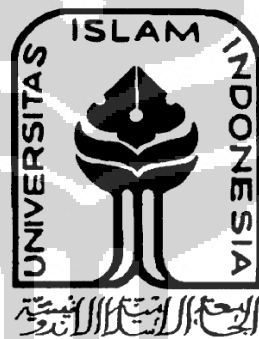


**PRA RANCANGAN PABRIK**  
**ASAM NITRAT DARI AMONIA DAN UDARA**  
**DENGAN KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat**  
**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**



Oleh :

Nama : Faradifa Safira

Nama : Aulia Nur Pradiastika

No. Mhs : 15521036

No. Mhs : 15521052

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**

**2019**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL**

**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI AMONIA DAN UDARA**

**KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN**

**Kami yang bertanda tangan dibawah ini :**

**Nama : Faradifa Safira**

**Nama : Aulia Nur Pradiastika**

**No. Mhs : 15521036**

**No. Mhs : 15521052**

**Yogyakarta, 01 November 2019**

Menyatakan bahwa seluruh hasil **Pra Rancangan Pabrik** ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Faradifa Safira



Aulia Nur Pradiastika

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ASAM NITRAT DARI AMMONIA DAN UDARA

KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Faradifa Safira  
No.Mahasiswa : 15521036

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia (Konsentrasi Teknik Kimia)

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 22 November 2019

Tim Penguji,

Dr. Ir. Farham HM Saleh, MSIE.  
Ketua

Agus Taufiq, Ir., M.Sc.  
Anggota I

Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.  
Anggota II



22/11/19

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi, Ph.D.

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ASAM NITRAT DARI AMMONIA DAN UDARA  
KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Aulia Nur Pradiastika  
No.Mahasiswa : 15521052

Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia (Konsentrasi Teknik Kimia)

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

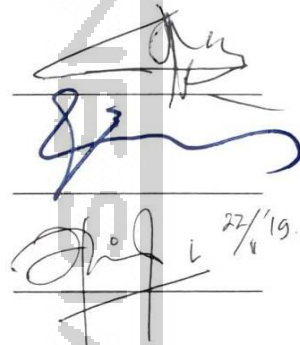
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 22 November 2019

Tim Penguji,  
Farham HM Saleh, Dr., Ir., MSIE.  
Ketua

Agus Taufiq, Ir., M.Sc.  
Anggota I

Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.  
Anggota II



Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Ir. Suharno Rusdi, Ph.D.

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

PRA RANCANGAN PABRIKASAM NITRAT

DARI AMMONIA DAN UDARA

DENGAN KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Faradifa Safira

Nama : Aulia Nur Pradiastika

No. Mhs : 15521036

No. Mhs : 15521052

Yogyakarta, 29 Oktober 2019

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Farham H.M. Saleh, Dr., Ir., MSIE.

Venalitya Alethea S. A, S.T., M.Eng



## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb,*

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Kuasa dan Maha Penyayang atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga tugas akhir ini dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Asam Nitrat dari Amonia dan Udara dengan Kapasitas 24.000 Ton/Tahun” dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat dibangku kuliah dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas Pra Rancangan ini dengan baik.
2. Kedua Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa yang tak pernah putus untuk kesuksesan penulis.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir., Dr., Farham HM Saleh MSIE. selaku dosen pembimbing I Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang senantiasa membimbing kami.

5. Ibu Venitalitya Alethea S. A, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang senantiasa membimbing kami.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Semua pihak yang telah membantu kami hingga terselesaikannya aporan tugas akhir ini.

Semoga Allah membalas semua kebaikan mereka terhadap penulis. Kami menyadari masih banyak hal yang perlu diperbaiki dalam penyusunan tugas akhir ini. Untuk itu, kritik dan saran tang membangun sangat kami harapkan.

Besar harapan kami semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi kami pada khususnya.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb*

Yogyakarta, Oktober 2019

Penyusun



## DAFTAR ISI

PRA RANCANGAN PABRIK .....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Kapasitas Pabrik .....	3
1.3 Tinjauan Pustaka.....	6
1.4 Pemilihan Proses.....	8
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	12
2.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	12
2.1.1 Spesifikasi Ammonia .....	12
2.1.2 Spesifikasi Udara .....	14
2.2 Spesifikasi bahan pembantu .....	15
2.2.1 Platinum (Pt) – Rhodium (Rh).....	15
2.3 Spesifikasi Produk .....	15
2.3.1 Spesifikasi Asam Nitrat.....	15
2.4 Pengendalian Kualitas.....	17
2.4.1 Pengendalian kualitas bahan baku .....	17
2.4.2 Pengendalian kualitas proses produksi.....	18
2.4.3 Pengendalian Terkait Waktu Produksi .....	20
2.4.4 Pengendalian Kualitas Produk .....	20

BAB III PERANCANGAN PROSES .....	23
3.1    Uraian Proses.....	23
3.2    Spesifikasi Alat.....	26
BAB IV PERANCANGAN PABRIK .....	41
4.1    Lokasi Pabrik.....	41
4.1.1    Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....	42
4.1.2    Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik.....	44
4.2    Tata Letak Pabrik.....	46
4.3    Tata Letak Proses.....	53
4.4    Aliran Proses dan Material.....	55
4.5    Perawatan ( <i>Maintenance</i> ).....	62
4.6    Pelayanan Teknik (Utilitas).....	63
4.6.1    Unit Penyediaan dan Pengolahan Air ( <i>Water Treatment System</i> ).....	64
4.6.2    Unit Penyedia Steam ( <i>Steam Generation System</i> ) .....	76
4.6.3    Unit Pembangkit Listrik ( <i>Power Plant System</i> ).....	77
4.6.4    Unit Penyediaan Udara Tekan .....	78
4.6.5    Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	78
4.6.6    Unit Pengolahan Limbah.....	79
4.7    Organisasi Perusahaan .....	80
4.7.1    Bentuk Perusahaan.....	80
4.7.2    Struktur Organisasi .....	81
4.7.3    Tugas dan Wewenang .....	83
4.7.4    Rencana Kerja.....	89
4.8    Evaluasi Ekonomi.....	94
4.8.1    Penaksiran Harga Alat.....	95
4.8.2    Dasar Perhitungan .....	98
4.8.3    Perhitungan Biaya .....	98
4.8.4    Analisa Kelayakan .....	100
BAB V PENUTUP .....	110
5.1    Kesimpulan.....	110

DAFTAR PUSTAKA ..... 113  
LAMPIRAN ..... 116



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Asam Nitrat di Indonesia .....	3
Tabel 1. 2 Data Kapasitas Produksi Asam Nitrat di Indonesia .....	5
Tabel 1. 3 Perbedaan Proses Pembuatan Asam Nitrat .....	10
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah.....	52
Tabel 4. 2 Neraca Massa Total .....	56
Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor .....	56
Tabel 4. 4 Neraca Massa Kondensor.....	56
Tabel 4. 5 Neraca Massa Separator.....	57
Tabel 4. 6 Neraca Massa Absorber .....	57
Tabel 4. 7 Neraca Panas Expansion Valve - 01 .....	58
Tabel 4. 8 Neraca Panas Furnace - 01 .....	58
Tabel 4. 9 Neraca Panas Blower .....	58
Tabel 4. 10 Neraca Panas Kompresor.....	58
Tabel 4. 11 Neraca Panas Furnace - 02 .....	59
Tabel 4. 12 Neraca Panas Reaktor .....	59
Tabel 4. 13 Neraca Panas Waste Heat Boiler - 01 .....	59
Tabel 4. 14 Neraca Panas Waste Heat Boiler - 02 .....	59
Tabel 4. 15 Neraca Panas Kondensor.....	60
Tabel 4. 16 Neraca Panas Separator.....	60
Tabel 4. 17 Neraca Panas Expansion Valve - 02 .....	60
Tabel 4. 18 Neraca Panas Absorber .....	60

Tabel 4. 19 Neraca Panas Cooler .....	61
Tabel 4. 20 Kebutuhan Air Pendingin.....	74
Tabel 4. 21 Kebutuhan Air Proses .....	74
Tabel 4. 22 Kebutuhan Air Perkantoran.....	75
Tabel 4. 23 Jadwal Kerja Karyawan Shift .....	91
Tabel 4. 24 Tabel Gaji Karyawan .....	92
Tabel 4. 25 Harga Indeks.....	96
Tabel 4. 26 Harga Indeks Pada Tahun Perancangan .....	97
Tabel 4. 27 Physical Plant Cost .....	104
Tabel 4. 28 Direct Plant Cost (DPC).....	104
Tabel 4. 29 Fixed Capital Investment (FCI).....	104
Tabel 4. 30 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	104
Tabel 4. 31 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	105
Tabel 4. 32 Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	105
Tabel 4. 33 Total Manufacturing Cost (MC).....	105
Tabel 4. 34 Working Capital (WC).....	105
Tabel 4. 35 General Expense (GE) .....	106
Tabel 4. 36 Total Biaya Produksi.....	106
Tabel 4. 37 Fixed Cost (Fa) .....	106
Tabel 4. 38 Variable Cost (Va).....	106
Tabel 4. 39 Regulated Cost (Ra).....	107

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Proyeksi Impor Asam Nitrat di Indonesia.....	4
Gambar 4. 1 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik Asam Nitrat.....	46
Gambar 4. 2 Layout Pabrik (skala 1:500).....	50
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses (skala 1:1000) .....	51
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif .....	60
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif .....	61
Gambar 4. 6 Diagram Alir Air Utilitas.....	73
Gambar 4. 7 Siklus Rankine pada Pembangkit Listrik.....	77
Gambar 4. 8 Struktur Organisasi Perusahaan .....	83
Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Kapasitas vs Biaya .....	109

## ABSTRAK

Asam nitrat merupakan salah satu produk industri kimia yang digunakan sebagai bahan baku industri kimia terutama industri pupuk buatan, bahan baku peledak, pelarut, katalis, dan *hydrolizing agent*. Untuk memenuhi kebutuhan asam nitrat dalam negeri, maka dirancang pabrik asam nitrat yang beroperasi secara kontinyu selama 330 hari per tahun dengan kapasitas 24.000 ton per tahun. Pabrik ini didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 17.000 m<sup>2</sup> dengan jumlah karyawan 145 orang. Asam nitrat diproduksi dari amonia 99,9% dan udara dengan metode Oksidasi.

Proses pembuatan asam nitrat dilakukan dalam reaktor *gauze* dengan katalis Platinum-Rhodium yang beroperasi pada suhu 800°C dan tekanan 8 atm untuk membentuk gas NO. Gas NO yang terbentuk kemudian dioksidasi menjadi gas NO<sub>2</sub>. Gas NO<sub>2</sub> yang terbentuk akan diserap sekaligus direaksikan dengan air menggunakan kolom absorber sehingga terbentuk asam nitrat. Kebutuhan amonia untuk pabrik ini sebanyak 6.713,499 ton per tahun dan kebutuhan udara sebanyak 113.892,5383 ton per tahun sehingga menghasilkan asam nitrat sebanyak 24.000 ton per tahun. Utilitas pendukung proses meliputi kebutuhan air sebesar 527.558,344 ton per tahun yang diperoleh dari sungai Bengawan Solo, kebutuhan listrik sebanyak 404,831 kWh diperoleh dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berasal dari *Waste Heat Boiler-01* dan *Waste Heat Boiler-02* dan PLN sebagai cadangan. Pabrik ini didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 17.000 m<sup>2</sup> dengan jumlah karyawan 145 orang.

Pabrik asam nitrat ini memerlukan modal tetap sebesar Rp. 331.575.659.371 dan modal kerja sebesar Rp 174.723.869.481. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 126.390.937.834,87 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 63.195.468.917. *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 48,47% dan setelah pajak 24,24%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 1,71 tahun dan setelah pajak selama 2,9 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 47,70% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 23,36% dan *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) terhitung sebesar 21,01%. Dari hasil analisis diatas, dapat disimpulkan bahwa pabrik ini menarik secara ekonomi dan layak untuk dikaji lebih lanjut.

**Kata Kunci** : asam nitrat, proses oksidasi, reaktor *gauze*

## ABSTRACT

*Nitric acid is one of the chemical industry products used as raw material for chemical industry mainly as fertilizer industry, explosive raw material, solvent, catalyst and hydrolyzing agent. To fulfill domestic needs, nitric acid plant is designed to operate continuously for 330 days per year with 24.000 ton per year in capacity. The nitric acid is produced from ammonia 99,5% and air with oxidation process. The plant will be built in Gresik, East Java, with a land area of 17.000 m<sup>2</sup> and with number of employees 145 people.*

*The process of nitric acid making is carried out in gauze reactor with Platinum-Rhodium as catalyst which operates at 800°C and 8 atm to form NO. nitric oxide (NO) is then oxidized to NO<sub>2</sub>. Nitric dioxide (NO<sub>2</sub>) formed will be absorbed as well as reacted with water using absorber column to form nitric acid. Ammonia requirement for this plant as much as 6.713,499 ton per year and air requirement as much 113.892,5383 ton per year so it produce nitric acid 3.030,303 kg per hour. Utilities for process support include water as much as 527.558,344 ton per year obtained from Bengawan Solo river. The electricity requirement as much as 404,831 kWh is obtained from the electric steam power plant and from PLN as backup.*

*Fixed capital that should be invested is Rp 331.575.659.371 and working capital of Rp Rp 174.723.869.481. From the economic analysis of this plant shows the profit before tax Rp Rp 126.390.937.834,87 per year and profit after tax Rp 63.195.468.917 per year. Percent Return on Investment (ROI) before tax is 48,47% and after tax is 24,24%. Pay Out Time (POT) before tax are 1,71 year and 2,9 year after tax. Break Even Point (BEP) amounts to 47,70%. Shut Down Point (SDP) amounts to 23,36% and Discounted Cash Flow Rate (DCFR) amounts for 21,01%. Therefore, it can be concluded that this plant is economically attractive and feasible for further study.*

*Keywords : Nitric acid, gauze reactor, oxidation process*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri di Indonesia saat ini mengalami peningkatan di segala bidang, sehingga menuntun 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 industry kimia sehingga menyebabkan peningkatan permintaan terhadap bahan kimia. Salah satu bahan yang dibutuhkan dalam industri kimia adalah asam nitrat.

Asam nitrat merupakan cairan yang tidak berwarna pada temperature kamar dan tekanan atmosferis. Asam nitrat mempunyai rumus kimia  $\text{HNO}_3$  dan merupakan asam yang kuat. Asam nitrat dapat digunakan sebagai *nitrating agent*, *oxidizing agent*, pelarut, katalis dan *hydrolyzing agent*.

Pada tahap perkembangannya asam nitrat dengan kemurnian lebih dari 80% sebagai bahan baku dalam pembuatan ammonium nitrat yang selanjutnya digunakan untuk pembuatan kalsium nitrat, kalsium ammonium nitrat, urea, ammonium nitrate solution, dan ammonium sulfat nitrat. Asam nitrat dengan kadar kurang lebih 60% banyak digunakan pada sektor pertanian, selain itu diperlukan juga untuk pembuatan butiran amonium nitrat berpori sebagai

komponen bahan peledak. Sedangkan asam nitrat dengan kemurnian 20% juga digunakan untuk membuat pupuk campuran dengan bantuan fospat sebagai pelarut dalam industri *electro plating*, dan digunakan sebagai reaktan dalam laboratorium kimia untuk pembuatan nitro benzena, dan dinitro toluena (Perry's dan Green, 1999).

Dari penjelasan diatas dapat diketahui bahwa kegunaan asam nitrat sangat banyak. Sehingga dapat diperkirakan bahwa kebutuhan asam nitrat akan terus meningkat setiap tahunnya. Maka dari itu, untuk memenuhi kebutuhan dan menunjang produksi asam nitrat, pendirian pabrik asam nitrat diperlukan dengan pertimbangan antara lain :

1. Dapat memenuhi kebutuhan asam nitrat dalam negeri sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor dari luar negeri.
2. Memudahkan industri-industri di Indonesia yang menggunakan asam nitrat untuk melakukan produksinya bisa memperoleh asam nitrat dengan mudah dan murah.
3. Membantu pemerintah dalam menciptakan lapangan pekerjaan baru sehingga dapat menyerap tenaga kerja.

## 1.2 Kapasitas Pabrik

Perhitungan kapasitas produksi menjadi aspek yang sangat penting dalam merancang sebuah pabrik. Untuk menentukan kapasitas produksi asam nitrat bisa berorientasi dari data-data berikut :

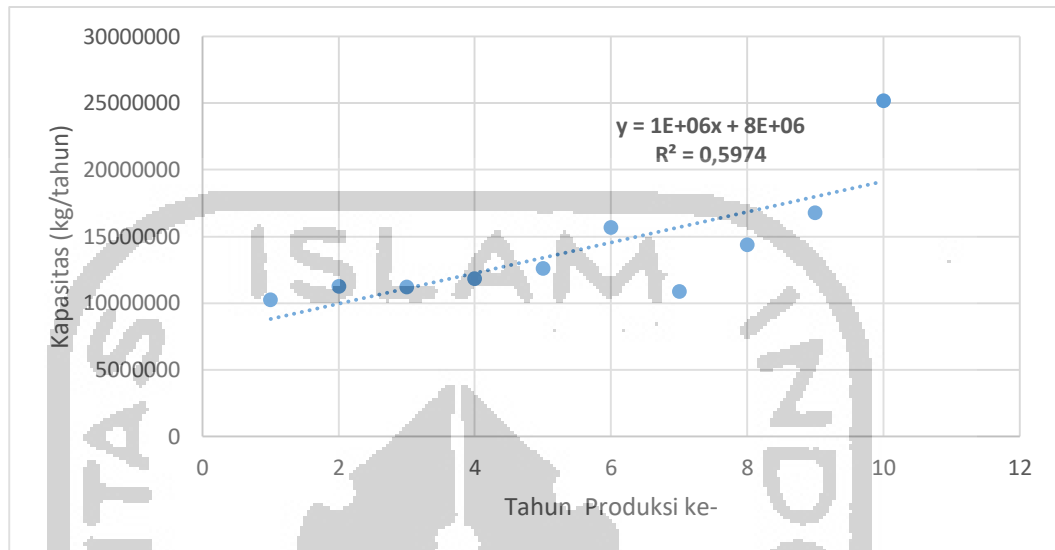
### a. Proyeksi kebutuhan Impor di Indonesia

Berikut data impor asam nitrat di Indonesia dari tahun 2009 – 2018:

Tabel 1. 1 Data Impor Asam Nitrat di Indonesia

Tahun	Tahun ke-	Kapasitas (ton/tahun)
2009	1	10243,017
2010	2	11259,757
2011	3	11187,313
2012	4	11815,569
2013	5	12568,111
2014	6	15657,478
2015	7	10875,406
2016	8	14365,929
2017	9	16775,085
2018	10	25157,892

(Sumber : BPS tahun 2010-2018)



Gambar 1. 1 Proyeksi Impor Asam Nitrat di Indonesia

Dari gambar 1.1 diatas, bisa dilihat bahwa impor asam nitrat cenderung meningkat setiap tahunnya, sehingga diperkirakan kebutuhan asam nitrat akan terus meningkat setiap tahunnya. Untuk menghitung perkiraan kebutuhan 5 tahun ke depan di Indonesia, bisa dilakukan metode pendekatan regresi linear. Diperoleh persamaan garis lurusnya adalah sebagai berikut :

$$y = 1.000.000x + 8.000.000$$

$$= 24.000.000 \text{ kg}$$

$$= 24.000 \text{ ton}$$

Dimana :

y = kebutuhan asam nitrat

x = tahun ke-x

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui perkiraan kebutuhan asam nitrat di tahun-tahun mendatang. Sehingga dapat diketahui bahwa kebutuhan asam nitrat di tahun 2024 yaitu sebesar 24.000 ton/tahun.

**b. Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri**

Untuk menentukan kapasitas produksi asam nitrat juga diperlukan data kapasitas pabrik yang sudah berdiri, baik di dunia maupun dalam negeri, berikut datanya :

Tabel 1. 2 Data Kapasitas Produksi Asam Nitrat di Indonesia

Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Multi Nitrotama Kimia, Cikampek	55.000

**c. Data Konsumsi Asam Nitrat**

Tabel 1. 3 Data Konsumsi Asam Nitrat pada berbagai bidang di Indonesia

Tahun	Industri Peledak (Ton/Tahun)	Industri Polimer (Ton/Tahun)	Industri Nilon (Ton/Tahun)	Industri Aromatik (Ton/Tahun)
2010	7219,2152	902,4019	451,2010	451,2010
2011	4931,4336	616,4292	308,2146	308,2146
2012	4344,4448	543,0556	271,5278	271,5278
2013	4157,5656	519,6957	259,8479	259,8479
2014	97,8616	12,2327	6,1164	6,1164
2015	8400	-840	420	420
2016	7400	650	275	275

Sumber : [www.kemenperin.go.id/data-inquiry](http://www.kemenperin.go.id/data-inquiry)

Berdasarkan data konsumsi diatas, dapat diketahui perkiraan kebutuhan asam nitrat di tahun-tahun mendatang. Sehingga dapat diketahui bahwa kebutuhan asam nitrat yaitu sebesar 44.618,151 Ton/Tahun

Berdasarkan data-data impor, produksi, dan konsumsi diatas, dapat ditentukan besarnya peluang produksi dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Peluang} &= \text{Supply} - \text{Demand} \\ &= (\text{impor} + \text{produksi}) - (\text{ekspor} + \text{kebutuhan}) \\ &= (24.000 + 55.000) \text{ Ton/Tahun} - (44.618,151) \text{ Ton/Tahun} \\ &= 34.381,849 \text{ Ton/Tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan peluang sebesar 34.381,849 Ton/Tahun, jika dilihat dari kebutuhan asam nitrat dan kapasitas pabrik yang sudah berdiri, maka ditentukan kapasitas perancangan pabrik asam nitrat yaitu 24.000 ton/tahun dengan mempertimbangkan :

- Dapat memenuhi kebutuhan asam nitrat di Indonesia pada tahun 2024 sehingga bisa mengurangi ketergantungan impor.
- Memudahkan pabrik-pabrik yang menggunakan asam nitrat untuk memperoleh bahan baku tanpa perlu mengimpor.

### 1.3 Tinjauan Pustaka

Asam nitrat merupakan asam yang kuat, mudah bereaksi dengan alkali, oksida dengan membentuk garam. Asam nitrat mempunyai rumus kimia  $\text{HNO}_3$ .

Asam nitrat sangat sulit dibuat cairan murni karena kecenderungannya terdekomposisi menjadi nitrogen oksida. (Kirk Othmer, 1951)

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

Asam nitrat sebagai *oxidizing agent* tergantung pada nitrogen oksida bebas. Asam nitrat murni tidak merusak tembaga. Produk asam nitrat bervariasi konsentrasi asamnya dan kekuatan reduksinya. Cairan asam nitrat cenderung memberikan nitrogen oksida dan asam yang dihasilkan kaya akan nitrogen dioksida. Reaksi asam cair dengan *reducing agent* yang kuat seperti *metallic*, *zinc*, dihasilkan dengan mencampurkan amonia dan hidrosilamin.

Asam nitrat mempunyai dua macam hidrat yang 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  $18,47\%$ .

Kebanyakan asam nitrat diproduksi secara komersial dengan konsentrasi produk 60%-65% melalui proses oksidasi dengan bahan baku amonia. Selain itu asam nitrat dapat diproduksi dengan konsentrasi 96% dengan

proses retort dengan bahan baku natrium nitrat dan asam sulfat dimana dihasilkan asam nitrat dan natrium bisulfat. (Faith, Keyes, and Clark's, 1975)

#### 1.4 Pemilihan Proses

Dalam memproduksi asam nitrat, terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan, antara lain :

##### 1. Proses Oksidasi

Pada tahun 1901, Wilhelm Oswald memelopori proses pembuatan asam nitrat di industri dengan mengkonversi ammonia menjadi asam nitrat melalui oksidasi menggunakan katalis platina. Pertama ialah tahapan oksidasi ammonia, bahan baku berupa ammonia direaksikan dengan oksigen bersama katalis berupa platina-rodium sampai suhu sekitar 800°C.

Reaksi yang terjadi pada tahap ini adalah:



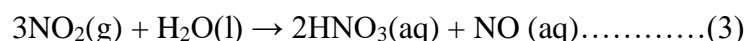
Tahap berikutnya ialah oksidasi nitrogen oksida (NO) yang terbentuk dari tahap pertama, oksidasi ini tidak menggunakan katalis.

Reaksi yang terjadi pada tahap ini adalah:



Tahap selanjutnya ialah absorpsi NO<sub>2</sub> yang terbentuk dari tahap kedua, menggunakan air.

Reaksi yang terjadi pada tahap ini adalah:





Nitrogen oksida (NO) yang dihasilkan pada tahap 3 di daur ulang kembali ke tahap 2.

## 2. Proses Retort

Proses pembuatan asam nitrat yang tertua dilakukan sebelum abad ke-20, asam nitrat diperoleh dari reaksi antara natrium nitrat 96% dengan asam sulfat pekat 93%. Dari reaksi ini diperoleh produk samping yaitu sodium bisulfat atau biasa disebut "*either cake*".

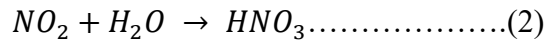
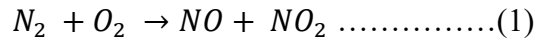
Secara sederhana reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut:



Suhu operasi antara 150-200<sup>0</sup>C selama 12 jam. Selama waktu proses asam nitrat mengalami dekomposisi karena panas reaksi yang terjadi maka untuk mengurangi dekomposisi suhu reactor harus dijaga. Asam nitrat menguap pada suhu 110-130<sup>0</sup>C, kemudian dilewatkan kondensor parsial. Hasil gas dan embunan dipisahkan dengan separator, kemudian dihasilkan cairan asam nitrat dengan konsentrasi 96-99%.

## 3. Proses Wisconsin

Proses pembuatan asam nitrat dengan cara ini dikembangkan oleh Lord Rayleigh (John William Strutt), dengan memisahkan N<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> dari udara menggunakan listrik bertegangan tinggi. Namun, cara ini sudah tidak banyak dipakai lagi, karena sulit dijalankan, memerlukan suhu 2200<sup>0</sup>C dan NO<sub>2</sub> yang dihasilkan hanya 2%. (Stranges, 1992). Berikut reaksi yang terjadi pada pembuatan asam nitrat menggunakan proses wisconsin:



Produksi asam nitrat dapat ditingkatkan menjadi kadar 15% asam nitrat dengan fiksasi nuklir nitrogen, namun hal ini tentu tidak ekonomis.

Tabel 1. 3 Perbedaan Proses Pembuatan Asam Nitrat

Proses	Kelebihan	Kekurangan
Oksidasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sudah banyak digunakan industri dan paling komersil</li> <li>• Reaksi berjalan cepat</li> <li>• Bahan baku sederhana</li> </ul>	Suhu operasi yang tinggi, yaitu antara 750 <sup>0</sup> C-900 <sup>0</sup> C
Retort	Kemurnian produk sangat tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu reaksi cukup lama (12 jam)</li> <li>• Probabilitas dekomposisi HNO<sub>3</sub> sangat besar</li> </ul>
Wisconsin	Bahan baku sederhana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suhu operasi sangat tinggi (2200<sup>0</sup>C)</li> <li>• Kadar HNO<sub>3</sub> yang diperoleh cukup rendah (15%)</li> </ul>

Berdasarkan uraian proses pembuatan diatas, proses yang dipilih adalah proses oksidasi dengan pertimbangan antara lain :

- Proses dan alat yang digunakan sederhana sehingga biaya lebih murah.
- Bahan baku yang diperlukan untuk proses mudah didapatkan dengan jumlah yang melimpah



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Dalam perancangan pabrik asam nitrat untuk memenuhi kualitas produk sesuai target, maka mekanisme pembuatan didasarkan pada spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu (katalis), spesifikasi produk, dan pengendalian kualitas.

#### 2.1 Spesifikasi Bahan Baku

##### 2.1.1 Spesifikasi Ammonia

- Sifat Fisik

Rumus kimia	: $\text{NH}_3$
Berat molekul	: 17.03 g/mol
Wujud	: Cair
Warna	: Tidak Berwarna
Densitas	: 0.7 g/L
Titik lebur	: $-77.7^\circ\text{C}$
Titik didih	: $-33.35^\circ\text{C}$
Temperature kritis	: $132.5^\circ\text{C}$
Tekanan kritis	: 111.31 atm
Kemurnian	: 99.9 %
Impuritis	: 0.1% $\text{H}_2\text{O}$

Kapasitas panas (pada 25°C) : 80.16 J/mol K

• Sifat Kimia

1. Reaksi dengan air adalah reversible.



2. Reaksi dengan fosfor membentuk phosphin dan nitrogen.



3. Oksidasi ammonia dengan katalis Platinum-Rhodium dengan hasil asam nitrat dan air merupakan proses utama dalam produksi asam nitrat.



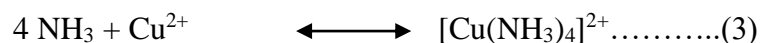
4. Reaksi dengan karbondioksida menghasilkan ammonium karbamat



lalu terurai menjadi urea dan air



5. Larutan ammonia bereaksi dengan cupri sulfat membentuk cuprihidroksida dan ammonium sulfat



### 2.1.2 Spesifikasi Udara

- Nitrogen

Rumus kimia	: N <sub>2</sub>
Berat molekul	: 28.013 g/mol
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik lebur	: -210 °C
Titik didih	: -195.8 °C
Temperature kritis	: -147.05 °C
Tekanan kritis	: 33.5 atm
Komposisi	: 79 % mol

- Oksigen

Rumus kimia	: O <sub>2</sub>
Berat molekul	: 32 g/mol
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik lebur	: -218.79 °C
Titik didih	: -182.98 °C
Temperature kritis	: -118.57 °C
Tekanan kritis	: 49.77 atm
Komposisi	: 21 % mol

## 2.2 Spesifikasi bahan pembantu

### 2.2.1 Platinum (Pt) – Rhodium (Rh)

Berat molekul (g/mol) : Pt (195.080) – Rh (102.906)

Komposisi : Pt (90%) – Rh (10%)

Ukuran : 40 mesh

Diameter : 0.005 in

Wujud : Padatan

## 2.3 Spesifikasi Produk

### 2.3.1 Spesifikasi Asam Nitrat

- Sifat fisik

Rumus kimia :  $\text{HNO}_3$

Berat molekul : 63,012 g/mol

Wujud : Cairan

Warna : Tidak Berwarna

Densitas (pada 65 wt%) : 1.39 g/ml

Titik leleh :  $-41,6\text{ }^\circ\text{C}$

Titik didih :  $83,4\text{ }^\circ\text{C}$

Temperature kritis :  $246.85\text{ }^\circ\text{C}$

Tekanan kritis : 68 atm

Kelarutan : Larut dalam air

Kemurnian : 65 wt %

Konversi : 95%

Kapasitas panas (pada 25°C) : 110.68 J/mol K

Viskositas (pada 65 wt%) : 2 cP

- Sifat kimia

1. Reaksi sebagai asam

Asam nitrat merupakan asam kuat yang dapat bereaksi dengan alkali, oksida, dan senyawa basa dalam bentuk garam. Aplikasi terbesar dalam industry, sebagai bahan baku asam nitrat bereaksi dengan ammonia menghasilkan ammonium nitrat

2. Reaksi sebagai pengoksidasi

Asam nitrat adalah oksidator kuat. Beberapa bahan organik seperti terpetin, *charcoal*, dan serbuk gergaji ketika bereaksi dengan asam nitrat maka akan terjadi reaksi yang kuat. Namun asam nitrat jika bereaksi dengan etanol akan menjadi bahan yang eksplosif. Hasil produksi asam nitrat bermacam-macam tergantung dengan pada konsentrasi asam, suhu, dan zat pereduksi yang digunakan.



### 3. Reaksi sebagai penetrasi

Asam nitrat berfungsi sebagai zat pengoksidasi serta sebagai sumber ion hydrogen ketika bereaksi dengan senyawa-senyawa organik.

Esterifikasi antara asam nitrat dengan asam sulfur merupakan reaksi penting dalam menghasilkan nitrogliserin dari gliserol dan nitroselulosa dari selulosa.



## 2.4 Pengendalian Kualitas

Pada pabrik asam nitrat untuk mendapatkan kualitas produk sesuai dengan yang diinginkan maka harus diadakan suatu pengendalian kualitas (*Quality Control*) dimana terdiri dari pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses, pengendalian terkait waktu produksi, dan pengendalian kualitas produk agar kualitas produk dari pabrik terjaga. Selain itu perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi ditujukan agar proses dapat berjalan sesuai tahapan-tahapan proses yang sudah ditentukan serta kegiatan produksi diharapkan menghasilkan produk yang memiliki mutu dan kualitas tinggi sesuai standart yang telah ditetapkan. Diharapkan pula waktu produksi berjalan sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

### 2.4.1 Pengendalian kualitas bahan baku

Pengendalian kualitas bahan baku disini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang akan digunakan untuk

memproduksi asam nitrat sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan untuk proses produksi. Oleh karena itu sebelum proses produksi dilaksanakan maka dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku berupa ammonia dan udara dengan bahan pendukung berupa Pt dan Rh. Pengujian ini bertujuan supaya bahan yang akan digunakan dapat di proses di dalam pabrik.

#### **2.4.2 Pengendalian kualitas proses produksi**

Pengendalian proses produksi dalam pabrik asam nitrat meliputi aliran serta alat system control. Beberapa alat control yang dijalankan dalam proses produksi pabrik yaitu, kotrol terhadap kondisi operasi yang berhubungan dengan dengan temperature, tekanan dan sebagainya. Dan alat control yang harus diatur pada kondisi tertentu yaitu sebagai berikut :

##### **2.4.2.1 Alat Sistem Kontrol**

- a. Sensor, alat ini digunakan untuk mengidentifikasi variable-variabel pada proses produksi. Alat yang digunakan yaitu manometer untuk sensor aliran fluida tekanan dan level, serta *thermocouple* untuk sensor suhu.
- b. *Controller* dan indicator, terdiri dari *level indicator control*, *temperature indicator control*, *pressure control*, dan *flow control*.
- c. *Actuator*, alat ini digunakan untuk variabel supaya sama dengan variable *controller*. Alat yang digunakan yaitu *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

### 2.4.2.2 Aliran Sistem Kontrol

- a. Aliran mekanik atau aliran gerak, aliran ini digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.
- b. Aliran *pneumatic* atau aliran udara tekan, aliran ini digunakan untuk valve dari *controller* ke *actuator*.
- c. Aliran *electric* atau aliran listrik, aliran ini digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.

Secara umum pengendalian kualitas dalam menentukan mutu proses dilakukan dengan menggunakan tiga metode yaitu :

1. Pengawasan kondisi parameter mesin

Pada metode ini parameter-parameter mesin produksi ketika sedang berjalan lebih ditekankan dimana ketika tidak sesuai standar yang telah ditentukan maka akan dilakukan pengaturan ulan pada mesinnya agar sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

2. Pengawasan proses secara langsung

Pada metode ini team *quality control* mengawasi secara langsung masing-masing prosesnya yaitu dengan memperhatikan perlakuan terhadap aliran bahan baku dan mesin produksi.

3. Pengawasan melalui panel kendali dan pengawasan secara otomatis

Pada metode ini pengendalian dilakukan pada beberapa variable seperti suhu operasi reaktor, tekanan saat reaksi, banyaknya material dalam suatu

alat, dan lain-lain. Mesin produksi akan secara otomatis berhenti jika terjadi penyimpangan pada bahan baku selama proses produksi dengan berlangsung.

#### **2.4.3 Pengendalian Terkait Waktu Produksi**

Untuk mencapai kualitas dari suatu produk tertentu perlu adanya waktu tertentu yang harus diperhitungkan. Pengendalian waktu ini dibutuhkan untuk mengefisienkan waktu yang digunakan ketika proses produksi berjalan, supaya produk yang dihasilkan sesuai dengan target yang telah ditentukan.

#### **2.4.4 Pengendalian Kualitas Produk**

Bahan baku yang berkualitas serta pengawasan dan pengendalian terhadap proses yang ada dengan menggunakan system control ditujukan supaya produk yang dihasilkan dapat memiliki kualitas sesuai standar dan dapat di pasarkan. Sebelum dipasarkan, maka perlu adanya pengujian berupa analisa produk terhadap kualitas produk tersebut dimana uji yang dilakukan ialah uji kemurnian produk serta komposisi yang terkandung dalam produk sudah sesuai dan layak untuk digunakan.

Ada dua faktor yang perlu dipertimbangkan ketika menyusun rencana produksi yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal merupakan factor yang dimana jumlah produk yang dihasilkan bersangkutan dengan kemampuan pasar yang ada. Sedangkan factor internal merupakan factor-faktor yang berkaitan dengan kemampuan pabrik, seperti :

a. Kemampuan pasar

Terdapat dua kemungkinan yang dapat terjadi yang pertama ialah kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan dengan kemampuan pabrik dan yang kedua ialah kemampuan pasar lebih besar dari kemampuan pabrik.

Dari keduanya terdapat tiga alternative yaitu yang pertama ialah rencana produksi disesuaikan dengan kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi yang akan didapatkan. Yang kedua ialah rencana produksi tetap dimana dengan pertimbangan kelebihan produksi akan disimpan dan dipasarkan untuk tahun berikutnya. Yang terakhir upaya mencari daerah pemasaran lain agar produk tetap dapat dijual.

b. Kemampuan pabrik

Hasil produksi pabrik ditentukan oleh beberapa factor yaitu yang pertama ialah bahan baku produk yang dimana kualitas dan kuantitas yang memenuhi kreteria akan menghasilkan produksi sesuai dengan target yang telah ditentukan.

Kemudian factor manusia sebagai tenaga kerja dimana keterampilan tenaga kerja dapat mempengaruhi untung ruginya produksi. Tenaga kerja yang kurang terampil akan mengakibatkan kerugian pada pabrik dimana produksi yang dihasilkan kurang maksimal, sebaliknya jika tenaga kerja yang memiliki keterampilan yang baik maka produksi yang dihasilkan dapat maksimal sesuai dengan kriteria produksi yang telah ditetapkan. Oleh

karena itu agar tidak kerugian dalam hasil produksinya, maka perlu dilakukan semacam pelatihan untuk setiap karyawan agar nantinya dapat meningkatkan keterampilan yang baik serta memiliki cara berpikir yang baik pula dalam menjalankan suatu pekerjaan.

Selain dua factor tersebut kemampuan mesin yang digunakan dalam pabrik juga dapat mempengaruhi hasil dari produksi yang ada. Ada dua hal yang mempengaruhi kemampuan dan kehandalan pada mesin produksi, yaitu keefektifan jam kerja pada mesin dan kemampuan mesin itu sendiri. Keefektifan jam kerja mesin disini berkaitan dengan kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang telah ditentukan untuk menghasilkan produk sesuai dengan yang diinginkan.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

Perancangan Pabrik Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) akan didirikan dengan kapasitas produksi sebesar 24.000 ton/tahun dimana bahan baku yang digunakan dalam pembuatan produk ini berupa amonia dan udara. Pabrik ini akan beroperasi selama 24 jam untuk setiap harinya serta pertahunnya 330 hari. Agar produk yang diperoleh memiliki kualitas yang sesuai dengan dipasaran, maka diperlukan pemilihan proses yang tepat serta efisien.

#### 3.1 Uraian Proses

Pabrik Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) yang akan didirikan ini merupakan pabrik berbahan baku amonia dan udara yang dimana ammonia diperoleh dari PT.Petrokimia Gresik dan udara diperoleh dari lingkungan. Pabrik dirancang dengan kapasitas 24.000 ton/tahun yang beroperasi selama 24 jam dan 330 hari dalam setahun.

Secara garis besar, proses pembuatan asam nitrat terdiri dari beberapa tahap yaitu :

1. Persiapan Bahan Baku
2. Tahap Reaksi Oksidasi
3. Tahap Reaksi Oksidasi Lanjutan
4. Tahap Absorpsi

### 3.1.1 Persiapan Bahan Baku

Tahap ini memiliki tujuan untuk memperoleh umpan reaktor dengan komposisi yang sesuai dengan kondisi operasi reaktor yaitu fase gas pada suhu 800°C dan tekanan 8 atm. Bahan baku umpan reaktor adalah udara dan ammonia

#### a. Bahan Baku Udara

Sebagai bahan baku, udara diperoleh langsung dari lingkungan menggunakan Blower (BL-01). Udara yang telah diperoleh kemudian disaring dari pengotor menggunakan Filter (FL-01). Setelah itu udara dikompresi menjadi 8 atm menggunakan Kompresor (K-01) yang kemudian dilewatkan ke dalam Furnace (F-01) agar suhunya sesuai dengan suhu operasi agar menjadi 800°C. Setelah itu udara yang kondisi operasinya sudah sesuai diumpankan ke Reaktor (R-01).

#### b. Bahan Baku Amonia

Amonia dengan kondisi cair jenuh disimpan pada tangki (T-01) dengan kondisi operasi 18 atm dan suhu 30°C. Agar sesuai dengan kondisi reaktor yaitu suhu 800°C dan tekanan 8 atm dalam fase gas, maka ammonia menurunkan tekanannya menjadi 8 atm menggunakan Expansion Valve (EV-01). Kemudian diubah fasenya dari cair menjadi gas dengan diuapkan menggunakan Vaporizer (VP-01).

Sebelum amonia dalam fase gas masuk ke dalam Reaktor (R-01), suhu ammonia gas tersebut harus dikondisikan terlebih dahulu dengan



melewatkan kedalam Furnace (F-02), sehingga suhu gas yang keluar 800°C.

### 3.1.2 Tahap Reaksi Oksidasi

Dalam Reaktor (R-01) terjadi reaksi oksidasi ammonia dan udara membentuk NO dengan bantuan katalisator Pt-Rh berupa kawat anyaman atau yang disebut dengan *gauze*. Kondisi operasi di Reaktor yaitu 800°C yang menyebabkan reaksi cepat teroksidasi. Karena reaksi yang bersifat eksotermis, maka pada Reaktor (R-01) dilengkapi dengan jaket pendingin untuk mempertahankan kondisi operasinya agar tidak terjadi penurunan suhu. Konversi ammonia menjadi NO sebesar 98% (*Kirk Othmer, 1983*).

Setelah itu gas dilewatkan ke *Waste Heat Boiler* (WHB-01) untuk menurunkan suhu sampai dengan 300°C. Gas yang telah diturunkan suhunya tersebut kemudian kembali diturunkan suhunya menggunakan *Waste Heat Boiler* (WHB-02) sampai dengan 120°C. Panas yang dihasilkan dari *Waste Heat Boiler* ini kemudian dimanfaatkan untuk steam yaitu sebagai *superheated steam* yang digunakan sebagai pembangkit listrik pada pabrik.

### 3.1.3 Tahap Reaksi Oksidasi Lanjutan

Campuran gas yang terdapat pada *Waste Heat Boiler* kemudian di alirkan ke dalam *Condensor* (CD-01) untuk mengondensasikan sebagian gas yaitu air. Gas dan cairan yang terdapat di *Condensor* (CD-01) kemudian di alirkan ke dalam Separator (S-01) untuk dipisahkan antara fase gas dan fase cairnya yang nantinya fase gas tersebut akan masuk ke dalam Absorber sedangkan fase

cairnya akan dibuang ke UPL. Pada separator ini telah terbentuk produk  $\text{HNO}_3$  namun hanya sebesar 5% yang dimana perlu dipisahkan dan dibuang supaya tidak mengganggu dalam proses absorpsi dan dapat terbentuk produk yang sesuai dengan kepekatan yang diinginkan. Gas yang telah terpisahkan pada Separator (S-01) kemudian diturunkan tekanannya menggunakan Expander (EXP-01) dari 8 atm menjadi 1 atm.

#### 3.1.4 Tahap Absorpsi

Pada tahap ini bertujuan untuk menyerap gas  $\text{NO}_2$  dengan menggunakan  $\text{H}_2\text{O}$  sehingga terbentuklah produk asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Hasil bawah dari absorber ini berupa cairan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) yang kemudian masuk ke dalam Cooler (C-01) untuk diturunkan suhunya hingga  $30^\circ\text{C}$  sebelum dimasukkan ke dalam Tangki Penyimpanan Asam Nitrat (T-02)

### 3.2 Spesifikasi Alat

#### 3.2.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku Amonia (T-01)

Fungsi : Menyimpan Amonia untuk kebutuhan proses selama 7 hari.

Jenis : *Eliptical*

Bahan : Stainless steel SA-240 Grade S

Kondisi Operasi :

Tekanan : 18 atm

Suhu :  $30^\circ\text{C}$

Fase : Cair  
Jumlah : 1 buah  
Kapasitas : 142.550,1059 kg/jam

Volume : 1809,2260 bbl

Spesifikasi :

Diameter : 9,0157 m

Tinggi : 4,5078 m

Tebal *head* : 2,4837 in

Tebal *shell* : 1 in

Harga : \$ 91.893

### 3.2.2 Tempat Penyimpanan Produk Asam Nitrat (T-02)

Fungsi : Menyimpan produk asam nitrat 65%

Jenis : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan  
*dished head*

Bahan : *Stainless Steel SA-240 Grade S*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Temperature : 30°C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi Alat :

Diameter : 8,768 m

Tinggi : 6,048 m

Tebal Shell : 1/4 in

Tebal Roof : 1 3/4 in

Harga : \$ 87.045

### 3.2.3 Blower (BL-01)

Fungsi : Untuk mengalirkan udara lingkungan ke reaktor

Jenis : Blower *centrifugal*

Bahan : *Carbon Steel*

Laju alir : 7.277,3003 ft<sup>3</sup>/menit

Power : 6 Hp

Harga : \$ 15.585

### 3.2.4 Filter Udara (FL-01)

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran dari udara yang masuk

Jenis : *Bag Filter*

Kapasitas : 14.380,3708 kg/jam

Flow Area : 76,879 m<sup>2</sup>

Harga : \$59.769

### 3.2.5 Kompresor (K-01)

Fungsi : Menaikkan tekanan udara dari 1 atm menjadi 8 atm

Jenis : *Reciprocating Compressor multistage*

Kecepatan aliran : 15.228,883 kg/jam

Tinlet : 1 atm

Toutlet : 8 atm

Motor penggerak : 267 HP  
Jumlah : 1 buah  
Harga : \$ 33.479

### 3.2.6 Furnace Udara (F-01)

Fungsi : Memanaskan udara sebelum masuk reaktor (R-01)  
Jenis : *Fired heaters* (furnace firebox pipa horizontal)  
Kondisi Operasi :  
T<sub>1</sub> : 50°C  
T<sub>2</sub> : 800°C  
Tekanan : 8 atm  
Jumlah alat : 1 buah  
Tinggi *furnace* : 3,66 m  
Lebar *furnace* : 3,66 m  
Tinggi *stack* : 10,34 m  
Bahan Bakar :  
Jenis : Solar  
Kebutuhan : 388,210 kg/jam  
Jumlah tube : 81 tube  
Harga : \$ 791.598

### 3.2.7 Furnace Amonia (F-02)

Fungsi : Memanaskan Ammonia sebelum masuk reaktor (R-01)  
Jenis : *Fired heaters* (furnace firebox pipa horizontal)

Kondisi operasi :  
T<sub>1</sub> : 30°C  
T<sub>2</sub> : 800°C

Tekanan : 8 atm  
Jumlah Alat : 1 buah  
Tinggi *furnace* : 3,965 m  
Lebar *furnace* : 1,83 m  
Tinggi *stack* : 8,57 m  
Bahan Bakar :  
Jenis : Solar  
Kebutuhan : 46,457 kg/jam  
Jumlah tube : 27 tube  
Harga : \$ 1.241.252

### 3.2.8 Reaktor (R-01)

Fungsi : Mereaksikan ammonia (NH<sub>3</sub>) dengan O<sub>2</sub> untuk  
Membentuk nitrogen monoksida (NO)  
dan air (H<sub>2</sub>O).

Jenis : Gauze Beda Reactor  
Bahan : Stainless Steel SA-240 Grade S  
Temperature umpan : 800°C  
Temperature produk : 800°C  
Tekanan operasi : 8 atm

Kecepatan aliran umpan : 15.189,324 kg/jam

Diameter shell : 19 in

Tinggi tumpukan : 0,75 in

Tebal shell : 3/16 in

Jenis head : *conical head*

Katalis : Platinum-Rhodium

Jumlah tumpukan katalis : 5 *gauze*

Jenis isolasi : Micro-quartz fiber blanket

Tebal isolasi : 12,523 cm

Jenis pendingin : Dowtherm A

Kebutuhan pendingin : 4.299,520 kg/jam

Tebal jaket pendingin : 0,25 in

Harga : \$45.369

### 3.2.9 *Waste Heat Boiler* -01 (WHB-01)

Fungsi : Mendinginkan komponen gas keluar reaktor dengan Suhu 800°C menjadi suhu 300°C dengan memanfaatkan panas keluaran reaktor dan menghasilkan *super-heated steam*.

Bahan : Stainless Steel SA-240 Grade S

Luas transfer : 339, 29 ft<sup>2</sup>

Tube Side

Shell Side

Tmasuk	: 800°C	Tmasuk	: 30°C
Tkeluar	: 300°C	Tkeluar	: 150°C
OD	: 1 in	ID	: 15 1/4 in
Jumlah tube	: 81 buah	Baffle Space	: 5 in
Panjang	: 16 ft	Pass	: 1
Pitch	: 1 1/4 in	$\Delta P$	: 0,64
Pass	: 2		
$\Delta P$	: 9,96		

Spesifikasi Steam yang dihasilkan :

Jenis : *Superheated steam*

Fungsi : untuk pembangkit listrik

Suhu : 150°C

Jumlah Steam : 17.972,109 kg/jam

Harga : \$ 676.847



### 3.2.10 Waste Heat Boiler -02 (WHB-02)

Fungsi : proses pendinginan lanjutan komponen gas keluaran Reaktor dengan suhu 300°C menjadi 150°C

Bahan : Stainless Steel SA-240 Grade S

Luas transfer : 339 ft<sup>2</sup>

	Tube Side	Shell Side
Tmasuk	: 300°C	Tmasuk : 30°C
Tkeluar	: 120°C	Tkeluar : 150°C
OD	: 1 in	ID : 15 1/4 in
Jumlah tube	: 81 buah	Baffle Space : 3 in
Panjang	: 8 ft	Pass : 1
Pitch	: 1 1/4 in	ΔP : 0,35 psi
Pass	: 2	
ΔP	: 8,59	

Spesifikasi Steam yang dihasilkan :

Jenis : *Superheated steam*

Fungsi : untuk pembangkit listrik

Suhu : 150°C

Jumlah Steam : 14.575,424 kg/jam

Harga : \$ 676.847

### 3.2.11 Separator (S-01)

Fungsi : Memisahkan cairan dan uap yang keluar dari *partial*

*Condenssor (PC-01)*

Jenis : *Silinder vertical*

Bahan : *Stainless steel SA 240 Grade S*

Kondisi operasi :

Tekanan : 8 atm

Temperature : 120°C

Spesifikasi alat :

Tinggi : 3,1174 m

Diameter : 1,0188 m

Tebal shell : 0,25 in

Jenis head : Torispherical Head

Tebal head : 0,25 in

Beban :

Fase cair : 1.321,0060 kg/jam

Fase uap : 13.873,4349 kg/jam

Harga : \$ 68.227

### 3.2.12 Absorber (AB-01)

Fungsi : Menyerap  $\text{NO}_2$  dengan  $\text{H}_2\text{O}$  menjadi  $\text{HNO}_3$

Jenis : Menara penyerap dengan bahan isian

Bahan : *Stainless Steel SA-240 Grade S*

Kondisi operasi :

Suhu operasi :  $80^\circ\text{C}$

Tekanan operasi : 1 atm

Spesifikasi alat :

Diameter : 1,804 m

Tebal shell : 1/4 in

Jenis head : Torispherical Head

Tinggi head : 0,415 m

Tebal head : 1/4 in

Tinggi total : 6,189 m

Tebal jaket : 0,25 in

Bahan jaket : *Carbon Steel*

Bahan isian

Jenis : *Risching ring*

Ukuran : 2 in

Tinggi packing : 4,558 m

Harga : \$147.306

3.2.13 Kondensor (CD-01)

Fungsi : Untuk menggembungkan H<sub>2</sub>O  
 Jenis : *Horizontal Shell and Tube Heat Exchanger*  
 Bahan : *Stainless Steel SA-240 Grade S*  
 Jumlah : 1 buah  
 Luas transfer : 904 ft<sup>2</sup>

	Tube Side		Shell Side
Tmasuk	: 120°C	Tmasuk	: 30°C
Tkeluar	: 70°C	Tkeluar	: 48°C
OD	: 1 in	ID	: 0,87 in
BWG	: 16	Baffle Space	: 5,175 in
Jumlah tube	: 288	Pass	: 1
Panjang	: 12 ft	ΔP	: 0,288 psi
Pitch	: 1,562 in <sup>2</sup>	Fouling Factor	: 0,0136
Pass	: 2		
		ΔP	: 0,097 Psi

Harga : \$ 21.011

3.2.14 Pompa -01 (P-01)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku ammonia dari tangki penyimpanan TP-01 menuju EV-01.

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan : Stainless Steel SA-240 Grade S

Jumlah : 2 buah

Laju alir : 2,412 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi Pipa :

D normal : 1,25 in

ID : 1,38 in

OD : 1,66 in

Schedule Number : 40

Head Pompa :

*Velocity head* : 0,0502 ft

*Static head* : 13,1233 ft

*Pressure head* : 0

*Friction head* : 0,5019 ft

*Total head* : 13,6754 ft

Daya motor : 0,13 Hp

Ns : 3.500 rpm

*Impeller* : *mixed flow impeller*

Harga : \$ 2.193

### 3.2.15 Pompa -02 (P-02)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah absorber ke cooler (CL-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan : Stainless Steel SA-240 Grade S

Jumlah : 2 buah

Laju alir : 5,499 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi Pipa :

D normal : 2 in

ID : 2,067 in

OD : 2,38 in

Schedule Number : 40

Head Pompa :

*Velocity head* : 0,0523 ft

*Static head* : 9,8425 ft

*Pressure head* : 0

*Friction head* : 0,2404 ft

*Total head* : 10,1352 ft

Daya motor : 0,17 Hp

Ns : 3.500 rpm

*Impeller* : *mixed flow impeller*

Harga : \$ 2.540

### 3.2.16 Pompa -03 (P-03)

Fungsi : Mengalirkan amonia 65% dari cooler (CL-01)  
menuju tangki penyimpanan produk (TP-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan : Stainless Steel SA-240 Grade S

Jumlah : 2 buah

Laju alir : 5,499 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi Pipa :

D normal : 2 in

ID : 2,067 in

OD : 2,38 in

Schedule Number : 40

Head Pompa :

*Velocity head* : 0 ft

*Static head* : 19,6850 ft

*Pressure head* : 0,0087

*Friction head* : 0,3250 ft

*Total head* : 20,0012 ft

Daya motor : 0,75 Hp

Ns : 3.500 rpm

*Impeller* : *mixed flow impeller*

Harga : \$ 3.002

### 3.2.17 Pompa -04 (P-04)

Fungsi : Mengalirkan air makeup untuk kebutuhan absorber (AB-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan : Stainless Steel SA-240 Grade S

Jumlah : 2 buah

Laju alir : 1,342 m<sup>3</sup>/jam

Spesifikasi Pipa :

D normal : 1 in

ID : 1,049 in

OD : 1,32 in

Schedule Number : 40

Head Pompa :

*Velocity head* : 0,0468 ft

*Static head* : 16,4042 ft

*Pressure head* : 0

*Friction head* : 0,7159 ft

*Total head* : 17,1669 ft

Daya motor : 0,13 Hp

Ns : 3.500 rpm

*Impeller* : *mixed flow impeller*

Harga : \$1.732



## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

Dalam perancangan suatu pabrik, ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan untuk memperkirakan biaya yang akan dikeluarkan diantaranya tata letak peralatan serta fasilitas pendukung meliputi jenis dan jumlah peralatan yang digunakan serta kelistrikan, sarana perpipaan, dan fasilitas bangunan yang mendukung berdirinya pabrik tersebut. Hal ini akan memberikan informasi yang dapat digunakan untuk pertimbangan dalam perhitungan biaya bangunan secara terperinci sebelum pendirian pabrik.

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal utama yang harus diperhatikan dalam perancangan suatu pabrik. Hal ini dikarenakan pemilihan lokasi pabrik akan berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan tersebut. Beberapa hal seperti sumber bahan baku dan bahan pembantu, letak pabrik dengan pasar penunjang, sarana transportasi, tenaga kerja, sarana pendukung, kondisi social, dan iklim merupakan pertimbangan yang harus diperhatikan dalam pemilihan suatu lokasi,

Pabrik Asam Nitrat dengan kapasitas produksi 24.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Gresik, Jawa Timur.

Adapun pertimbangan-pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

#### 4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

##### a.) Lokasi dekat dengan sumber bahan baku

Bahan baku hal yang berpengaruh dalam pembuatan produk. Pabrik yang dekat dengan lokasi bahan baku serta pemasaran produk maka dapat meminimalisir biaya transportasi. Selain itu juga pabrik sebaiknya dekat dengan pelabuhan supaya bahan baku atau produk yang akan dikirimkan dari atau ke luar negeri dapat dengan mudah dilakukan. Bahan baku utama dalam pembuatan Asam Nitrat adalah ammonia yang diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang terletak di Jawa Timur.

##### b.) Pemasaran Produk

Produk asam nitrat merupakan suatu produk yang dibutuhkan oleh beberapa industri baik itu sebagai bahan baku atau pun sebagai bahan penunjang. Pabrik pupuk dan pabrik bahan peledak merupakan industry yang menggunakan asam nitrat sebagai bahan pembuatnya selain itu juga masih ada banyak industry yang menggunakan asam nitrat sebagai bahan pembuatnya, sehingga dalam pemasarannya tidak akan mengalami hambatan. Lokasi pendirian pabrik dekat dengan Pelabuhan Gresik sehingga untuk pemasaran produk akan relatif mudah untuk dijangkau.

##### c.) Utilitas

Dalam pendirian suatu pabrik industri, sarana-sarana pendukung merupakan hal yang perlu diperhatikan. Adapun sarana-sarana yang perlu diperhatikan ialah listrik, air, dan sarana yang lainnya sehingga proses

produksi dapat berjalan dengan baik. Kebutuhan listrik untuk pabrik diperoleh dari pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) sendiri dan perusahaan Listrik Negara (PLN). Sedangkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam proses produksi, pabrik didirikan di lokasi yang dekat dengan sumber air, dimana nantinya air akan diambil dari Sungai Bengawan Solo yang dimana memiliki kapasitas air yang besar.

d.) Transportasi

Dalam pendirian pabrik industri sarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku, pengangkutan, dan pemasaran produk dimana dapat ditempuh dengan dua jalur yaitu jalur darat maupun jalur laut. Pemilihan lokasi pabrik di Gresik sangat tepat dikarenakan tersedianya jalur transportasi yang baik mulai dari transportasi laut yaitu pelabuhan hingga transportasi darat menuju pabrik.

e.) Tenaga Kerja

Tersedianya tenaga kerja yang terampil dan terdidik sangat diperlukan untuk mengendalikan mesin-mesin produksi. Adapun tenaga kerja dapat direkrut dari masyarakat sekitar Gresik dimana selain untuk memenuhi kebutuhan tenaga kerja, diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup penduduk sekitar daerah Gresik.

f.) Karakter Wilayah Lokasi

Pemilihan lokasi pabrik di daerah Gresik terletak pada kawasan pabrik yang dimana pemerintah telah memberikan kelonggaran pendirian pabrik pada daerah tersebut.

#### 4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak berperan secara langsung dalam operasional proses pada pabrik. Tetapi faktor ini berpengaruh dalam kelancaran operasional dalam proses pendirian pabrik. Adapun faktor-faktor sekunder ialah sebagai berikut :

a.) Perluasan Area Pabrik

Semakin meningkatnya permintaan produk maka akan menuntut adanya perluasan area pabrik. Untuk melakukan perluasan pabrik tersebut harus dipastikan bahwa areal pabrik memiliki luas yang cukup dan di daerah pembangunan juga dipastikan masih memiliki lahan yang luas. Sehingga pabrik dapat dengan mudah mempertimbangkan perluasan areal untuk masa yang akan datang.

b.) Perizinan

Pabrik memerlukan pengaturan tata letak dalam proses pendiriannya dimana ada beberapa hal yang perlu diperhatikan agar tata letak pabrik tersebut sesuai dengan perizinann yang telah diatur. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Areal tanah dimanfaatkan seefisien mungkin.

2. Keamanan kerja pabrik dapat dipenuhi dengan benar.
3. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan, maupun perbaikan alat proses dapat dilakukan dengan aman.
4. Transportasi dapat digunakan secara efisien dan baik.

c.) Lingkungan Masyarakat Sekitar

Adanya sikap masyarakat yang antusias dan mendukung dalam pendirian pabrik asam nitrat maka akan menjamin tersedianya lapangan pekerjaan bagi mereka.

d.) Sarana dan Prasarana Sosial

Sarana seperti jalan dan transportasi harus tersedia disekitar pabrik agar mempermudah dalam pengangkutan dan pendistribusian bahan baku dan produk serta karyawan pabrik. Fasilitas-fasilitas social seperti tempat ibadah, bank, tempat hiburan, sekolahan, dan perumahan perlu diadakan guna untuk meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup masyarakat sekitar pabrik.

Setelah melihat faktor-faktor dalam pendirian pabrik, maka pabrik direncanakan akan didirikan pada lokasi Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4. 1 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik Asam Nitrat

#### 4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu kedudukan pabrik yang dimana meliputi tempat peralatan, tempat kerja karyawan, tempat penyimpanan bahan baku, tempat penyimpanan produk utama, dan tempat penyimpanan produk samping yang dimana ditinjau dari segi hubungan satu dengan yang lainnya.

Tata letak pabrik harus dipikirkan dan dirancang dengan sedemikian agar area yang digunakan untuk penempatan alat-alat produksi dapat efisien sehingga keselamatan dan kenyamanan karyawan dapat terjaga.

Unit proses dan bangunan penunjang harus ditata dengan baik untuk mempermudah pekerja dalam mengakses area pabrik selain itu pabrik juga dapat beroperasi secara ekonomis. Proses yang dianggap berbahaya harus berada pada jarak yang aman dari bangunan yang lainnya (Coulson,1999)

Adapun bangunan penunjang lainnya selain unit proses yaitu :

1. Utilitas
2. Pembuangan limbah
3. Pemadaman kebakaran dan layanan darurat lainnya
4. Kantin
5. Pusat kesehatan
6. Kantor administrasi
7. Laboratorium pengendalian proses
8. Bengkel perawatan
9. Penyimpanan bahan baku
10. Penyimpanan produk
11. Penyimpanan kebutuhan pemeliharaan dan operasional
12. Area parkir
13. Tempat ibadah

Bangunan-bangunan tersebut hendaknya ditempatkan dibagian yang tidak mengganggu jalannya proses produksi yang dimana ditinjau dari lalu lintas barang, kontrol, serta keamanannya.

Hal-hal yang harus diperhatikan pada perancangan tata letak pabrik :

1. Daerah Proses

Daerah proses merupakan daerah dimana proses produksi dilaksanakan.

Daerah ini terletak di lokasi yang dimana suplai bahan baku, tempat penyimpanan produk, dan pengawasan alat dapat dijangkau dengan

mudah Selain itu alat-alat proses yang digunakan dalam produksi disusun berdasarkan dengan aliran proses yang sesuai dengan kebutuhan.

2. Daerah *Quality Control*

Daerah yang dimana kualitas bahan baku dan produk dapat dikontrol dengan mudah sehingga letak lokasi dekat dengan daerah proses.

3. Keamanan

Dalam penentuan tata letak pabrik, masalah keamanan apabila terjadi kebocoran gas atau asap beracun, ledakan, dan kebakaran harus diperhatikan supaya dapat ditanggulangi dengan secara tepat. Sehingga alat-alat yang tergolong berbahaya diletakkan pada suatu tempat khusus agar dapat dikontrol dengan baik.

4. Instalasi dan utilitas

Penempatan alat kantor yang diatur dengan baik dapat memudahkan para karyawan untuk bekerja sehingga operasi dapat berjalan lancar dan perawatan dapat dengan mudah dilakukan. Selain itu pemasangan dan pendistribusian yang baik dari steam, gas, dan listrik serta utilitas dapat memperlancar jalannya operasi sesuai dengan yang sudah ditentukan.

5. Area pengolahan limbah

Penambahan fasilitas pengolahan limbah sangat diperlukan pada pembangunan suatu pabrik untuk menjaga kelestarian lingkungan dimana dengan cara memperhatikan buangan limbah produksi serta kandungan



komponen berbahaya sehingga buangan limbah tersebut tidak mencemari komunitas disekitarnya.

6. Daerah Perkantoran

Daerah perkantoran merupakan daerah kegiatan administrasi pabrik dilaksanakan baik itu urusan dengan pihak luar maupun pihak dalam pabrik. Letak lokasi daerah ini berada di bagian depan pabrik.

7. Fasilitas umum

Fasilitas pabrik seperti kantin, masjid, klinik kesehatan, dan yang lainnya terletak pada bagian yang dimana dapat meminimalkan waktu para karyawan dalam melakukan kegiatan.

8. Daerah perluasan

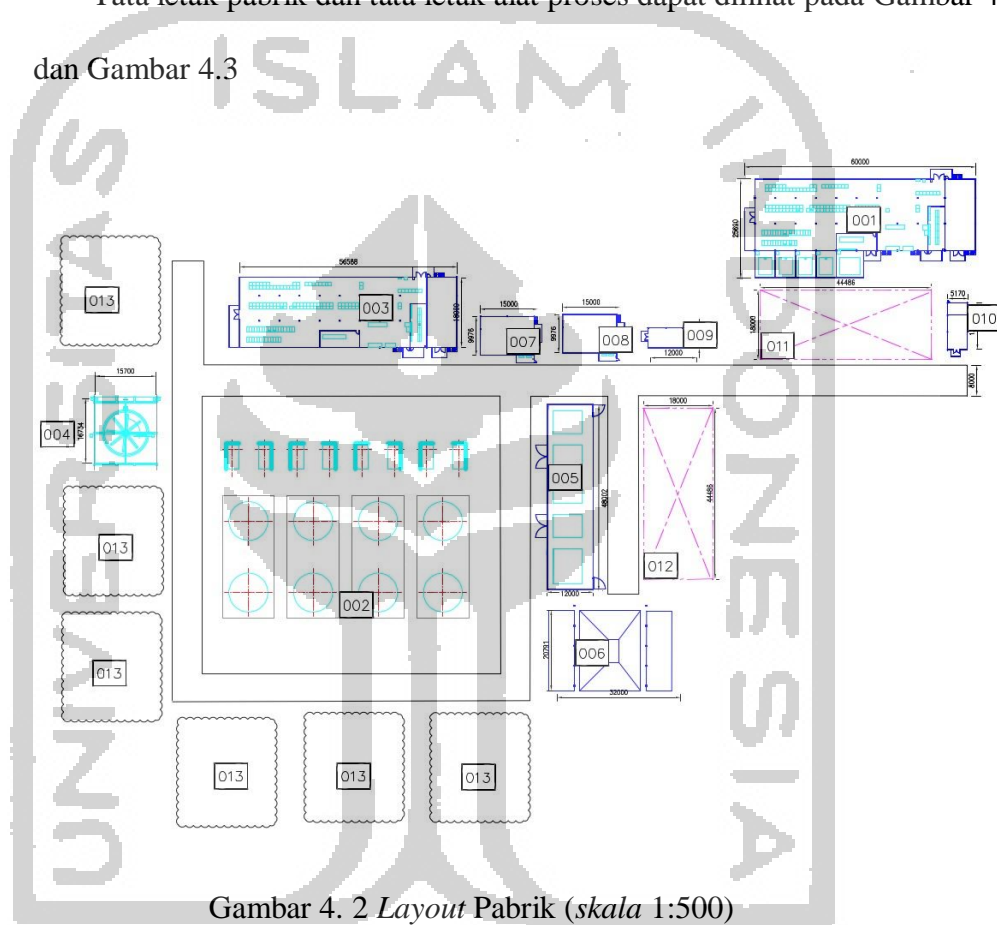
Perluasan tanah merupakan faktor yang penting pada pabrik untuk waktu yang akan datang. Sehingga harga tanah menjadi tolak ukur agar biaya yang dikeluarkan tidak membebani para investor.

Perancangan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan yaitu (Timmerhaus,2004) :

1. Mengurangi biaya produksi.
2. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses.
3. Meningkatkan keselamatan kerja.
4. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga dapat mengurangi material *handling*.

- Memberikan ruang gerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan.

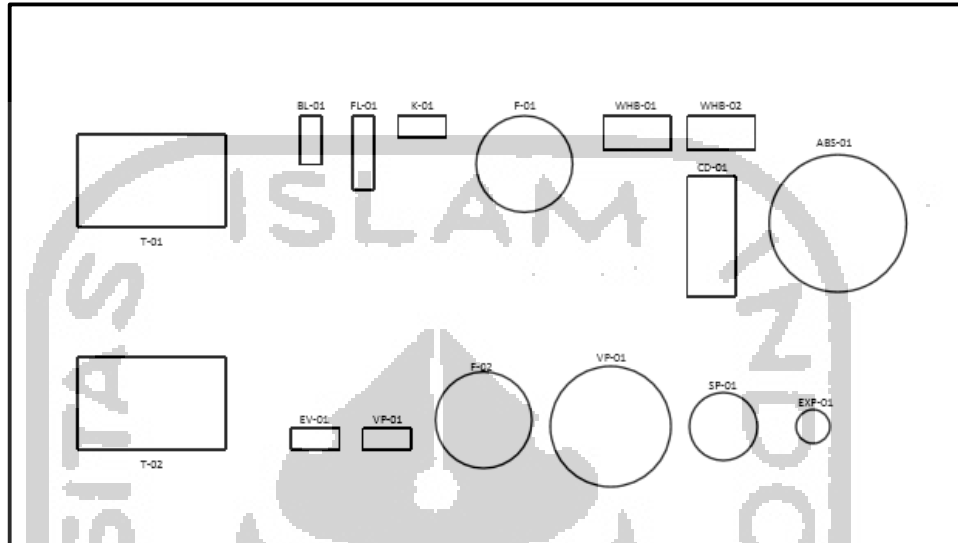
Tata letak pabrik dan tata letak alat proses dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3



Gambar 4. 2 *Layout Pabrik (skala 1:500)*

Keterangan Gambar :

- |                       |                                 |
|-----------------------|---------------------------------|
| 1. Kantor Utama       | 8. Kantin                       |
| 2. Area Proses        | 9. Masjid                       |
| 3. Ruang Kontrol      | 10. Pos Keamanan                |
| 4. Area Utilitas      | 11. Parkir dan Taman            |
| 5. Gudang Penyimpanan | 12. Inspection and Loading Area |
| 6. Ruang K3           | 13. Area Perluasan              |
| 7. Laboratorium       |                                 |



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses (*skala 1:1000*)

Keterangan Gambar :

- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1. Tanki Ammonia (T-01)      | 11. Waste Heat Boiler (WHB-01) |
| 2. Tangki Asam Nitrat (T-02) | 12. Waste Heat Boiler (WHB-02) |
| 3. Blower (BL-01)            | 13. Condenser (CD-01)          |
| 4. Filter (FL-01)            | 14. Separator (SP-01)          |
| 5. Kompresor (K-01)          | 15. Absorber (AB-01)           |
| 6. Expansion Valve (EV-01)   | 16. Expander (EXP-01)          |
| 7. Vaporizer (VP-01)         |                                |
| 8. Furnace Udara (F-01)      |                                |
| 9. Furnace Ammonia (F-02)    |                                |
| 10. Reaktor (R-01)           |                                |

Pabrik ini direncanakan menempati lahan seluas 16 Ha. Adapun perincian

luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah

No	Lokasi	panjang	lebar	luas
		m	m	m <sup>2</sup>
1	Kantor utama	30	15	450
2	Pos Keamanan/satpam	3	5	15
3	Parkir Karyawan dan tamu	18	18	324
4	Parkir Truk	25	20	500
5	Kantor teknik dan produksi	25	25	625
6	Klinik dan Koperasi	10	15	150
7	Masjid	10	10	100
8	Kantin	10	10	100
9	Bengkel	10	8	80
10	Unit pemadam kebakaran	10	10	100
11	Gudang alat	22	10	220
12	Laboratorium	14	16	224
13	Utilitas	25	20	500
14	Area proses	50	30	1500
15	Control Room	10	8	80
16	Control Utilitas	10	8	80
17	Unit K3	10	12	120
18	Jalan dan Taman	80	50	4000
19	Perluasan pabrik	50	40	2000
20	Area Perumahan (23 unit)	20	12	5520
<b>Luas Tanah</b>				<b>16688</b>
<b>Luas Bangunan</b>				<b>11364</b>
<b>Total</b>		<b>442</b>	<b>342</b>	<b>151164</b>

### 4.3 Tata Letak Proses

Tata letak dari alat proses yang diatur secara optimum akan memberikan suatu keuntungan dalam operasinya dimana biaya konstruksi dapat minimum dan operasi yang dijalankan dapat berjalan secara efisien. Selain itu tata letak proses ini memiliki hubungan erat dengan perencanaan pendirian pabrik yang memiliki tujuan yaitu :

1. Karyawan bekerja secara aman, nyaman, dan selamat.
2. Proses produksi dapat berjalan lancar dan efisien.

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam penyusunan tata letak proses pada pabrik asam nitrat :

1. Aliran bahan baku

Proses aliran bahan baku dan produk yang tepat dapat memberikan keuntungan besar dalam segi ekonomi. Selain itu kelancaran dan keamanan saat produksi dapat tertunjang.

2. Aliran udara

Untuk menghindari terjadinya stagnasi udara di suatu tempat yang dimana akan mengakibatkan terjadinya akumulasi bahan kimia berbahaya dan menanggung keselamatan para karyawan, aliran udara saat proses produksi perlu diperhatikan terutama arah hembusan udara.

### 3. Cahaya

Untuk mengurangi resiko yang tinggi terhadap keselamatan, maka penerangan pada seluruh pabrik harus memadai terutama pada tempat proses yang berbahaya harus diberikan penerangan tambahan.

### 4. Operasi

Untuk menunjang operasi pada pabrik, maka peralatan yang memerlukan perhatian operator seperti peralatan instrumentasi dan *valve* diletakkan dekat dengan *control room*.

### 5. Lalu lintas manusia dan alat berat

Untuk mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah ketika terjadi gangguan pada alat proses, maka jarak antara alat dan lebar jalan perlu diperhatikan supaya keamanan karyawan dalam menjalankan tugasnya terjamin.

### 6. Jarak alat proses

Alat proses yang memiliki suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya di tempatkan di lokasi khusus yang dimana tidak berdekatan dengan lokasi alat yang lainnya. Hal ini bertujuan apabila terjadi suatu ledakan dan kebakaran pada alat proses tersebut, alat-alat proses yang lainnya tidak akan terganggu.

### 7. Kemudahan pemeliharaan

Memberikan ruang gerak terhadap peralatan yang satu dengan yang lain ditujukan untuk memudahkan dalam pembersihan, perbaikan, dan

pergantian terhadap alat tersebut sehingga alat dapat beumur panjan dan berfungsi sebagaimana mestinya.

#### 8. Keamanan

Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan seperti terperangkap di dalam pabrik ketika terjadi kebakaran, alat-alat proses disusun dengan sedemikian supaya kendaraan atau alat pemadam kebakaran dapat dengan mudah menjangkau. Selain itu bangunan proses perlu dibangun dua pintu (pintu utama dan pintu darurat) yang berfungsi apabila terjadi kecelakaan kerja maka dengan mudah para karyawan dapat keluar menyelamatkan diri.

#### 9. Pertimbangan ekonomi

Menempatkan peralatan proses produksi dengan sedemikian rupa ditujukan agar dapat meminimumkan biaya operasi dan dapat menjamin kelancaran saat produksi serta keamanan pabrik.

### **4.4 Aliran Proses dan Material**

#### **4.4.1 Neraca Massa**

Neraca massa total produksi akan disajikan pada Tabel 4.2 dan untuk neraca massa masing-masing alat akan disajikan pada Tabel 4.3 hingga Tabel

4.6

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Produk (kg/jam)	Limbah (kg/jam)
NH <sub>3</sub>	847.6640224	-	16.95328045
H <sub>2</sub> O	0.848512535	1060.606061	1319.479652
O <sub>2</sub>	3350.766018	-	628.5236589
N <sub>2</sub>	11029.60481	-	11029.60481
NO	-	-	496.8531442
NO <sub>2</sub>	-	-	44.02626852
HNO <sub>3</sub>	-	1969.69697	5.129399732
Air makeup	1341.991342	-	-
Total	16570.87	16570.87	

Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor

Senyawa	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
NH <sub>3</sub>	847.6640224	16.95328045
H <sub>2</sub> O	0.848512535	1320.212632
O <sub>2</sub>	3350.766018	1396.152507
N <sub>2</sub>	11029.60481	11029.60481
NO	-	1465.960133
Total	15228.88336	15228.88336

Tabel 4. 4 Neraca Massa Kondensor

Senyawa	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
NH <sub>3</sub>	16.95328045	16.95328045
H <sub>2</sub> O	1320.212632	1319.479652
O <sub>2</sub>	1396.152507	1357.060237
N <sub>2</sub>	11029.60481	11029.60481
NO	1465.960133	1393.88376
NO <sub>2</sub>	-	106.770763
HNO <sub>3</sub>	-	5.130860465
Total	15228.88336	15228.88336



Tabel 4. 5 Neraca Massa Separator

Senyawa	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Atas (g)	Bawah (l)
NH <sub>3</sub>	16.95328045	16.95328045	-
H <sub>2</sub> O	1319.479652	0.194751819	1319.2849
O <sub>2</sub>	1357.060237	1357.060237	-
N <sub>2</sub>	11029.60481	11029.60481	-
NO	1393.88376	1393.88376	-
NO <sub>2</sub>	106.770763	106.770763	-
HNO <sub>3</sub>	5.130860465	0.001460733	5.129399732
Total	15228.88336	13904.46906	1324.4143
Total Keseluruhan	15228.88336	15228.88336	

Tabel 4. 6 Neraca Massa Absorber

Senyawa	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Bawah (g)	Make up	Atas (g)	Bawah (l)
NH <sub>3</sub>	16.95328045	-	16.95328045	-
H <sub>2</sub> O	0.194751819	1341.991342	0.194751819	1060.606061
O <sub>2</sub>	1357.060237	-	628.5236589	-
N <sub>2</sub>	11029.60481	-	11029.60481	-
NO	1393.88376	-	496.8531442	-
NO <sub>2</sub>	106.770763	-	44.02626852	-
HNO <sub>3</sub>	-	-	-	1969.69697
Total	13904.4676	1341.991342	12216.15591	3030.30303
Total Keseluruhan	15246.4589		15246.4589	

#### 4.4.2 Neraca panas

Pada neraca panas berikut ini suhu referensi yang digunakan adalah 25°C. Neraca panas masing-masing alat akan disajikan pada Tabel 4.6 hingga Tabel 4.17

Tabel 4. 7 Neraca Panas Expansion Valve - 01

Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
$\Delta H_{in}$	20146.07827	$\Delta H_{out} =$	-1555.001649
		$\Delta H_{ev} =$	21701.07992
Total	20146.07827		20146.07827

Tabel 4. 8 Neraca Panas Furnace - 01

Komponen	Input (KJ/jam)	Output (KJ/jam)
Umpan	-1555.001649	-
Produk	-	1807969.344
Qpemanas	1809524.346	-
Total	1807969.344	1807969.344

Tabel 4. 9 Neraca Panas Blower

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
O <sub>2</sub>	15433.08829	37337.92366
N <sub>2</sub>	57262.11822	138457.4581
Panas yang dihasilkan	103100.1753	-
Total	175795.3818	175795.3818

Tabel 4. 10 Neraca Panas Kompresor

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Umpan	175795.3818	-
Produk	-	489618.4982
Panas yang dilepas	313823.1164	-
Total	489618.4982	489618.4982

Tabel 4. 11 Neraca Panas Furnace - 02

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Umpan	489618.4982	-
Produk	-	11931782.69
Qpemanas	11442164.2	-
Total	11931782.69	11931782.69

Tabel 4. 12 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)
Umpan	11931782.69	-
Produk	-	13767430.63
Panas reaksi	-11167.81632	-
Qpendingin	1846815.752	-
Total	13767430.63	13767430.63

Tabel 4. 13 Neraca Panas Waste Heat Boiler - 01

Komponen	Qinput (KJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Umpan	13767430.63	-
Produk	-	4668690.961
Q air pendingin	-9098739.67	-
Total	4668690.96	4668690.961

Tabel 4. 14 Neraca Panas Waste Heat Boiler - 02

Komponen	Qinput (KJ/jam)	Qoutput (kJ/jam)
Umpan	4668690.96	-
Produk	-	1593686.51
Q air pendingin	-3075004.46	-
Total	1593686.51	1593686.51

Tabel 4. 15 Neraca Panas Kondensor

Panas masuk (KJ/jam)		Panas Keluar (KJ/jam)	
Panas masuk	1593686.505	panas keluar	868596.8476
Panas reaksi	16551.5326		-
	-	panas pendinginan	741641.1905
Total	1610238.038	Total	1610238.038

Tabel 4. 16 Neraca Panas Separator

Komponen	Qinput (KJ/jam)	Qoutput (KJ/jam)	
		Atas (gas)	Bawah (liquid)
Umpan	1610238.038	-	-
Produk	-	640810.4782	969427.5598
Total	1610238.038	1610238.038	

Tabel 4. 17 Neraca Panas Expansion Valve - 02

Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
$\Delta H_{in}$	22466.52451	$\Delta H_{out} =$	350.4734187
		$\Delta H_{ev} =$	22116.05109
Total	22466.52451		22466.52451

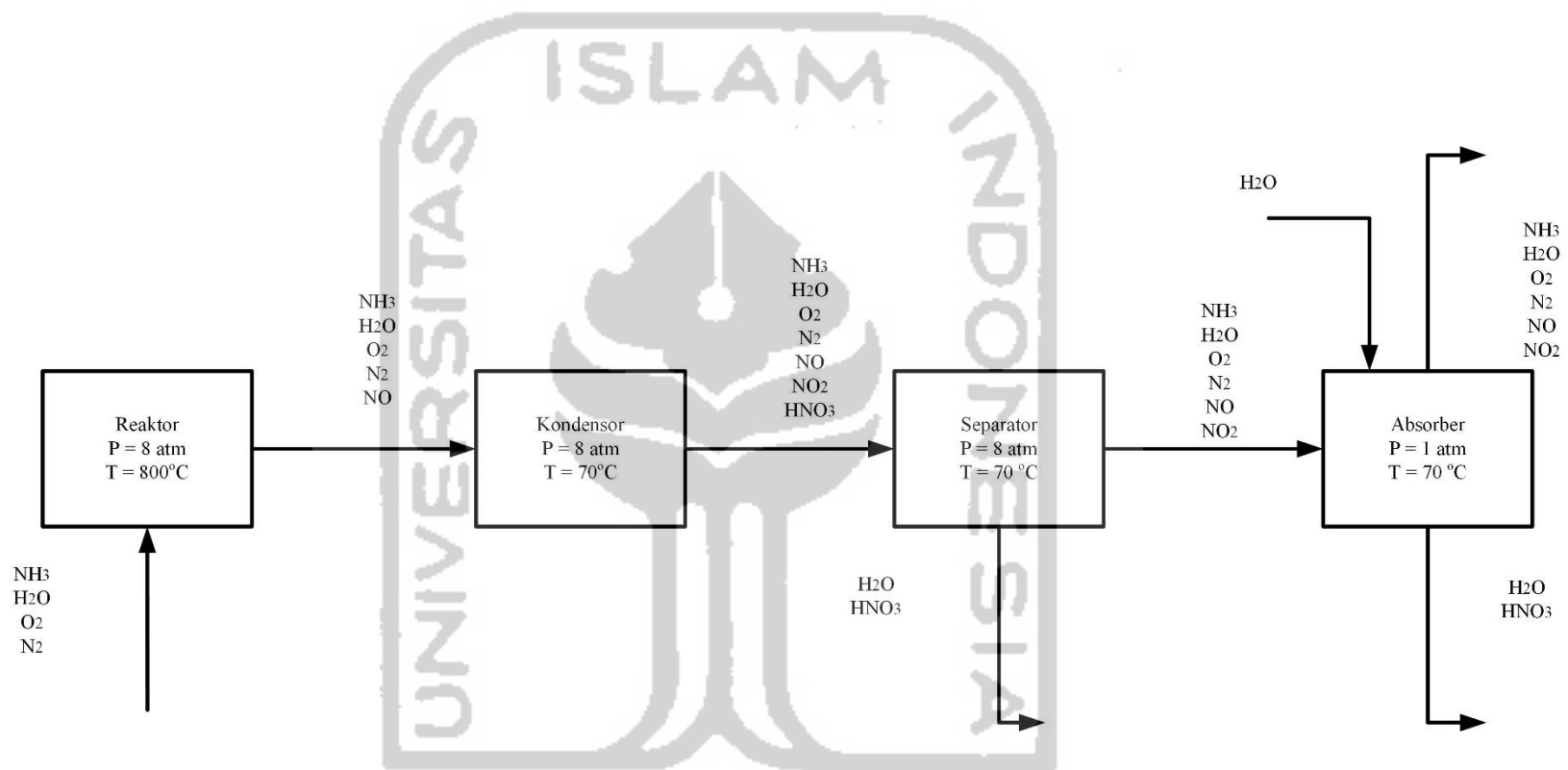
Tabel 4. 18 Neraca Panas Absorber

Panas Masuk		Panas Keluar	
Komponen	Q (KJ/jam)	Komponen	Q (kJ/jam)
Uap masuk	640810.4196	uap	1581126.932
Absorben	705973.0932	cair	124076.2604
reaksi	-543.2586629		
Beban panas	358962.9383		
Total	1705203.192		1705203.192

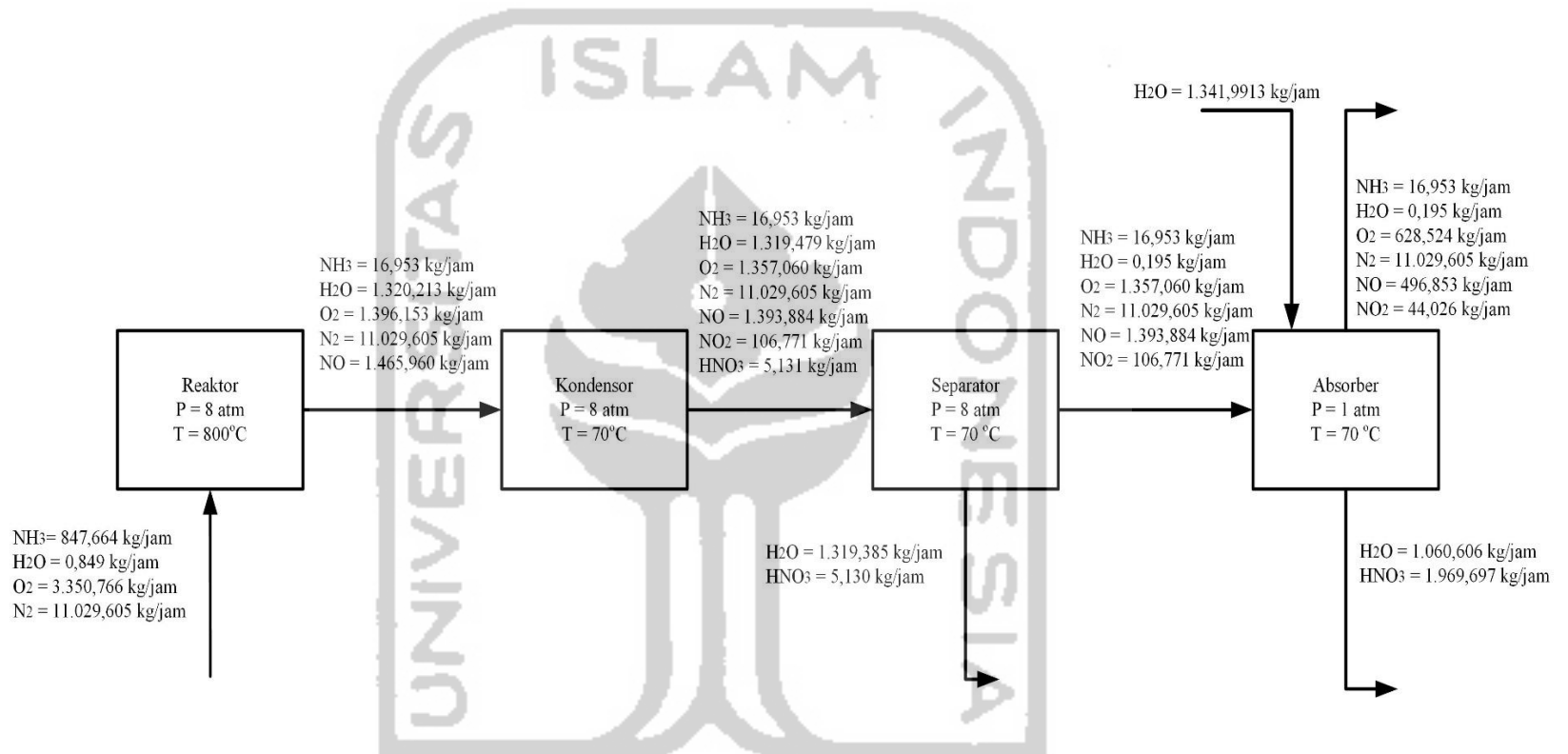
Tabel 4. 19 Neraca Panas Cooler

Komponen	Input (KJ/jam)	Output (KJ/jam)
HNO <sub>3</sub>	157348.3693	17230.83126
H <sub>2</sub> O	199460.5763	22243.43093
Panas yang diserap	-317334.6835	-
Total	39474.26219	39474.26219





Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif

#### 4.5 Perawatan (*Maintenance*)

Untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik, maka perlu adanya pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan lancar serta produktifitas menjadi tinggi. Sehingga *maintenance* dibutuhkan agar target produksi dan spesifikasi produk dapat sesuai target.

Ada beberapa jenis perawatan yang dilakukan yaitu perawatan preventif dimana dilakukan setiap hari dengan tujuan untuk menjaga dari kerusakan serta kebersihan alat dan juga perawatan periodic dimana dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan perawatan disusun sedemikian rupa sehingga peralatan mendapatkan perawatan khusus secara bergantian. Hal ini dilakukan karena alat-alat memproduksi secara kontinyu dan alat akan berhenti ketika terjadi kerusakan.

Perawatan alat dilakukan berdasarkan prosedur yang sesuai dengan buku panduan yang ada serta sesuai dengan penjadwalan yang telah dibuat. Adapun perawatan setiap alat meliputi :

1. *Over head* 1 x 1 tahun

Yaitu berupa perbaikan dan pengecekan serta *leveling* alat secara keseluruhan dimana meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, serta mengembalikan kondisi alat seperti kondisi semula.



## 2. *Repairing*

Yaitu berupa kegiatan perbaikan bagian-bagian alat yang dimana biasanya dilakukan setelah pemeriksaan .

Faktor-faktor yang memengaruhi *maintenance* :

### a. Umur alat

Semakin tua umur alat maka semakin banyak pula perawatan yang diberikan sehingga menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

### b. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

### c. Tenaga manusia

Semakin banyak tenaga kerja yang berkualitas maka akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

## 4.6 **Pelayanan Teknik (Utilitas)**

Untuk mendukung kelancaran jalannya proses produksi, dalam suatu pabrik dibutuhkan sarana penunjang yang penting.

Salah satu faktor penunjang kelancaran proses produksi dalam suatu pabrik yaitu penyediaan utilitas yang meliputi :

### 1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

Unit ini berfungsi untuk menyediakan air proses, air untuk umpan boiler dan air pendingin, dan air sanitasi.

2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)

Unit ini berfungsi untuk membangkitkan listrik dari *Superheated Steam*.

3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Unit ini berfungsi untuk menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak pada peralatan proses maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) sendiri, PLN dan generator sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan.

4. Unit Penyedia Udara Instrument (*Instrument Air System*)

Unit ini berfungsi untuk menjalankan system instrumentasi diseluruh area proses dan utilitas.

5. Unit Pengolahan Limbah

Unit ini berfungsi untuk mengolah limbahn buangan sanitasi, air sisa refrigerasi, dan limbah gas buang yang dihasilkan dri seluruh area pabrik.

6. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit ini berfungsi untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan untuk boiler dan generator.

#### **4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)**

##### **4.6.1.1 Unit Penyediaan Air**

Untuk memenuhi kebutuhan air pada suatu pabrik ada beberapa sumber air yang digunakan, yaitu : air danau, air sumur, air laut, air sungai, dan

berbagai sumber lainnya. Dalam perancangan pabrik Asam Nitrat ini, sumber air yang digunakan ialah sumber air dari Sungai Bengawan Solo. Adapun beberapa pertimbangan yang digunakan dalam pemilihan sumber air, yaitu :

1. Lokasi pabrik tidak terlalu jauh dari sungai.
2. Jumlah air sungai relatif lebih besar dibandingkan dengan air sumur.
3. Air sungai memiliki kontinuitas yang tinggi sehingga pabrik terhindar dari kendala kekurangan air.
4. Pengolahan air sungai relatif lebih sederhana, mudah, dan murah dibandingkan dengan pengolahan air laut.

Sumber air digunakan untuk keperluan pabrik, yaitu :

#### 1. Air Pendingin

Beberapa faktor pendukung air digunakan sebagai media pendingin :

- a. Tidak terdekomposisi.
- b. Dapat menyerap panas dengan volume yang tinggi.
- c. Dapat diperoleh dalam jumlah yang besar.
- d. Mudah dalam pengolahannya.
- e. Tidak mengalami penyusutan secara berarti terhadap perubahan temperature pendingin.

#### 2. Air Proses

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam air proses :

- a. Oksigen yang dapat menimbulkan korosi.

- b. Kسادahan (*Hardness*) yang dapat menyebabkan kerak.
- c. Minyak yang dapat menimbulkan endapan serta menyebabkan terbentuknya lapisan film yang mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas.

3. Air boiler

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam air boiler :

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi  
Larutan-larutan asam dan gas-gas seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  yang masuk ke dalam air dapat menyebabkan korosi.
- b. Zat yang dapat menyebabkan *foaming*  
Efek pembusaan pada alkalinitas tinggi serta adanya zat-zat organik dan anorganik yang tidak larut dapat menyebabkan *foaming*.
- c. Terjadinya *priming*  
Konstruksi boiler yang kurang baik serta kecepatan alir yang berlebihan atau fluktuasi tiba-tiba dalam aliran dapat menyebabkan terjadinya *priming*.
- d. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)  
Adanya garam-garam karbonat dan silikat yang menyebabkan pembentukan kerak disebabkan oleh suhu yang tinggi dan kسادahan.

4. Air Sanitasi

Air sanitasi ialah air yang digunakan untuk keperluan sanitasi dimana meliputi keperluan perkantoran, laboratorium, masjid, perumahan, dan

lain-lain. Adapapun beberapa syarat yang harus dipenuhi untuk air sanitasi, yaitu:

a. Syarat kimia, meliputi:

- 1.) Tidak beracun.
- 2.) Tidak mengandung bakteri.
- 3.) Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.

b. Syarat fisika, meliputi :

- 1.) Suhu : Normal dan dibawah suhu udara
- 2.) Bau : Tidak berbau
- 3.) Rasa : Tidak berasa
- 4.) Warna : Jernih

#### 4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Sebelum digunakan untuk kebutuhan dalam pabrik, air sungai diolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan.

Adapun tahapan-tahapan pengolahan air, sebagai berikut :

1. Penghisapan

Air sungai yang akan digunakan perlu dilakukan pemopaaan yang dimana selanjutnya dialirkan menuju alat penyaringan yaitu *screen*.

2. Penyaringan (*sreenning*)

Setelah dihisap menggunakan pompa, air diolah lebih lanjut dengan cara dilewatkan *screen* dimana air perlu disaring terlebih dahulu untuk memisahkan air dari kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya. Kotoran-kotoran yang berukuran besar tersebut akan langsung tersaring secara langsung tanpa perlu adanya bantuan bahan kimia. Sedangkan kotoran-kotoran yang berukuran kecil akan tetap terbawa bersama air dan akan diolah ke tahap pengolahan berikutnya.

3. Bak Pengendapan Awal (BPA)

Air yang telah melewati tahap penyaringan *screen* selanjutnya dialirkan ke dalam bak pengendapan awal. Bak pengendapan ini berfungsi untuk mengendapkan lumpur dan kotoran-kotoran kecil yang tidak tersaring dari penyaringan awal (*screen*).

4. Tangki Flokulan

Setelah melalui bak pengendapan awal, air kemudian dialirkan ke tangki kesadahan atau tangki koagulasi. Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulan ke dalam air. Fungsi dari tangki kesadahan atau tangka koagulan ini yaitu untuk menggumpalkan koloid tersuspensi yang dimana tidak mengendap di tangki pengendapan. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau alumunium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ), yang dimana merupakan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat, sehingga air yang memiliki suasana

basa akan mudah terhidrolisa. Selain itu juga agar proses flokulasi berjalan efektif, penambahan kapur juga diperlukan untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahn karbonat dalam air untuk membuat suasana basa.

Adapun reaksi yang terjadi dapat dilihat pada persamaan 4.1 berikut ini :



#### 5. *Clarifier*

Setelah melewati tangki kesadahan air kemudian dialirkan ke dalam *clarifier* dimana tujuannya untuk mengendapkan gumpalan dari tangki kesadahan. Pada *clarifier* ini, air akan diaduk dengan *agigator*. Air keluar dari *clarifier* dari bagian pinggir secara *overflow* sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan dilakukan *blowdon* secara berkala dalam skala waktu yang telah ditentukan.

#### 6. Tangki Penyaring / *Sand Filter*

Setelah keluar dari *clarifier* air kemudian dialirkan ke dalam tangki penyaring atau *sand filter* dimana tujuannya untuk menyaring kotoran-kotoran yang masih terdapat pada air dan belum terendapkan. Pada *sand filter* tangki penyaringan dilengkapi dengan atrasit, pasir, dan kerikil sebagai media pembantu dalam penyaringannya.

#### 7. Tangki Penampungan Sementara 1(TU-01)

Air yang sudah melewati tahapan filtrasi disebut dengan air bersih dimana akan ditampung ke dalam tangki penampungan. Air bersih yang sudah

ditampung ini kemudian didistribusikan sebagai air pendingin, air proses maupun air umpan boiler.

8. Tangki Klorinator (TC-01)

Air yang sudah melewati tahapan filtrasi dicampur dengan klorin dalam bentuk kaporit untuk kebutuhan air minum dan air rumah tangga. Klorin berfungsi untuk membunuh bakteri, jamur, dan mikroorganisme sehingga air layak untuk dikonsumsi dan digunakan.

9. Tangki Penampungan Sementara 2 (TU-02)

Air yang sudah dijernihkan kemudian dialirkan ke dalam tangki penampungan yang dimana siap untuk didistribusikan sebagai air perkantoran atau perumahan.

10. Demineralisasi

Untuk air umpan *waste heat boiler*, dibutuhkan air murni yang memenuhi kriteria seperti air terbebas dari kandungan garam-garam terlarut. Demineralisasi ini bertujuan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung di dalam air. Ion-ion tersebut dihilangkan dengan cara pertukaran ion di alat penukar ion (*ion exchanger*). Adapun tahap-tahap proses pengolahan air umpan boiler adalah :

a. *Kation Exchanger* (KEU-01).

*Kation exchanger* ini berisi kation yang dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion  $H^+$  sehingga air yang akan keluar dari *kation exchanger* adalah air yang mengandung



anion dan ion  $H^+$ . Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu regenerasi kembali dengan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ).

b. *Anion Exchanger* (AEU-01)

Air yang keluar dari *kation exchanger* kemudian diumpankan ke tangki *anion exchanger*. Tangki ini berfungsi untuk mengikat ion-ion negative (anion) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti  $CO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$ , dan  $SO_4^{2-}$  akan terikat dengan resin. Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan  $NaOH$ .

c. Daerator (DE)

Daerasi adalah proses pembersihan air umpan boiler dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada boiler seperti oksigen ( $O_2$ ) dan karbondioksida ( $CO_2$ ). Air umpan *waste heat boiler* yang telah mengalami demineralisasi pada *kation exchanger* dan *anion exchanger* dipompakan menuju daerator untuk menghilangkan gas  $O_2$  dan  $CO_2$  yang dapat menimbulkan korosi pada alat proses. Pada daerator diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin ( $N_2H_2$ ) yang berfungsi untuk mengikat oksigen ( $O_2$ ) sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada tube boiler.

#### 11. Tangki Penampungan Sementara 3 (TU-03)

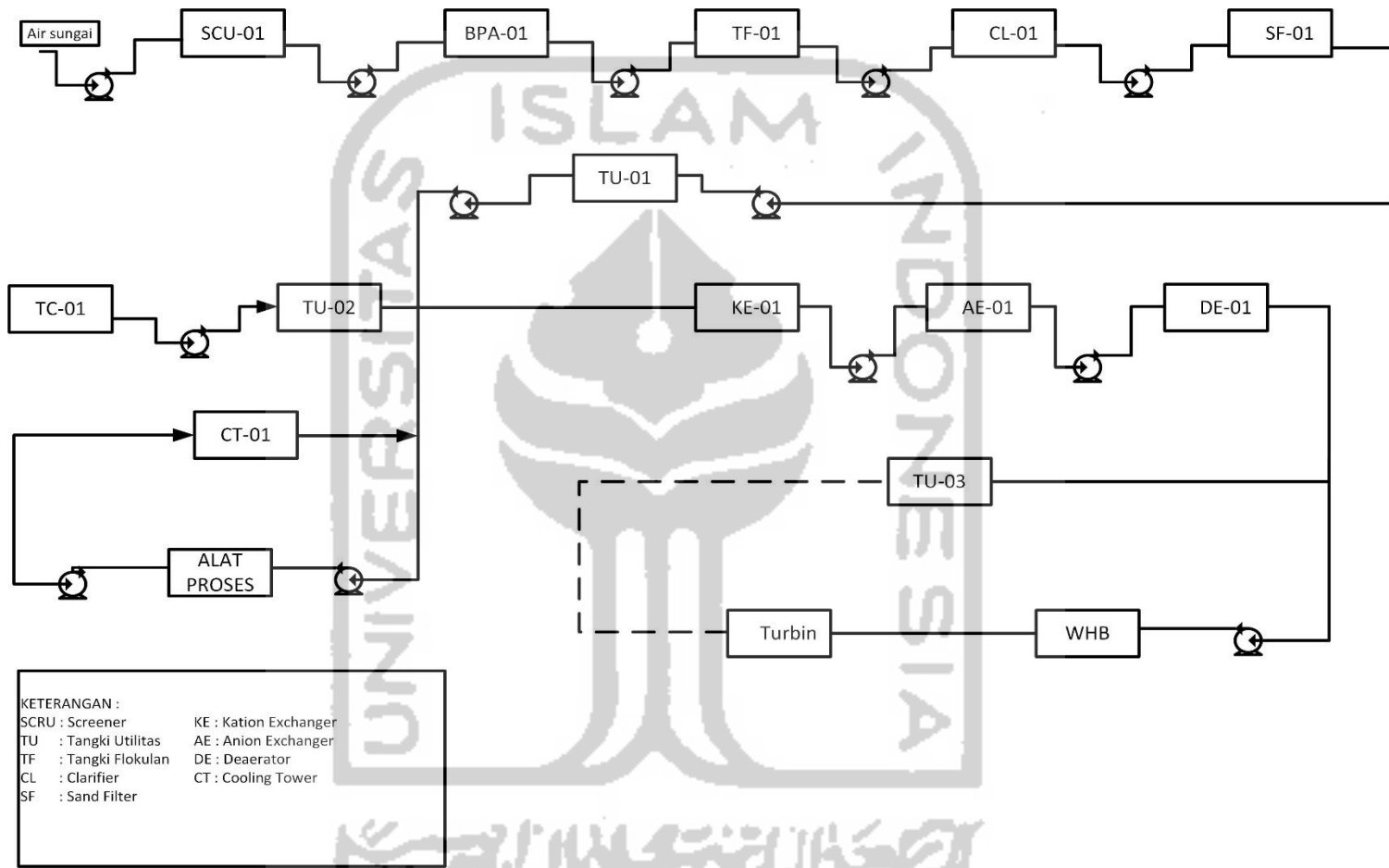
Air yang akan digunakan untuk umpan *waste heat boiler* yang telah melewati prose demineralisasi kemudian ditampung dan dialirkan sebagai umpan boiler (*boiler feed water*).

#### 12. Menara Pendingin (CT-01)

Pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan kembali pada *cooling tower*. Pada *cooling tower* air yang mengalami kontak dengan aliran udara sehingga terjadi proses pengambilan panas dari air oleh udara dan juga terjadi proses penguapan sebagian air dengan melepas panas laten yang akan mendinginkan air yang jatuh ke bawah. Air yang telah menjadi dingin tersebut kemudian ditampung dan dapat dipergunakan kembali sebagai *cooling tower*.

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut, maka kedalam air pendingin perlu diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut :

- a. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- b. Klorin, berguna untuk membunuh mikroorganisme.
- c. Zat dispersant, berguna untuk mencegah timbulnya penggumpal.



Gambar 4. 6 Diagram Alir Air Utilitas

#### 4.6.1.3 Kebutuhan Air

##### 1. Kebutuhan Air Pendingin

Kebutuhan air pendingin disajikan pada table... berikut ini :

Tabel 4. 20 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kebutuhan Air (kg/jam)
Kompresor (K-01)	2504,5739
WHB -01	17.972,1091
WHB-02	14.757,4241
Condensor (CD-01)	5.915,6193
Cooler (HE-01)	2.531,1852
<b>Total</b>	<b>43.680,9116</b>

Diambil angka keamanan (*make up*) sebesar 20% sehingga :

$$1,2 \times 43.680,9116 = 52.417,09 \text{ kg/jam}$$

##### 2. Kebutuhan Air Proses

Tabel 4. 21 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Kebutuhan Air (kg/jam)
Absorber (AB-01)	1341,991342

### 3. Kebutuhan Air Keperluan Domestik

#### a. Air untuk Perkantoran

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 100 kg/hari (Sularso, 2000)

Jumlah karyawan = 145 orang

Tabel 4. 22 Kebutuhan Air Perkantoran

Penggunaan	Kebutuhan Air (kg/hari)
Karyawan	14.500
Bengkel	200
Poliklinik	300
Laboratorium	500
Pemadam Kebakaran	1000
Kantin, Mushola, Kebun	1500
<b>Total</b>	<b>18.000</b>

Total kebutuhan air perkantoran = 18.000 kg/hari

= 1.750 kg/jam

#### b. Air untuk Perumahan

Diperkirakan perumahan sebanyak 30 rumah. Jika masing-masing rumah rata-rata dihuni oleh 4 orang maka kebutuhan air untuk perumahan adalah sebagai berikut :

Jumlah rumah

= 30 rumah

Kapasitas tiap rumah	= 4 orang
Kebutuhan air untuk 1 orang diperkirakan	= 200 kg/hari
Total kebutuhan air untuk perumahan	= 24.000 kg/hari
	= 1.000 kg/jam

Jadi total kebutuhan air :

$$52.417,09 \text{ kg/jam} + 1.341,991342 \text{ kg/jam} + 1.750 \text{ kg/jam} + 1.000 \text{ kg/jam}$$

$$= 55.509,09 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Diambil angka keamanan } 20\% = 1,2 \times 55.509,09 \text{ kg/jam}$$

$$= 66.610,908 \text{ kg/jam}$$

#### 4.6.2 Unit Penyedia Steam ( Steam Generation System)

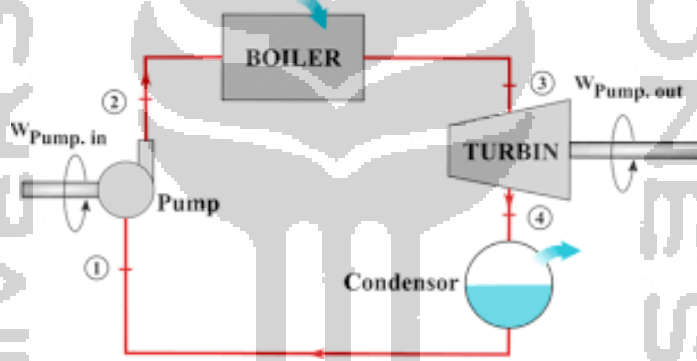
Unit ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan *steam* dalam pabrik yang dimana mencakup kebutuhan pembangkit listrik (*superheated steam*). Pada pabrik asam nitrat ini kebutuhan *steam* dibuat menggunakan dua buah *waste heat boiler* pada alat proses.

Panas pada *waste heat boiler* ini didapatkan dengan memanfaatkan panas keluaran dari reaktor (R-01). Panas keluaran reaktor ini digunakan untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Uap air yang terbentuk kemudian terkumpul lalu dialirkan ke dalam steam header yang selanjutnya didistribusikan ke area-area proses untuk pembangkit tenaga listrik.

### 4.6.3 Unit Pembangkit Listrik ( *Power Plant System* )

Untuk memenuhi kebutuhan listrik pada pabrik asam nitrat ini ada tiga sumber yang digunakan yaitu pembangkit listrik sendiri, PLN, dan generator sebagai tenaga cadangan apabila pembangkit listrik mengalami gangguan.

Dalam pembangkit listrik pabrik asam nitrat ini, proses yang digunakan ialah siklus rakine yang dimana menggunakan rangkaian alat seperti boiler, turbin, kondensor, dan pompa. Pada gambar 4.7 ditampilkan siklus rankine untuk pembangkit listrik.



Gambar 4. 7 Siklus Rankine pada Pembangkit Listrik

Siklus rankine ialah siklus yang digunakan unuk mengkonversi panas menjadi energy gerak. Pada proses rankine terjadi pemanasan air menjadi uap lewat jenuh (*superheated steam*) yang dimana digunakan untuk menggerakkan turbin.

Uap yang keluar dari turbin kemudian dikondensasikan menggunakan kondensor sehingga terjadi perubahan fase menjadi cair.

Pada sehari-hari operasi digunakan listrik dari pembangkit listrik sendiri dan PLN 100%. Namun apabila listrik padam, operasi dan kegiatan lain akan menggunakan tenaga generator sebagai cadangan. Adapun berikut kebutuhan listrik yang digunakan :

- a. Listrik untuk keperluan alat proses = 204,166 kWh
- b. Listrik untuk keperluan alat utilitas = 22,313 kWh
- c. Listrik untuk instrumentasi dan kontrol = 12,456 kWh
- d. Listrik untuk keperluan kantor dan rumah tangga = 62,282 kWh

Total kebutuhan listrik adalah 323,865 kWh. Dengan faktor daya 80% maka kebutuhan listrik total sebesar 404,831 kWh. Kebutuhan listrik dipenuhi dari pembangkit listrik sendiri, PLN, dan generator sebagai cadangannya.

#### 4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk penggerak alat-alat control yang bekerja secara *pneumatic*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan sebanyak 74,7569 m<sup>3</sup>/jam.

#### 4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada *furnace* dimana bahan yang digunakan menggunakan solar sebanyak 434,1697 L/jam



## 4.6.6 Unit Pengolahan Limbah

### 4.6.6.1. Unit Pengolahan Limbah Gas

Limbah gas dari pabrik asam nitrat ini berasal dari gas buangan Menara absorpsi. Gas buangan berupa senyawa NO dan NO<sub>2</sub> atau disebut juga NO<sub>x</sub>. Sebelum dibuang ke atmosfer, gas-gas tersebut dikurangi bahkan dihilangkan dengan prinsip adsorpsi yang dimana sebelumnya dipanaskan terlebih dahulu.

### 4.6.6.2. Unit Pengolahan Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan pabrik asam nitrat berasal dari :

1. Air yang mengandung minyak dari pompa
2. Air buangan dari hasil bawah separator
3. Sisa regenerasi
4. *Blow down cooling tower*
5. Air buangan sanitasi

Air yang mengandung minyak berasal dari buangan pelumas pompa yang dipisahkan dari air dengan cara perbedaan berat jenisnya yang dimana minyak dibagian atas dialirkan ke penampungan terakhir, kemudian dibuang.

Air buangan dari hasil bawah separator berupa asam nitrat dengan konsentrasi rendah diolah terlebih dahulu agar sesuai dengan

komposisi air lalu dialirkan ke penampungan terakhir, kemudian dibuang.

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi yang mengandung NaOH dinetralkan dengan menambahkan  $H_2SO_4$ . Penambahan asam sulfat dilakukan jika pH air buangan lebih dari tujuh. Namun jika pH kurang dari tujuh maka perlu ditambahkan NaOH.

Air buangan sanitasi yang berasal dari air buangan perumahan seperti air buangan pencucian, air untuk memasak, dan sebagainya. Penanganan limbah sanitasi ini cukup dengan cara dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan lumpur aktif, aerasi, dan injeksi klorin.

## **4.7 Organisasi Perusahaan**

### **4.7.1 Bentuk Perusahaan**

Pabrik Asam Nitrat yang akan didirikan ini direncanakan akan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perusahaan akan dipimpin oleh seorang Direktur Utama, dengan 1 orang Direktur Teknik dan Produksi, dan 1 orang Direktur Keuangan dan Administrasi. Masing – masing direktur dibantu oleh kepala bagian yang membawahi kepala seksi. Tugas kepala seksi secara langsung dibantu oleh operator dan karyawan.

Pabrik Asam Nitrat ini dikategorikan sebagai berikut :

- a. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)

- b. Kapasitas Produksi : 24.000 ton/tahun
- c. Lokasi Perusahaan : Gresik, Jawa Timur

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor, antara lain:

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan cara menjual saham di pasar modal atau perjanjian tertutup dan meminta pinjaman dari pihak yang berkepentingan seperti badan usaha atau perseorangan.
2. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya, dan karyawan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Efisiensi dari manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama,
5. Merupakan bidang usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

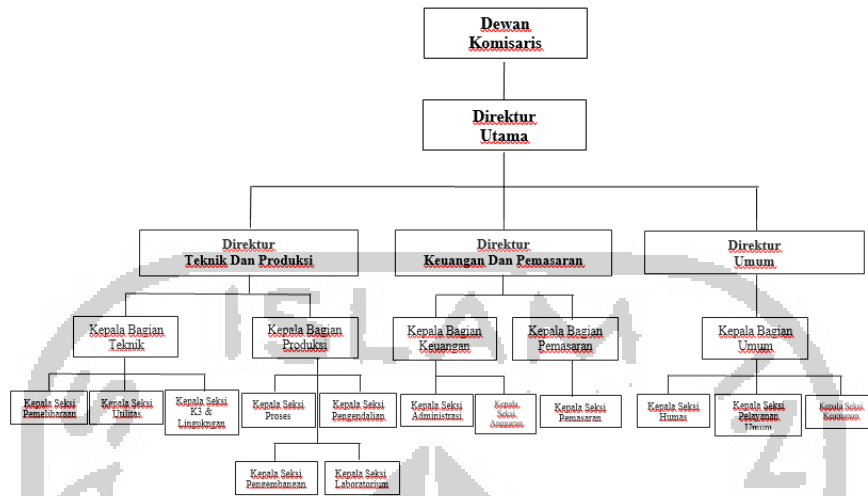
#### **4.7.2 Struktur Organisasi**

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama

yang baik antar karyawan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini sebagai berikut :

1. Pemegang Saham
2. Dewan komisaris
3. Direktur Utama
4. Direktur Bidang
5. Kepala Bagian
6. Kepala Seksi
7. Kepala *Shift*
8. Karyawan dan Operator

Setiap jenjang kepemimpinan memiliki wewenang dan tanggung jawabnya masing-masing. Kekuasaan tertinggi terletak pada rapat umum pemegang sahan. Sedangkan tagging jawab, wewenang tertinggi adalah dewan komisaris.



Gambar 4. 8 Struktur Organisasi Perusahaan

### 4.7.3 Tugas dan Wewenang

#### 1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah kelompok orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Para pemegang saham berwenang :

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.
- b. Mengangkat dan memberhentikan Direktur.
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dan perusahaan.

## 2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas Dewan Komisaris meliputi :

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran.
- b. Mengawasi tugas-tugas direksi.
- c. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

## 3. Direktur Utama

Direktur utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Keuangan dan Pemasaran, dan Direktur Umum.

Tugas Direktur Utama meliputi :

- a. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
- b. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.

Serta Direktur Utama membawahi :

- **Direktur Teknik dan Produksi**

Direktur Teknik dan Produksi memiliki wewenang untuk merumuskan kebijaksanaan teknik operasi serta mengawasi kesinambungan operasional pabrik. Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur Teknik dan Produksi membawahi bagian Teknik dan Produksi, bagian Utilitas dan Pemeliharaan, dan bagian Pusat Penelitian dan Pengembangan (Litbang).

- **Direktur Keuangan dan Pemasaran**

Direktur umum memiliki wewenang untuk melaksanakan anggaran dan pendapatan perusahaan serta melakukan pengawasan terhadap keuangan perusahaan. Direktur Keuangan dan Pemasaran dalam menjalankan tugasnya membawahi bagian Keuangan dan bagian Pemasaran.

- **Direktur Umum**

Direktur umum mempunyai wewenang untuk melaksanakan tata laksana seluruh unsur dalam organisasi. Direktur Umum membawahi dua bagian, yaitu bagian Personalia dan bagian Kesejahteraan Umum.

#### **4. Kepala Bagian**

Tugas kepala bagian adalah mengatur, mengkoordinir dan mengawal pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian bertanggung jawab kepada masing-masing direktur bagiannya.

Kepala bagian terdiri dari :

a. Kepala Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi. Kabag Teknik membawahi kepala seksi pemeliharaan, kepala seksi utilitas, dan kepala seksi K3 & Lingkungan.

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain :

- Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

b. Kepala Bagian Produksi

Kepala bagian produksi bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi dibawahnya. Kepala bagian produksi membawahi kepala seksi proses, kepala seksi pengendalian, kepala seksi pengembangan & penelitian dan kepala seksi laboratorium.

Tugas Kepala Bagian Produksi :

Bertanggung jawab atas operasi pabrik di unit proses dan unit utilitas serta menjaga kelangsungan proses produksinya.

c. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Pemasaran dalam mengelola seluruh keuangan perusahaan.



Tugas Kepala Bagian Keuangan :

Mengkoordinir dan membawahi kepala-kepala seksi administrasi dan anggaran, mengawasi dan mendata semua sirkulasi keuangan pabrik. Serta bertanggung jawab untuk pembukuan perusahaan.

d. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala bagian pemasaran bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Pemasaran dalam hal yang berkaitan dengan pemasaran hasil produksi.

Tugas Kepala Bagian Pemasaran :

Memimpin, mengawasi, dan mendata kegiatan pemasaran produk dari pabrik hingga sampai ke tangan konsumen.

e. Kepala Bagian Umum

Kepala bagian umum bertanggung jawab kepada Direktur Umum dalam bidang hubungan masyarakat dan pelayanan umum. Kepala bagian umum membawahi kepala seksi hubungan masyarakat, kepala seksi keamanan dan kepala seksi pelayanan umum.

Tugas kepala Bagian Umum :

Melayani kepentingan hubungan antara masyarakat dan perusahaan, serta memberikan pelayanan kepada semua unsur di dalam organisasi perusahaan pada bidang kesejahteraan, kesehatan serta keselamatan kerja bagi seluruh karyawan.

## 5. Kepala Seksi

Kepala Seksi mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut :

- Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian atau atasan masing – masing atas kelancaran kerja dalam mencapai target yang telah ditentukan.
- Membawahi beberapa kepala *shift*.
- Mengetahui kualitas dan kuantitas barang – barang dan peralatan kerja yang menjadi tanggung jawabnya.
- Menciptakan suasana kerja yang baik dan menjamin keselamatan kerja para karyawan.

Kepala Seksi terdiri dari :

- a. Kepala Seksi Pemeliharaan
- b. Kepala Seksi Utilitas
- c. Kepala Seksi K3 & Lingkungan
- d. Kepala Seksi Proses
- e. Kepala Seksi Pengendalian
- f. Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan
- g. Kepala Seksi Laboratorium
- h. Kepala Seksi Keuangan
- i. Kepala Seksi Pemasaran
- j. Kepala Seksi Hubungan Masyarakat
- k. Kepala Seksi Pelayanan Umum

## 1. Kepala Seksi Keamanan

### 6. Kepala *Shift*

Kepala Shift mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut :

- Bertanggung jawab kepada Kepala Seksi dalam pengawasan langsung.
- Memastikan kesiapan material dan serah terima antar kepala shift.
- Mengatur pembagian kerja bawahan berdasarkan rencana kerja atasan sesuai prosedur.
- Membina kerjasama shift yang solid.

### 7. Operator dan Karyawan

Operator / karyawan merupakan tenaga pelaksana yang secara langsung bertugas melaksanakan pekerjaan di lapangan sesuai dengan bidang dan keahliannya masing – masing. Semua pekerjaan operasional lapangan adalah tugas dan tanggung jawab operator.

#### 4.7.4 Rencana Kerja

##### 4.7.4.1 Jam Kerja Karyawan

Pabrik Asam Nitrat memiliki waktu kerja selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam dalam sehari. Untuk menjaga kelancaran proses produksi serta mekanisme administrasi dan pemasaran, maka waktu kerja diatur dengan sistem shift dan non-shift.

## 1. Kelompok Kerja non *Shift*

Kelompok kerja non *shift* adalah kelompok kerja yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Kelompok kerja ini terdiri dari kepala seksi ke atas, staff dan seluruh karyawan bagian umum.

Waktu kerja karyawan non *shift* :

Hari Senin - Kamis :

08.00 – 15.00 WIB

12.00 – 13.00 WIB (Istirahat)

Hari Jum'at :

08.00 – 15.00 WIB

11.00 – 13.00 WIB (Istirahat)

Hari Sabtu, Minggu, dan hari besar libur.

## 2. Kelompok Kerja *Shift*

Karyawan shift dibagi menjadi 4 (empat) kelompok yang bekerja secara bergiliran. Setiap hari kerja terdapat satu kelompok shift besar yang libur. Tiap kelompok shift terdiri dari seksi proses, utilitas, laboratorium, logistik, bengkel, listrik dan instrumentasi, *safety* dan *security*. Setiap shift mendapat libur 2 hari dalam 1 minggu.

Waktu kerja karyawan *shift* :

a. Shift I (siang)                      07.00 – 15.00 WIB

b. Shift II (sore)                        15.00 – 23.00 WIB

c. Shift III (malam) 23.00 – 07.00 WIB

Tabel 4. 23 Jadwal Kerja Karyawan Shift

Kelompok <i>Shift</i>	Hari ke-											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	dst
A	I	I	I	I	I	-	II	II	II	II	II	-
B	-	II	II	II	II	II	-	III	III	III	III	III
C	III	-	III	I	-	I	I	I	-	II	II	II
D	II	II	-	-	III	III	III	III	III	-	-	I

Keterangan :

A, B, C, D : Kelompok kerja karyawan

1, 2, 3, dst : Hari kerja ke- 1, 2, 3, dst

I, II, III : *Shift*

#### 4.7.4.2 Hari Libur Karyawan

Selama menjalankan tugasnya, karyawan diberi waktu cuti dalam kurun satu tahun, antara lain:

- **Cuti Tahunan**

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

- **Hari libur nasional**

Bagi karyawan harian (non *shift*), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan *shift*, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).

- Kerja Lembur (*Overtime*)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

#### 4.7.4.3 Sistem Gaji Karyawan

Gaji Karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji akan dilakukan sehari sebelumnya. Adapun pembagian gaji karyawan disajikan pada tabel 4.23 dibawah ini :

Tabel 4. 24 Tabel Gaji Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji per bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	Rp 55,000,000.00	Rp 660,000,000.00
Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 40,000,000.00	Rp 480,000,000.00
Direktur Keuangan dan Pemasaran	1	Rp 40,000,000.00	Rp 480,000,000.00
Direktur Umum	1	Rp 40,000,000.00	Rp 480,000,000.00
Staff Ahli	1	Rp 12,500,000.00	Rp 150,000,000.00
Sekretaris	4	Rp 12,500,000.00	Rp 600,000,000.00
Ka.Bag Teknik	1	Rp 14,655,000.00	Rp 175,860,000.00
Ka.Bag Produksi	1	Rp 14,655,000.00	Rp 175,860,000.00
Ka.Bag Keuangan	1	Rp 14,655,000.00	Rp 175,860,000.00
Ka.Bag Pemasaran	1	Rp 14,655,000.00	Rp 175,860,000.00
Ka. Bag Umum	1	Rp 14,655,000.00	Rp 175,860,000.00
Ka. Sek Proses	1	Rp 12,705,000.00	Rp 152,460,000.00
Ka. Sek Pengendalian	1	Rp 12,705,000.00	Rp 152,460,000.00

Ka. Sek Penelitian dan Pengembangan	1	Rp 12,705,000.00	Rp 152,460,000.00
Ka. Sek Laboratorium	1	Rp 12,705,000.00	Rp 152,460,000.00
Ka. Sek Hubungan Masyarakat	1	Rp 12,705,000.00	Rp 152,460,000.00
Ka. Sek Keamanan	1	Rp 12,705,000.00	Rp 152,460,000.00
Ka. Sek Pelayanan Umum	1	Rp 12,705,000.00	Rp 152,460,000.00
Ka. Sek Pemeliharaan	1	Rp 12,705,000.00	Rp 152,460,000.00
Ka. Sek Utilitas	1	Rp 12,705,000.00	Rp 152,460,000.00
Ka. Sek K3 & Lingkungan	1	Rp 12,705,000.00	Rp 152,460,000.00
Ka. Sek Keuangan	1	Rp 12,705,000.00	Rp 152,460,000.00
ka. Sek Pemasaran	1	Rp 12,705,000.00	Rp 152,460,000.00
Karyawan Bagian Proses	8	Rp 12,500,000.00	Rp 1,200,000,000.00
Karyawan Bagian Pengendalian	1	Rp 8,000,000.00	Rp 96,000,000.00
Karyawan Bagian Litbang	4	Rp 8,000,000.00	Rp 384,000,000.00
Karyawan Laboratorium	6	Rp 8,000,000.00	Rp 576,000,000.00
Karyawan Bagian Humas	4	Rp 8,000,000.00	Rp 384,000,000.00
Karyawan Bagian Pelayanan Umum	4	Rp 8,000,000.00	Rp 384,000,000.00
Karyawan Bagian Pemeliharaan	5	Rp 8,000,000.00	Rp 480,000,000.00
Karyawan Bagian Utilitas	8	Rp 8,000,000.00	Rp 768,000,000.00
Karyawan K3 dan Lingkungan	5	Rp 8,000,000.00	Rp 480,000,000.00
Karyawan Bagian Keuangan	5	Rp 8,000,000.00	Rp 480,000,000.00
Karyawan Bagian Pemasaran	5	Rp 8,000,000.00	Rp 480,000,000.00
Petugas Keamanan	5	Rp 5,500,000.00	Rp 330,000,000.00
Operator	21	Rp 8,000,000.00	Rp 2,016,000,000.00
Dokter	3	Rp 8,000,000.00	Rp 288,000,000.00
Paramedis	4	Rp 7,125,000.00	Rp 342,000,000.00
Sopir	6	Rp 4,550,000.00	Rp 327,600,000.00
Bengkel	5	Rp 4,500,000.00	Rp 270,000,000.00
Cleaning Service	20	Rp 4,000,000.00	Rp 960,000,000.00
<b>Total</b>	<b>145</b>		<b>Rp 15,804,420,000.00</b>

#### 4.8 Evaluasi Ekonomi

Analisa ekonomi dalam pra rancangan pabrik asan nitrat dari ammonia dan udara ini dibuat dengan tujuan untuk memperoleh gambaran kelayakan pendirian pabrik dimana meninjau dari kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lama pengembalian modal investasi serta terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu dengan adanya analisa ekonomi maka akan dapat diketahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Adapun faktor-faktor yang ditinjau adalah:

1. *Return On Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Discounted Cash Flow (DCFRR)*
4. *Break Event Point (BEP)*
5. *Shut down point (SDP)*

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal yaitu :

1. Penentuan modal industry (*Total Capital Investment*)

Meliputi :

- a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)



## 2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi :

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

## 3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik imas, maka diperlukan perkiraan terhadap :

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variable (*Variable Cost*)
- c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

### 4.8.1 Penaksiran Harga Alat

Kondisi ekonomi merupakan faktor yang menentukan harga alat, dimana akan berubah setiap saat. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahunnya akan sangat sulit,, sehingga diperlukan suatu metode untuk memperkirakan harga peralatan yang terlebih dahulu diketahui indeks peralatan pada tahun tertentu serta perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik Asam Nitrat ini beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi 2024. Didalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2024 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1990 sampai dengan tahun 2018, diperhitungkan dengan regresi linier. Adapun data indeks disajikan pada table 4.24 Berikut :

Tabel 4. 25 Harga Indeks

Tahun (X)	indeks (Y)
1990	356
1991	361.3
1992	358.2
1993	359.2
1994	368.1
1995	381.1
1996	381.7
1997	386.5
1998	389.5
1999	390.6
2000	394.1
2001	394.3
2002	395.6
2003	402
2004	444.2
2005	468.2
2006	499.6
2007	525.4
2008	575.4
2009	521.9
2010	550.8
2011	585.7
2012	584.6
2013	567.3
2014	576.1
2015	556.8
2016	541.7
2017	567.5
2018	603.1

(Sumber : Chemical Engineering Progree,2017)

Persamaan yang diperoleh adalah  $y = 10.003x - 19.581$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2024 adalah :  $y = 10.003x - 19.581$ .

Tabel 4. 26 Harga Indeks Pada Tahun Perancangan

Tahun	Index
2019	615.06
2020	625.06
2021	635.06
2022	645.07
2023	655.07
2024	665.07

Jadi indeks pada tahun 2024 adalah 665,07

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu harga alat juga ditentukan dengan referensi Peters & Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat dapat ditentukan dnegan persamaan :

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (\text{Aries \& Newton, 1955})$$

Dalam hubungan ini :

Ex : Harga pembelian

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

N<sub>x</sub> : Indeks harga

N<sub>y</sub> : Indeks harga pada tahun referensi

#### 4.8.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi asam nitrat	= 24.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2024
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 14.154,-
Harga bahan baku terdiri dari	
- Amonia	= Rp 42.760.289.545 /tahun
Harga bahan pembantu	
- Katalis : Wire Pt-Rh	= Rp 9.552.574/tahun
Harga jual	= Rp 403.080.000.000/tahun

#### 4.8.3 Perhitungan Biaya

##### 4.8.3.1 *Capital Investment*

*Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas pabrik serta pengoperasiannya.

*Capital Investment* terdiri dari :

a. *Fixed Capital Investment*

*Fixed Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk pendirian berbagai fasilitas yang ada di pabrik.

b. *Working Capital Investment*

*Working Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk pengoperasian dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

**4.8.3.2 *Manufacturing Cost***

*Manufacturing Cost* adalah jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton ( Tabel 23 ), *Manufacturing Cost* meliputi :

a. *Direct Cost*

*Direct Cost* adalah jumlah pengeluaran yang terkait secara langsung dalam pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

*Indirect Cost* adalah berbagai macam pengeluaran yang disebabkan secara tidak langsung dalam pengoperasian pabrik.

c. *Fixed Cost*

*Fixed Cost* adalah berbagai macam pengeluaran tetap yang tidak ada kaitannya dengan tingkat produksi, waktu, dan proses pengoperasian pabrik.

### 4.8.3.3 General Expense

*General Expense* atau pengeluaran umum yang berkaitan dengan pengeluaran untuk fungsi perusahaan namun tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

### 4.8.4 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan dilakukan untuk mengetahui keuntungan yang dapat diperoleh oleh suatu pabrik dimana keuntungan tersebut tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan potensial atau tidak. Beberapa metode yang dapat digunakan menyatakan kelayakan :

#### 4.8.4.1 *Percent Return On Investment (ROI)*

*Return On Investment (ROI)* adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

#### 4.8.4.2 *Pay Out Time (POT)*

*Pay Out Time (POT)* merupakan :

1. Jumlah tahun berselang yang dimana didapatkan sebelum penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan dari keuntungan yang diperoleh. Perhitungan diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

#### 4.8.4.3 Break Even Point (BEP)

*Break Even Point (BEP)* merupakan :

1. Suatu kondisi pabrik dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan dan tidak mendapatkan kerugian atau yang disebut titik impas produksi.
2. Titik yang menunjukkan biaya dan penghasilan memiliki jumlah yang sama. Dengan BEP kita dapat menentukan berapa jumlah minimum unit yang dijual, dapat menentukan harga jual, serta dapat menentukan berapa unit dan harga yang harus dicapai agar mendapatkan keuntungan.
3. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika pengoperasiannya dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

$$BEP = \frac{(Fa + 0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100\%$$

Keterangan :

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

#### 4.8.4.4 *Shut Down Point (SDP)*

*Shut Down Point (SDP)* merupakan :

1. Suatu titik ketika aktivitas produksi dihentikan dimana penyebabnya yaitu *variable cost* yang terlalu tinggi atau dapat juga terjadi karena keputusan manajemennya akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi sehingga tidak menghasilkan suatu profit.
2. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dalam satu tahun. Jika dalam setahun tidak dapat mencapai persen minimal kapasitas, maka pabrik harus berhenti beroperasi.
3. Pada level produksi dimana biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost* lebih rendah dibandingkan dengan biaya untuk melanjutkan operasi pabrik.
4. Titik dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus tutup.

$$SDP = \frac{(0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \times 100\%$$

#### 4.8.4.5 *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)*

*Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)* merupakan :

1. Perubahan nilai uang yang berubah tiap waktunya dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.



2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Besarnya perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun dimana didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

Keterangan :

FC : *Fixsed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value*

C : *Cash Flow*

: *Profit after taxes + deprsiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

#### 4.8.3.4 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik asam nitrat memerlukan rencana PPC, PC, MC serta *General Expense*. Hasil rancangan masing-masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 27 *Physical Plant Cost*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	60.784.509.994	4.294.511
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	15.196.127.498	1.073.628
3	Instalasi cost	11.575.442.375	817.821
4	Pemipaan	15.056.534.415	1.063.765
5	Instrumentasi	15.504.997.325	1.095.450
6	Insulasi	2.587.464.405	182.808
7	Listrik	9.117.676.499	644.177
8	Bangunan	34.092.000.000	2.408.648
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	25.032.000.000	1.768.546
<b><i>Physical Plant Cost (PPC)</i></b>		<b>188.946.752.512</b>	<b>13.349.354</b>

Tabel 4. 28 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	37.789.350.502,41	2.669.870,74
<b><i>Total (DPC+PPC)</i></b>		<b>297.565.243.919</b>	<b>21.023.403</b>

Tabel 4. 29 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	297.565.243.919	21.023.402,85
2	Kontraktor	11.336.805.151	800.961
3	Biaya tak terduga	22.673.610.301	1.601.922
<b><i>Fixed Capital Investment (FCI)</i></b>		<b>331.575.659.371</b>	<b>23.426.287</b>

Tabel 4. 30 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	67.979.085.516	4.802.818
2	<i>Labor</i>	15.804.420.000	1.116.604
3	<i>Supervision</i>	1.580.442.000	111.660
4	<i>Maintenance</i>	5.214.930.369	368.442
5	<i>Plant Supplies</i>	782.239.555	55.266
6	<i>Royalty and Patents</i>	403.080.000.000	28.478.169
7	<i>Utilities</i>	20.398.878.635	1.441.209
<b><i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></b>		<b>514.839.996.075</b>	<b>36.374.170</b>

Tabel 4. 31 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Payroll Overhead</i>	2.370.663.000	167.491
2	<i>Laboratory</i>	1.580.442.000	111.660
3	<i>Plant Overhead</i>	7.902.210.000	558.302
4	<i>Packaging and Shipping</i>	141.078.000.000	9.967.359
<b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b>		<b>152.931.315.000</b>	<b>10.804.812</b>

Tabel 4. 32 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Depreciation</i>	20.859.721.477	1.473.769
2	<i>Property taxes</i>	2.607.465.185	184.221
3	<i>Insurance</i>	2.607.465.185	184.221
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>26.074.651.847</b>	<b>1.842.211</b>

Tabel 4. 33 *Total Manufacturing Cost (MC)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	514.839.996.075	36.374.170
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	152.931.315.000	10.804.812
3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	26.074.651.847	1.842.211
<b><i>Manufacturing Cost (MC)</i></b>		<b>693.845.962.922</b>	<b>49.021.193</b>

Tabel 4. 34 *Working Capital (WC)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Raw Material Inventory</i>	67.979.085.516	4.802.818
2	<i>In Process Inventory</i>	28.559.726.801	2.017.785
3	<i>Product Inventory</i>	20.770.710.401	1.467.480
4	<i>Extended Credit</i>	36.643.636.364	2.588.924
5	<i>Available Cash</i>	20.770.710.401	1.467.480
<b><i>Working Capital (WC)</i></b>		<b>174.723.869.481</b>	<b>12.344.487</b>

Tabel 4. 35 *General Expense (GE)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Administration</i>	8.061.600.000	569.563
2	<i>Sales expense</i>	20.154.000.000	1.423.908
3	<i>Research</i>	11.286.240.000	797.389
4	<i>Finance</i>	8.709.407.759	615.332
<b><i>General Expense (GE)</i></b>		<b>48.211.247.759</b>	<b>3.406.192</b>

Tabel 4. 36 Total Biaya Produksi

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	228.477.814.406	16.142.279
2	<i>General Expense (GE)</i>	48.211.247.759	3.406.192
<b><i>Total Production Cost (TPC)</i></b>		<b>276.689.062.165</b>	<b>19.548.471</b>

Tabel 4. 37 *Fixed Cost (Fa)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Depreciation</i>	20.859.721.477	1.473.769
2	<i>Property taxes</i>	2.607.465.185	184.221
3	<i>Insurance</i>	2.607.465.185	184.221
<b><i>Fixed Cost (Fa)</i></b>		<b>26.074.651.847</b>	<b>1.842.211</b>

Tabel 4. 38 *Variable Cost (Va)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Raw material</i>	67.979.085.516	4.802.818
2	<i>Packaging &amp; shipping</i>	141.078.000.000	9.967.359
3	<i>Utilities</i>	20.398.878.635	1.441.209
4	<i>Royalties and Patents</i>	403.080.000.000	28.478.169
<b><i>Variable Cost (Va)</i></b>		<b>632.535.964.150</b>	<b>44.689.555</b>

Tabel 4. 39 Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Labor cost	15.804.420.000	1.116.604
2	Plant overhead	7.902.210.000	558.302
3	Payroll overhead	2.370.663.000	167.491
4	Supervision	1.580.442.000	111.660
5	Laboratory	1.580.442.000	111.660
6	Administration	8.061.600.000	569.563
7	Finance	8.709.407.759	615.332
8	Sales expense	20.154.000.000	1.423.908
9	Research	11.286.240.000	797.389
10	Maintenance	5.214.930.369	368.442
11	Plant supplies	782.239.555	55.266
<b>Regulated Cost (Ra)</b>		<b>83.446.594.684</b>	<b>5.895.619</b>

#### 4.8.3.5 Analisa Keuntungan

Total penjualan HNO<sub>3</sub> = Rp 403.080.000.000

Total production cost = Rp 276.689.062.165

Keuntungan sebelum pajak = Rp 126.390.937.834,87

Pajak (50% dari keuntungan) = Rp 63.195.468.917

Keuntungan setelah pajak = Rp 63.195.468.917

#### 4.8.3.6 Hasil Kelayakan Ekonomi

##### 4.8.7.1 Percent Return On Investment (ROI)

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

ROI sebelum pajak = 48,47%

ROI sesudah pajak = 24,24%

#### 4.8.7.2 Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

POT sebelum pajak = 1,71 tahun

POT sesudah pajak = 2,9 tahun

#### 4.8.7.3 Break Even Point (BEP)

$$BEP = \frac{(Fa + 0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \times 100\%$$

BEP = 47,70%

#### 4.8.7.4 Shut Down Point (SDP)

$$SDP = \frac{(0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \times 100\%$$

SDP = 23,36%

#### 4.8.7.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 260.746.518.467

Working Capital = Rp 174.723.869.481

Salvage Value (SV) = Rp 20.859.721.477

Cash Flow (CF) = Annual profit + depresiasi + finance

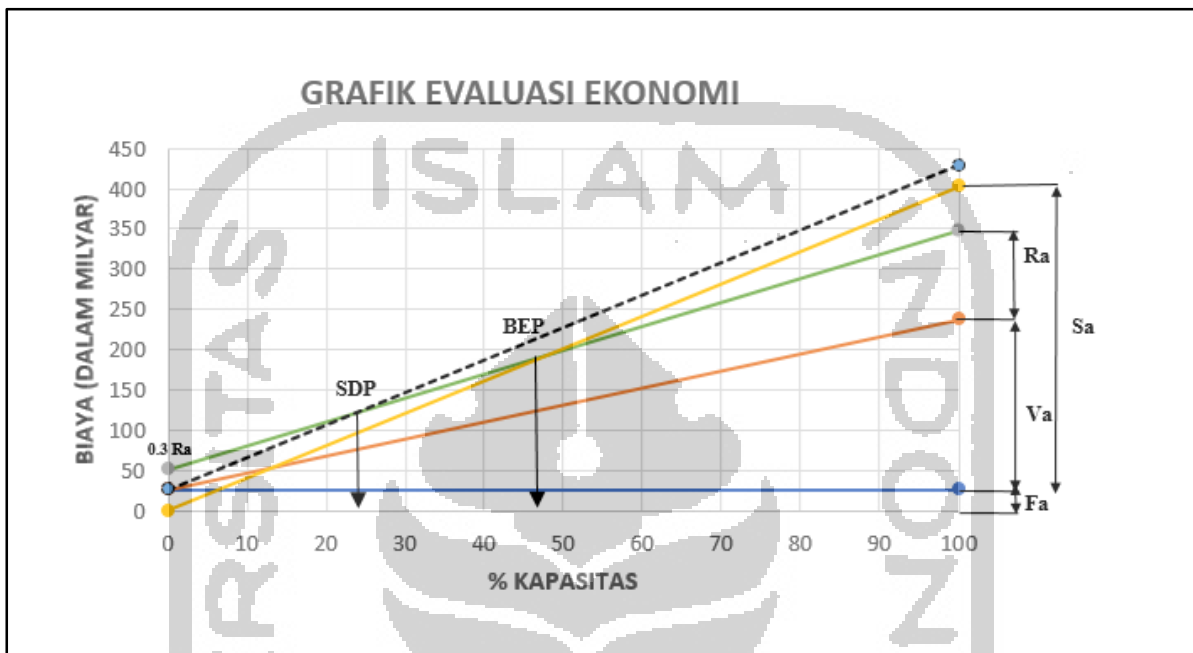
CF = Rp 92.764.598.154

Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

$$R = S$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai  $i = 21,01\%$



Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Kapasitas vs Biaya

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dapat disimpulkan pabrik asam nitrat dari amonia dan udara dengan kapasitas 24.000 ton/tahun :

1. Pendirian pabrik asam nitrat di Indonesia cukup menarik karena diperkirakan kebutuhan asam nitrat akan meningkat sejalan dengan terus berkembangnya industri di Indonesia.
2. Berdasarkan uraian proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, maka pabrik asam nitrat tergolong pabrik beresiko tinggi.
3. Dari segi bahan baku, pemasaran, dan lingkungan, lokasi pabrik asam nitrat di daerah Jawa Timur cukup menguntungkan karena kemudahan dalam mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, ketersediaan air, listrik, dan pendistribusian produk,
4. Berdasarkan hasil analisis ekonomi diperoleh :

- a. Keuntungan yang diperoleh :

Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 126.390.937.834,87 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 63.195.468.917

- b. *Return on Investment* (ROI)

Persentase ROI sebelum pajak sebesar 48,47% dan ROI setelah pajak sebesar 24,24%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia beresiko



tinggi yaitu minimum 44% (Aries & Newton, 1955) pabrik ini telah memenuhi syarat batas ROI yang disyaratkan.

c. *Pay Out Time (POT)*

POT sebelum pajak selama 1,71 tahun dan POT setelah pajak selama 2,9 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia beresiko tinggi yaitu minimum 2 tahun (Aries & Newton, 1955) pabrik ini telah memenuhi syarat batas POT yang disyaratkan.

d. *Break Even Point (BEP)* pada 47,70% dan *Shut Down Point (SDP)* pada 23,36%. BEP untuk pabrik pada umumnya adalah 40%-60%. BEP untuk pabrik asam nitrat sudah memenuhi syarat.

e. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)* sebesar 21,01% dengan suku bunga pinjaman di bank saat ini adalah sebesar 5,25% (Bank Indonesia per 19 September 2019). Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar  $1,5 \times$  suku bunga deposito bank ( $1,5 \times 5,25\% = 7,88\%$ )

Dari hasil analisis ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik asam nitrat dari amonia dan udara ini menarik dan layak untuk dikaji lebih lanjut.

## 5.2 Saran

Diharapkan setiap perancangan pabrik kimia dapat menerapkan pemahaman konsep=konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik diantaranya :

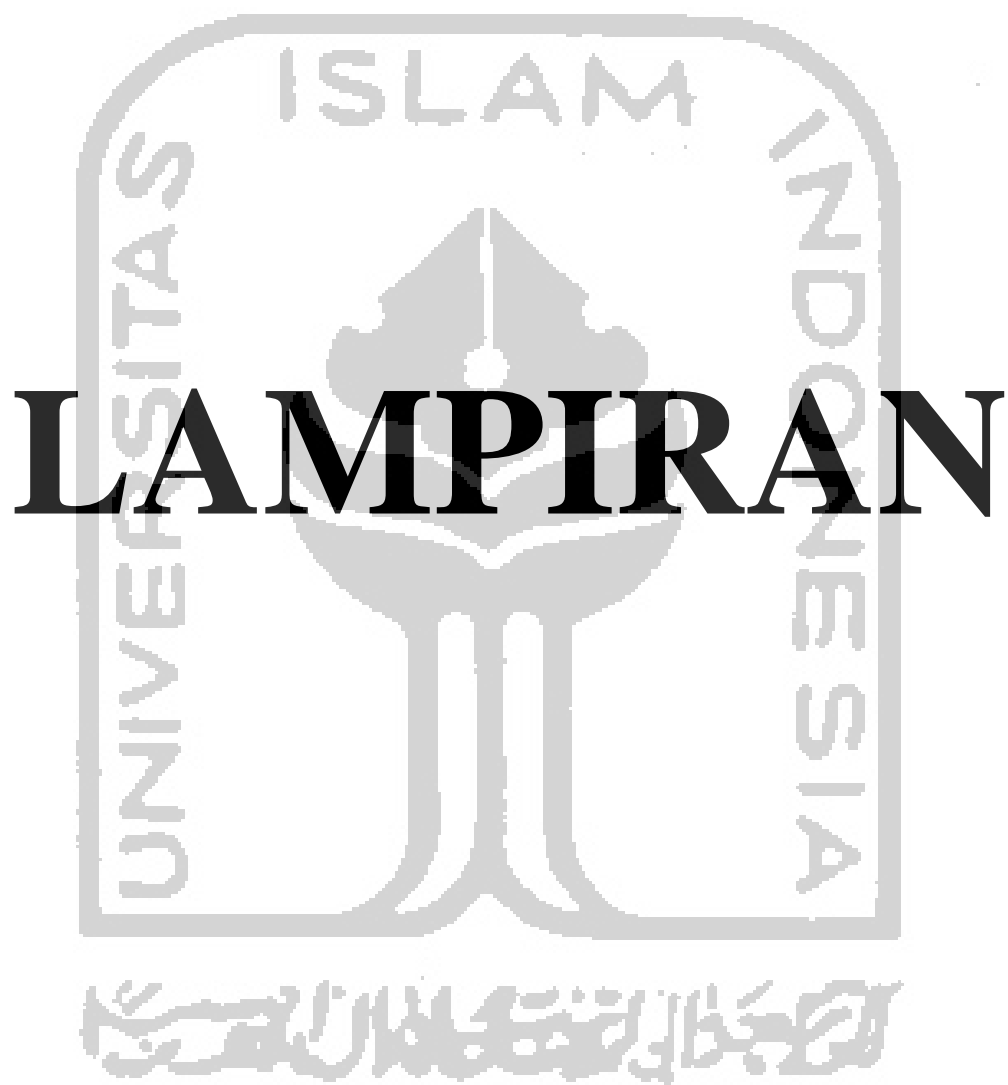
1. Optimalisasi pemilihan, seperti bahan baku dan alat proses maupun alat penunjang lainnya perlu diperhatikan sehingga akan mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia lebih memperhatikan dampak untuk lingkungan.
3. Produk asam nitrat dapat direalisasikan untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang, melihat jumlahnya yang semakin meningkat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc Graw Hill Handbook Co., Inc., New York
- A.W.NurSulihatimarsyila, 2005, "*Estimation of Platinum Gauzes Catalyst for Ammonia Oxidation in Nitric Acid Production*", vol 66, Journal – The Institution of Engineers., Malaysia
- Biro Pusat Statistik, 2009-2018, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Indonesia
- Branan, Carl., 2002, "*Rules of Thumb for Chemical Engineers*", 3ed, Gulf Professional Publishing an imprint of Elsevier Science., United States of America.
- Brown, G.G., 1978, "*Unit Operation*", John Willey and Sons Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1959, "*Process Equipment Design*", John Willey and Sons Inc., New York
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1989, "*Chemical Engineering*", vol 6., Pergamon Press, Oxford
- Holman, J.P., 1989, "*Heat Transfer*", 7 ed, McGraw Hill Book Company Inc., New York
- Kirk, R. E and Othmer, D. F., 1951, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", Interscience Encyclopedia, Inc., New York

- Kern, D.Q., 1965, *“Process Heat Transfer”*, McGraw Hill Book Company Inc.,  
New York
- Ludwig, Ernest E, 1994 *“Applied Process Design”*, Vol 1, 3ed, Gulf Professional  
Publishing., United States of America
- Mc Cabe, W.L. and Smith, J.C., 1985, *“Unit Operations of Chemical Engineering”*,  
5ed, Mc Graw Hill, Inc., New York
- Perry, R.H. and Green, D.W., 2008, *“Perry’s Chemical Engineers Hand Book”*, 8 ed.,  
Mc.Graw Hill Book Company Inc., Singapore
- Peter, M.S. and Timmerhaus, K.D., 1991, *“Plants Design and Economics for Chemical  
Engineers”*, 4 ed., McGraw Hill Book Company, Kogakusha, Ltd., Tokyo
- Rase, H.F., 1977, *“Chemical Reactor Design for Process Plant “*, vol II, John Willey  
and Sons Inc., New York
- Smith, J.M., Van Ness, H.C., Abbott M., 1997, *“Intrduction to Chemical Engineering  
Thermodynamics”*, 6ed, McGraw-Hill, Int. ed., New York
- Treybal, R.E., 1981, *“Mass Transfer Operation”*, 3 ed., McGraw Hill, Kogakusha,  
Ltd., Tokyo
- Yaws, Carl L., 1999, *“Chemical Properties Handbook”*, McGraw Hill, Kogakusha,  
Ltd., Tokyo
- Wikipedia.com. *“Ammonium”* , <http://id.wikipedia.org/wiki/Ammonium> (Diakses  
pada 15 April 2019 pukul 19.30)
- Wikipedia.com. *“Asam Nitrat”* , <http://id.wikipedia.org/wiki/Asam-nitrat> (Diakses  
pada 15 April 2019 pukul 20.00)



# LAMPIRAN

## REAKTOR-01

Jenis : Reaktor katalitik *Gauze Bed*

Fungsi : Tempat berlangsungnya oksidasi amoniak ( $\text{NH}_3$ ) dan udara ( $\text{O}_2$ ) menjadi nitrogen oksida ( $\text{NO}$ )

Kondisi Operasi : Suhu =  $800^\circ\text{C}$   
Tekanan = 8 atm  
Reaksi = Eksotermis  
Katalis = Platina-Rhodium

Mekanisme reaksi :

Dalam reaksi oksidasi  $\text{NH}_3$  menjadi  $\text{NO}$ , terdapat beberapa hal yang harus dipertimbangkan, diantara faktor yang paling kritis adalah suhu reaksi dan waktu reaksi. Produk  $\text{NO}$  hanya akan terbentuk pada suhu diatas  $500^\circ\text{C}$ , pada suhu lebih rendah akan terbentuk produk samping berupa nitrogen ( $\text{N}_2$ ) dan sejumlah kecil oksida nitrogen ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

Asumsi yang diambil dalam perancangan reactor :

- Aliran merupakan *plug flow*
- Sistem *steady state*
- Suhu katalis identik dengan suhu gas

## A. PERSAMAAN-PERSAMAAN PERANCANGAN REAKTOR

### 1. Arus Inlet

Suhu inlet : 800°C

Tekanan : 8 atm

Komposisi gas :

NH<sub>3</sub> : 847,6640 kg/jam

N<sub>2</sub> : 11029,6048 kg/jam

O<sub>2</sub> : 3350,7660 kg/jam

H<sub>2</sub>O : 0,8485 kg/jam

### 2. Arus Outlet

Suhu outlet : 800°C

Tekanan : 8 atm

Komposisi gas :

NH<sub>3</sub> : 16,9532 kg/jam

N<sub>2</sub> : 11029,6048 kg/jam

O<sub>2</sub> : 1396,1525 kg/jam

NO : 1465,9601 kg/jam

H<sub>2</sub>O : 1320,2126 kg/jam

### 3. Reaksi sepanjang reaktor

Katalis yang digunakan adalah Platina(Pt)/Rhodium(Rh) dengan spesifikasi sebagai berikut :

a. Mesh = 80 mesh/inch

b. Nominal wire diameter = 0,003 inch

Reaksi yang terjadi dalam reaktor adalah :



Persamaan kinetika untuk reaksi diatas adalah:

$$(-r_A) = K g_A^s \cdot \alpha_{WR} \cdot P_A \quad (\text{Rase, 1977})$$

dengan,

$K g_A^s$  = koefisien transfer massa (gmol/cm<sup>2</sup>.s.atm)

$\alpha_{WR}$  = luas permukaan per unit volume (cm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>)

$P_A$  = tekanan parsial A (atm)

$(-r_A)$  = laju reaksi (gmol/cm<sup>3</sup>.s)

Harga  $K g_A^s$  dapat dihitung dengan persamaan empiris : (Rase, 1977)

$$K g_A^s = \frac{0,865 N_{RE}^{-0,648} G}{P N_{sc}^{2/3} M_m \varepsilon_w}$$

dengan,

$N_{RE}$  = Bilangan Reynolds

$N_{sc}$  = Bilangan Schmidt

G = mass flow rate

$M_m$  = berat molekul campuran gas

$\varepsilon_w$  = porositas



Menurut Rase (1977), luas permukaan dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\alpha_{WR} = \frac{\pi}{4} \cdot n_w^2 \cdot l_w$$

dengan,

$n_w$  = ukuran mesh gauze (dipilih 80 mesh yang biasa digunakan di plant)

$l_w$  = bagian kawat yang aktif, dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$l_w = \left[ \left( \frac{1}{n_w} \right)^2 + d_w^2 \right]$$

$d_w$  = diameter kawat (dipilih 0,003 in yang biasa digunakan di plant)

#### 4. Neraca massa komponen

Reaktor dilakukan perhitungan dengan pendekatan jenis fixed bed reaktor yang alirannya diasumsikan *plug flow*. Dalam perancangan ini, reaktor dimodelkan sebagai berikut :

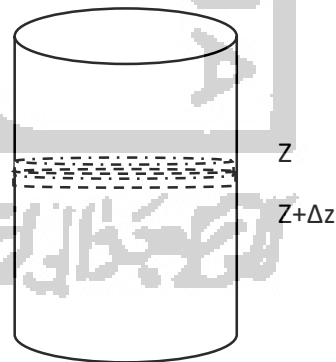
$$G \cdot Y|_z - G \cdot Y|_{z + \Delta z} - (-r_A) \cdot M_f \cdot \Delta z = 0 (s.s)$$

$$\lim_{\Delta z \rightarrow 0} \frac{G \cdot Y|_z - G \cdot Y|_{z + \Delta z}}{A \cdot \Delta z} - (-r_A) = 0$$

$$\frac{-d}{dz} \left( \frac{G}{M_f} Y \right) = (-r_A)$$

$$\frac{G dy}{M_f \cdot dz} + (-r_A) = 0$$

$$-\frac{G}{M_f} dy_A = (-r_A) dz$$



Dengan.

$G$  = laju alir massa gas ( $\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$ )

$Z$  = tinggi bed

$M_f$  = berat molekul campuran ( $\text{gr}/\text{mol}$ )

$y_A$  = fraksi mol  $\text{NH}_3$

dimana,  $y_A = y_{A0}(1-x)$

sehingga, dengan asumsi konstan molal :

$$-\frac{G}{M_f} y_{A0} dx = (-r_A) dz$$

Recall persamaan (x) substitusi ke persamaan (x), diperoleh

$$\frac{dx}{dz} = K g_A^s \cdot \alpha_{WR} \cdot (1-x) \cdot P \cdot \frac{M_f}{G}$$

dengan,

$x$  = konversi  $\text{NH}_3$

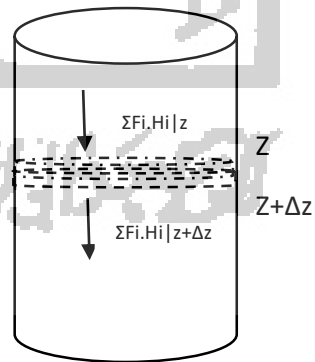
#### 5. Neraca Panas Komponen

$$\Sigma F_i \cdot H_i - \Sigma F_i \cdot H_i|_{z+\Delta z} = 0$$

$$\lim_{\Delta z \rightarrow 0} \frac{\Sigma F_i \cdot H_i - \Sigma F_i \cdot H_i|_{z+\Delta z}}{\Delta z} = 0$$

$$\frac{d(\Sigma F_i \cdot H_i)}{dz} = 0$$

$$\Sigma F_i \cdot c_{p_i} \frac{dT}{dz} + \Sigma H_i \cdot \frac{dF_i}{dz} = 0$$



$$\frac{dT}{dz} = \frac{\sum H_i \cdot \frac{dF_i}{dz}}{\sum F_i \cdot C_{p_i}}$$

a. Neraca Massa

Senyawa	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
NH3	845,4621	16,9092
H2O	0,8463	1316,7832
O2	3342,062	1392,5258
N2	11000,9539	11000,9539
NO	-	1462,1521
Total	15189,32429	15189,32429

b. Neraca Panas

Komponen	Q input (kj/jam)	Q output (Kj/jam)
Umpan	11900788,29	
Produk		13731667,88
Panas reaksi	-1138,80641	
Q pendingin	1842018,4	
Total	13741667,88	13731667,88

c. Menentukan Umpan yi Masuk

Senyawa	BM (kg/kmol)	Massa (kg/jam)	Mol (kmol/jam)	yi	yi.BM
NH3	17	845,4621	49,7331	0,0909	1,5453
H2O	18	0,8463	0,0470	0,0001	0,0015
O2	32	3342,062	104,4394	0,1909	6,1086
N2	28	11000,9539	392,8912	0,7181	20,1074
NO	30	0	0,0000	0,0000	0,0000
Total			547,1107	1,0000	27,7628

d. Konduktivitas Panas Gas

$$K_{\text{gas}} = A + BT + CT^2$$

Senyawa	A	B	C	k (W/m.K)	Fraaksi Mol	k.yi
NH3	0,00457	2,32E-05	1,48E-07	0,1179	0,0909	0,0107
H2O	0,0053	4,71E-05	4,96E-08	0,0747	0,0001	0,0000
O2	0,00121	8,62E-05	-1,33E-08	0,0616	0,1909	0,0118
N2	0,00309	7,59E-05	-1,10E-08	0,0568	0,7181	0,0408
Total						0,0633

dengan katalis Pt-Rh :

Ukuran mesh,  $n_w = 80$  in

Diameter kawat,  $d_w = 0,003$  in

dapat dilakukan:

**1. Menentukan diameter bed katalis**

Menurut Rase, 1977 untuk 100 ton HNO<sub>3</sub>/hari diketahui

cross sectional area = 2,7547 ft<sup>2</sup>

sehingga untuk kapasitas perancangan : 24.000 ton/tahun

= 65,734 ton hari

cross sectional area = 2,7547 x  $\frac{\text{kapasitas perancangan per hari}}{100}$

= 2,7547 x 0,657

$$= 1,811 \text{ ft}^2 = 1682,76 \text{ cm}^2$$

Diameter katalis bed

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 1682,76}{3,14}}$$

$$= 46,30 \text{ cm} = 18,24 \text{ in} \approx 19 \text{ in}$$

$$\text{Jadi, } A = \frac{D^2 \times \pi}{4}$$

$$= 2962,41 \text{ cm}^2 = 0,296 \text{ m}^2$$

## 2. Menentukan fluks massa umpan reaktor (G)

Fraksi mol ammonia masuk reaktor pada umumnya berkisar antara 8% - 11,5%,  
dari neraca massa diperoleh :

Fraksi mol terhitung = 0,0909 = 9,0901%

Komposisi masuk reaktor :

- Komposisi Amonia :

Senyawa	Masuk (kg)	kmol	yi	kmol.yi
NH <sub>3</sub>	845,4621	49,7331	0,0909	4,5208
H <sub>2</sub> O	0,8463	0,0470	0,0001	0,0000
Total	846,3084	49,7801		4,5208

- Komposisi Udara :

Senyawa	Masuk (kg)	kmol	yi	kmol.yi
---------	------------	------	----	---------

O2	3342,062	104,4394	0,1909	19,9367
N2	11000,9539	392,8912	0,7181	282,1431
Total	14343,0159	497,3306		302,0798

Umpan total masuk reaktor = 306,6006 kmol/jam = 0,0852 kmol/detik

$$G = \frac{\text{umpan total masuk reaktor} \times BM}{\text{cross sectional area}}$$

$$= \frac{0,0852 \frac{\text{kmol}}{\text{detik}} \times 27,7628}{1682,76 \text{ cm}^2}$$

$$= 0,0014051 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{s} = 1,4051 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{s}$$

### 3. Menentukan jumlah tumpukan gauze

Jika  $y_{Ao}$  adalah fraksi mol amonia pada umpan masuk, maka harga  $M_f$  dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$M_F = (32)(0,21)(1 - y_{Ao}) + (28,01)(0,79)(1 - y_{Ao}) + 17,03y_{Ao}$$

$$= (32)(0,21)(1 - 0,0909) + (28,01)(0,79)(1 - 0,0909) + (17,03 \times 0,0909)$$

$$= 27,7736 \text{ gr/mol}$$

Untuk menghitung jumlah tumpukan gauze, dibutuhkan beberapa komponen, antara lain:

1) Luas Permukaan

$$a_{WR} = \pi \cdot n_w^2 \cdot l_w$$

Dengan,

$n_w$  = ukuran mesh gauze = 80 mesh

$d_w$  = diameter kawat = 0,003 in = 0,0076 cm

$l_w$  = bagian kawat yang aktif, dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$l_w = \left[ \left( \frac{1}{n_w} \right)^2 + d_w^2 \right]^{0,5}$$

$$= \left[ \left( \frac{1}{80} \right)^2 + 0,0076^2 \right]^{0,5}$$

$$= 0,0146$$

Maka,

$$\alpha_{WR} = 3,14 \times (80)^2 \times 0,0146$$

$$= 294,1345$$

2) Luas kawat per gauze cross sectional area

$$f_w = a_{WR} \cdot 2 \cdot d_w$$

$$= 294,1345 \times 2 \times 0,0076$$

$$= 4,4792$$

3) Porositas

$$\varepsilon_w = \left[ 1 - \left( a_{WR} \cdot \frac{d_w}{4} \right) \right]$$

$$= \left[ 1 - \left( 294,1345 \cdot \frac{0,0076}{4} \right) \right]$$

$$= 0,4401$$

Penentuan sifat-sifat fisis yang dibutuhkan dapat didekati dengan persamaan-persamaan berikut ini : (Rase, 1977)

1) Difusivitas amonia

$$D_A = 0,227 \cdot \left( \frac{T}{293} \right)^{3/2} \cdot \left( \frac{1}{P} \right) \quad T_{in} = 800^\circ\text{C} = 1073 \text{ K}$$

$$= 0,227 \cdot \left( \frac{1073}{293} \right)^{3/2} \cdot \left( \frac{1}{8} \right) \quad P_{opp} = 8 \text{ atm}$$

$$= 0,1989 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}$$

2) Densitas fluida didekati dengan persamaan gas ideal

$$\rho_F = \frac{W.F}{V} = \frac{M_f \cdot P}{R \cdot T} \quad R = 82,06 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm/K} \cdot \text{mol}$$

$$= \frac{27,7736 \times 8}{82,06 \times 800}$$

$$= 0,0034 \text{ g/cm}^3$$

3) Viskositas fluida

$$\mu_F = (12,5 + 0,029T)10^{-5}$$

$$= (12,5 + 0,029(1073))10^{-5}$$

$$= 0,000438 \text{ g/cm.s}$$

Harga  $kg_A^S$  dapat dihitung dengan persamaan empiris berikut : (Rase, 1977)

$$kg_A^S = \frac{0,865 N_{RE}^{-0,648} G}{P N_{Sc}^{2/3} M_m \varepsilon_w}$$

dimana :  $N_{RE} = \frac{d_w \cdot G}{\varepsilon_w \cdot \mu_F}$  (Bilangan Reynold)

$$= 55,4624$$

$N_{Sc} = \frac{\mu_F}{\rho_F \cdot D_A}$  (Bilangan Schmidt)

$$= 0,6513$$

$M_m$  = berat molekul fluida (dapat dianggap  $M_F$ )

maka nilai  $kg_A^S$  terhitung :

$$kg_A^S = 0,00123$$

Dengan asumsi aliran fluida plug flow diperoleh model matematis sebagai berikut:

$$\ln(1 - X_A) = -\frac{M_F}{G} \cdot kg_A^S \cdot P \cdot f_w \cdot n_s$$



$$\begin{aligned} \text{Sehingga } n_s &= \frac{\ln(1-X_A)}{-\frac{M_F}{G} \cdot k g_A^s \cdot P \cdot f_w} \\ &= 4,5049 \approx 5 \end{aligned}$$

Jadi, jumlah tumpukan katalis pada reaktor adalah 5 *gauze*.

#### 4. Menghitung tinggi bed katalis

$$\begin{aligned} \text{Height of catalyst bed } (h_c) &= 2 \cdot d_w \\ &= 0,006 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 5 tumpukan gauze, } h_c &= 5 \times 0,006 \text{ in} \\ &= 0,03 \text{ in} = 0,08 \text{ cm} \end{aligned}$$

#### 5. Menghitung berat bed katalis

Dari Rase H.F, berat dari 80 mesh gauze = 1,71 troy oz/ft<sup>2</sup>

Katalis yang dibutuhkan = 2 troy oz/daily ton

$$\begin{aligned} \text{Berat 1 gauze} &= 1,71 \times \text{cross sectional area} \\ &= 1,71(1,811) \\ &= 3,097 \text{ troy oz} \end{aligned}$$

Berat 12 gauze = 37,168 troy oz

Berat katalis yang dibutuhkan = 2 x kapasitas pabrik/hari

$$\begin{aligned} &= 2 (65,75) \\ &= 131,51 \text{ troy oz} \end{aligned}$$

Total berat katalis dan gauze = 37,168 + 131,51

$$= 168,67 \text{ troy oz} = 5,246 \text{ kg}$$

## B. MECHANICAL DESIGN

### 6. Menghitung shell

- Tekanan design

diambil maximum over design 20%

$$\begin{aligned} \text{Tekanan operasi} &= 8 \text{ atm} \\ &= 117,6 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan design} = 141,12 \text{ psi}$$

- Tebal dinding shell

Dipilih material Stainless steel SA-240 Grade S

$$t_s = \frac{P \cdot r}{(f \cdot E) - (0,6 \cdot P)} + C$$

$$\text{Dengan : allowable stress, } f = 750 \text{ psi}$$

$$\text{efisiensi sambungan, } \epsilon = 0,8 \text{ (double welded butt joint)}$$

$$\text{radius tangki bagian dalam, } r \text{ (IDs)} = 9,5 \text{ in}$$

$$\text{factor korosi, } C = 0,125 \text{ in}$$

$$t_s = 2,7265 \text{ in}$$

dipilih tebal dinding standar = 0,1875 in

$$ODs = IDs + (2 \times \text{tebal shell})$$

$$= 9,5 + (2 \times 0,1875)$$

$$= 9,875 \text{ in}$$

Maka dipilih OD standar 12 in (*Brownell & Young* tabel 5.7)

## 7. Menentukan Ukuran Pipa

### 1) Pipa umpan masuk reaktor

Keadaan umpan masuk reaktor :

- *Mass flow rate (W)*

$$\begin{aligned}W &= G \times A \\&= 1,4051 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{s} \times 2962,4096 \text{ cm}^2 \\&= 4162,5207 \text{ gr/s}\end{aligned}$$

- *Volumetric flow rate (v)*

$$\begin{aligned}V &= \frac{W}{\rho} = \frac{W \cdot R \cdot T}{P \cdot M_f} \\&= \frac{(4162,5207)(0,000082057)(1073)}{(8)(27,7736)} \\&= 1,649 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

Kecepatan linier gas dalam pipa,  $v$  untuk gas dan uap :

$$v = 15\text{-}30 \text{ m/s} \text{ (Coulson \& Richardson)}$$

diambil  $v = 30 \text{ m/s}$

Luas penampang pipa masuk :

$$\begin{aligned}A &= \frac{V}{v} \\&= \frac{1,649}{30} = 0,055 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Diameter pipa umpan masuk (D)

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$= 0,2647 \text{ m} = 10,419 \text{ in}$$

Berdasarkan standar, dipilih ukuran pipa masuk : (*Peter & Timmerhaus*)

Diameter nominal : 12 in

Scheduled number : 40

OD : 12,75 in

ID : 12,09 in = 0,3071 m

A : 115 in<sup>2</sup> = 0,0742 m<sup>2</sup>

v (aktual) : 22,2323 m/s

Dapat disimpulkan bahwa nilai kecepatan linier gas (v aktual) mendekati v tebakan awal yang berkisar antara 15-30 m/s.

Aliran umpan masuk pipa harus turbulen, agar pencampuran uap jenuh amonia dan udara berlangsung baik.

Cek tipe aliran :

$$\begin{aligned} \mu &= (12,5 + 0,0292T) \times 10^{-5} \\ &= (12,5 + 0,0029(1073)) \times 10^{-5} \\ &= 0,00043816 \text{ g/cm.s} \end{aligned}$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot ID}{\mu} = \frac{P \cdot M_f \cdot v \cdot ID}{\mu}$$

$$= 136252799,9 \longrightarrow \text{aliran turbulen}$$

## 8. Menentukan Dimensi Cone

- Bagian atas

$$\begin{aligned} \text{Panjang sisi bawah segitiga} &= \frac{\text{diameter bed reaktor} - \text{diameter pipa masuk}}{2} \\ &= \frac{19 - 10,419}{2} = 4,29 \text{ in} = 10,89 \text{ cm} \end{aligned}$$

Sudut  $60^\circ$  :

$$\begin{aligned} \text{Sisi miring} &= \frac{\text{sisi bawah}}{\cos 60} \\ &= \frac{10,89 \text{ cm}}{0,5} = 21,78 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sisi depan (tinggi cone)} &= \text{sisi miring} \times \sin 60 \\ &= 21,78 \text{ cm} \times 0,866 = 18,86 \text{ cm} \end{aligned}$$

### 9. Menghitung jaket pendingin

Jumlah air pendingin : 4299,519 kg/jam

Densitas air pendingin : 1587,722 kg/m<sup>3</sup>

Laju alir pendingin (Qw) : 2,701 m<sup>3</sup>/jam

Ditetapkan jarak jaket ( $\gamma$ ) : 0,5 in = 0,00127 m

Jadi,

$$\begin{aligned} \text{Diameter reaktor (d)} &= \text{diameter dalam} + (2 \times \text{tebal dinding}) \\ &= 43 \text{ in} = 1,092 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter total reaktor (D)} &= \text{diameter reaktor (d)} + \text{jarak jaket} \\ &= 43,5 \text{ in} = 1,105 \text{ m} \end{aligned}$$

Luas yang dilalui air pendingin (A) :

$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4}(1,1049^2 - 1,0922^2) = 0,0219 \text{ m}^2$$

Kecepatan air pendingin (v) :

$$v = \frac{V}{A} = \frac{2,707 \text{ m}^3/\text{jam}}{0,0219 \text{ m}^2} = 123,6295 \text{ m/jam}$$

Tebal dinding jaket (tj) :

Tinggi jaket = tinggi reaktor = 0,281 m

g : 32,174 lb/ft<sup>2</sup>

gc : 32,174 lbf.ft/lbf.s<sup>2</sup>

P hidrostatik : 91,483 psi

P design : 109,779 psi

Bahan jaket : Carbon steel, SA-285, Grade A

Joint efficiency (E) : 0,8

Allowable stress (S) : 18750 psia

Faktor korosi (C) : 0,125

Radius bagian dalam (R) : 9,5 in

$$\text{tebal jaket (tj)} = \frac{P \times R}{SE - 0,6P} + C$$

$$tj = \frac{(109,779 \times 9,5)}{(18750 \times 0,8) - (0,6 \times 109,779)} + 0,125 = 0,1948 \text{ in}$$

dipilih tebal jaket standar = ¼ in

## 10. Menghitung tebal isolasi

Absorber bekerja secara adiabatik sehingga memerlukan isolasi untuk meminimalkan adanya transfer panas.

Asumsi perhitungan tebal isolator :

- 1) Transfer panas pada keadaan steady state, maka  $q_1 = q_2 = q_3 = q_4$
- 2) Suhu pada permukaan shell sebelah dalam ( $T_1$ ) sama dengan rata-rata suhu dalam shell

Dari tabel 8.20, Walas 2<sup>nd</sup> edition dipilih :

Bahan isolasi : micro quartz fiber blanket

K isolator : 0,02 Btu/hr.ft.F = 0,034592 W/cm.°C

P isolator : 3 lb/ft<sup>3</sup>

Jaket pemanas

Bahan : stainless steel

$\rho$  : 7897 kg/m<sup>3</sup>

$C_p$  : 0,452 Kj/kg.C

k : 73 W/m.c

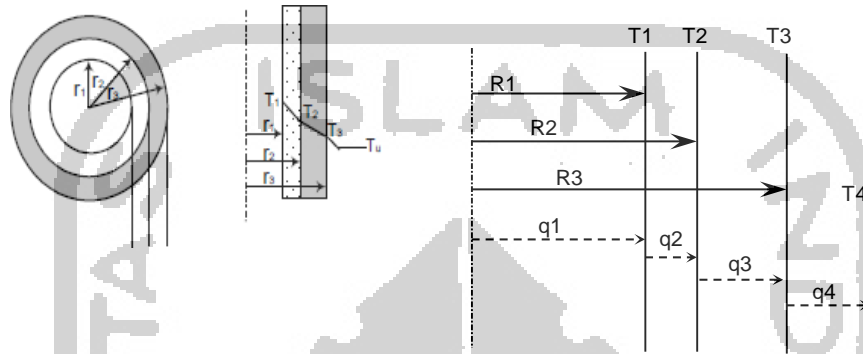
ID : 16 ft = 0,483 m

OD : 2,58 ft = 0,787 m

H : 0,3965 m = 15,62 in

$T_u$  : 30°C = 303 K

Perpindahan panas yang melewati dinding isolasi adalah perpindahan panas dari sinar matahari secara radiasi, panas dari udara luar secara konveksi, kemudian melalui dinding isolasi dan dinding jaket pemanas secara konduksi.



Dimana:

- T1 = Suhu dinding dalam jaket pemanas       $r_1$  = jari-jari dalam jaket
- T2 = Suhu dinding jaket bagian luar       $r_2$  = jari-jari luar jaket
- T3 = suhu isolasi luar =  $T_s$        $r_3$  = jari-jari luar setelah diisolasi
- T4 = Suhu udara luar =  $T_u$
- $q_1$  = konveksi pemanas ke dinding jaket bagian dalam
- $q_2$  = konduksi jaket dalam ke jaket luar
- $q_3$  = konduksi isolasi luar ke permukaan
- $q_4$  = konveksi dan radiasi permukaan luar isolator ke udara
- $X_s$  = tebal dinding jaket
- $X_{is}$  = tebal isolator



Perpindahan panas melalui tiap lapis tahanan dihitung dengan hukum Fourier dan

$A = 2\pi rL$ , diperoleh (J.P.Holman, 1979) :

$$Q = \frac{2\pi L (T_1 - T_u)}{\frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{k_1} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{k_2}}$$

Jika perpindahan panas disertai koveksi dan radiasi, maka persamaan diatas dapat dituliskan :

$$Q = \frac{2\pi L (T_1 - T_u)}{\frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{k_1} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{k_2} + \frac{1}{(h_c + h_r)r_3}}$$

Jika diaplikasikan dalam perhitungan perancangan tangki maka diperoleh :

$$Q = \frac{2\pi L (T_1 - T_u)}{\frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{k_p} + \frac{\ln\left(\frac{r_2 + x_{is}}{r_2}\right)}{k_{is}} + \frac{1}{(h_c + h_r)(r_2 + x_{is})}}$$

Untuk menghitung perpindahan panas dari luar ke dalam shell, harus dihitung terlebih dahulu suhu kesetimbangan radiasi pada permukaan dinding luar yang terkena sinar matahari pada suhu udara lingkungan sekitar shell (J.P.Holman, 1979).

Suhu permukaan dinding luar dihitung dengan persamaan berikut:

$$\left(\frac{q}{A}\right)_{sun} \alpha_{sun} = \alpha_{low temp} \sigma (T^4 - T_{aur}^4) \quad (J.P.Holman, 1979, 6th ed)$$

### Suhu isolasi permukaan luar

Isolasi yang digunakan akan dilapisi dengan cat (pigmen) berwarna putih.

Berdasarkan Tabel 8.4 (J.P.Holman, 1979), diperoleh data :

$$\left(\frac{q}{A_{sun}}\right) = 700 \text{ W/m}^2$$

$$\sigma_{surya} = 0,16$$

$$\sigma_{suhu\ rendah} = 0,9$$

$$\sigma = 5,669 \times 10^{-8}$$

$$T_3 = T_s = 321,05 \text{ K} = 48,05^\circ\text{C}$$

Dari daftar A-5 J.P.Holman, diperoleh sifat fisis udara:

T, K	$\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	Cp, kJ/kg.C	$\mu$ , kg/m.s	v, m <sup>2</sup> /s	k, W/m.C
300	1.1774	1.0057	1.8462E-05	1.57E-05	0.02624
350	0.9980	1.0090	2.0700E-05	2.08E-05	0.03003

$$T_f = \frac{(T_s + T_u)}{2} = \frac{(303 + 321,05)\text{K}}{2} = 312,025 \text{ K}$$

$$b = 1/T_f = 0,0013 \text{ R}^{-1}$$

$$\rho_f = 0,9980 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{pf} = 1,0090 \text{ KJ/kg.}^\circ\text{C}$$

$$\mu_f = 2,07 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s}$$

$$v = 2,08 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k_f = 0,03003 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

$$L = H = 0,397 \text{ m}$$

$$DT = T_f - T_u = 18,05^\circ\text{C} = 64,49 \text{ F} = 525,16 \text{ R}$$

Untuk konveksi bebas :

$$Gr = \frac{L^3 \times b \times \rho f \times g \times DT}{mf^2} = 9,663 \times 10^8 \quad ; \text{ Bilangan Grashoff}$$

$$Pr = \frac{Cpf \times mf}{kf} = 0,696 \quad ; \text{ Bilangan Prandtl}$$

$$Ra = Gr \times Pr = 6,721 \times 10^8 \quad ; \text{ Bilangan Rayleigh}$$

$$OD/L = 1,986$$

Karena  $OD/L > 35/(Gr^{1/4})$  :

$$35/(Gr^{1/4}) = 0,1986$$

**Menghitung koefisien perpindahan panas secara konveksi**

**Menghitung q tiap lapisan**

$$r_3 = 0,518$$

$$q_4 = (hc + hr) \times (2 \times \pi \times L \times r_3) \times (T_3 - T_4) = 234,5344$$

$$q_3 = q_4$$

$$q_4 = q_2 = \frac{2 \times \pi \times L \times (T_1 - T_2) \times k_{bahan}}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$$

$$T_2 = \frac{T_1 - q_4 \times \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}{2 \times \pi \times L \times k_{bahan}} = 798,719 \text{ C}$$

$$q_3 = \frac{2 \times \pi \times L \times (T_2 - T_3) \times k_{isolasi}}{\ln\left(\frac{R_3}{R_2}\right)} = 234,5344 \text{ W}$$

$$q_2 = \frac{2 \times \pi \times L \times (T_1 - T_2) \times k_{bahan}}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} = 234,5344 \text{ W}$$

Selisih  $q_3 - q_4 = 0$  (goal seek)

Tebal isolasi ( $X_{is}$ ) =  $R_3 - R_2 = 0,125 \text{ m} = 12,5 \text{ cm}$

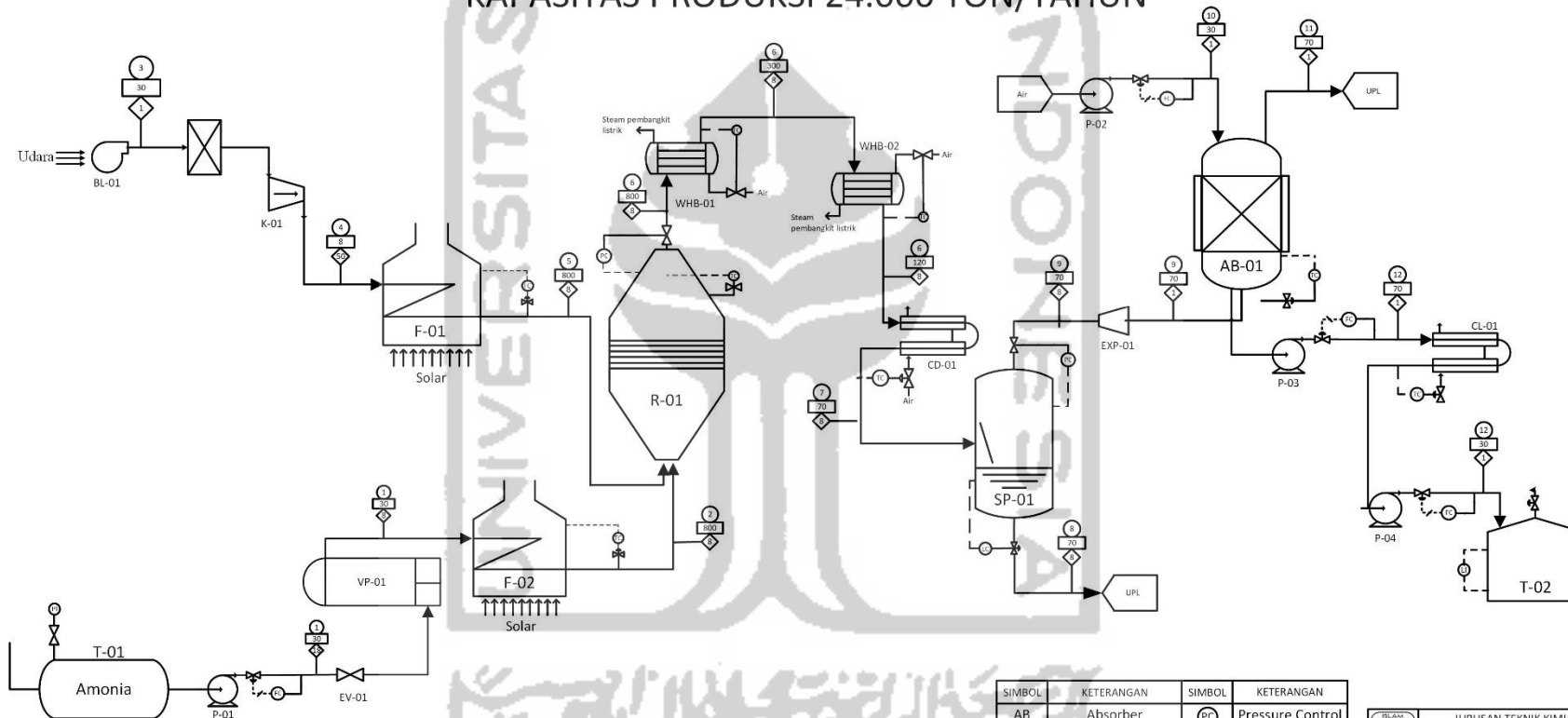
Jadi tebal isolasi reaktor = 12,5 cm



# PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

## PRA RANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI AMONIA DAN UDARA

### KAPASITAS PRODUKSI 24.000 TON/TAHUN



Komponen	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12
NH <sub>3</sub>	847.6640	847.6640	-	-	-	16.9533	16.9533	-	16.9533	-	16.9533	-
H <sub>2</sub> O	0.8485	0.8485	-	-	-	1320.2126	1319.4797	1319.2849	0.1948	-	0.1948	1060.6061
O <sub>2</sub>	-	-	3350.7660	3350.7660	3350.7660	1396.1525	1357.0602	-	1357.0602	-	628.5237	-
N <sub>2</sub>	-	-	11029.6048	11029.6048	11029.6048	11029.6048	11029.6048	-	11029.6048	-	11029.6048	-
NO	-	-	-	-	-	-	1393.8838	-	1393.8838	-	496.8531	-
NO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	106.7708	-	106.7708	-	44.0263	-
HNO <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	5.1309	5.1294	0.0015	-	-	1969.6970
air makeup	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1341.9913	-
Total	848.5125	848.5125	14380.3708	14380.3708	14380.3708	13762.9232	15228.8834	1324.4143	13904.4692	1341.9913	12216.1559	3030.3030

SIMBOL	KETERANGAN	SIMBOL	KETERANGAN
AB	Absorber	PC	Pressure Control
BL	Blower	LI	Level Indicator
CD	Condensor	FC	Flow Control
CL	Cooler	TC	Temperature Control
EV	Expansion Valve	TC	Temperature Control
F	Furnace	□	Nomor Arus
K	Kompressor	◇	Suhu, °C
P	Pompa	◇	Tekanan, atm
R	Reaktor	— —	Udara Tekan
S	Separator	— —	Control Valve
T	Tangki Penyimpanan	— —	Piping
WHB	Waste Heat Boiler	---	Non Piping
VP	Vaporizer		

**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**

---

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
 PRA RANCANGAN PABRIK ASAM NITRAT DARI  
 AMONIA DAN UDARA  
 KAPASITAS PRODUKSI 24.000 TON/TAHUN

---

Disusun oleh:  
 1. Faradifa Safira 15521036  
 2. Aulia Nur Pradiastika 15521052

---

Dosen Pembimbing:  
 1. Farham H. M. Saleh, Dr., Ir., MSIE.  
 2. Venitalitya Alethea S. A., S.T., M.Eng.