



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara
Dengan proses Ostwald”

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia saat ini mengalami peningkatan di segala bidang, sehingga menuntut masyarakatnya untuk berkembang menuju era industrialisasi. Oleh karena itu Indonesia diharapkan mampu bersaing dengan negara-negara maju lainnya. Peningkatan yang pesat baik secara kuantitatif dan kualitatif juga terjadi dalam industri kimia sehingga menyebabkan peningkatan permintaan terhadap bahan kimia. Salah satu bahan yang dibutuhkan dalam industri kimia adalah asam nitrat.

Asam nitrat dengan rumus kimia HNO_3 merupakan salah satu asam kuat (strong acid) dan dapat dikenal dengan nama aqua fortis, asam azotik, dan hidrogen nitrat (Othmer, 1951). Asam nitrat memiliki rumus kimia HNO_3 dengan berat molekul 63,02 g/mol. Asam nitrat mudah larut dalam air dan saat bereaksi dapat menimbulkan panas. Untuk pertama kali asam nitrat dibuat pada tahun 1908 di Bochum, Jerman oleh Ostwald yang mana asam nitrat dibuat dari oksidasi katalitik antara ammonia dengan udara.

Sifatnya yang merupakan asam kuat dan zat pengoksidasi yang kuat, juga mampu untuk nitrat organik, asam nitrat penting dalam produksi bahan-bahan kimia (seperti obat-obatan, pewarna, serat sintetis, insektisida, dan fungisida), sebagian besar asam nitrat dipakai dalam produksi amonium nitrat untuk industri pupuk (Othmer, 1951). Sejumlah 80% dari produksi asam nitrat di dunia saat ini digunakan sebagai bahan baku pembuatan amonium nitrat dan kalsium amonium nitrat. Sekitar 35% dari amonium nitrat digunakan sebagai peledak dalam pertambangan, sedangkan 65% amonium nitrat dan seluruh kalsium amonium nitrat yang dihasilkan utamanya digunakan dalam industri pupuk. Sisa dari 20% asam nitrat diproduksi dunia digunakan untuk pembuatan produk bahan kimia organik seperti nitrobenzena (3,6%), dinitrotoluen (2,8%), asam adipat (2,7%), dan nitroklorobenzena (1,8%) Selain itu kegunaan dari asam nitrat adalah sebagai



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara
Dengan proses Ostwald”

propelan roket, pemrosesan bahan bakar nuklir, serta pemurnian logam mulia seperti emas dan platina (Martin, 2016). Mengingat banyaknya industri kimia yang membutuhkan 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 dalam negeri. Dalam hal ini akan mengurangi ketergantungan impor dan juga dapat menghemat devisa negara.
2. Pendirian pabrik asam nitrat diharapkan akan mendorong berdirinya industri hilir yang menggunakan asam nitrat sebagai bahan baku dan bahan penunjang, sehingga akan mendorong perkembangan industri Indonesia.
3. Pendirian pabrik ini akan membuka lapangan kerja baru, sehingga dapat mengurangi masalah pengangguran.

I.2 Manfaat Asam Nitrat

Asam nitrat (HNO_3) memiliki peran penting dalam berbagai sektor industri. Sekitar 80% dari total produksi asam nitrat digunakan untuk pembuatan amonium nitrat, yang merupakan bahan utama dalam produksi pupuk nitrogen guna meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian. Selain itu, asam nitrat juga berperan dalam industri bahan peledak, terutama dalam sintesis senyawa eksplosif seperti trinitrotoluene (TNT) dan nitrogliserin, yang banyak digunakan di sektor pertambangan dan militer. Dalam industri logam, asam nitrat digunakan untuk perlakuan logam, seperti pengawetan baja tahan karat dan penggoresan logam untuk meningkatkan ketahanan korosi dan memperhalus permukaan logam. Di bidang teknologi tinggi, asam nitrat berfungsi sebagai propelan roket dan dalam pemrosesan bahan bakar nuklir, mendukung pengembangan energi dan eksplorasi luar angkasa. Selain itu, asam nitrat berperan dalam pemurnian logam mulia seperti



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara
Dengan proses Ostwald’

emas dan platina melalui proses pemisahan kotoran. Tak hanya itu, asam nitrat juga dimanfaatkan untuk menghilangkan kerak kalsium dan magnesium pada peralatan industri, sehingga menjaga efisiensi dan umur panjang mesin. Dengan beragam kegunaannya, asam nitrat menjadi komponen vital dalam mendukung kemajuan berbagai sektor industri.

I.3 Aspek Ekonomi

Kebutuhan Asam Nitrat di Indonesia, mengalami peningkatan berdasarkan kebutuhan pasar. Hal tersebut dapat dilihat dari data impor, ekspor, konsumsi dan produksi Asam Nitrat di Indonesia pada beberapa tahun terakhir.

I.3.1 Kebutuhan Impor

Kebutuhan impor asam nitrat di Indonesia yang diperoleh berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika tahun 2024 dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel I. 1 Data Impor Asam Nitrat di Indonesia (BPS, 2024)

| Tahun | Impor (ton/tahun) |
|-------|----------------------|
| 2020 | 17448,509 |
| 2021 | 27623,82 |
| 2022 | 26639,531 |
| 2023 | 25014,638 |
| 2024 | 36123,949 |

I.3.2 Kebutuhan Ekspor

Kebutuhan ekspor asam nitrat di Indonesia yang diperoleh berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika tahun 2024 dapat dilihat pada tabel di bawah ini :\



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara
Dengan proses Ostwald”

Tabel I. 2 Data Ekspor Asam Nitrat di Indonesia (BPS. 2024)

| Tahun | Ekspor (ton/tahun) |
|-------|-----------------------|
| 2020 | 0,513 |
| 2021 | 0,35687 |
| 2022 | 6,32059 |
| 2023 | 0,158 |
| 2024 | 0,02 |

I.3.3 Data Konsumsi

Terdapat beberapa industri di Indonesia yang menggunakan Asam Nitrat untuk bahan baku dalam memproduksi bahan kimia. Beberapa industri menggunakan Asam Nitrat untuk pembuatan Ammonium Nitrat, dan bahan peledak. Berikut ini merupakan data konsumsi asam nitrat di Indonesia :

Tabel I. 3 Data Konsumsi Asam Nitrat di Indonesia (Menperin,2024)

| Pabrik | Jumlah Konsumsi (Ton/Tahun) |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| PT. Pindad | 10.000 |
| PT.Dahana | 75.000 |
| PT. Black Bear Resources Industry | 85.000 |
| PT. Kaltim Amonium Nitrat | 70.000 |
| PT. Kaltim Nitrat Indonesia | 150.000 |
| TOTAL | 390.000 |

Berdasarkan tabel I. 4 Data konsumsi asam nitrat sebagai bahan baku beberapa industri di Indonesia, diperoleh banyaknya konsumsi asam nitrat sebagai bahan baku sebesar 390.000 ton/tahun

I.3.4 Data Produksi

Di Indonesia terdapat industri yang memproduksi asam nitrat. Berdasarkan data tersebut, dapat digunakan untuk mencari nilai peluang kapasitas pabrik asam



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara
Dengan proses Ostwald’

nitrat yang akan didirikan di Indonesia. Berikut ini merupakan data produksi industri asam nitrat di Indonesia :

Tabel I. 4 Data Produksi Asam Nitrat di Indonesia (Menperin, 2024)

| Pabrik | Jumlah Produksi (ton/tahun) |
|---------------------------|--------------------------------|
| PT. Kaltim Amonium Nitrat | 70.000 |
| PT. Multi Nitrato Kimia | 175.000 |
| TOTAL | 245.000 |

Berdasarkan tabel I. 5 Data produksi asam nitrat sebagai bahan baku beberapa industri di Indonesia, diperoleh banyaknya asam nitrat di Indonesia sebesar 245.000 ton/tahun

I.4 Perhitungan Kapasitas Produksi

Berdasarkan data ekspor, impor, dan konsumsi asam nitrat yang tersedia, maka dapat diperkirakan terkait pembangunan pabrik asam nitrat pada tahun 2028 dengan persamaan *discounted* sebagai berikut :

$$M = P (1 + i)^n$$

Keterangan :

M = Nilai pada tahun ke – n

P = Nilai pada tahun pertama

I = Peningkatan rata – rata setiap tahun

n = Selisih antara tahun pertama dengan tahun ke – n, karena pabrik akan direncanakan untuk dibangun 5 tahun yang akan datang, maka n bernilai 3

Berdasarkan persamaan di atas, maka didapatkan perkiraan ekspor dan impor di Indonesia pada tahun 2028 sebagai berikut :

1) Perkiraan konsumsi dari data impor (M_1)

Perkiraan impor dapat dihitung menggunakan persamaan pertumbuhan impor, dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Pertumbuhan } (P) (\%) = \frac{x_1 - x_2}{x_2}$$



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara
Dengan proses Ostwald’

Keterangan :

x_1 = Data impor pada tahun selanjutnya (ton/tahun)

x_2 = Data impor pada tahun sebelumnya (ton/tahun)

Untuk menghitung nilai pertumbuhan rata – rata per tahun, dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rata Rata pertumbuhan (i) (\%)} = \frac{\text{Total Pertumbuhan}}{\text{Jumlah Pertumbuhan}}$$

Tabel I. 5 Perhitungan perkiraan impor

| Tahun | Jumlah Impor (Ton/Tahun) (x) | Pertumbuhan Impor (%) (P) |
|------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 2020 | 17448,509 | - |
| 2021 | 27623,82 | 0,368352784 |
| 2022 | 26639,531 | -0,036948436 |
| 2023 | 25014,638 | -0,064957686 |
| 2024 | 36123,949 | 0,307533127 |
| Rata - Rata (i) | | 0,182021401 |

Presentase pertumbuhan impor per tahun dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Pertumbuhan (P)(\%)} = \frac{(27.623,82 - 17.448,509)}{17.448,509} = 0,36835$$

Rata – rata pertumbuhan impor

$$\text{Rata rata (i)(\%)} = \frac{0,72808}{4} = 0,18202$$

Sehingga untuk perkiraan impor di tahun 2028 sebesar :

$$M_1 = P (1 + i)^n$$

$$M_1 = 36.123,949 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} (1 + 0,18202)^4$$

$$M_1 = 70517,44678 \text{ ton/tahun}$$

2) Produksi dalam Negeri (M_1)

$$M_2 = 245.000 \text{ ton/tahun}$$



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara Dengan proses Ostwald”

3) Perkiraan Ekspor (M_4)

Tabel I. 6 Perhitungan Perkiraan Ekspor

| Tahun | Jumlah Ekspor (ton/tahun) (x) | Pertumbuhan Ekspor (%) (Ton) |
|-----------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 2020 | 0,513 | - |
| 2021 | 0,35687 | -0,437498249 |
| 2022 | 6,32059 | 0,943538499 |
| 2023 | 0,158 | -39,00373418 |
| 2024 | 0,02 | -6,9 |
| Rata - Rata (i) | | 0,249321432 |

Presentase pertumbuhan ekspor per tahun dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Pertumbuhan } (P)(\%) = \frac{(0,35687 - 0,513)}{0,513} = -0,43739$$

Rata – rata pertumbuhan impor

$$\text{Rata rata } (i)(\%) = \frac{0,9972}{4} = 0,24932$$

Sehingga untuk perkiraan ekspor di tahun 2028 sebesar :

$$M_4 = P (1 + i)^n$$

$$M_4 = 0,02 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} (1 + (0,24932))^4$$

$$M_4 = 0,04872 \text{ ton/tahun}$$

4) Konsumsi dalam Negeri (M_5)

$$M_5 = 395.000 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan kapasitas produksi dengan menggunakan analisis *demand and supply* :

$$\text{Kapasitas Produksi} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

Dimana :



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara
Dengan proses Ostwald’

Demand = M4 Ekspor + M5 Konsumsi

Supply = M1 Impor + M2 Produksi

Kapasitas Produksi = (Perkiraan Ekspor+Konsumsi dalam Negeri) - (Produksi dalam Negeri+Perkiraan Impor)

Kapasitas Produksi = $(0,04872 + 390.000) - (245.000 + 70.517,44678)$

Kapasitas Produksi = 74482,6019 ton/tahun

Sehingga kapasitas produksi yang dapat digunakan sebesar 80.000 ton/tahun.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara
Dengan proses Ostwald’

I.5 Sifat Bahan Baku

I.5.1 Amonia

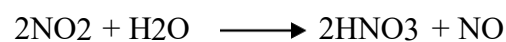
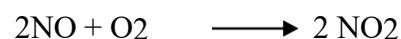
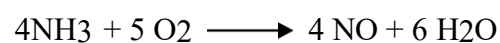
A. Sifat Fisika

| | |
|-------------------------|-------------------|
| Rumus Molekul | : NH ₃ |
| Berat Molekul (kg/kmol) | : 17,03 |
| Wujud | : Gas |
| Kenampakan | : Tidak berwarna |
| Titik Didih (°C) | : -33,4 |
| Titik Leleh (°C) | : -77,7 |
| Densitas Cairan (60°) | : 38,50 lb/cuft |
| Temperatur Kritis (°C) | : 132,4 |
| Tekanan Kritis (atm) | : 111,5 |
| Kelarutan | : Larut dalam air |

(Perry, 2019 “*Ammonia*”)

B. Sifat Kimia

Oksidasi amonia dengan katalis Platinum-Rhodium menghasilkan nitrogen oksida dan air untuk menghasilkan asam nitrat. Reaksi :



(US. Enviromental, 1991)



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara
Dengan proses Ostwald’

I.5.2 Udara

A. Sifat Fisika

Tabel I. 7 Sifat Fisika Udara

| No. | Sifat Gas | N ₂ | O ₂ |
|-----|-------------------------|----------------|----------------|
| 1. | Berat molekul (kg/kmol) | 28,02 | 32 |
| 2. | Wujud | Gas | Gas |
| 3. | Kenampakan | Tidak berwarna | Tidak berwarna |
| 4. | Specific gravity | 12,5 | 1,7 |
| 5. | Titik didih (1 atm, °C) | -195,8 | -183 |
| 6. | Titik leleh (°C) | -209,85 | -218,4 |
| 7. | Temperature kritis (°C) | -147,1 | -118,8 |
| 8. | Tekanan kritis (atm) | 33,5 | 49,7 |

(Perry, 2019 “Air”)

B. Sifat Kimia

1. O₂ bereaksi dengan semua elemen kecuali He, Ne dan Ar
2. Jika direaksikan dengan bahan bakar (fuel oil, natural gas, batubara) akan dihasilkan panas CO₂, H₂O, serta residu dari udara
3. Pada suhu yang lebih rendah dengan adanya katalis, O₂ bereaksi dengan senyawa organik membentuk oxygenated hidrokarbon



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara
Dengan proses Ostwald’

I.6 Sifat Produk

I.6.1 Asam Nitrat

A. Sifat Fisika

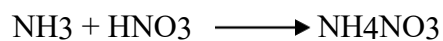
| | |
|--|-----------------------------------|
| Rumus Molekul | : HNO_3 |
| Berat Molekul (kg/kmol) | : 63,02 |
| Wujud | : Cair |
| Kenampakan | : tidak berwarna |
| Titik Didih ($^{\circ}\text{C}$) | : 86 |
| Titik Leleh ($^{\circ}\text{C}$) | : -42 |
| Temperatur Kritis ($^{\circ}\text{C}$) | : 132,5 |
| 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 |

(Perry, 2019 “*Nitric Acid*”)

B. Sifat Kimia

1. Reaksi sebagai asam

Asam nitrat adalah suatu asam monobasic yang kuat, yang mudah bereaksi dengan alkali, oksida 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.





PRA RANCANGAN PABRIK

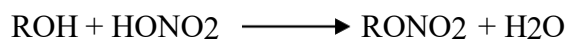
“Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara
Dengan proses Ostwald’

2. Reaksi sebagai pengoksidasi

Asam nitrat merupakan salah satu oksidator kuat untuk bahanbahan organik seperti terpentin, charcoal dan serbuk gergaji. 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 bahanbahan organik. Asam nitrat juga dapat bereaksi dengan senyawasenyawa 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 dengan asam nitrat termasuk reaksi penting dalam industri, yaitu reaksi dengan gliserol membentuk nitrogliserin dan reaksi dengan selulosa membentuk nitroselulosa.