dan dipisahkan dengan separator yang selanjutnya dicampur dengan udara yang sudah dikompresi. Sebelum masuk reaktor udara dan Ammonia dipanaskan terlebih dahulu dengan menggunakan *Heat Exchanger* agar dicapai suhu yang diinginkan. Di dalam reaktor terjadi proses oksidasi antara ammonia dan udara dengan reaksi sebagai berikut (Kirk and Othmer, 1981).





Campuran udara dan ammonia dimasukkan ke dalam reaktor yang berisi katalisator *platinum-rhodium* (Pt-Rh) 2-10%, pada tahap pertama ammonia mengalami oksidasi secara katalitik dengan oksigen yang menghasilkan nitrogen oksida (NO). Selanjutnya, NO yang dihasilkan akan mengalami oksidasi kembali dalam reaksi kedua untuk membentuk nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>). Kemudian pada reaksi ketiga nitrogen dioksida diabsorpsi dengan air dalam kolom absorber membentuk asam nitrat (Thieman,M., dkk, 2012) untuk menghasilkan asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) dengan konsentrasi 60-65%. Produk bawah dari absorber berupa asam nitrat akan dialirkan menuju tangki penyimpanan, sedangkan sisa gas hasil reaksi akan dikeluarkan melalui bagian atas absorber (Ullman, 2012).



**Gambar 1.1** Flowsheet Proses Oksidasi

**Sumber:** (Chemical and Process Design Handbook, 2002)

**Tabel 1.1** Uji ekonomi awal proses oksidasi

Bahan	Berat Molekul (g/mol)	Harga(Rp/kg)	Sumber
Amonia (NH <sub>3</sub> )	17,031	5.500	Indochemical
Oksigen (O <sub>2</sub> )	32	48.000	Indochemical
Asam nitrat (HNO <sub>3</sub> )	63,01	100.000	Indochemical

**Sumber:** Indochemical, 2025.

Berdasarkan data diatas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal sebagai berikut:

$$PE = \text{harga produk} - \text{harga bahan baku} \dots\dots\dots (1.4)$$

$$PE = ( \text{BM Asam Nitrat} \times \text{Harga} ) - \{ ( \text{BM Amonia} \times \text{Harga} ) + ( \text{BM Oksigen} \times \text{Harga} ) \}$$

$$= ( 63,01 \times 100.000 ) - \{ ( 17,031 \times 5.500 ) + ( 32 \times 48.000 ) \}$$

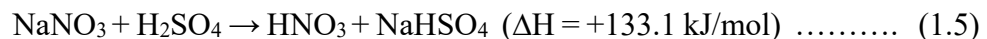
$$= 6.301.000 - \{ (93.670) + 1.536.000 \}$$

$$= 6.301.000 - (1.629.670)$$

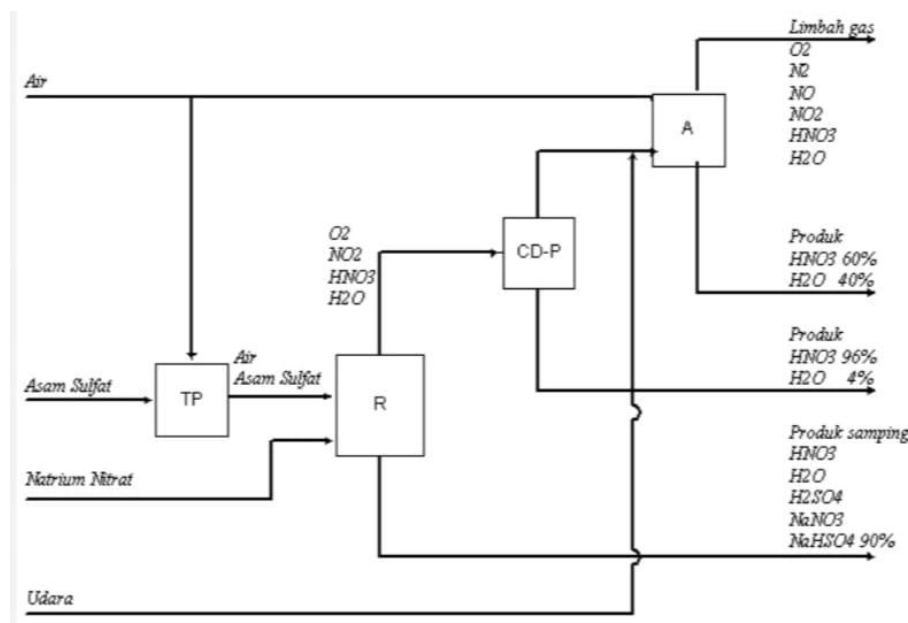
$$= \text{Rp } 4.671.330 / \text{kg}$$

### 1.6.2 Proses Retort

Proses Retort menggunakan bahan baku natrium nitrat dan asam sulfat (98%). Reaksi yang terjadi pada reaktor adalah reaksi eksotermis antara natrium nitrat dan asam sulfat dengan reaksi yang terjadi.



Bahan baku natrium nitrat dan asam sulfat masuk reaktor tangki berpengaduk. Reaktor di panaskan secara isothermal pada suhu operasi 150-200°C selama 12 jam. Selama waktu proses asam nitrat mengalami dekomposisi karena panas reaksi yang terjadi maka untuk mengurangi dekomposisi suhu reaktor harus dijaga. Asam nitrat menguap pada suhu 110-130°C, kemudian dilewatkan kondensor parsial. Hasil gas dan embunan dipisahkan dengan separator, cairan asam nitrat hasil konsentrasinya 96-99%. Gas yang tidak terembunkan berkisar antara 10-12% dari asam nitrat dengan 60-70%. Hasil samping reaktor berupa campuran NaHSO<sub>4</sub> dan zat yang tidak bereaksi disebut *either cake*. *Either cake* dapat digunakan pada industri baja dan juga dapat sebagai bahan baku asam klorida bila direaksikan dengan garam natrium klorida.



**Gambar 1.2** Flowsheet Proses Retort

**Tabel 1.2** Uji ekonomi awal proses retort

Bahan	Berat Molekul	Harga(Rp/kg)	Sumber
Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	98,08 kg/mol	95.000	Indochemical
Natrium Nitrat ( $\text{NaNO}_3$ )	85 kg/mol	7.575	Indochemical
Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ )	63,01 kg/mol.	100.000	Indochemical
Sodium Bisulfat ( $\text{NaHSO}_4$ )	12,06	7.377	Indochemical

**Sumber:** Indochemical, 2025.

Berdasarkan data diatas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal.

$$\text{PE} = \text{harga produk} - \text{harga bahan baku} \dots\dots\dots (1.6)$$

$$\text{PE} = (\text{BM Asam Nitrat} \times \text{Harga}) - \{(\text{BM Asam Sulfat} \times \text{Harga}) + (\text{BM Natrium Nitrat} \times \text{Harga}) + (\text{BM Sodium Bisulfat} \times \text{Harga})\}$$

$$= (63,01 \times 100.000) - \{(98,08 \times 95.000) + (85 \times 7.575) + (12,06 \times 7.377)\}$$

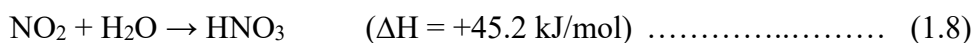
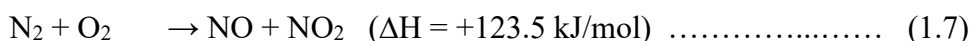
$$= 6.301.000 - (10.298.400 + 643.875 + 88.966)\}$$

$$= \text{Rp } 1.301.643/\text{kg}$$

### 1.6.3 Proses *Wisconsin*

Proses Wisconsin dikembangkan oleh Universitas Wisconsin selama Perang Dunia II sebagai metode fiksasi termal langsung nitrogen. Dalam proses ini, nitrogen bereaksi dengan magnesita panas, kemudian segera didinginkan untuk menghasilkan nitrogen oksida dengan konsentrasi 1–2%. Selanjutnya, campuran gas tersebut dipisahkan menggunakan tiga lapisan silika gel untuk menghilangkan kandungan air dan mengubah nitrogen oksida menjadi nitrogen dioksida. Nitrogen dioksida kemudian dikontakkan dengan air sehingga terbentuk asam nitrat (Uhde, 2009).

Sebelumnya, metode lain untuk menghasilkan asam nitrat dikembangkan oleh Lord Rayleigh (John William Strutt) dengan memisahkan nitrogen (N<sub>2</sub>) dan oksigen (O<sub>2</sub>) dari udara menggunakan listrik bertegangan tinggi. Namun, metode ini tidak lagi banyak digunakan karena sulit dijalankan dan memerlukan suhu tinggi hingga 2.200°C. Pada proses Wisconsin, reaksi utama yang terjadi.



Kadar asam nitrat yang dihasilkan dari proses ini dapat ditingkatkan hingga 15% menggunakan metode fiksasi nuklir nitrogen. Namun, metode tersebut dianggap tidak ekonomis untuk produksi skala besar (Foxtrot Team, 2012).

**Tabel 1.3 Uji ekonomi awal wisconsin**

Bahan	Berat Molekul	Harga(Rp/kg)	Sumber
Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> )	46,0	81.785	<i>Indochemical</i>
Air (H <sub>2</sub> O)	18,02 kg/mol	5.000	<i>Indochemical</i>
Asam Nitrat (HNO <sub>3</sub> )	63,01 kg/mol.	100.000	<i>Indochemical</i>

**Sumber:** *Indochemical*, 2025.

Berdasarkan data diatas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal.

$$\text{PE} = \text{harga produk} - \text{harga bahan baku} \quad \dots\dots\dots (1.9)$$

$$\text{PE} = (\text{BM Asam Nitrat} \times \text{Harga}) - \{(\text{BM Nitrogen Dioksida} \times \text{Harga}) + (\text{BM Air} \times \text{Harga})\}$$

$$\begin{aligned}
 &= ( 63,01 \times 100.000 ) - \{ ( 46,0 \times 81.785 ) + ( 18,02 \times 5.000 ) \} \\
 &= 6.301.000 - ( 3.762.110 + 90.100 ) \\
 &= \text{Rp } 2.448.790/\text{kg}
 \end{aligned}$$

#### 1.6.4 Perbandingan Proses

Berdasarkan teknologi proses yang telah dijelaskan sebelumnya, maka diperoleh perbandingan pembuatan asam nitrat antara Proses Oksidasi, Proses Retort dan Proses Wisconsin dapat dilihat pada Tabel 1.4.

**Tabel 1.4** Perbandingan Proses Pembuatan Asam Nitrat

Parameter	Proses Oksidasi	Proses Retort	Proses Wisconsin
Bahan Baku	NH <sub>3</sub> dan O <sub>2</sub>	NaNO dan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub> dan H <sub>2</sub> O
Kondisi Operasi	Tekanan: 4,93-5,92 atm Suhu: 700-900 °C	Tekanan: 6-8 atm Suhu: 150-200 °C	Suhu: 2200 °C
Konversi	93-95%	95-97%	15%
Jenis Reaktor	<i>Plug Flow Reactor</i>	<i>Continuous Stirred Tank Reactor</i>	<i>Plug Flow Reactor</i>
Kelebihan	Pengoperasiannya mudah karena biaya yang digunakan lebih murah (ekonomis) serta bahan baku NH <sub>3</sub> & O <sub>2</sub> lebih mudah didapatkan di Indonesia	Kemurnian produk sangat tinggi dengan konsentrasi asam nitrat 99%	Produksi asam nitrat dapat ditingkatkan menjadi 15% dengan fiksasi nuklir nitrogen dengan bahan baku N <sub>2</sub> dan O <sub>2</sub>
Kekurangan	Suhu operasi yang tinggi	Sulit pengoperasian dan pengendalian karena terjadi reaksi eksotermis antara natrium nitrat dan asam sulfat	NO <sub>2</sub> yang didapatkan sangat sedikit yaitu 2%

Dari proses yang telah diuraikan dipilih proses oksidasi ammonia, karena pada proses retort bahan baku natrium nitrat hanya bisa didapatkan dari luar negeri



yaitu chile. Sehingga kurang efisien, dan kadar asam nitrat yang di dapatkan akan lebih tinggi menggunakan proses oksidasi ammonia.

Dari perbandingan proses pembuatan Asam nitrat diatas maka proses yang dipilih adalah Proses Oksidasi dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Mudahnya Proses Oksidasi akan menghemat biaya operasional.
2. Bahan baku yang digunakan lebih murah proses oksidasi dibandingkan dengan proses retort.
3. Proses dan alat yang digunakan sederhana, sehingga biayanya lebih murah
4. Bahan baku yang diperlukan untuk proses oksidasi mudah didapatkan dengan jumlah yang berlimpah.

#### **1.6.5 Kapasitas Pabrik**

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknis dan ekonomis. Semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas pabrik yaitu data kebutuhan asam nitrat di Indonesia yang akan diuraikan berikut ini.

##### **1.6.5.1 Data Kebutuhan Asam nitrat**

Penentuan kapasitas produksi asam nitrat didasarkan pada data impor dari Badan Pusat Statistik 2020 sampai 2024. Data kebutuhan asam nitrat dapat dilihat pada Tabel 1.5.

**Tabel 1.5** Data Kebutuhan Impor Asam nitrat di Indonesia

<b>No.</b>	<b>Tahun</b>	<b>Ton/Tahun</b>
1.	2020	17.448,51
2.	2021	27.623,82
3.	2022	26.639,53
4.	2023	22.351,53
5.	2024	41.572,53

**Sumber:** Badan Pusat Statistik, 2025.

Berdasarkan Tabel 1.5 didapat suatu persamaan linier untuk memperkirakan kebutuhan asam nitrat pada tahun 2030. Analisis ini bertujuan untuk memprediksi kebutuhan asam nitrat di masa mendatang dengan mempertimbangkan data pada tahun sebelumnya yang tersedia. Untuk menghitung kebutuhan asam nitrat pada tahun berikutnya, dengan menggunakan metode linier kebutuhan dietil eter dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$f = P (1 + i)^n \dots\dots\dots (1.10)$$

$$f = 41.572,53 (1 + 0.189624)^6$$

$$f = 117.832,23$$

Berdasarkan hasil perkiraan kebutuhan asam nitrat dengan menggunakan metode linier tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.6.

**Tabel 1.6** Data Perkiraan Kebutuhan Asam Nitrat di Indonesia

<b>Tahun</b>	<b>Tahun Ke</b>	<b>Jumlah (Ton/Tahun)</b>
2025	1	49.455,66
2026	2	58.833,62
2027	3	69.989,88
2028	4	83.261,62
2029	5	99.050
2030	6	117.832,23

Berdasarkan Tabel 1.6 menunjukkan proyeksi kebutuhan impor asam nitrat di Indonesia berdasarkan hasil metode linier dari tren data sebelumnya. Dari tahun 2025 hingga 2030, jumlah impor asam nitrat diprediksi mengalami peningkatan yang signifikan setiap tahunnya, ini mengindikasikan bahwa permintaan asam nitrat di Indonesia terus bertambah, yang kemungkinan disebabkan oleh pertumbuhan industri yang menggunakan asam nitrat sebagai bahan baku atau pelarut.

Dengan memperkirakan kebutuhan tersebut, diperkirakan pada tahun 2030 kebutuhan akan meningkat hingga 117.832,23 ton/tahun. Selain itu ada beberapa pabrik yang memproduksi asam nitrat yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan di dunia. Maka kapasitas produksi pabrik asam nitrat ditetapkan 100.000 ton/tahun.

Keputusan ini didasarkan pada analisis permintaan yang menunjukkan bahwa produksi akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri di Indonesia, Selain itu akan dialokasikan untuk pasar ekspor guna memenuhi permintaan asam nitrat di negara-negara yang membutuhkan. Ekspor ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan daya saing industri kimia dalam negeri di pasar global, tetapi juga sebagai upaya untuk memperluas jaringan perdagangan dan meningkatkan devisa negara.

Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pabrik Asam nitrat yang akan didirikan ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan luar negeri. Kebutuhan Asam nitrat di beberapa Negara dapat dilihat pada Tabel 1.7.

**Tabel 1.7** Kebutuhan Asam Nitrat di Beberapa Negara

Negara	Kebutuhan Asam Nitrat (Ton/Tahun)				
	2020	2021	2022	2023	2024
Armenia	567,176	645,204	703,592	844,816	1,042,968
Belgium	144.632,837	164.938,979	110.111,041	112.523,804	160.529,749
Germany	146.753,020	243.935,330	287.858,756	187.820,876	174.691,574
Philippines	3.326,436	4.699,355	3.875,998	3.263,798	5.028,831

**Sumber:** UN, 2025.

Dari tabel 1.7 diperoleh total kebutuhan impor Asam Nitrat dari kelima Negara tersebut sampai tahun 2018 semakin meningkat. Dengan mengekstrapolasi kebutuhan tersebut, diperkirakan pada tahun 2030 kebutuhan Asam Nitrat akan meningkat. Hasil ekstrapolasi dapat dilihat pada Tabel 1.8.

Selain itu ada beberapa pabrik yang memproduksi Asam nitrat yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan didunia. Pabrik yang memiliki kapasitas terbesar yaitu *DuPont* (Beautmont, Texas) dengan kapasitas 95.000 ton/tahun sedangkan pabrik yang memiliki kapasitas kecil yaitu *Trade Mark Nitrogen* dengan kapasitas 35.000 ton/tahun. Data kapasitas Produksi Asam Nitrat di Beberapa Negara pada dilihat pada Tabel 1.9.

**Tabel 1.8** Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Asam Nitrat di Beberapa Negara

Negara	Data Hasil Ekstrapolasi Asam Nitrat di Beberapa Negara (Ton/Tahun)					
	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Armenia	23.313,14	23.324,65	23.336,16	23.347,67	23.359,19	23.370,70
Belgium	199.871,95	199.872,52	199.873,08	199.873,64	199.874,21	199.874,77
Germany	480.795,29	481.032,64	481.269,99	481.507,34	481.744,69	481.982,04
Philippines	39.878,794	39.898,487	399.181,794	399.378,717	399.575,640	399.772,563

**Tabel 1.9** Data Kapasitas Produksi Asam nitrat di Beberapa Negara

Pabrik	Kapasitas (ton /tahun)
<i>Trade Mark Nitrogen</i> (Tampa, Florida)	35.000
<i>Bayer Material Science</i> (Baytown, Texas)	45.000
<i>Angus Chemical</i> (Sterlington, Louisiana)	65.000
DuPont (Beaumont, Texas)	95.000
<b>Jumlah</b>	<b>290.000</b>

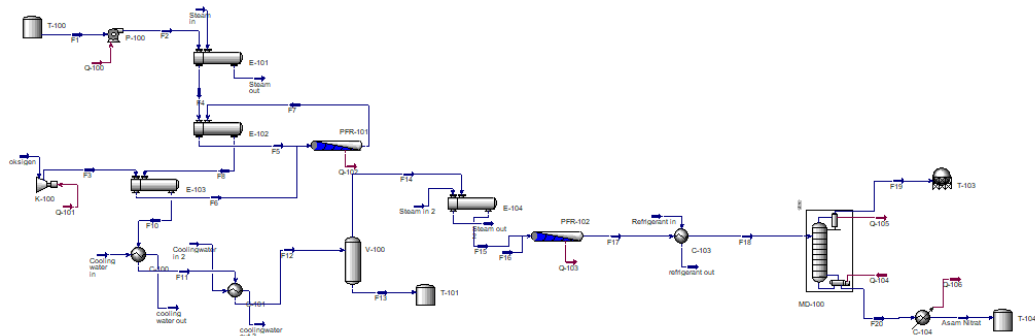
**Sumber:** www.icis.com, 2025.

Salah satu pabrik asam nitrat di Indonesia adalah PT. Multi Nitrotama Kimia dengan kapasitas 100.000 ton/tahun. Namun, data BPS menunjukkan impor asam nitrat meningkat sebesar 26,16% dari tahun 2020 hingga 2024, menandakan kebutuhan domestik belum terpenuhi. Berdasarkan ketentuan Mc. Ketta (1976), kapasitas pabrik baru harus minimal setara atau lebih besar dari pabrik yang ada. Dari data yang ada, kapasitas pabrik terkecil saat ini adalah 35.000 ton/tahun, sehingga kapasitas pabrik baru dirancang sebesar 100.000 ton/tahun, dengan 70.000 ton/tahun untuk mengganti impor dan 30.000 ton/tahun untuk ekspor.

## 1.7 Uraian Proses

Produk asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) di pabrik ini diproduksi melalui proses *ostwald*, yang melibatkan pengoksidasian amonia dengan udara. Bahan baku amonia dan oksigen diperoleh dari PT. Pupuk Iskandar Muda. Pabrik ini memiliki kapasitas

produksi sebesar 100.000 ton/tahun dan beroperasi selama 24 jam setiap hari, dengan total 330 hari dalam setahun.



**Gambar 1.3** Uraian Proses Asam Nitrat

### 1.7.1 Persiapan Bahan Baku

Bahan baku utama dalam produksi asam nitrat adalah amonia dan udara. Amonia disimpan dalam tangki penyimpanan (T-01) dalam fase cair dengan tekanan 6 atm. Agar dapat memasuki reaktor dalam fase gas dengan kondisi operasi 300°C dan tekanan 6 atm.

Selanjutnya, oksigen dikompresi menggunakan kompresor (K-01) hingga tekanannya meningkat menjadi 6 atm. Setelah itu, oksigen dicampurkan dengan gas amonia di reaktor. Campuran ini dipanaskan hingga 300°C menggunakan *heat exchanger* sebelum masuk ke dalam reaktor pertama (R-01).

### 1.7.2 Tahap Reaksi

#### 1.7.2.1 Oksidasi Amonia

Di dalam reaktor pertama (PFR-101), terjadi reaksi oksidasi ammonia ( $\text{NH}_3$ ) dalam fase gas dengan oksigen ( $\text{O}_2$ ) membentuk nitrogen monoksida ( $\text{NO}$ ) pada suhu 300°C dan tekanan 6 atm dengan bantuan katalis *Platinum-Rhodium* (Pt-Rh). Reaksi ini eksotermis dan menghasilkan panas tinggi, sehingga diperlukan pendingin untuk menjaga suhu reaktor tetap stabil dengan reaksi yang terjadi.



Konversi amonia menjadi NO dalam kondisi ini dapat mencapai 98%. Gas hasil reaksi dari R-01 kemudian didinginkan hingga 150°C menggunakan kondensor (CD-01) sebelum masuk ke separator (SEP-01) untuk memisahkan  $\text{H}_2\text{O}$

cair dengan gas lainnya. Gas hasil atas separator selanjutnya diumpankan ke dalam reaktor PFR (R-02) untuk reaksi oksidasi lanjutan.

#### 1.7.2.2 Oksidasi Lanjutan

Gas dari separator memasuki reaktor PFR (PFR-100) pada suhu 200°C dan tekanan 6 atm untuk mengalami oksidasi lanjutan. Dalam tahap ini, nitrogen monoksida (NO) bereaksi dengan oksigen membentuk nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) tanpa bantuan katalis dengan reaksi yang terjadi.



Reaksi ini juga eksotermis, dan konversi NO menjadi NO<sub>2</sub> dapat mencapai 100% pada suhu 200°C.

#### 1.7.3 Tahap Pembentukan dan Pemisahan Produk

Setelah terbentuk, NO<sub>2</sub> kemudian dicampurkan dengan stream air dengan laju alir 920 kg/jam untuk menghasilkan asam nitrat dengan konversi 98%. Reaksi yang terjadi.

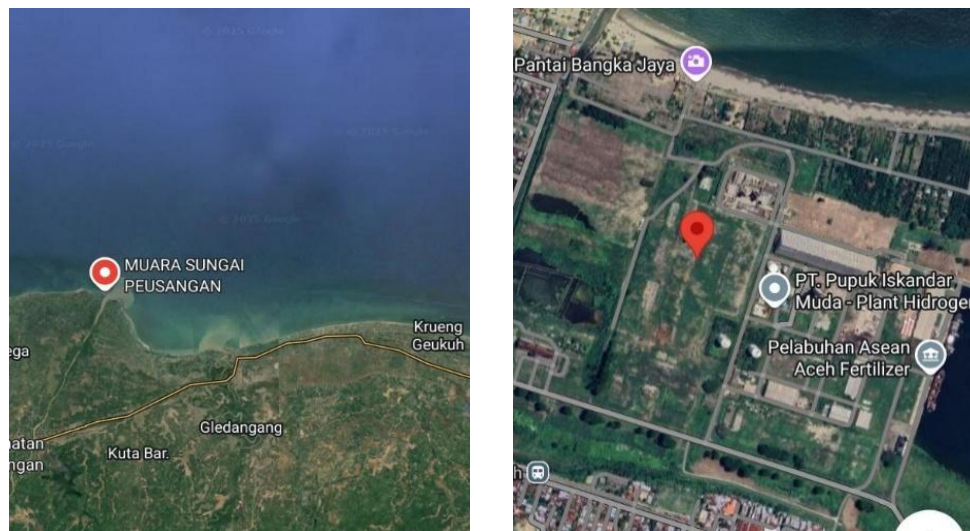


Setelah tahap pembentukan asam nitrat, larutan hasil reaksi diumpankan ke dalam *heat exchanger* untuk menurunkan suhunya menjadi 30°C sebelum masuk ke dalam unit distilasi. Dalam kolom distilasi, asam nitrat dipisahkan dari impuritisnya. Produk bawah dari distilasi adalah asam nitrat dengan kemurnian 98% yang kemudian dialirkan ke tangki penyimpanan. Sementara itu, produk atas dari distilasi adalah gas NO dengan kemurnian 88%, yang dapat digunakan kembali dalam proses produksi atau dialirkan ke unit pengolahan limbah.

#### 1.7.4 Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi suatu pabrik akan berpengaruh dalam penentuan kelangsungan produksi serta keberhasilan pabrik. Lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan akan menentukan harga jual produk yang dapat memberikan keuntungan dalam jangka panjang. Sehingga jika pabrik mendapatkan keuntungan secara terus menerus, maka dapat memperluas pabrik untuk peningkatan kapasitas produksi.

Lokasi pabrik asam nitrat direncanakan akan didirikan di Desa Krueng Geukuh Kecamatan Dewantara Kabupaten Aceh Utara, Aceh. Pemilihan lokasi ini bertujuan agar mendapat keuntungan dari segi teknis maupun ekonomis dan dapat dilihat pada Gambar 1.4.



**Gambar 1.4** Peta lokasi Pabrik

Ada dua faktor yang menjadi bahan pertimbangan pemilihan lokasi pabrik asam nitrat.

### **1. Faktor Utama**

Adapun dalam prarancangan pabrik asam nitrat dipengaruhi oleh beberapa faktor utama.

#### **1) Bahan baku**

Bahan baku utama berupa ammonia dapat diperoleh dengan mudah karena lokasi pabrik dekat dari sumber bahan baku yaitu PT Pupuk Iskandar Muda yang berlokasi di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) di Aceh Utara, Aceh dengan kapasitas ammonia ( $\text{NH}_3$ ) 330.000 ton/tahun dengan kapasitas oksigen 50- 75 tabung/hari. Bahan baku diangkut ke lokasi pabrik dengan sarana transportasi darat yang sudah cukup tersedia.

#### **2) Pemasaran**

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal-hal yang harus diperhatikan.

1. Tempat produk yang akan dipasarkan
2. Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang
3. Pengaruh persaingan yang ada
4. Jarak pemasaran dari lokasi, dan sarana pengangkutan untuk daerah pemasaran.

Pemasaran produk akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang tersebar di daerah Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan daerah lain di Indonesia, maka diharapkan hasil penjualan optimal serta sebagian akan di ekspor ke luar negeri.

### **3) Utilitas**

Pada suatu pabrik unit utilitas sangatlah penting, dimana unit utilitas merupakan sarana kelancaran untuk proses produksi. Unit utilitas terbagi atas air, listrik dan bahan bakar. Air merupakan salah satu kebutuhan yang penting bagi suatu industri. Dimana air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi, dan kebutuhan lainnya. Di Aceh Utara, air dapat diperoleh dengan mudah. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya pabrik yang berdiri di daerah aceh dan setiap pabrik pasti membutuhkan air dalam proses produksinya.

Proses sebuah pabrik memerlukan air yang cukup besar yaitu untuk air pendingin, air proses serta untuk kebutuhan sehari-hari bagi karyawannya dan masyarakat sekitar pabrik. Oleh sebab itu lokasi pabrik harus berada di daerah sumber air yang kapasitasnya relatif konstan, penyediaan air diambil dari sungai Peusangan. Begitu juga sarana listrik dan bahan bakar yang merupakan salah satu faktor terpenting dalam sentra industri, terutama sebagai motor penggerak, penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan lainnya.

### **4) Tenaga kerja**

Banyak tenaga kerja yang tersedia di Aceh Utara, maupun dari daerah lain. Sehingga kebutuhan tenaga kerja dapat terpenuhi.

## **2. Faktor Khusus**

Adapun dalam prarancangan pabrik asam nitrat dipengaruhi oleh beberapa faktor khusus.



**1) Transportasi**

Transportasi sangat perlu diperhatikan, dimana akan mempengaruhi kelancaran *supply* bahan baku dan penyaluran produk yang terjamin biayanya serta dalam waktu singkat bahan baku atau produk dapat secepat mungkin tersalurkan.

**2) Limbah pabrik**

Limbah cair pabrik akan diolah terlebih dahulu sebelum dialirkan ke sungai sehingga tidak mencemari lingkungan. Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair, maupun padat, dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

**3) Kebijakan pemerintah dan peraturan perundang-undangan**

Pendirian suatu pabrik perlu mempertimbangkan faktor kepentingan pemerintah yang terkait didalamnya seperti kebijakan pengembangan industri, hubungan dengan pemeratan kesempatan kerja serta hasil-hasil pembangunan dan mengetahui ketentuan-ketentuan mengenai perundang-undangan yang berlaku di area setempat.