

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA ASAM NITRAT DARI  
AMONIA DAN UDARA DENGAN PROSES OSTWALD  
DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia  
Konsentrasi Teknik Kimia**



**Oleh:**

**Nama : Bayu Setiawan**

**NIM : 17521030**

**Nama : Tri Jati Pamungkas**

**NIM : 17521090**

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2021**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL  
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA ASAM NITRAT DARI  
AMONIA DAN UDARA DENGAN PROSES OSTWALD  
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama: Bayu Setiawan

Nama: Tri Jati Pamungkas

No. Mahasiswa: 17521030

No. Mahasiswa: 17521090

Yogyakarta, Oktober 2021

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

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

Penyusun I,



Bayu Setiawan

NIM. 17521030

Penyusun II,



Tri Jati Pamungkas

NIM. 17521090

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA ASAM NITRAT DARI  
AMONIA DAN UDARA DENGAN PROSES OSTWALD  
DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**



Oleh:

Nama : Bayu Setiawan


NIM : 17521030

Nama : Tri Jati Pamungkas

NIM : 17521090

Yogyakarta, Oktober 2021

**Pembimbing I,**

  
**Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.**

**Pembimbing II,**

  
**Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng**

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA ASAM NITRAT DARI AMONIA DAN UDARA DENGAN PROSES OSTWALD DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

#### PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Bayu Setiawan

Nama : Tri Jati Pamungkas

NIM : 17521030

NIM : 17521090

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai salah satu syarat untuk  
memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, Oktober 2021

Tim Penguji,

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.  
Ketua



Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.  
Anggota I



Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.  
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,*

*Alhamdulillah*, segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Kimia dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Kimia dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik Kimia Asam Nitrat dari Amonia dan Udara dengan Proses Ostwald dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”** ini disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapatkan selama menempuh pendidikan di bangku kuliah, dan merupakan sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia dari Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik moril maupun materil selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi, selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan akademik.
5. Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan waktu, arahan dan bimbingannya selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.

6. Ibu Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan waktu, arahan dan bimbingannya selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia angkatan 2017 yang selalu memberikan dukungan serta saling membagikan ilmunya.
9. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Untuk itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi sempurnanya Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, Oktober 2021

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	ix
ABSTRAK .....	x
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Kapasitas Perancangan .....	2
1.2.1. Impor di Indonesia .....	2
1.2.2. Produksi di Indonesia .....	4
1.2.3. Pabrik yang Memproduksi Asam Nitrat di Dunia .....	4
1.3. Tinjauan Pustaka .....	7
1.3.1. Macam-Macam Proses Pembuatan Asam Nitrat .....	7
1.3.2. Kegunaan Produk .....	9
BAB II PERANCANGAN PRODUK .....	10
2.1. Spesifikasi Bahan Baku .....	10
2.1.1. Amonia .....	10
2.1.2. Udara (Oksigen) .....	11
2.2. Spesifikasi Bahan Pembantu .....	11

2.2.1. Katalis Platina-Rhodium .....	11
2.3. Spesifikasi Produk.....	12
2.3.1. Asam Nitrat .....	12
2.4. Pengendalian Kualitas .....	12
2.4.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	13
2.4.2. Pengendalian Kualitas Proses.....	13
2.4.3. Pengendalian Kualitas Produk .....	14
<b>BAB III PERANCANGAN PROSES .....</b>	<b>16</b>
3.1. Uraian Proses.....	16
3.1.1. Proses Persiapan Bahan Baku .....	16
3.1.2. Proses Oksidasi Amonia.....	17
3.1.3. Proses Oksidasi Lanjutan .....	17
3.1.4. Proses Absorpsi .....	18
3.2. Spesifikasi Alat Proses .....	19
3.2.1. Tangki Penyimpanan.....	19
3.2.2. <i>Blower</i> .....	19
3.2.3. <i>Filter</i> .....	20
3.2.4. Pompa.....	20
3.2.5. Kompresor .....	21
3.2.6. <i>Vaporizer</i> .....	21
3.2.7. <i>Furnace</i> .....	22
3.2.8. Reaktor .....	23
3.2.9. <i>Cooler</i> .....	24
3.2.10. Oksidator .....	25
3.2.11. Kondensor .....	26



3.2.12. <i>Absorber</i> .....	26
3.2.13. Ekspander .....	27
3.2.14. <i>Expansion Valve</i> .....	27
3.3. Perencanaan Produksi .....	28
3.3.1. Analisis Kebutuhan Bahan Baku/Bahan Pembantu .....	28
3.3.2. Analisis Kebutuhan Peralatan Proses .....	28
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....	29
4.1. Lokasi Pabrik.....	29
4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....	29
4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....	31
4.2. Tata Letak Pabrik .....	32
4.2.1. Perkantoran/Administrasi.....	32
4.2.2. Proses .....	33
4.2.3. Instalasi dan Utilitas .....	33
4.2.4. Fasilitas Umum .....	33
4.2.5. Keamanan.....	33
4.2.6. Pengolahan Limbah.....	33
4.2.7. Perluasan .....	34
4.3. Tata Letak Alat Proses .....	36
4.3.1. Aliran Bahan Baku dan Produk.....	36
4.3.2. Aliran Udara .....	36
4.3.3. Pencahayaan .....	36
4.3.4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan.....	36
4.3.5. Jarak Antar Alat Proses .....	37
4.3.6. Pertimbangan Ekonomi .....	37

4.4. Aliran Proses dan Material .....	38
4.4.1. Neraca Massa .....	38
4.4.2. Neraca Energi .....	40
4.4.3. Diagram Alir Proses .....	42
4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas).....	45
4.5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air ( <i>Water Treatment System</i> ).....	45
4.5.2. Unit Pembangkit <i>Steam</i> ( <i>Steam Generation System</i> ).....	56
4.5.3. Unit Pembangkit Listrik ( <i>Power Plant System</i> ).....	57
4.5.4. Unit Penyediaan Udara Tekan ( <i>Instrument Air System</i> ) .....	60
4.5.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	60
4.5.6. Unit Penyediaan Pendingin <i>Dowtherm A</i> .....	60
4.5.7. Unit Pengolahan Limbah.....	61
4.5.8. Spesifikasi Alat Utilitas.....	66
4.6. Organisasi Perusahaan.....	76
4.6.1. Bentuk Perusahaan .....	76
4.6.2. Struktur Organisasi.....	77
4.6.3. Tugas dan Wewenang .....	80
4.6.4. Status, Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan .....	84
4.6.5. Pembagian Jam Kerja dan Sistem Gaji Karyawan.....	87
4.6.6. Ketenagakerjaan .....	91
4.7. Evaluasi Ekonomi .....	93
4.7.1. Perkiraan Harga Alat.....	94
4.7.2. Dasar Perhitungan .....	98
4.7.3. Perhitungan Biaya .....	98
4.7.3.1. <i>Capital Investment</i> .....	98

4.7.3.2. <i>Manufacturing Cost</i> .....	99
4.7.3.3. <i>General Expense</i> .....	101
4.7.4. Analisis Keuntungan .....	101
4.7.5. Analisis Kelayakan.....	102
4.7.4.1. <i>Return on Investment (ROI)</i> .....	102
4.7.4.2. <i>Pay Out Time (POT)</i> .....	102
4.7.4.3. <i>Break Even Point (BEP)</i> .....	103
4.7.4.4. <i>Shut Down Point (SDP)</i> .....	104
4.7.4.5. <i>Discaunted Cash Flow of Return (DCFR)</i> .....	105
4.8. Risiko Pabrik .....	107
BAB V PENUTUP.....	109
5.1. Kesimpulan.....	109
5.2. Saran.....	110
DAFTAR PUSTAKA .....	112
LAMPIRAN A .....	114
LAMPIRAN B .....	130

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Asam Nitrat Indonesia .....	3
Tabel 1.2 Daftar Pabrik di Dunia yang Memproduksi Asam Nitrat .....	4
Tabel 1.3 Perbandingan Jenis Proses .....	8
Tabel 3.1. Tangki Penyimpanan .....	19
Tabel 3.2. <i>Blower</i> .....	19
Tabel 3.3. <i>Filter</i> .....	20
Tabel 3.4. Pompa.....	20
Tabel 3.5. Kompresor.....	21
Tabel 3.6. <i>Vaporizer</i> .....	21
Tabel 3.7. <i>Furnace</i> .....	22
Tabel 3.8. Reaktor .....	23
Tabel 3.9. <i>Cooler</i> .....	24
Tabel 3.10. Oksidator .....	25
Tabel 3.11. Kondensor .....	26
Tabel 3.12. <i>Absorber</i> .....	26
Tabel 3.13. Ekspander.....	27
Tabel 3.14. <i>Expansion Valve</i> .....	27
Tabel 4.1 Rincian Luas Area Pabrik .....	34
Tabel 4.2 Neraca Massa Total.....	38
Tabel 4.3 Neraca Massa <i>Mix-Point 1</i> .....	38
Tabel 4.4 Neraca Massa Reaktor .....	38
Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Mix-Point 2</i> .....	39

Tabel 4.6 Neraca Massa Oksidator .....	39
Tabel 4.7 Neraca Massa Kondensor.....	39
Tabel 4.8 Neraca Massa <i>Absorber</i> .....	40
Tabel 4.9 Neraca Energi Kompresor.....	40
Tabel 4.10 Neraca Energi <i>Vaporizer</i> .....	40
Tabel 4.11 Neraca Energi <i>Mix-Point 1</i> .....	40
Tabel 4.12 Neraca Energi <i>Furnace</i> .....	41
Tabel 4.13 Neraca Energi Reaktor .....	41
Tabel 4.14 Neraca Energi <i>Mix-Point 2</i> .....	41
Tabel 4.15 Neraca Energi <i>Cooler</i> .....	41
Tabel 4.16 Neraca Energi Oksidator.....	41
Tabel 4.17 Neraca Energi Kondensor .....	42
Tabel 4.18 Neraca Energi <i>Absorber</i> .....	42
Tabel 4.19 Kebutuhan <i>Cooling Water</i> .....	54
Tabel 4.20 Total Kebutuhan Air .....	56
Tabel 4.21 Kebutuhan Listrik Alat Proses .....	57
Tabel 4.22 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas.....	58
Tabel 4.23 Total Kebutuhan Listrik.....	59
Tabel 4.24 Kebutuhan <i>Dowtherm A</i> .....	61
Tabel 4.25 Pompa Utilitas.....	66
Tabel 4.26 Bak Utilitas .....	70
Tabel 4.27 Tangki Utilitas.....	71
Tabel 4.28 <i>Screener</i> .....	73
Tabel 4.29 <i>Sand Filter</i> .....	73
Tabel 4.30 <i>Cooling Tower</i> .....	74

Tabel 4.31 <i>Mixed Bed</i> .....	74
Tabel 4.32 <i>Deaerator</i> .....	75
Tabel 4.33 <i>Blower Cooling Tower</i> .....	75
Tabel 4.34 <i>Cooler</i> .....	76
Tabel 4.35 Penggolongan Jabatan.....	85
Tabel 4.36 Jumlah Karyawan.....	86
Tabel 4.37 Jadwal <i>Shift</i> Karyawan.....	88
Tabel 4.38 Gaji Karyawan .....	90
Tabel 4.40 Harga Alat Proses.....	96
Tabel 4.41 Harga Alat Utilitas .....	97
Tabel 4.42 <i>Physical Plant Cost (PPC)</i> .....	98
Tabel 4.43 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i> .....	99
Tabel 4.44 <i>Fixed Capital Instrument (FCI)</i> .....	99
Tabel 4.45 <i>Working Capital Investment</i> .....	99
Tabel 4.46 <i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	100
Tabel 4.47 <i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	100
Tabel 4.48 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	100
Tabel 4.49 <i>Total Manufacturing Cost</i> .....	101
Tabel 4.50 <i>General Expense</i> .....	101
Tabel 4.51 <i>Total Production Cost</i> .....	101
Tabel 4.52 <i>Annual Fixed Cost (Fa)</i> .....	103
Tabel 4.53 <i>Annual Regulated Expenses (Ra)</i> .....	103
Tabel 4.54 <i>Annual Variable Value (Va)</i> .....	104
Tabel 4.55 <i>Annual Sales Value (Sa)</i> .....	104
Tabel 4.56 Risiko Pabrik.....	107

Tabel 5.1 Hasil Analisa Ekonomi ..... 110



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik Pertumbuhan Impor Asam Nitrat di Indonesia .....	3
Gambar 4.1 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik .....	29
Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik ( <i>Plant Layout</i> ).....	35
Gambar 4.3 Tata Letak Alat-Alat Proses ( <i>Machines Layout</i> ).....	37
Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif .....	43
Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif .....	44
Gambar 4.6. Diagram Alir Unit Utilitas.....	64
Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan .....	79
Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara Tahun dan Indeks Harga.....	94
Gambar 4.9. Grafik <i>Break Even Point</i> .....	106



## ABSTRAK

Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) merupakan salah satu asam kuat yang banyak digunakan dalam industri pupuk sebagai bahan baku utama dalam pembuatan kalsium nitrat dan kalsium amonium nitrat. Di samping itu, asam nitrat juga banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan nitrobenzena, dinitrotoluen, asam adipat dan nitroklorobenzena. Saat ini, belum banyak pabrik di Indonesia yang memproduksi asam nitrat sehingga Indonesia masih bergantung pada impor. Kebutuhan akan asam nitrat mengalami peningkatan dari tahun ke tahun menjadikan perancangan pabrik asam nitrat ini perlu dilakukan sehingga terjadi penambahan produksi. Pabrik asam nitrat ini direncanakan akan dibangun di Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun yang beroperasi selama 330 hari dengan total 157 karyawan serta dibangun di atas lahan seluas 40.150 m<sup>2</sup>.

Proses pembuatan asam nitrat dilakukan dengan proses *Ostwald* menggunakan bahan baku amonia dan udara di dalam reaktor *fixed bed multitube* dengan katalis Platinum-Rhodium yang beroperasi pada suhu 900°C dan tekanan 9,8 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. Untuk mencapai kapasitas produksi 50.000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku amonia sebesar 11.813,019 ton/tahun dan udara sebesar 180.310,907 ton/tahun. Utilitas yang dibutuhkan yaitu air sebesar 1.233.305,431 ton/tahun yang diperoleh dari sungai Bengawan Solo serta kebutuhan listrik sebesar 900,233 kWh yang diperoleh dari PLN.

Pabrik ini memerlukan modal tetap sebesar Rp. 273.186.984.696 dan modal kerja sebesar Rp. 424.575.167.242. Pabrik asam nitrat ini memiliki tingkat risiko tinggi (*high risk*) yang dianalisis dari kondisi operasi pabrik, kemudahan dalam mendapatkan bahan baku, serta sifat fisis maupun kimia dari bahan baku itu sendiri. Hasil analisa ekonomi menunjukkan pabrik ini menghasilkan keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 131.560.598.679 dengan *Return On Investment (ROI)* setelah pajak sebesar 48,16%, *Pay Out Time (POT)* setelah pajak 1,8 tahun, *Break Even Point (BEP)* sebesar 42,02%, *Shut Down Point (SDP)* sebesar 32,99% dan *Discounted Cash Flow Return (DCFR)* sebesar 21,22%. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi ini, dapat disimpulkan bahwa pabrik asam nitrat secara ekonomi layak untuk didirikan.

Kata kunci : amonia, asam nitrat, Ostwald, udara, perancangan pabrik.

## ABSTRACT

*Nitric acid is one of the strong acid widely used in fertilizer industry as the main raw material to produce calcium nitrate and calcium ammonium nitrate. Besides, nitric acid is used as a raw material to produce nitrobenzene, dinitrotolune, adipic acid and nitrochlorobenzene. Currently, there are not many factories in Indonesia that produce nitric acid. So it still relies on imports. Nitric acid needs for which has increased from year to year, makes the nitric acid plant design needs to be done so that additional production occurs. The nitric acid plant is planned to be built in Gresik, East Java with production capacity of 50.000.000 tons/year, will operate for 330 days with 157 employees, and will be built on 40.150 m<sup>2</sup> of land area.*

*The process of making nitric acid is carried out in fixed bed multitube reactor with Platinum-Rhodium as catalyst which operates at 900°C and 9,8 atm to form Nitric oxide (NO). Nitric oxide (NO) is then oxidized to nitric dioxide (NO<sub>2</sub>). Nitric dioxide (NO<sub>2</sub>) formed will be absorbed as waell as reacted with water using absorber column to form nitric acid (HNO<sub>3</sub>). To reach the production capacity of 50.000 tons/year, it requires 11.813,019 tons/year of ammonia and 180.310,907 tons/year of air as a raw materials. Utilities needed are 1.233.305,431 tons/year for water obtained from Bengawan Solo river and 900,233 kWh for electricity obtained from PLN.*

*The plant requires a fixed capital of Rp. 273.186.984.696 and working capital of Rp. 424.575.167.242. The nitric acid plant has a high risk, which is analyzed from the plant operation, and the physical and chemical properties of the raw material. From the economic analysis of this plant shows the nitric acid plant generates a profit after tax of Rp.131.560.598.679 with Return On Investment (ROI) after tax of 48,16%, Pay Out Time (POT) after tax of 1,8 years, Break Even Point (BEP) of 42,02%, Shut Down Point (SDP) of 32,99% and Discaunted Cash Flow Return (DCFR) of 21,22%. Based on economic evaluation results, it is concluded that nitric acid plant is economically feasible for established.*

*Keywords : air, amonia, nitric acid, Ostwald, plant design*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) merupakan salah satu asam kuat yang dapat ditemukan dalam bentuk garam-garam nitrat. Asam nitrat yang juga dikenal sebagai *aqua fortis*, asam azotik, hidrogen nitrat atau nitril oksida merupakan senyawa kimia yang mempunyai peran penting di dalam industri kimia. Memiliki sifat asam, merupakan agen pengoksidasi yang sangat kuat, tidak berwarna, beracun, larut dalam air dan bersifat eksotermis apabila bereaksi dengan air (Othmer, 1962 and Ullmann, 2012). Secara umum, proses produksi asam nitrat terbagi menjadi dua jenis yaitu *weak acid process* yang dapat menghasilkan asam nitrat dengan kemurnian 50 - 65% dan *strong acid process* yang menghasilkan asam nitrat dengan kemurnian lebih tinggi mencapai 99% berat. Namun, secara komersial proses yang paling banyak digunakan adalah *weak acid process* atau dikenal juga dengan proses *Ostwald* yakni dengan mengoksidasikan amonia dengan udara (Othmer, 1962).

80% produksi asam nitrat saat ini digunakan dalam industri pupuk, terutama untuk memproduksi amonium nitrat yang merupakan bahan baku utama dalam pembuatan kalsium nitrat, kalsium amonium nitrat dan sebagainya. Sementara sisanya, sekitar 20% digunakan sebagai bahan baku pembuatan bahan-bahan kimia lainnya seperti nitrobenzena (3,6%), dinitrotoluen (2,8%), asam adipat (2,7%), dan nitroklorobenzena (1,8%). Kegunaan lain dari asam nitrat adalah untuk memproduksi bahan-bahan peledak, metal nitrat, sebagai propelan (bahan pendorong) roket, untuk pemrosesan bahan bakar nuklir serta dapat digunakan pada proses pemurnian logam seperti platina, emas dan perak (Martin, 2016; Othmer, 1962).

Dilihat dari beragam kegunaannya, dapat disimpulkan bahwa penggunaan asam nitrat akan semakin meningkat tiap tahunnya, terutama di Indonesia yang saat ini masih bergantung pada impor. Berdasarkan

penjelasan di atas, untuk memenuhi kebutuhan asam nitrat yang semakin meningkat, maka perlu untuk didirikan pabrik asam nitrat di Indonesia guna membantu memenuhi kebutuhan asam nitrat dalam negeri. Selain pertimbangan tersebut, beberapa hal yang menjadi pertimbangan tentang pentingnya pendirian pabrik asam nitrat di Indonesia yaitu :

1. Mengurangi ketergantungan terhadap impor bahan kimia terutama asam nitrat.
2. Membantu memperbaiki kondisi perekonomian Indonesia dengan meningkatkan devisa negara.
3. Mendorong berdirinya industri hilir yang menggunakan asam nitrat sebagai bahan bakunya, yang kemudian akan mendorong perkembangan industri di Indonesia.
4. Menyediakan lapangan pekerjaan baru pada masyarakat, sehingga dapat mengurangi permasalahan lapangan pekerjaan di Indonesia.

## **1.2. Kapasitas Perancangan**

Kapasitas perancangan produksi adalah salah satu aspek penting dalam proses pra rancangan pabrik. Kapasitas produksi dapat diartikan sebagai jumlah maksimum yang diproduksi oleh pabrik per satuan waktu tertentu. Hal ini menjadi penting karena akan mempengaruhi pada sektor ekonomi pabrik itu sendiri, maka perlu adanya pertimbangan agar mendapatkan laba yang maksimum dengan biaya yang minimum. Beberapa faktor yang mempengaruhi terhadap penentuan kapasitas sebagai berikut :

### **1.2.1. Impor di Indonesia**

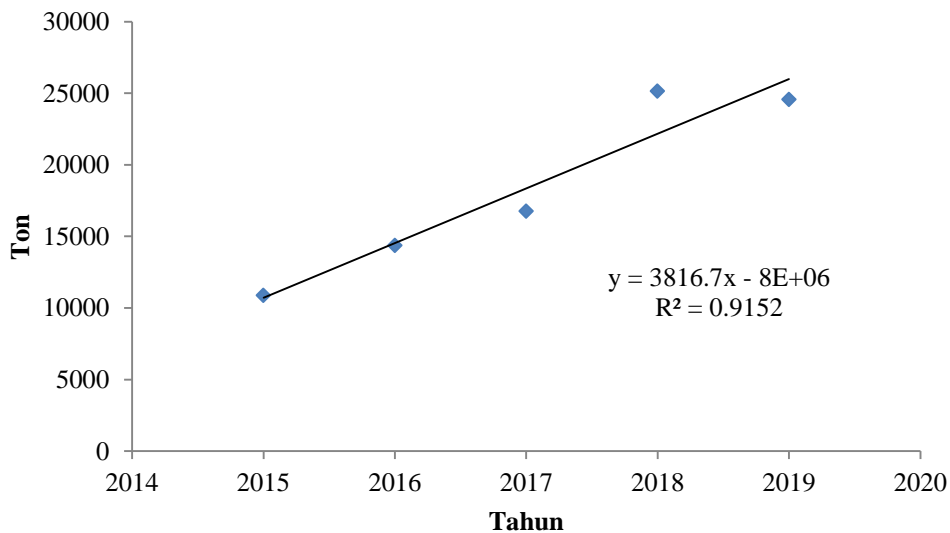
Menurut data dari Badan Pusat Statistik, data impor asam nitrat Indonesia menunjukkan angka yang fluktuatif namun cenderung naik setiap tahunnya. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan akan asam nitrat di Indonesia sangat tinggi. Data impor asam nitrat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1, sementara hasil regresi data impor asam nitrat di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1 di bawah ini.

Tabel 1.1 Data Impor Asam Nitrat Indonesia

Tahun	Impor (Ton/Tahun)
2015	10.875,406
2016	14.365,929
2017	16.775,085
2018	25.157,892
2019	24.562,981

(Sumber : Biro Pusat Statistik, 2020)

Dari data impor tersebut dibuat grafik hubungan antara jumlah impor asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan tahun impor :



Gambar 1.1. Grafik Pertumbuhan Impor Asam Nitrat di Indonesia

Dengan meregresikan grafik data impor diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$y = 3816.7x - 7681377.13$$

Pabrik diproyeksikan akan dibangun pada tahun 2025, maka diproyeksi impor asam nitrat pada tahun 2025 adalah :

$$y = 3816.7(2025) - 7.681.377,13$$

$$y = 47.463,2488 \text{ ton}$$

### 1.2.2. Produksi di Indonesia

Saat ini, belum banyak pabrik di Indonesia yang memproduksi asam nitrat. Hanya ada satu pabrik yakni PT Multi Nitrotama Kimia yang memproduksi asam nitrat dengan kapasitas 54.960 ton/tahun yang berlokasi di Cikampek, Jawa Barat.

### 1.2.3. Pabrik yang Memproduksi Asam Nitrat di Dunia

Daftar nama pabrik di dunia yang memproduksi asam nitrat beserta kapasitas produksinya dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Daftar Pabrik di Dunia yang Memproduksi Asam Nitrat

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Agrium US, Beatrice, Neb.	145.000
Air Products, Pace, Fla.	200.000
Air Products, Pasadena, Tex.	110.000
ANGUS Chemical, Sterlington, La.	65.000
Apache Nitrogen Products, Benson, Ariz.	140.000
Arco Chemical, Lake Charles, La.	155.000
Vicksburg Chemical, Vicksburg, Miss.	75.000
CF Industries, Donaldsonville, La.	680.000
Coastal Chem, Battle Mountain, Nev.	250.000
Coastal Chem, St. Helens, Ore.	20.000
DuPont, Beaumont, Tex.	95.000
DuPont, Orange, Tex.	170.000
DuPont, Victoria, Tex.	300.000
Dyno Nobel, Donora, Pa.	115.000
Dyno Nobel, Louisiana, Mo.	270.000
El Dorado Nitrogen, El Dorado, Ark.	425.000
El Dorado Nitrogen, Baytown, Tex.	445.000
Farmland Industries, Beatrice, Neb.	55.000
Farmland Industries, Dodge City, Kan.	70.000
Farmland Industries, Enid, Okla.	40.000
Farmland Industries, Fort Dodge, Iowa	165.000

Tabel 1.3 Daftar Pabrik di Dunia yang Memproduksi Asam Nitrat (lanjutan)

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
First Chemical , Pascagoula, Miss.	75.000
Hercules Incorporated, Parlin, N.J.	80.000
LSB Industries, Cherokee, Ala.	270.000
LSB Industries, Crystal City, Mo.	180.000
LaRoche Industries, Orem, Utah	80.000
LaRoche Industries, Seneca, Ill.	160.000
Mississippi Chemical, Yazoo City, Miss.	955.000
Mobay, Baytown, Tex.	45.000
Mobay, New Martinsville, W. Va.	90.000
Nitram, Tampa, Fla.	220.000
Nitrochem, Newell, Pa.	75.000
Orica, Joplin, Mo.	160.000
PCS Nitrogen Fertilizer, Geismar, La.	825.000
PCS Nitrogen Fertilizer, Lima, Ohio	105.000
PCS Nitrogen Fertilizer, Wilmington, N.C.	160.000
Royster-Clark, Cincinnati, Ohio	85.000
Royster-Clark, East Dubuque, Ill.	110.000
J.R. Simplot, Helm, Calif.	80.000
J.R. Simplot, Pocatello, Idaho	20.000
Solutia, Pensacola, Fla.	365.000
Terra International, Port Neal, Iowa	255.000
Terra International, Verdigris, Okla.	630.000
Terra International, Woodward, Okla.	90.000
TradeMark Nitrogen, Tampa, Fla.	35.000
Unocal, Kennewick, Wash.	285.000
Unocal, West Sacramento, Calif.	70.000

(Sumber : [www.the-innovation-group.com](http://www.the-innovation-group.com))

Berdasarkan proyeksi impor pada tahun 2025, pabrik yang memproduksi asam nitrat di Indonesia dan juga berdasarkan kapasitas-kapasitas pabrik di dunia yang memproduksi asam nitrat, maka perancangan pabrik asam nitrat ini memiliki kapasitas sebesar 50.000 ton/tahun dengan alasan :

- Dapat memenuhi kebutuhan asam nitrat di Indonesia
- Dapat mengurangi kegiatan impor asam nitrat dan mendorong kegiatan ekspor asam nitrat.

- Kapasitas pabrik asam nitrat yang telah ada di Indonesia memiliki kapasitas 54.960 ton/tahun





### 1.3. Tinjauan Pustaka

#### 1.3.1. Macam-Macam Proses Pembuatan Asam Nitrat

Asam nitrat dapat dibuat melalui beberapa jenis proses, antara lain :

##### 1. Proses *Ostwald*

Pada proses ini, udara akan disaring menggunakan *filter* kemudian dinaikkan tekanannya terlebih menjadi sekitar 10 atm lalu dipanaskan hingga suhunya menjadi 900°C (Ullman, 2012). Sementara itu, amonia diuapkan terlebih dahulu dengan menggunakan vaporizer kemudian dicampur dengan udara yang sebelumnya sudah dikompresi tadi. Kemudian, campuran udara dan amonia tersebut dimasukkan ke dalam reaktor dan terjadi reaksi yang terdiri dari tiga tahapan sebagai berikut :



Reaksi yang terjadi merupakan reaksi katalitik dengan bantuan katalis platina-rhodium. Reaksi pertama (1) merupakan reaksi oksidasi antara amonia dengan udara yang menghasilkan nitrogen oksida (NO). Lalu, gas NO dioksidasi kembali hingga menghasilkan NO<sub>2</sub> (2) (Shreve, 1984). NO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari reaktor kemudian diabsorb oleh H<sub>2</sub>O hingga terbentuk asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) (Ullman, 2012). Konversi reaksi pada proses ini adalah 93-98% (Othmer, 1998).

##### 2. Proses *Retort*

Bahan baku yang digunakan pada proses ini adalah natrium nitrat dan asam sulfat. Kedua bahan baku dimasukkan ke dalam reaktor sehingga terjadi reaksi sebagai berikut :



Reaktor dioperasikan pada suhu 150°C selama 12 jam. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi eksotermis yang menyebabkan terjadinya dekomposisi asam nitrat sehingga suhunya harus selalu

dijaga. Asam nitrat yang terbentuk kemudian akan menguap dan dialirkan menuju kondensor parsial lalu dipisahkan menggunakan separator. Sementara gas yang tidak terkondensasi akan diabsorb oleh air di dalam absorber lalu dicampurkan dengan keluaran separator. Campuran tersebut kemudian dipisahkan dengan menara distilasi (Faith, 1961). Konversi reaksi pada proses ini sebesar 97% (Othmer, 1998).

Tabel 1.3 Perbandingan Jenis Proses

Parameter yang ditinjau	Jenis Proses	
	<i>Ostwald</i>	<i>Retort</i>
Sumber bahan baku	dalam negeri	luar negeri
Jenis reaktor	<i>Fixed bed multitube</i>	<i>continuous stirred tank</i>
Suhu	900°C	150°C
Tekanan	10 atm	1 atm
Fase	Gas	Cair
Konversi	93-98%	97%
Konsentrasi	50-65%	99%
Katalis	Platina-Rhodium	-

(Ullman, 2012; Othmer, 1998)

Berdasarkan parameter-parameter yang ditinjau dari masing masing proses tersebut, maka proses yang dipilih adalah proses *Ostwald* karena beberapa alasan, antara lain :

1. Bahan baku yang digunakan lebih murah dan mudah diperoleh karena banyak tersedia di dalam negeri.
2. Proses oksidasi yang digunakan relatif lebih mudah serta alat yang digunakan sederhana sehingga biayanya lebih murah.
3. Konversi reaksi cukup tinggi.
4. Asam nitrat yang dihasilkan mempunyai konsentrasi yang banyak dibutuhkan di pasaran.

### 1.3.2. Kegunaan Produk

Produk asam nitrat banyak digunakan di berbagai sektor, antara lain :

1. 80% dari total asam nitrat yang diproduksi digunakan sebagai bahan baku pembuatan amonium nitrat pada industri pupuk.
2. Digunakan sebagai bahan baku pembuatan bahan-bahan kimia lainnya seperti nitrobenzena, dinitrotoluena, asam adipat, dan nitroklorobenzena.
3. Merupakan salah satu bahan baku dalam industri bahan peledak.
4. Sebagai propelan (bahan pendorong) roket serta untuk pemrosesan bahan bakar nuklir.
5. Dapat digunakan pada proses pemurnian logam, seperti platina, emas dan perak.

(Martin, 2016; Othmer, 1962)

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Beberapa variabel digunakan sebagai variabel utama untuk mencapai kualitas produk yang sesuai dengan target perancangan. Variabel-variabel tersebut meliputi spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pendukung, spesifikasi produk dan pengendalian kualitas.

#### 2.1. Spesifikasi Bahan Baku

##### 2.1.1. Amonia

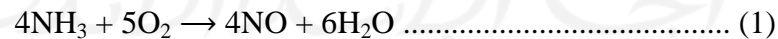
- Sifat Fisik

- Rumus kimia :  $\text{NH}_3$
- Berat molekul : 17,031 g/mol
- Wujud : Gas
- Warna : Tidak berwarna
- Densitas : 0,602 g/ml
- Titik beku :  $-77,74^\circ\text{C}$
- Titik didih :  $-33,43^\circ\text{C}$
- Temperatur kritis :  $132,5^\circ\text{C}$
- Tekanan kritis : 111,305 atm

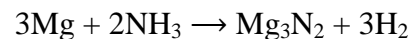
(Yaws, 1999)

- Sifat Kimia

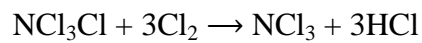
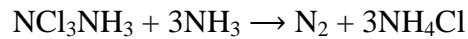
- Reaksi dengan udara (oksidasi) dengan bantuan katalis Pt-Rh menjadi nitrogen oksida dan air untuk menghasilkan asam nitrat.



- Reaksi dengan logam aktif, misalnya magnesium (Mg) menghasilkan nitrid.



- Reaksi dengan halogen.



- Reaksi dengan asam mengalami netralisasi.

(Othmer, 1991)

### 2.1.2. Udara (Oksigen)

#### - Sifat Kimia

- Rumus kimia :  $\text{O}_2$
- Berat molekul : 31,999 g/mol
- Wujud : Gas
- Warna : Tidak berwarna
- Densitas : - g/ml
- Titik beku :  $-218,79^\circ\text{C}$
- Titik didih :  $-182,98^\circ\text{C}$
- Temperatur kritis :  $-118,57^\circ\text{C}$
- Tekanan kritis : 49,770 atm

(Yaws, 1999)

#### - Sifat Kimia

- Bereaksi dengan semua unsur, kecuali He, Ne dan Ar.
- Bereaksi dengan bahan bakar seperti minyak bumi, gas alam atau batubara akan menghasilkan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  serta residu seperti  $\text{N}_2$  dan  $\text{O}_2$ .
- Bersifat oksidator.

(Othmer, 1991)

## 2.2. Spesifikasi Bahan Pembantu

### 2.2.1. Katalis Platina-Rhodium

- Rumus molekul : Pt-Rh
- Berat molekul : Pt (195.080) – Rh (102.906) g/mol
- Komposisi : Pt (90) – Rh (10) %
- Diameter : 0.003 in
- Wujud : Serbuk

## 2.3. Spesifikasi Produk

### 2.3.1. Asam Nitrat

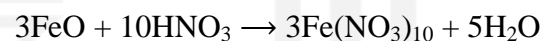
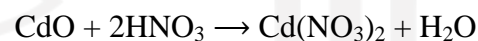
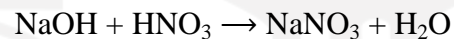
- Sifat Fisik

- Rumus kimia :  $\text{HNO}_3$
- Berat molekul : 63,013 g/mol
- Wujud : Cairan
- Warna : Tidak berwarna
- Densitas : 1,059 g/ml
- Titik beku :  $-41,6^\circ\text{C}$
- Titik didih :  $83^\circ\text{C}$
- Temperature kritis :  $246,85^\circ\text{C}$
- Tekanan kritis : 67,999 atm

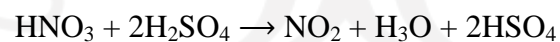
(Yaws, 1999)

- Sifat Kimia

- Sebagai pengoksidasi yang kuat. Reaksi yang terjadi antara lain.



- Sebagai nitrating agent. Reaksi yang terjadi antara lain.



- Tidak stabil terhadap panas dan bisa terurai seperti berikut.



(Othmer, 1991)

## 2.4. Pengendalian Kualitas

Untuk menghasilkan produk asam nitrat yang mempunyai spesifikasi dan kualitas sesuai dengan standar yang diinginkan, maka diperlukan suatu pengendalian kualitas (*quality control*) yang terdiri atas pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses produksi, pengendalian terkait waktu produksi dan pengendalian kualitas produk.

#### 2.4.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku bertujuan untuk memastikan apakah bahan baku yang akan digunakan telah sesuai dengan spesifikasi bahan baku yang telah ditentukan untuk proses produksi. Pengendalian kualitas bahan baku dilakukan pada awal proses, sebelum bahan baku memasuki proses produksi dengan cara melakukan beberapa pengujian terhadap bahan baku yang digunakan, dalam hal ini amonia dan udara serta katalis Pt-Rh.

#### 2.4.2. Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian kualitas proses produksi pada pabrik asam nitrat ini menggunakan sistem kontrol otomatis (*automatic control system*) yang dilakukan di ruang kendali (*control room*). Pengendalian kualitas proses produksi yang dilakukan meliputi kontrol aliran (*flow controller* dan *level controller*) dan kontrol kondisi operasi (*temperature controller* dan *pressure controller*) terhadap bahan baku maupun produk. Jika terdapat indikasi penyimpangan proses, maka *controller* akan memberikan isyarat/tanda baik berupa bunyi, nyala lampu dan lain-lain sehingga operator dapat segera melakukan tindakan untuk mengembalikan proses produksi seperti semula baik secara otomatis maupun manual.

Beberapa alat kontrol yang digunakan dan harus diatur pada kondisi tertentu adalah sebagai berikut.

##### a. *Flow Controller* (FC)

Merupakan alat yang dipasang untuk mengatur laju alir suatu aliran fluida, baik aliran masuk maupun keluar dengan memanfaatkan sinyal *pneumatic* yang diubah menjadi sinyal *electric* berupa arus (miliamper) yang akan dikirim menuju *control valve* yang sebelumnya diubah lagi menjadi sinyal *pneumatic* sehingga mampu menggerakkan *valve*. Prinsip kerja secara umum pada alat ini yaitu memanfaatkan perbedaan tekanan dimana P1

lebih besar daripada P2 sehingga diperoleh nilai  $\Delta P$  dan akan dikalibrasikan sesuai dengan *set point* yang diinginkan.

b. *Level Controller (LC)*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki untuk mengukur ketinggian bahan pada suatu alat. Jika ketinggian atau level bahan kurang atau lebih dari kondisi yang telah ditetapkan, maka dapat diketahui dari tanda/isyarat yang muncul. Alat tersebut memanfaatkan sinyal *pneumatic* yang diubah menjadi sinyal *electric* berupa arus (miliamper) yang akan dikirim menuju *control valve* yang sebelumnya diubah lagi menjadi sinyal *pneumatic* sehingga mampu menggerakkan *valve* sehingga tercapai level yang sesuai dengan kondisi yang ditetapkan.

c. *Temperature Controller (TC)*

*Temperature controller* merupakan alat yang dapat mendeteksi suhu bahan atau alat. Secara umum, *temperature controller* mempunyai *set point* atau batasan nilai suhu yang telah ditetapkan. Ketika nilai suhu bahan atau alat yang diukur melebihi atau kurang dari *set point*, maka alat ini akan memberikan sinyal sehingga dapat segera dilakukan pengendalian.

d. *Pressure Control (PC)*

*Pressure controller* merupakan alat yang digunakan untuk mengamati tekanan operasi suatu alat dan bila terjadi perubahan atau penyimpangan dari *set point* yang telah ditetapkan, alat ini akan memberikan sinyal sehingga dapat segera dilakukan pengendalian.

### 2.4.3. Pengendalian Kualitas Produk

Sama halnya dengan pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas produk juga bertujuan untuk memastikan apakah produk asam nitrat yang dihasilkan telah sesuai dengan standar mutu dan spesifikasi produk yang telah ditentukan. Pengendalian kualitas produk dilakukan dengan cara melakukan beberapa pengujian terhadap



produk asam nitrat, antara lain uji kemurnian, komposisi dan sebagainya.



## **BAB III**

### **PERANCANGAN PROSES**

Untuk menghasilkan produk asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dengan kualitas produk yang sesuai dengan target perancangan, maka dipilih suatu proses produksi yang tepat dan efisien. Pada perancangan pabrik ini, proses yang dipilih adalah proses *Ostwald* yaitu dengan mengoksidasikan amonia dengan udara.

#### **3.1. Uraian Proses**

Produk asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) pada pabrik ini diproduksi melalui proses *Ostwald* yaitu dengan mengoksidasikan amonia dengan udara. Bahan baku amonia diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, sementara udara diperoleh dari lingkungan. Pabrik ini dirancang dengan kapasitas sebesar 50.000 ton/tahun yang beroperasi selama 24 jam dalam sehari dan 330 hari dalam setahun. Secara umum, proses pembuatan asam nitrat dengan proses *Ostwald* terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut.

##### **3.1.1. Proses Persiapan Bahan Baku**

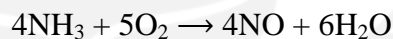
Tahap ini bertujuan untuk mempersiapkan bahan baku amonia dan udara agar sesuai dengan kondisi operasi reaktor yaitu suhu  $900^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 MPa atau sekitar 9,8 atm. Amonia yang merupakan bahan baku utama dalam pembuatan asam nitrat disimpan di dalam tangki penyimpanan amonia (T-01) dalam bentuk cair dengan suhu  $30^\circ\text{C}$  dan tekanan 13,2 atm. Agar sesuai dengan kondisi operasi reaktor yaitu suhu  $900^\circ\text{C}$  dan tekanan 9,8 atm dengan fase gas, maka mula-mula amonia cair dipompakan ke dalam *expansion valve* (EXV-01) agar tekanannya turun menjadi 9,8 atm. Kemudian amonia diumpankan ke dalam *vaporizer* (VP-01) agar fasenya berubah menjadi gas. Selanjutnya amonia gas akan disaring menggunakan *Filter* (FL-01).

Sementara itu, udara diambil langsung dari lingkungan menggunakan *blower* (BL-01). Kemudian udara disaring menggunakan *filter* (FL-02) untuk menghilangkan kotoran yang terkandung. Lalu, udara dikompresi dengan menggunakan Kompresor

(CP-01) agar tekanannya menjadi 9,8 atm. Kemudian, udara dicampurkan dengan amonia gas dengan *mix point*. Sebelum diumpankan ke dalam reaktor, campuran gas tersebut dinaikkan suhunya terlebih dahulu menggunakan *furnace* (F-01) agar suhunya menjadi 900°C. Setelah itu, campuran gas diumpankan ke dalam reaktor (R-01).

### 3.1.2. Proses Oksidasi Amonia

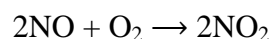
Setelah melalui proses persiapan bahan baku dan kondisi umpan sudah sesuai dengan kondisi operasi reaktor, amonia dan udara diumpankan ke dalam Reaktor (R-01) yang merupakan reaktor jenis *fixed bed multitube reactor*. Di dalam Reaktor (R-01) terjadi reaksi oksidasi amonia fase gas membentuk nitrogen oksida (NO) pada suhu 900°C dan tekanan 9,8 atm dengan bantuan katalis Platinum-Rhodium (Pt-Rh). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



Konversi amonia membentuk NO sebesar 98% (Ullman, 2012). Reaksi oksidasi yang terjadi bersifat eksotermis, oleh karena itu untuk mempertahankan suhunya agar tidak terjadi perubahan maka digunakan pendingin pada reaktor (R-01). Setelah itu, gas dilewatkan pada *bag filter* (FL-03) dan diturunkan suhunya menjadi 115°C menggunakan *cooler* (HE-01) untuk kemudian mengalami oksidasi lanjutan di oksidator (R-02).

### 3.1.3. Proses Oksidasi Lanjutan

Gas yang telah diturunkan suhunya menjadi 115°C kemudian mengalami reaksi oksidasi lanjutan membentuk nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) dalam oksidator (R-02) yang merupakan jenis *multitubular reactor*. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.

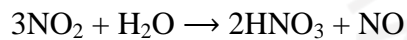


Reaksi oksidasi yang terjadi bersifat eksotermis tanpa bantuan katalis. Konversi gas NO membentuk NO<sub>2</sub> sebesar 99% (Ullman,

2012). Gas keluaran oksidator (R-02) kemudian dipisahkan antara fase cair dan gasnya dengan menggunakan kondensor (CD-01).

#### 3.1.4. Proses Absorpsi

Tahap absorpsi bertujuan untuk membentuk asam nitrat 65%. Gas hasil keluaran kondensor (CD-01) diumpankan ke dalam absorber (AB-01) dan dikontakkan dengan air dengan aliran *counter current* sehingga terjadi reaksi dan membentuk asam nitrat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



Hasil bawah absorber (AB-01) adalah asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 65%, air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) yang kemudian disimpan di dalam tangki penyimpanan asam nitrat (T-02). Sementara hasil atas absorber berupa gas yang mengandung nitrogen oksida (NO), nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ), oksigen ( $\text{O}_2$ ), nitrogen ( $\text{N}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Sebanyak 50% dari hasil atas absorber (AB-01) akan *direct cycle* ke dalam oksidator (R-02), sementara sisanya akan dialirkan menuju UPL (Unit Pengolahan Limbah).

### 3.2. Spesifikasi Alat Proses

#### 3.2.1. Tangki Penyimpanan

Tabel 3.1. Tangki Penyimpanan

Spesifikasi		Tangki Penyimpanan	
Kode		T-01	T-02
Fungsi		Menyimpan bahan baku amonia ( $\text{NH}_3$ ) selama 7 hari	Menyimpan produk asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) selama 7 hari
Jenis		Tangki silinder vertikal dengan bentuk atap <i>thorispherical</i> dan alas datar ( <i>flat bottom</i> )	
Bahan		<i>Stainless Steel Type SA-283 Grade C</i>	
Jumlah		1	1
Spesifikasi			
Kapasitas (m3)		420,208	636,597
Kondisi operasi	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	30	30
	Tekanan (atm)	13,2	1
Diameter (m)		12,192	12,801
Tinggi (m)	<i>Shell</i>	5,486	6,096
	<i>Head</i>	1,834	2,502
Tebal <i>head</i> (in)		0,188	0,188
Tebal <i>shell</i> (in)	<i>Course</i>		
		1	1/4
	2	3/16	3/8
	3	3/16	5/16
	4		1/4
Harga alat		\$ 106.617,375	\$ 139.685,237

#### 3.2.2. Blower

Tabel 3.2. Blower

Spesifikasi		Blower	
Kode		BL-01	BL-02
Fungsi		Mengambil sekaligus mengalirkan udara dari lingkungan	Mengalirkan gas produk dari <i>Cooler</i> (HE-01) ke Oksidator (R-02)
Jenis		<i>Centrifugal Blower</i>	
Bahan		<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>	
Jumlah		1	1
Kapasitas (ft3/menit)		115.569,946	2.942,422
Efisiensi (%)		80	80
Tenaga (Hp)		6,3	0,49
Harga alat		\$ 6.078,770	\$ 5.648,603

### 3.2.3. Filter

Tabel 3.3. Filter

<b>Spesifikasi</b>	<b>Filter</b>		
<b>Kode</b>	<b>FL-01</b>	<b>FL-02</b>	<b>FL-03</b>
Fungsi	Menyaring bahan baku gas amonia (NH <sub>3</sub> )	Manyaring bahan baku udara masuk	Menyaring katalis Pt-Rh yang terikut gas keluaran Reaktor (R-01)
Jenis	<i>Bag filter</i>		
Jumlah	1	1	1
Kapasitas (kg/jam)	1.491,543	22.766,529	24.258,071
Flow area (m <sup>2</sup> )	4,072	62,153	66,225
Harga alat	\$ 26.463,257	\$ 34.413,091	\$ 56.988,562

### 3.2.4. Pompa

Tabel 3.4. Pompa

<b>Spesifikasi</b>	<b>Pompa</b>	
<b>Kode</b>	<b>P-01</b>	<b>P-02</b>
Fungsi	Mengalirkan bahan baku amonia dari Tangki Penyimpanan (T-01) ke Vaporizer (VP-01)	Mengalirkan produk asam nitrat dari Absorber (AB-01) ke Tangki Penyimpanan (T-02)
Jenis	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	
Jumlah	1	1
<b>Spesifikasi</b>		
Kapasitas (gpm)	13,22	25
Head (m)	10,37	7,53
Ukuran pipa	OD (in)	1,90
	ID (in)	1,61
	NPS (in)	1 1/2
	Sch.	40 ST
Tenaga pompa (Hp)	1	1
Tenaga motor (Hp)	1	1
Kec. Putaran	3000	3000
Harga alat	\$ 6.590,036	\$ 7.531,470

### 3.2.5. Kompresor

Tabel 3.5. Kompresor

<b>Spesifikasi</b>	<b>Kompresor</b>
<b>Kode</b>	<b>CP-01</b>
Fungsi	Menaikkan tekanan udara dari 1 atm menjadi 9,8 atm
Jenis	<i>Centrifugal Multistage</i>
Bahan	<i>Stainless Steel</i>
Jumlah	1
<b>Spesifikasi</b>	
Kapasitas (kg/jam)	22.766,529
Tenaga (Hp)	308,9
Harga alat	\$ 228.297,691

### 3.2.6. Vaporizer

Tabel 3.6. Vaporizer

<b>Spesifikasi</b>	<b>Vaporizer</b>	
<b>Kode</b>	<b>VP-01</b>	
Fungsi	Menguapkan bahan baku amonia cair (NH <sub>3</sub> )	
Jenis	<i>Shell &amp; Tube</i>	
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	
Jumlah	1	
<b>Spesifikasi</b>		
<i>Shell</i>	ID (in)	15
	<i>Distance between baffles</i> (in)	9,15
	<i>Clearence</i>	0,25
	<i>Passes</i>	1
	$\Delta P$ (psi)	0,003
<i>Tube</i>	Panjang (ft)	16
	ID (in)	7/8
	OD (in)	1
	BWG	16
	Jumlah <i>tube</i> (Nt)	76
	<i>Pitch</i> (Pt)	1
	Susunan <i>tube</i>	<i>Square</i>
	$\Delta P$ (psi)	0,124
Harga alat	\$ 17.416,525	

### 3.2.7. Furnace

Tabel 3.7. *Furnace*

<b>Spesifikasi</b>	<b>Furnace</b>	
<b>Kode</b>	<b>F-01</b>	
Fungsi	Memanaskan umpan sebelum masuk Reaktor (R-01) dari 219,61°C menjadi 900°C	
Bahan	SA-213 Grade TP316	
Jumlah	1	
<b>Spesifikasi</b>		
Volume (ft <sup>2</sup> )	518	
Kondisi operasi	Suhu (°C)	900
	Tekanan (atm)	9,86
OD (in)	14	
ID (in)	11	
Sch.	40	
Panjang (m)	6,096	
Lebar (m)	0,711	
Tinggi (m)	3,386	
Harga alat	\$ 219.886,921	



### 3.2.8. Reaktor

Tabel 3.8. Reaktor

Spesifikasi	Reaktor	
Kode	R-01	
Fungsi	Mereaksikan gas amonia (NH <sub>3</sub> ) dan udara (O <sub>2</sub> ) membentuk nitrogen oksida (NO)	
Jenis	<i>Fixed Bed Multitube</i>	
Bahan	<i>Ferritic Stainless Steel Type 430</i>	
Jumlah	1	
<b>Spesifikasi</b>		
<i>Shell</i>	ID (in)	31
	<i>Distance between baffles</i> (in)	9 2/7
	<i>Clearence</i>	0.25
	<i>Passes</i>	1
<i>Tube</i>	Panjang (ft)	12
	ID (in)	0,652
	OD (in)	3/4
	BWG	18
	Jumlah tube (Nt)	657
	<i>Pitch</i> (Pt)	1
	Susunan tube	<i>Square</i>
	<i>Passes</i>	2
<i>Head</i>	Jenis	<i>Thorispherical</i>
	Tebal (in)	3/16
	Tinggi (m)	0,196
Isolasi	Jenis	<i>Micro quartz fiber blanket</i>
	Tebal (in)	0,924
Katalis	Jenis	Pt-Rh
	Jumlah (kg)	473
Harga alat	\$ 592.998,228	

### 3.2.9. Cooler

Tabel 3.9. Cooler

<b>Spesifikasi</b>	<b>Cooler</b>	
<b>Kode</b>	<b>HE-01</b>	
Fungsi	Mendinginkan gas keluaran Reaktor (R-01) dari 900°C menjadi 115°C	
Jenis	<i>Shell &amp; Tube</i>	
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	
Jumlah	1	
<b>Spesifikasi</b>		
<i>Shell</i>	ID (in)	31
	<i>Distance between baffles</i> (in)	18,60
	<i>Clearence</i>	0.125
	<i>Passes</i>	1
	$\Delta P$ (psi)	0,019
<i>Tube</i>	Panjang (ft)	16
	ID (in)	0,620
	OD (in)	3/4
	BWG	16
	Jumlah <i>tube</i> (Nt)	657
	<i>Pitch</i> (Pt)	1
	Susunan <i>tube</i>	<i>Square</i>
	$\Delta P$ (psi)	4,082
Harga alat	\$ 128.203,062	

### 3.2.10. Oksidator

Tabel 3.10. Oksidator

Spesifikasi	Oksidator	
Kode	R-02	
Fungsi	Mereaksikan gas nitrogen oksida (NO) dan udara (O <sub>2</sub> ) membentuk nitrogen dioksida (NO <sub>2</sub> )	
Jenis	<i>Multitubular</i>	
Bahan	<i>Ferritic Stainless Steel Type 430</i>	
Jumlah	1	
Spesifikasi		
<i>Shell</i>	ID (in)	39
	<i>Distance between baffles</i> (in)	11,7
	<i>Clearence</i>	0.25
	<i>Passes</i>	1
<i>Tube</i>	Panjang (ft)	10
	ID (in)	0,652
	OD (in)	3/4
	BWG	18
	Jumlah tube (Nt)	1049
	<i>Pitch</i> (Pt)	1
	Susunan tube	<i>Square</i>
	<i>Passes</i>	2
<i>Head</i>	Jenis	<i>Thorispherical</i>
	Tebal (in)	1/4
	Tinggi (m)	0,222
Isolasi	Jenis	<i>Kaolin insulting firebrick</i>
	Tebal (in)	0,005
Harga alat	\$ 598.219,980	

### 3.2.11. Kondensor

Tabel 3.11. Kondensor

<b>Spesifikasi</b>		<b>Kondensor</b>
<b>Kode</b>	<b>CD-01</b>	
Fungsi	Mengkondensasikan gas keluaran Oksidator (R-02)	
Jenis	<i>Shell &amp; Tube</i>	
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	
Jumlah	1	
<b>Spesifikasi</b>		
<i>Shell</i>	ID (in)	31
	<i>Distance between baffles</i> (in)	18,60
	<i>Clearence</i>	0,125
	<i>Passes</i>	1
	$\Delta P$ (psi)	0,736
<i>Tube</i>	Panjang (ft)	16
	ID (in)	0,652
	OD (in)	3/4
	BWG	18
	Jumlah <i>tube</i> (Nt)	657
	<i>Pitch</i> (Pt)	1
	Susunan <i>tube</i>	<i>Square</i>
	$\Delta P$ (psi)	5,083
Harga alat	\$ 92.495,869	

### 3.2.12. Absorber

Tabel 3.12. Absorber

<b>Spesifikasi</b>		<b>Absorber</b>
<b>Kode</b>	<b>AB-01</b>	
Fungsi	Mengabsorb gas nitrogen dioksida (NO <sub>2</sub> ) dengan air (H <sub>2</sub> O) membentuk asam nitrat (HNO <sub>3</sub> )	
Jenis	<i>Packed tower</i>	
Bahan	<i>Stainless Steel Type SA-283 Grade C</i>	
Jumlah	1	
<b>Spesifikasi</b>		
Kondisi operasi	Suhu (°C)	40
	Tekanan (atm)	9,86
<i>Shell</i>	OD (in)	58,086
	ID (in)	57,086
	Tinggi (m)	24,16
<i>Head</i>	Tinggi (m)	0,327
	Tebal (in)	0,875
<i>Packing</i>	Jenis	<i>Intalox ring</i>
	Tinggi (m)	23,51
Harga alat	\$ 695.269,767	

### 3.2.13. Ekspander

Tabel 3.13. Ekspander

<b>Spesifikasi</b>	<b>Ekspander</b>
<b>Kode</b>	<b>EXP-01</b>
Fungsi	Menurunkan tekanan gas buang dari Absorber (AB-01) dari 9,8 atm menjadi 1 atm
Jenis	Centrifugal Expander
Bahan	SA-240 Grade S
Jumlah	1
<b>Spesifikasi</b>	
Kapasitas (kg/jam)	18.376,478
Tenaga (Hp)	275,243
Harga alat	\$ 117.480,544

### 3.2.14. Expansion Valve

Tabel 3.14. Expansion Valve

<b>Spesifikasi</b>	<b>Expansion Valve</b>		
<b>Kode</b>	<b>EXV-01</b>	<b>EXV-02</b>	<b>EXV-03</b>
Fungsi	Menurunkan tekanan bahan baku amonia cair dari 12 atm menjadi 9,8 atm	Menurunkan tekanan air keluaran kondensor (CD-01) dari 9,8 atm menjadi 1 atm	Menurunkan tekanan produk asam nitrat dari 9.8 atm menjadi 1 atm
Jenis	<i>Globe valve</i>		
Bahan	<i>Commercial Steel</i>		
Jumlah	1	1	1
<b>Spesifikasi</b>			
ID (in)	0,674	0,824	1,049
OD (in)	0,84	1,05	1,315
Sch.	10	40	40
NPS	1/2	3/4	1
Harga alat	\$ 24,679	38,410	38,634

### **3.3. Perencanaan Produksi**

Dalam mendirikan sebuah industri khususnya industri kimia perencanaan produksi merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan. Perencanaan produksi merupakan proses untuk merencanakan sistem produksi sehingga permintaan pasar dapat dipenuhi dengan jumlah dan waktu yang tepat, serta biaya produksi yang minimum. Dengan melakukan perencanaan produksi yang tepat, maka proses produksi dapat berjalan dengan efektif dan efisien serta dapat menghasilkan keuntungan yang tinggi.

#### **3.3.1. Analisis Kebutuhan Bahan Baku/Bahan Pembantu**

Analisis terhadap kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu digunakan untuk mengendalikan proses produksi sehingga total biaya yang dikeluarkan dapat diminimalkan. Permintaan pasar akan kebutuhan asam nitrat memang diprediksikan akan terus mengalami peningkatan, namun fluktuasi tetap dapat terjadi sehingga perlu dilakukan analisis untuk mengetahui jumlah permintaan di masa mendatang. Analisis yang dapat digunakan adalah analisis *time series*. Analisis ini juga dapat digunakan untuk mengantisipasi adanya *back order* karena keterbatasan kapasitas produksi di dalam pabrik. Analisis terhadap kebutuhan bahan baku meliputi seberapa besar pemesanan yang harus dilakukan dan kapan pemesanan tersebut dilakukan agar kelebihan dan kekurangan bahan baku dapat diantisipasi.

#### **3.3.2. Analisis Kebutuhan Peralatan Proses**

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi jenis peralatan yang akan digunakan, apakah menggunakan peralatan manual, mekanis atau otomatis; kemampuan peralatan dalam menjalankan proses produksi; umur atau jam kerja alat; serta perbandingan harga beli dan biaya perawatan untuk masing-masing alat. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka dapat diketahui anggaran yang dibutuhkan sehingga dapat menghasilkan biaya produksi yang minimum.

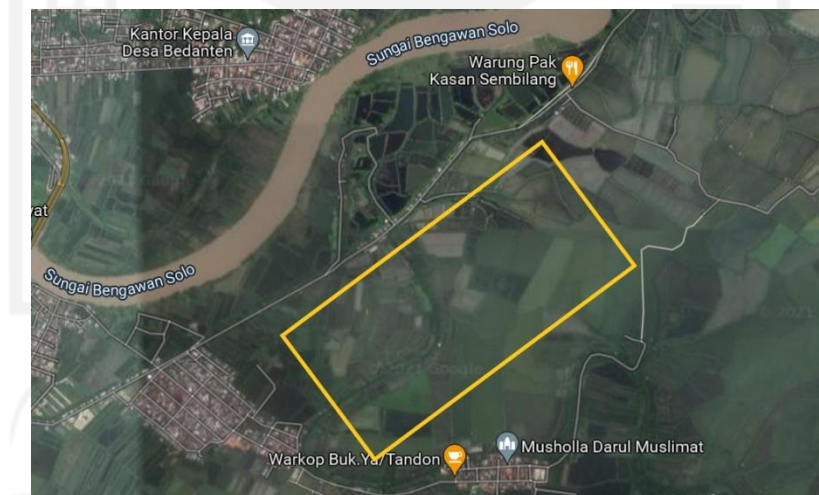
## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan dan penentuan lokasi pendirian pabrik merupakan salah satu hal yang penting untuk dipertimbangkan. Hal ini menjadi penting karena menyangkut keberlangsungan pabrik baik secara ekonomi maupun operasional mulai dari produksi hingga distribusi dan pemasaran. Beberapa aspek yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi pendirian pabrik diantaranya ketersediaan bahan baku, pemasaran, transportasi, lingkungan sekitar, sarana pendukung dan sebagainya.

Pabrik asam nitrat dengan kapasitas 50.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Lokasi pendirian pabrik dapat dilihat pada Gambar 4.1. Pemilihan lokasi ini berdasarkan beberapa pertimbangan sebagai berikut.



Gambar 4.1 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik

#### 4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

##### a. Ketersediaan Bahan Baku

Pemilihan lokasi pabrik yang dekat dengan sumber bahan baku dapat meminimalisir biaya transportasi bahan baku menuju

pabrik. Oleh karena itu, pabrik asam nitrat yang bahan baku utamanya adalah amonia dan udara direncanakan akan didirikan di Kabupaten Gresik yang dekat dengan sumber bahan baku. Amonia dapat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berada di Gresik, Jawa Timur. Sementara udara dapat diambil langsung dari lingkungan.

#### **b. Pemasaran**

Lokasi pabrik diharapkan dekat dengan industri-industri lain yang membutuhkan asam nitrat sebagai bahan baku utama maupun pendukung. Gresik merupakan lokasi yang relatif strategis dalam pemasaran produk karena lokasinya yang tidak begitu jauh dengan kawasan industri besar di Pulau Jawa seperti kawasan industri di Cilegon, Banten dan Cikampek, Jawa Barat yang banyak membutuhkan asam nitrat sebagai bahan baku.

#### **c. Utilitas**

Dalam proses produksi, sarana pendukung proses atau yang disebut sebagai utilitas merupakan salah satu hal yang penting. Sarana utilitas tersebut antara lain air, listrik, bahan bakar dan lain-lain. Untuk itu, lokasi pabrik yang dekat dengan ketersediaan sarana utilitas yang baik sangat menguntungkan. Pada pabrik ini, air dapat diperoleh dari Sungai Bengawan Solo. Kebutuhan listrik diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), apabila terjadi gangguan dapat memanfaatkan generator cadangan. Sementara, kebutuhan bakar dapat diperoleh dari PT. Pertamina.

#### **d. Transportasi**

Sarana transportasi yang memadai juga merupakan faktor penting dalam pemilihan lokasi pendirian pabrik karena diperlukan untuk penyediaan bahan baku, pengangkutan maupun pemasaran produk. Dari segi sarana transportasi Gresik relatif strategis karena dilengkapi dengan sarana transportasi darat yang memadai yang menghubungkan berbagai kota besar di Pulau Jawa seperti



Surakarta, Semarang dan Surabaya. Selain itu Gresik juga dekat dengan dua pelabuhan yaitu Pelabuhan Gresik yang berada di Kab. Gresik dan Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya sehingga memudahkan pendistribusian bahan baku maupun produk.

#### **e. Tenaga Kerja**

Pendirian pabrik di suatu daerah tentu saja akan membuka lapangan pekerjaan yang luas bagi masyarakat sekitar. Namun, kebutuhan akan tenaga kerja yang terampil dan berkualitas menjadi satu hal yang penting bagi kegiatan produksi agar dapat berjalan dengan baik. Pulau Jawa merupakan lokasi keberadaan kampus-kampus berkualitas, sehingga lulusan-lulusan terbaik dari kampus-kampus tersebut dapat direkrut untuk menjadi karyawan.

### **4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik**

#### **a. Perluasan Pabrik**

Pendirian sebuah pabrik hendaknya mempertimbangkan rencana perluasan area pabrik untuk beberapa tahun kedepan. Hal ini dilakukan guna mengantisipasi meningkatnya permintaan akan produk yang dihasilkan. Sehingga pemilihan lokasi pendirian pabrik harus berada di daerah yang mempunyai cukup lahan. Dalam hal ini, Gresik masih mempunyai lahan kosong yang luas yang terletak di pinggiran kota, sehingga memenuhi kriteria tersebut.

#### **b. Perizinan**

Saat ini Gresik telah bertransformasi menjadi kota dagang dan industri di Pulau Jawa. Hal ini tentu saja dapat memudahkan perizinan dalam mendirikan sebuah industri.

#### **c. Lingkungan Masyarakat Sekitar**

Masyarakat sekitar Gresik cukup terbuka dengan perkembangan Kab. Gresik sebagai kota industri. Hal ini dikarenakan pendirian sebuah industri akan membuka lapangan pekerjaan yang luas bagi masyarakat dan meningkatkan perekonomian masyarakat secara keseluruhan.

#### **d. Sarana Pendukung**

Gresik memiliki sarana dan fasilitas umum yang sangat memadai. Fasilitas-fasilitas yang dimaksud adalah seperti sarana kesehatan, pendidikan, rumah ibadah, perbankan, perumahan dan sebagainya.

#### **4.2. Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik atau *plant layout* merupakan tempat kedudukan dari keseluruhan bagian yang ada di pabrik. Tata letak pabrik meliputi tempat perkantoran/administrasi, tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat unit pendukung proses, fasilitas karyawan serta tempat lainnya yang mendukung keberlangsungan proses produksi pabrik. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa agar secara ekonomi kegiatan operasional produksi dapat berjalan secara efisien dan optimal, misalnya lalu lintas barang dan akses karyawan. Selain itu, faktor keamanan juga menjadi hal yang sangat penting. Penempatan alat-alat produksi harus ditata sedemikian rupa agar keamanan dan kenyamanan karyawan selama bekerja dapat terjamin. Perancangan tata letak pabrik yang baik memiliki keuntungan yaitu (Peters dan 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*.
5. Memberikan ruang gerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan.

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama sebagai berikut.

##### **4.2.1. Perkantoran/Administrasi**

Daerah perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik, serta untuk urusan dengan pihak luar maupun pihak

dalam pabrik itu sendiri. Daerah ini biasanya berada di bagian depan area pabrik.

#### **4.2.2. Proses**

Daerah proses merupakan tempat berlangsungnya kegiatan operasional produksi. Daerah ini meliputi tempat penyimpanan bahan baku dan produk, penempatan alat-alat proses dan ruang pengendalian (*controll room*). Daerah ini berada di tempat yang terpisah dengan daerah lainnya untuk tujuan keamanan.

#### **4.2.3. Instalasi dan Utilitas**

Daerah instalasi dan utilitas merupakan tempat yang menyediakan kebutuhan-kebutuhan penunjang proses, seperti kebutuhan air, *steam* pemanas, air pendingin, listrik dan bahan bakar.

#### **4.2.4. Fasilitas Umum**

Daerah ini merupakan pusat fasilitas umum yang dapat digunakan oleh karyawan meliputi perumahan/mess, poliklinik, tempat ibadah, kantin, taman dan sebagainya.

#### **4.2.5. Keamanan**

Daerah keamanan merupakan tempat untuk menyimpan alat-alat keamanan dalam rangka mengantisipasi dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan apabila terjadi ledakan, asap, kebakaran, kebocoran gas beracun dan hal lainnya. Oleh karena itu, perlu disediakan alat pemadam kebakaran di beberapa titik yang berbahaya dan dapat memicu kebakaran.

#### **4.2.6. Pengolahan Limbah**

Pendirian suatu pabrik juga harus memperhatikan aspek kelestarian lingkungan. Untuk itu perlu adanya daerah khusus yang digunakan sebagai tempat pengolahan limbah agar tidak merusak lingkungan sekitar. Limbah produksi akan mengalami pengolahan dan pengujian lebih lanjut untuk memastikan batas komponen berbahaya yang terkandung sehingga aman jika dibuang ke lingkungan.

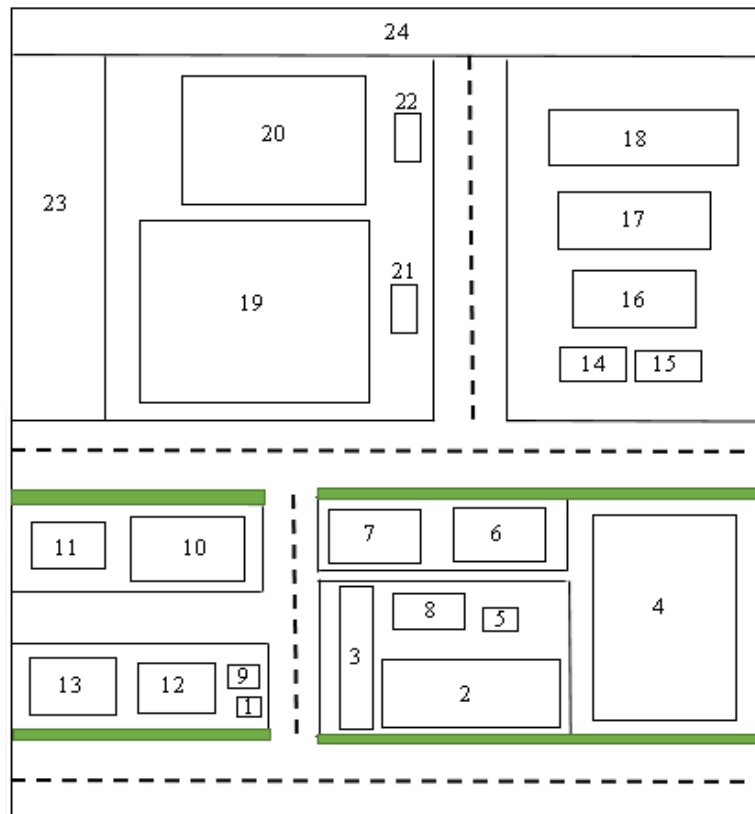
#### 4.2.7. Perluasan

Dalam rangka mengantisipasi kemungkinan adanya peningkatan kapasitas produksi yang disebabkan oleh permintaan produk yang meningkat, perlu dipertimbangkan untuk menyediakan lahan kosong sebagai daerah perluasan pabrik apabila dibutuhkan di masa mendatang.

Rincian luas pabrik yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan tata letak pabrik (*plant layout*) dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Tabel 4.1 Rincian Luas Area Pabrik

No.	Lokasi	Luas (m <sup>2</sup> )
1.	Pos keamanan	48
2.	Kantor utama	1.000
3.	Parkir utama	500
4.	Perumahan/mess karyawan	2.300
5.	Kantin	70
6.	Masjid	400
7.	Poliklinik	400
8.	Taman 1	150
9.	Taman 2	4
10.	Parkir truk	750
11.	Laboratorium	300
12.	Gedung serbaguna	350
13.	Fasilitas olahraga	450
14.	Kantor teknik dan produksi	250
15.	Unit pemadam kebakaran	230
16.	Bengkel	650
17.	Gudang alat	800
18.	Unit pengolahan limbah	1.000
19.	Area proses	3.000
20.	Area utilitas	2.000
21.	Ruang kendali proses	150
22.	Ruang kendali utilitas	150
23.	Area perluasan 1	2.500
24.	Area perluasan 2	3.000
25.	Jalan	3.500
	<b>Luas tanah</b>	<b>23.950</b>
	<b>Luas bangunan</b>	<b>16.200</b>
	<b>Total</b>	<b>40.150</b>



Skala 1 : 2000

Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Keterangan :

- |                   |                                |                            |
|-------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Pos keamanan   | 11. Laboratorium               | 21. Ruang kendali proses   |
| 2. Kantor utama   | 12. Gedung serbaguna           | 22. Ruang kendali utilitas |
| 3. Parkir utama   | 13. Fasilitas olahraga         | 23. Area perluasan 1       |
| 4. Perumahan/mess | 14. Unit pemadam kebakaran     | 24. Area perluasan 2       |
| 5. Kantin         | 15. Kantor teknik dan produksi |                            |
| 6. Masjid         | 16. Bengkel                    |                            |
| 7. Poliklinik     | 17. Gudang alat                |                            |
| 8. Taman 1        | 18. Unit pengolahan limbah     |                            |
| 9. Taman 2        | 19. Area proses                |                            |
| 10. Parkir truk   | 20. Area utilitas              |                            |

### **4.3. Tata Letak Alat Proses**

Tata letak alat proses atau *machines layout* merupakan pengaturan yang optimum terhadap alat-alat proses pabrik. Perancangan tata letak alat proses yang optimum dapat menguntungkan secara ekonomi karena dapat meminimalisir biaya konstruksi dan kegiatan operasional produksi dapat berjalan secara efisien. Selain itu, hal ini menjadi penting karena berkaitan dengan keamanan, keselamatan dan kenyamanan karyawan selama bekerja. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam mengatur tata letak alat proses sebagai berikut.

#### **4.3.1. Aliran Bahan Baku dan Produk**

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikann keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan proses produksi.

#### **4.3.2. Aliran Udara**

Sirkulasi udara di dalam dan sekitar area proses harus dipastikan kelancarannya. Sirkulasi udara yang lancar diperlukan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Selain itu, arah hembusan angin juga perlu menjadi perhatian.

#### **4.3.3. Pencahayaan**

Pencahayaan atau penerangan di seluruh area pabrik harus memadai terutama pada malam hari karena pabrik bekerja selama 24 jam dalam sehari. Selain itu, pada tempat-tempat tertentu dimana terdapat alat-alat proses yang mempunyai risiko akan bahaya yang tinggi perlu diberikan penerangan tambahan.

#### **4.3.4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan**

Lalu lintas manusia dan kendaraan di area proses harus menjadi perhatian termasuk jarak antar alat, lebar jalan dan kemudahan akses bagi karyawan untuk mencapai alat-alat proses. Hal ini dilakukan agar apabila terjadi gangguan pada alat, karyawan dapat dengan cepat untuk

memperbaiki sehingga dapat meminimalisir potensi bahaya yang dapat ditimbulkan. Selain itu, jika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat, kendaraan dan alat pemadam kebakaran dapat dengan mudah menjangkau alat tersebut.

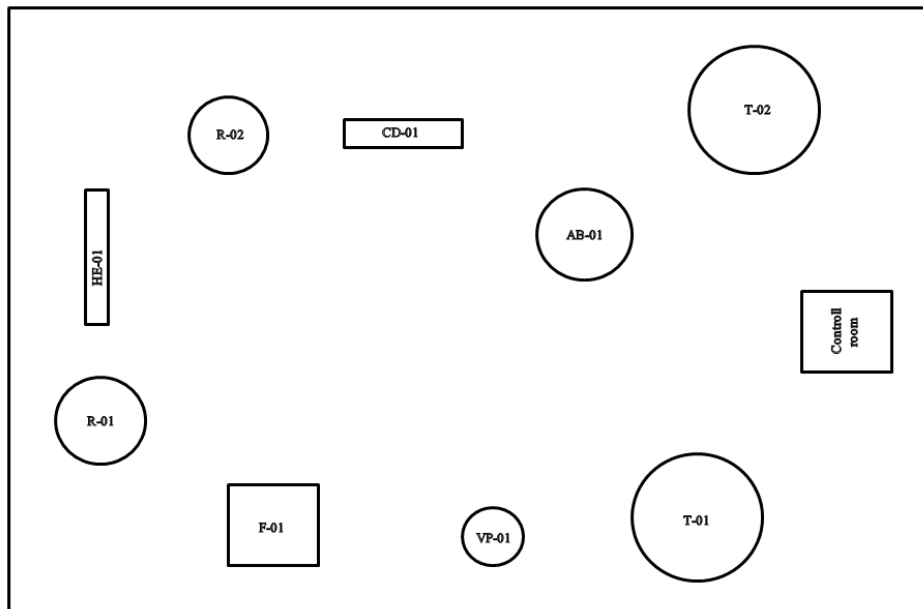
#### 4.3.5. Jarak Antar Alat Proses

Dalam mengatur tata letak alat proses, jarak antar alat proses harus diperhitungkan secara cermat, terutama pada alat-alat yang beroperasi pada suhu dan tekanan yang tinggi. Alat-alat tersebut harus ditempatkan di lokasi khusus yang terpisah dari alat-alat proses yang lain. Hal ini bertujuan agar apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak langsung membahayakan alat-alat yang lain.

#### 4.3.6. Pertimbangan Ekonomi

Penyusunan tata letak alat proses yang tepat dan optimum diharapkan dapat meminimalisir biaya operasi sehingga dapat menguntungkan secara ekonomi, namun tetap harus mengedepankan aspek keamanan dan keselamatan.

Tata letak alat-alat proses (*machines layout*) dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Skala 1 : 2000

Gambar 4.3 Tata Letak Alat-Alat Proses (*Machines Layout*)

#### 4.4. Aliran Proses dan Material

##### 4.4.1. Neraca Massa

Neraca massa total disajikan pada Tabel 4.2, sementara neraca massa pada masing-masing alat disajikan pada Tabel 4.3 sampai Tabel 4.8.

Tabel 4.2 Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Umpan	Produk	Limbah
NH <sub>3</sub>	1.483		
H <sub>2</sub> O	8	2.209	2.364
O <sub>2</sub>	5.305		304
N <sub>2</sub>	17.462		17.523
NO			503
NO <sub>2</sub>			46
HNO <sub>3</sub>		4.103	
Air make up	2.796		
<b>Sub Total</b>	<b>27.055</b>	<b>6.313</b>	<b>20.740</b>
<b>Total</b>	<b>27.055</b>		<b>27.053</b>

Tabel 4.3 Neraca Massa Mix-Point 1

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
NH <sub>3</sub>	1.484		1.484
H <sub>2</sub> O	8		8
O <sub>2</sub>		5.305	5.305
N <sub>2</sub>		17.462	17.462
<b>Sub Total</b>	<b>1.491</b>	<b>22.766</b>	<b>24.258</b>
<b>Total</b>		<b>24.258</b>	<b>24.258</b>

Tabel 4.4 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4
NH <sub>3</sub>	1.484	
H <sub>2</sub> O	8	2.364
O <sub>2</sub>	5.305	1.884
N <sub>2</sub>	17.462	17.523
NO		2.487
<b>Total</b>	<b>24.258</b>	<b>24.258</b>



Tabel 4.5 Neraca Massa *Mix-Point 2*

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 4	Arus 12	Arus 5
H <sub>2</sub> O	2.364		2.364
O <sub>2</sub>	1.884	304	2.188
N <sub>2</sub>	17.523	17.523	35.046
NO	2.487	503	2.991
NO <sub>2</sub>		46	46
<b>Sub Total</b>	<b>24.258</b>	<b>18.376</b>	<b>42.635</b>
<b>Total</b>		<b>42.634</b>	<b>42.635</b>

Tabel 4.6 Neraca Massa Oksidator

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Arus 5	Arus 6
H <sub>2</sub> O	2.364	2.364
O <sub>2</sub>	2.188	609
N <sub>2</sub>	35.046	35.046
NO	2.991	30
NO <sub>2</sub>	46	4.586
<b>Total</b>	<b>42.635</b>	<b>42.635</b>

Tabel 4.7 Neraca Massa Kondensor

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 6	Arus 7	Arus 8
H <sub>2</sub> O	2.364	2.364	
O <sub>2</sub>	609		609
N <sub>2</sub>	35.046		35.046
NO	30		29
NO <sub>2</sub>	4.586		4.586
<b>Sub Total</b>	<b>42.634</b>	<b>2.364</b>	<b>40.270</b>
<b>Total</b>	<b>42.634</b>		<b>42.634</b>

Tabel 4.8 Neraca Massa *Absorber*

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11
H <sub>2</sub> O		2.796		2.210
O <sub>2</sub>	609		609	
N <sub>2</sub>	35.046		35.046	
NO	30		1.006	
NO <sub>2</sub>	4.586		92	
HNO <sub>3</sub>				4.103
<b>Sub Total</b>	<b>40.270</b>	<b>2.796</b>	<b>36.753</b>	<b>6.313</b>
<b>Total</b>		<b>43.066</b>		<b>43.066</b>

#### 4.4.2. Neraca Energi

Neraca energi pada masing-masing alat disajikan pada Tabel 4.9 sampai Tabel 4.18.

Tabel 4.9 Neraca Energi Kompresor

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Umpan	115.090	
Produk		5.111.873
Q kompresi	4.996.783	
<b>Total</b>	<b>5.111.873</b>	<b>5.111.873</b>

Tabel 4.10 Neraca Energi *Vaporizer*

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Umpan	15.795	
Produk		73.090
Q <i>steam</i>	1.932.513	
Q vaporisasi		1.572.559
Q kondensat		302.659
<b>Total</b>	<b>1.948.308</b>	<b>1.948.308</b>

Tabel 4.11 Neraca Energi *Mix-Point 1*

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
(O <sub>2</sub> dan N <sub>2</sub> )	5.111.873	
(NH <sub>3</sub> dan H <sub>2</sub> O)	73.090	
Produk		5.184.963
<b>Total</b>	<b>5.184.963</b>	<b>5.184.963</b>

Tabel 4.12 Neraca Energi *Furnace*

<b>Komponen</b>	<b>Masuk (kJ/jam)</b>	<b>Keluar (kJ/jam)</b>
Umpan	5.184.963	
Produk		25.241.414
Beban furnace	20.056.451	
<b>Total</b>	<b>25.241.414</b>	<b>25.241.414</b>

Tabel 4.13 Neraca Energi Reaktor

<b>Komponen</b>	<b>Masuk (kJ/jam)</b>	<b>Keluar (kJ/jam)</b>
Umpan	25.241.414	
Produk		25.192.199
Q reaksi		-24.679.868
Q pendinginan		24.729.083
<b>Total</b>	<b>25.241.413</b>	<b>25.241.413</b>

Tabel 4.14 Neraca Energi *Mix-Point 2*

<b>Komponen</b>	<b>Masuk (kJ/jam)</b>	<b>Keluar (kJ/jam)</b>
Umpan	25.192.199	
Umpan <i>recycle</i>	95.079	
Produk		25.287.278
<b>Total</b>	<b>25.287.278</b>	<b>25.287.278</b>

Tabel 4.15 Neraca Energi *Cooler*

<b>Komponen</b>	<b>Masuk (kJ/jam)</b>	<b>Keluar (kJ/jam)</b>
Umpan	25.287.278	
Produk		4.139.927
Q pendinginan		21.147.351
<b>Total</b>	<b>25.287.278</b>	<b>25.287.278</b>

Tabel 4.16 Neraca Energi Oksidator

<b>Komponen</b>	<b>Masuk (kJ/jam)</b>	<b>Keluar (kJ/jam)</b>
Umpan	4.139.927	
Produk		4.089.158
Q reaksi		-5.915.709
Q pendinginan		5.966.478
<b>Total</b>	<b>4.139.927</b>	<b>4.139.927</b>

Tabel 4.17 Neraca Energi Kondensor

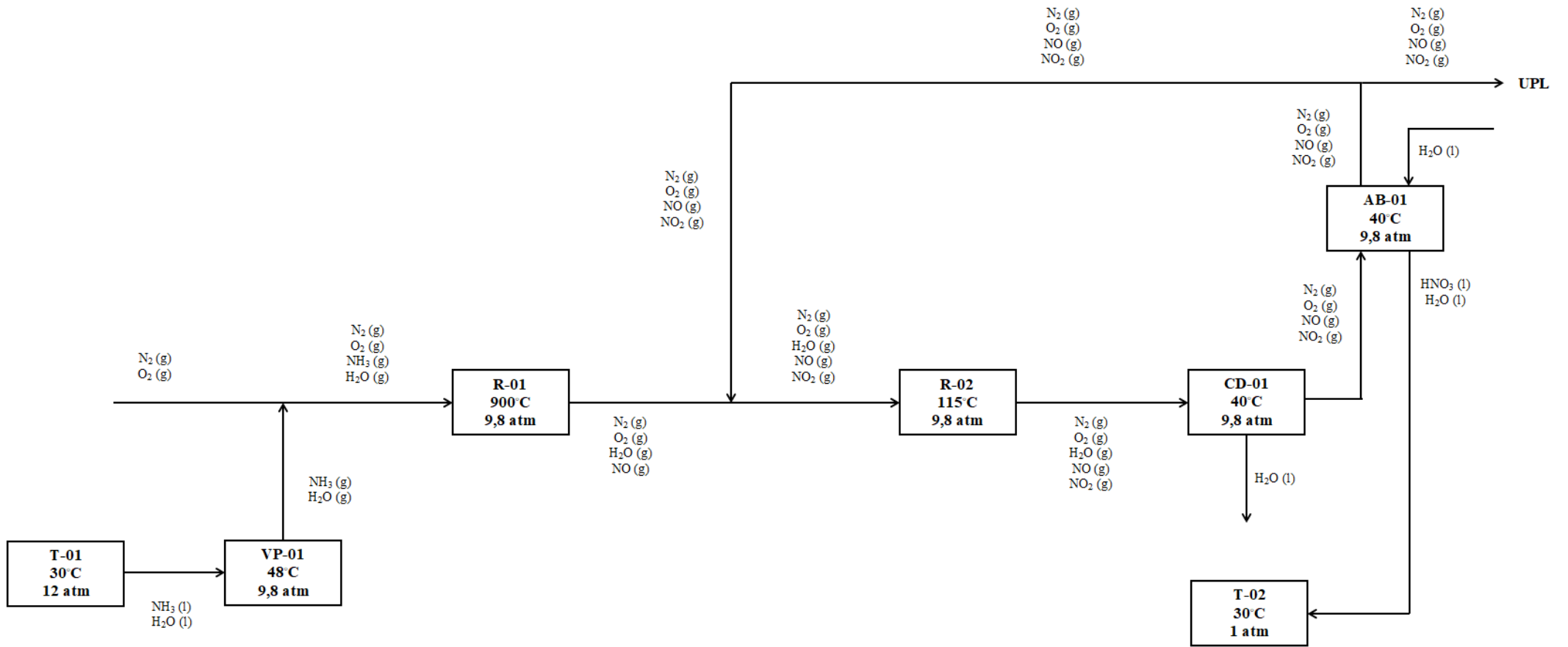
<b>Komponen</b>	<b>Masuk (kJ/jam)</b>	<b>Keluar (kJ/jam)</b>
Umpan	4.089.158	
Produk cair		148.554
Produk uap		611.738
Q kondensasi	5.529.141	
Q supply		8.858.006
<b>Total</b>	<b>9.618.298</b>	<b>9.618.298</b>

Tabel 4.18 Neraca Energi Absorber

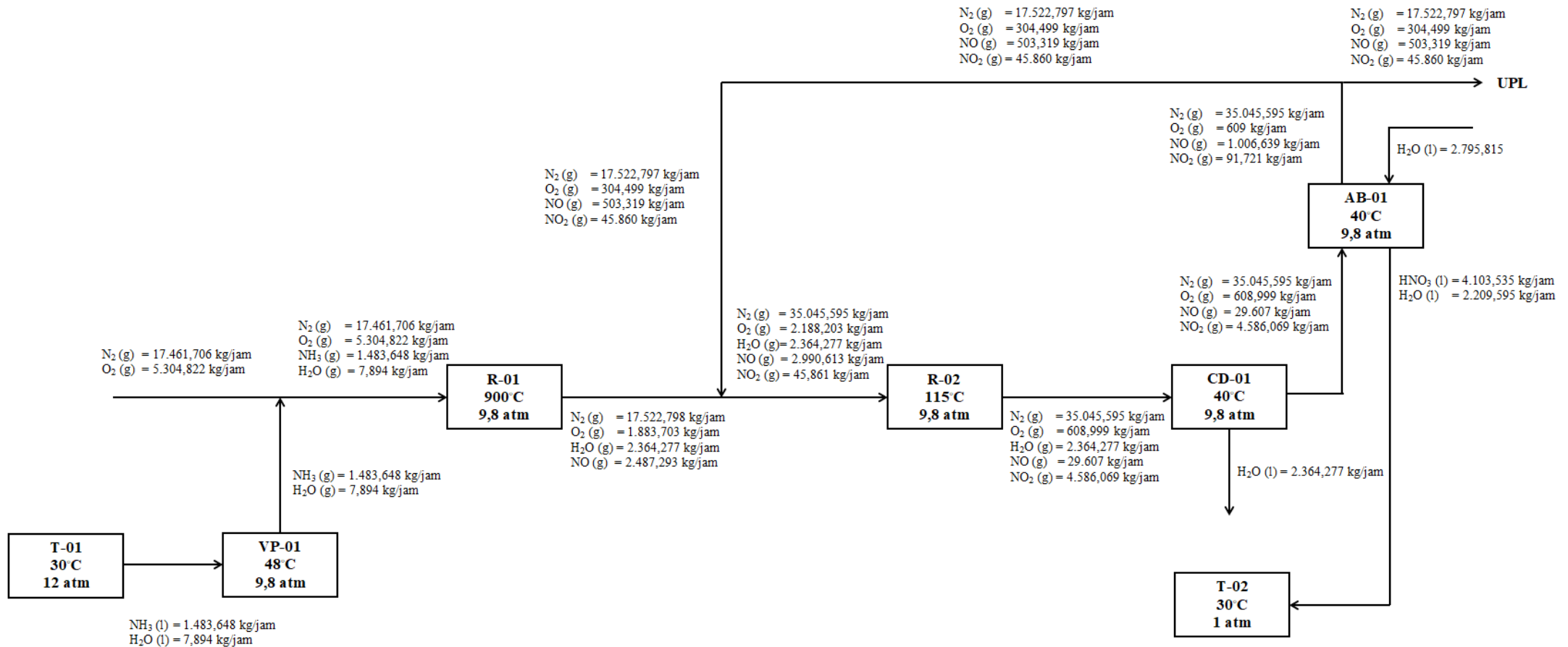
<b>Komponen</b>	<b>Masuk (kJ/jam)</b>	<b>Keluar (kJ/jam)</b>
Umpan	611.738	
Absorben	58.632	
Produk cair		82.424
Produk uap		190.158
Q reaksi		-2
Q buang		397.790
<b>Total</b>	<b>670.370</b>	<b>670.370</b>

#### 4.4.3. Diagram Alir Proses

Diagram alir kualitatif dapat dilihat pada Gambar 4.4, sementara diagram alir kuantitatif dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif

#### 4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit utilitas merupakan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang adalah sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Beberapa utilitas yang diperlukan dalam perancangan pabrik asam nitrat ini, meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyediaan Udara Tekan (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Penyediaan Pendingin *Dowtherm A*
7. Unit Pengolahan Limbah

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

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air bertugas menyediakan dan mengolah air bersih yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik.

###### 1. Unit Penyediaan Air

Pada unit ini terjadi proses pengolahan air baku menjadi air bersih, karena air yang berasal dari alam masih banyak mengandung kotoran (*impurities*) yang dapat menyebabkan kerak (*fouling*).

*Impurities* yang terkandung dalam air ini terdiri dari *suspended solid* yaitu *impurities* yang tidak terlarut dan diproses pada proses klarifikasi serta *dissolved solid* yaitu *impurities* yang terlarut dan diproses pada proses demineralisasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air baku baik secara fisik maupun kimia.

Air baku yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik asam nitrat ini berasal dari Sungai Bengawan Solo. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut.

- a. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- b. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahannya lebih murah dibandingkan dengan air laut yang pengolahannya lebih rumit dan biayanya lebih besar.

Secara umum, kebutuhan air pada pabrik asam nitrat ini digunakan untuk keperluan sebagai berikut.

a. Air Domestik (*Domestic Water*)

*Domestic water* merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan seperti air minum, toilet, perumahan dan sebagainya. Air domestik yang digunakan harus memenuhi persyaratan, seperti:

- Air jernih
- Tidak berbau
- Tidak berasa
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- Tidak beracun

b. Air Layanan Umum (*Service Water*)

*Service water* merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan layanan umum seperti bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, masjid dan lain-lain. Kriteria *service water* yang digunakan sama seperti *domestic water*.

c. Air Pendingin (*Cooling Water*)

Air pendingin merupakan air yang digunakan sebagai media pendingin pada proses produksi. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan digunakannya air pendingin sebagai media pendingin, antara lain:

- Air dapat diperoleh dengan mudah dan dalam jumlah besar.
- Mudah dilakukan pengaturan dan pengolahan.



- Memiliki daya serap terhadap panas per satuan volume cukup tinggi.
- Tidak terdekomposisi.

Namun, terdapat beberapa syarat kandungan zat yang tidak diperbolehkan ada dalam air pendingin, seperti:

- Besi, karena dapat menyebabkan korosi.
- Silika, karena dapat menyebabkan kerak.
- Oksigen terlarut, karena dapat menyebabkan korosi.
- Minyak, karena dapat menyebabkan gangguan pada *film corrosion inhibitor*, penurunan *heat exchanger coefficient* dan menimbulkan endapan karena minyak dapat menjadi makanan bagi mikroba.

#### d. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Air umpan *boiler* merupakan air yang digunakan untuk menghasilkan *steam* yang digunakan untuk menunjang kelangsungan proses produksi. Berikut merupakan beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menangani air umpan *boiler* antara lain:

- Zat yang Menyebabkan Korosi

Beberapa kandungan yang dapat menyebabkan korosi pada *boiler* adalah larutan asam dan gas-gas terlarut seperti CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> dan NH<sub>3</sub>.

- Zat yang Menyebabkan Kerak

Yang dapat menyebabkan kerak pada *boiler* adalah adanya kesadahan dan suhu tinggi yang biasanya berupa garam karbonat dan silika.

#### e. Air Proses

Air proses merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada area proses produksi. Air proses yang digunakan harus memenuhi persyaratan, seperti:

- Air jernih

- Tidak berbau
- Tidak berasa
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik

## 2. Unit Pengolahan Air

Pengolahan air dimaksudkan untuk menghasilkan air yang dapat digunakan baik untuk menunjang proses produksi maupun kebutuhan-kebutuhan lainnya di seluruh area pabrik. Air baku dari Sungai Bengawan Solo harus mengalami beberapa tahap pengolahan baik secara fisik maupun kimia agar dapat digunakan. Tahapan-tahapan pengolahan air di pabrik asam nitrat ini adalah sebagai berikut.

### a. Penghisapan

Tahap awal dalam pengolahan air adalah penghisapan. Pengambilan air dari sungai dilakukan dengan cara penghisapan menggunakan pompa. Kemudian air akan dialirkan ke penyaring (*screener*).

### b. Penyaringan (*Screening*)

*Screening* adalah proses memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya tanpa menggunakan bahan kimia. Sementara kotoran-kotoran yang lebih kecil masih terikut dengan aliran air dan akan dipisahkan pada tahapan selanjutnya. Pada *screener* terdapat pembilas yang berfungsi untuk membersihkan *screener* dari kotoran-kotoran yang tersangkut agar tidak menghalangi aliran air.

### c. Pengendapan Awal (*Sedimentation*)

Setelah melewati proses penyaringan, air akan melalui proses sedimentasi. Sedimentasi adalah proses pemisahan kotoran dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Pada proses ini, kotoran-kotoran kecil yang tidak tersaring pada proses

penyaringan sebelumnya seperti lumpur dan pasir akan mengendap pada bagian bawah bak karena gaya gravitasi.

d. Bak Penggumpal

Pada alat ini terjadi proses koagulasi. Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia yang disebut koagulan ke dalam air sehingga partikel-partikel tersebut akan menjadi stabil atau netral dan membentuk endapan. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ).

e. Bak Pengendap I dan II

Selanjutnya, air yang telah menggumpal dan membentuk flok-flok akan mengalami proses flokulasi. Flokulasi adalah proses penggabungan flok-flok yang telah terbentuk pada proses koagulasi menjadi partikel yang lebih besar sehingga lebih mudah untuk mengendap. Agar proses flokulasi dapat berjalan efektif, dapat ditambahkan kapur yang berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air dan membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan. Selain itu, dapat ditambahkan juga *soda caustic* (NaOH) sebagai alkali untuk menjaga pH sehingga pH pada outlet dijaga berkisar antara 6,5 – 7,5.

f. *Sand Filter*

Setelah keluar dari bak koagulasi dan flokulasi, air dialirkan ke *sand filter*. Di dalam *sand filter*, air akan mengalir dari bagian atas ke bawah melalui suatu media filter (*spheres*) yang akan menyaring partikel pengotor seperti *suspended solid*. Output dari *sand filter* mempunyai kandungan *suspended solid* kurang dari 1 ppm dan pH = 6,5 - 7,5. Air yang telah mengalami filtrasi akan ditampung di *filtered water storage tank*.

g. Tangki Penampung Air Bersih (*Filtered Water Storage Tank*)

Air bersih dari *sand filter* atau disebut biasa disebut *filtered water* ditampung di dalam tangki penampungan sementara. Air

bersih ini kemudian akan didistribusikan dan diolah lebih lanjut untuk dapat digunakan sebagai air domestik (*domestic water*), air layanan umum (*service water*), air pendingin (*cooling water*) dan air umpan boiler (*boiler feed water*).

#### h. Klorinasi

Untuk dapat digunakan sebagai air minum pada perkantoran maupun perumahan, air bersih (*filtered water*) harus melalui tahap klorinasi. Klorinasi adalah proses penambahan klorin dalam bentuk kaporit pada air yang berfungsi untuk membunuh kuman, bakteri, jamur, dan mikroorganisme lain sehingga air layak untuk dikonsumsi dan digunakan. Selanjutnya, air yang telah mengalami klorinasi akan ditampung di dalam tangki penyimpanan air bersih.

#### i. *Cooling Tower*

*Cooling tower* merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan air dingin yang dapat digunakan sebagai pendingin pada alat-alat proses. Proses yang terjadi pada *cooling tower* adalah pengolahan air panas menjadi air dingin menggunakan udara sebagai media pendinginnya. *Initial water* ke *cooling tower* berasal dari *filtered water storage tank* dengan suhu sekitar 38°C yang dialirkan ke atas *cooling tower* melalui distributor. Air akan mengalami evaporasi, sehingga air akan dialirkan ke bawah melalui lubang saluran (*swirl*). Bersamaan dengan proses ini, terjadi pelepasan panas laten, sehingga sebagian air akan menguap ke atmosfer. Untuk itu, dibutuhkan *make-up water* sebagai kompensasi terjadinya *evaporation loss*. *Make-up water* juga berasal dari *filtered water storage tank*. Air yang mengalami evaporasi di *cooling tower* akan sama jumlahnya dengan *flow make-up water* yang masuk, sehingga kesetimbangan perpindahan panas antara udara dan air akan tetap stabil. Suhu air yang telah melalui proses pendinginan akan turun menjadi 30°C.

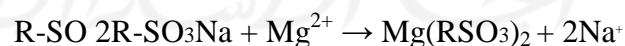
Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu ditambahkan bahan-bahan kimia seperti *corrosion inhibitor*, *scale inhibitor*, *non-oxidizing biocide*, *dispersant*, *pH control* dan *oxidizing biocide*.

j. Demineralisasi

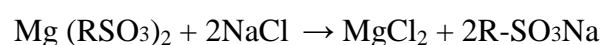
Air yang digunakan sebagai air umpan boiler untuk memproduksi *steam water* tidak cukup hanya air bersih saja, tetapi juga harus air murni yang terbebas dari kandungan mineral-mineral terlarut. Untuk itu, perlu dilakukan proses demineralisasi. Demineralisasi adalah proses menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* dengan jalan penukaran ion. Proses demineralisasi terjadi di alat-alat berikut berikut.

- Kation *Exchanger*

Kation *exchanger* merupakan unit yang berisi resin yang digunakan untuk menukar ion-ion positif atau kation. Kation yang terkandung dalam air seperti kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), natrium ( $\text{Na}^+$ ), potasium ( $\text{K}^+$ ), mangan ( $\text{Mn}^{2+}$ ), besi ( $\text{Fe}^{2+}$ ) dan aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) diganti dengan ion  $\text{H}^+$  atau  $\text{Na}^+$  dari resin. Kation-kation tersebut harus digantikan karena dapat menyebabkan *fouling* (kerak) pada boiler yang dapat mengganggu operasi. Reaksi penukaran kation yang terjadi dalam kation *exchanger* adalah sebagai berikut :

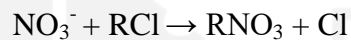


Kation resin ini perlu diregenerasikan kembali dengan  $\text{NaCl}$  apabila dalam waktu tertentu telah mengalami jenuh. Dan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

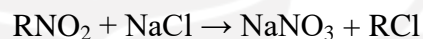


- *Anion Exchanger*

*Anion exchanger* merupakan unit yang berisi resin yang digunakan untuk menukar ion-ion negatif atau anion. Anion yang terkandung dalam air seperti bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), dan silika ( $\text{SiO}_2^-$ ) diganti dengan resin yang memiliki sifat basa dan mempunyai formula  $\text{RCl}$ . Anion-anion tersebut harus digantikan karena dapat menyebabkan korosi pada boiler yang dapat mengganggu operasi. Reaksi penukaran anion yang terjadi dalam *anion exchanger* adalah sebagai berikut :

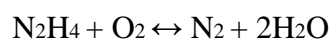


Anion resin ini perlu diregenerasikan kembali dengan  $\text{NaCl}$  apabila dalam waktu tertentu telah mengalami jenuh. Dan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



- *Deaerator*

Air umpan *boiler* yang telah mengalami demineralisasi (*demin water*) pada kation *exchanger* dan anion *exchanger* akan mengalami proses deaerasi pada deaerator. Deaerasi adalah proses pembersihan air umpan boiler dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada boiler seperti oksigen ( $\text{O}_2$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). *Demin water* dipompakan menuju deaerator kemudian diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) yang berfungsi untuk mengikat oksigen ( $\text{O}_2$ ) sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada *tube boiler*. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



### 3. Kebutuhan Air

Rincian kebutuhan air pada pabrik asam nitrat ini adalah sebagai berikut.

a. Kebutuhan Air Domestik (*Domestic Water*)

Kebutuhan air domestik meliputi kebutuhan air karyawan dan kebutuhan air perumahan.

- Kebutuhan Air Karyawan

Jumlah karyawan	= 157 orang
Kebutuhan air setiap karyawan	= 100 kg/hari
Total kebutuhan air karyawan	= 15.700 kg/hari

- Kebutuhan Air Perumahan

Jumlah rumah	= 50 unit
Jumlah orang tiap rumah	= 4 orang
Kebutuhan air setiap orang	= 100 kg/hari
Total kebutuhan air perumahan	= 20.000 kg/hari
<b>Total kebutuhan air domestik</b>	<b>= 35.700 kg/hari</b>
	<b>= 1.487,5 kg/jam</b>

b. Kebutuhan Air Layanan Umum (*Service Water*)

Kebutuhan air layanan umum meliputi kebutuhan air bengkel, poliklinik, laboratorium, pemadam kebakaran, kantin musholah dan kebun.

- Bengkel	= 200 kg/hari
- Poliklinik	= 300 kg/hari
- Laboratorium	= 500 kg/hari
- Pemadam kebakaran	= 1.000 kg/hari
- Kantin, mushola, kebun	= 2.000 kg/hari
<b>Total kebutuhan service water</b>	<b>= 4.000 kg/hari</b>
	<b>= 166,667 kg/jam</b>

c. Kebutuhan Air Pendingin (*Cooling Water*)

Tabel 4.19 Kebutuhan *Cooling Water*

Alat	Kode Alat	Jumlah (kg/jam)
<i>Absorber</i>	AB-01	19.014,816
Kondensor	CD-01	105.855,718
<b>Total</b>		<b>124.870,533</b>

Perancangan dibuat *overdesign* 20%, sehingga kebutuhan air pendingin menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= 20\% \times 124.870,533 \text{ kg/jam} \\ &= 149.844,640 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

- Jumlah air yang menguap ( $W_e$ )
  - $= 0,00085 \times W_c \times (T_{in} - T_{out})$
  - $= 0,00085 \times 149.844,640 \text{ kg/jam} \times (311 - 303)$
  - $= 1.018,944 \text{ kg/jam}$
- *Drift Loss* ( $W_d$ )
  - $= 0,0002 \times W_c$
  - $= 0,0002 \times 149.844,640 \text{ kg/jam}$
  - $= 29,969 \text{ kg/jam}$
- *Blow down* ( $W_b$ )

$$W_b = \frac{W_e - (\text{cycle} - 1)W_d}{(\text{cycle} - 1)}$$

Cycle yang dipilih = 3 kali

$$W_b = \frac{1.018,944 - (3 - 1) 29,969}{(3 - 1)}$$

$$W_b = 479,503 \text{ kg/jam}$$

Sehingga jumlah *make-up water* adalah :

$$\begin{aligned} W_m &= W_e + W_d + W_b \\ &= 1.018,944 + 29,969 + 479,503 \\ &= 1.528,415 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$



d. Kebutuhan Air Umpan *Boiler* (*Boiler Feed Water*)

Kebutuhan *steam* pada alat *Vaporizer* (VP-01) adalah sebesar 722.165 kg/jam.

Direncanakan digunakan *saturated steam* dengan kondisi :

$$P = 101,3 \text{ kPa}$$

$$T = 100^{\circ}\text{C}$$

Perancangan dibuat *overdesign* 20%, sehingga kebutuhan air *steam* menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 20\% \times 722.165 \text{ kg/jam} \\ &= 866,598 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

- *Blow down*  
= 15% x kebutuhan *steam*  
= 15% x 866,598 kg/jam  
= 129,990 kg/jam
- *Stream trap*  
= 5% x kebutuhan *steam*  
= 5% x 866,598 kg/jam  
= 43,330 kg/jam

Sehingga jumlah *make-up steam* adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Blow down} + \text{stream trap} \\ &= 129,990 + 43,330 \\ &= 173,320 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

e. Kebutuhan Air Proses (*Process Water*)

Kebutuhan air proses pada alat *Absorber* (AB-01) adalah sebesar 2.796 kg/jam.

Perancangan dibuat *overdesign* 20%, sehingga kebutuhan air proses menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air proses} &= 20\% \times 2.795,815 \text{ kg/jam} \\ &= 3.354,978 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.20 Total Kebutuhan Air

<b>Kebutuhan</b>	<b>Jumlah (kg/jam)</b>
<i>Domestic water</i>	1.487,500
<i>Service water</i>	166,667
<i>Cooling Water</i>	149.844,640
<i>Boiler Feed Water</i>	866,598
<i>Process Water</i>	3.354,978
<b>Total</b>	<b>155.720,383</b>

#### 4.5.2. Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)

Unit Pembangkit *Steam* bertugas menyediakan kebutuhan *steam* yang akan digunakan sebagai media pemanas dalam proses produksi. Jenis *steam* yang digunakan adalah *saturated steam* suhu 100°C dan tekanan 101,3 kPa. Alat yang digunakan untuk menunjang kebutuhan *steam* pada pabrik asam nitrat ini adalah *boiler* dengan spesifikasi:

Kapasitas : 1.083,247 kg/jam  
 Jenis : *Water tube boiler*  
 Jumlah : 1

*Boiler* tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve system* dan pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari *filtered water storage tank* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu mengalami proses demineralisasi dan deaerasi. Selain itu air juga perlu diatur pH-nya menjadi sekitar 10,5-11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya juga tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran yang keluar dari *boiler*. Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai

mencapai tekanan 101,3 kPa, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

#### 4.5.3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Unit Pembangkit Listrik bertugas menyediakan kebutuhan listrik untuk menggerakkan alat proses, alat utilitas, elektronik, penerangan, dan fasilitas lainnya di seluruh area pabrik. Sumber listrik utama yang digunakan pada pabrik asam nitrat ini berasal dari PLN. Namun, pabrik ini juga dilengkapi dengan pembangkit listrik mandiri berupa sebuah generator. Generator berfungsi untuk menjadi sumber listrik cadangan apabila sumber listrik dari PLN mengalami gangguan atau pemadaman secara tiba-tiba. Adapun generator yang digunakan adalah jenis generator diesel dengan arus bolak-balik dengan kapasitas 1.125,291 kW. Jenis ini dipilih dengan pertimbangan sebagai berikut.

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
2. Tegangan dapat dinaikkan dan diturunkan sesuai kebutuhan.

Rincian kebutuhan listrik pada pabrik asam nitrat ini adalah sebagai berikut.

##### a. Kebutuhan Listrik Alat Proses

Tabel 4.21 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Kompressor	CPU-01	308,9	230.350
<i>Blower</i>	BL-01	6,3	4.701
	BL-02	0,5	368
Ekspander	EXP-06	275	205.248
Pompa	P-01	0,05	37
	P-02	0,05	37
<b>Total</b>		591	440.742

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan listrik alat proses} &= 440.742 \text{ Watt} \\ &= 440,7 \text{ kW} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Tabel 4.22 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
<i>Cooling Tower</i>	CT-01	15	11.186
<i>Cooling Tower Dowtherm A</i>	CT-02	30	22.371
Kompresor	CPU-01	3	2.237
Pompa	PU-01	2	1.491
	PU-02	5	3.729
	PU-03	6	4.474
	PU-04	0,05	37
	PU-05	5	3.729
	PU-06	5	3.729
	PU-07	2	1.491
	PU-08	3,3	2.461
	PU-09	3,2	2.386
	PU-10	0,05	37
	PU-11	0,05	37
	PU-12	0,05	37
	PU-13	0,013	9,3
	PU-14	7	5.220
	PU-15	4,5	3.356
	PU-16	0,013	9,3
	PU-17	0,05	37
	PU-18	0,5	37
	PU-19	0,05	37
	PU-20	0,5	37
<b>Total</b>		<b>79,7</b>	<b>59.395</b>

Total kebutuhan listrik alat utilitas = 59.395 Watt

= 59,4 kW

**Total kebutuhan listrik *plant* = 500 kW**

c. Kebutuhan Listrik Alat Kontrol

Kebutuhan listrik alat kontrol diperkirakan sebesar 25% dari total kebutuhan listrik *plant*.

**Total kebutuhan listrik alat kontrol = 125 kW**

d. Kebutuhan Listrik Penerangan

Kebutuhan listrik alat penerangan diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik *plant*.

**Total kebutuhan listrik penerangan = 75 kW**

e. Kebutuhan Listrik Peralatan Kantor

Kebutuhan listrik peralatan kantor diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik *plant*.

**Total kebutuhan listrik peralatan kantor = 75 kW**

f. Kebutuhan Listrik Laboratorium dan Bengkel

Kebutuhan listrik lab dan bengkel diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik *plant*.

**Total kebutuhan listrik lab dan bengkel = 75 kW**

g. Kebutuhan Listrik Perumahan

Kebutuhan listrik tiap rumah = 1000 watt  
= 1 kW

Jumlah rumah = 50 unit

**Total kebutuhan listrik perumahan = 50 kW**

Total kebutuhan listrik pada pabrik asam nitrat ini dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Total Kebutuhan Listrik

No.	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1.	<i>Plant</i>	
	a. Alat proses	440,7
	b. Alat utilitas	500
2.	Alat kontrol	125
3.	Penerangan	75
4.	Peralatan kantor	75
5.	Lab dan bengkel	75
6	Perumahan	50
<b>Total</b>		<b>900</b>

#### 4.5.4. Unit Penyediaan Udara Tekan (*Instrument Air System*)

Unit Penyediaan Udara Tekan bertugas memenuhi kebutuhan udara tekan untuk alat-alat yang bekerja dengan prinsip *pneumatic* terutama alat-alat kontrol. Pada dasarnya, proses yang terjadi pada unit ini adalah mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrumen udara. Kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 24,299 m<sup>3</sup>/jam dengan tekanan 5,5 bar.

#### 4.5.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit Penyediaan Bahan Bakar bertugas menyediakan kebutuhan bahan bakar pabrik. Bahan bakar yang disediakan pada unit ini adalah kebutuhan bahan bakar untuk *furnace*, *boiler* dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah *diesel*/solar. Kebutuhan bahan bakar untuk *furnace* sebesar 738,095 l/jam, *boiler* sebesar 68,53 l/jam dan bahan bakar generator sebesar 58,137 l/jam.

#### 4.5.6. Unit Penyediaan Pendingin *Dowtherm A*

Unit ini bertugas menyediakan kebutuhan *Dowtherm A* sebagai fluida pendingin pada beberapa alat proses seperti Reaktor (R-01), Oksidator (R-02) dan *Cooler* (HE-01). *Dowtherm A* merupakan cairan pendingin sintetis yang mengandung dua senyawa organik yaitu bifenil (C<sub>12</sub>H<sub>10</sub>) dan difenil oksida (C<sub>12</sub>H<sub>10</sub>O). *Dowtherm A* dipilih sebagai fluida pendingin pada pabrik ini berdasarkan beberapa pertimbangan seperti :

1. Dapat digunakan pada rentang suhu yang cukup tinggi yaitu 60°F - 779°F (15°C - 415°C).
2. Dapat digunakan pada tekanan yang cukup tinggi juga yaitu dari tekanan atmosferik sampai 152,5 psig (10,6 bar).
3. Dapat digunakan pada fase cair maupun gas.
4. Stabil sehingga tidak terdekomposisi pada suhu tinggi.
5. Tidak bersifat korosif terhadap logam biasa maupun logam paduan.

Tabel 4.24 Kebutuhan *Dowtherm A*

Alat	Kode Alat	Jumlah (kg/jam)
Reaktor	R-01	53.471,931
Oksidator	R-02	25.356,364
<i>Cooler</i>	HEU-01	13.815,843
<b>Total</b>		<b>92.644,138</b>

Perancangan dibuat *overdesign* 20%, sehingga kebutuhan

*Dowtherm A* menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan } \textit{Dowtherm A} &= 20\% \times 92.644,138 \text{ kg/jam} \\ &= 95.407,306 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

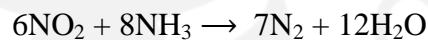
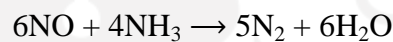
*Dowtherm A* proses yang telah digunakan sebagai pendingin pada peralatan proses diolah kembali dengan cara didinginkan di dalam *Cooler* (HEU-01) dengan menggunakan pendingin *Dowtherm A* utilitas. *Dowtherm A* proses yang suhunya telah turun kemudian disirkulasikan kembali ke sistem pendinginan alat-alat proses. Sementara itu, *Dowtherm A* utilitas yang telah digunakan sebagai pendingin pada *Cooler* (HEU-01) didinginkan pada *Cooling Tower* (CT-02). Sebagian *Dowtherm A* yang mengalami evaporasi pada *Cooling Tower* (CT-02) akan digantikan dengan *Dowtherm A make-up* dari Tangki Penyimpanan *Dowtherm A* (TU-10)

#### 4.5.7. Unit Pengolahan Limbah

Pabrik asam nitrat ini menghasilkan limbah buangan baik yang berasal dari proses produksi, utilitas maupun kegiatan-kegiatan lain. Untuk itu, perlu dilakukan pengolahan terhadap limbah-limbah tersebut sebelum dibuang ke lingkungan sehingga tidak merusak lingkungan sekitar. Limbah yang dihasilkan dari pabrik asam nitrat ini terdiri limbah gas, cair dan padatan. Pengolahan limbah tersebut harus disesuaikan dengan jenis limbahnya. Proses pengolahan limbah pada pabrik ini adalah sebagai berikut.

## 1. Limbah Gas

Limbah gas atau gas buang dari pabrik asam nitrat ini berasal dari proses absorpsi pada *Absorber* (AB-01). Gas buang tersebut mengandung nitrogen oksida (NO), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), oksigen (O<sub>2</sub>), nitrogen (N<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O). Pengolahan limbah gas buang dilakukan melalui proses denitrifikasi pada sebuah alat yang disebut *Selective Catalytic Reduction* (SCR). Denitrifikasi dilakukan dengan menginjeksikan amonia ke dalam SCR yang dipasang pada saluran gas buang. Gas NO<sub>x</sub> di dalam gas buang akan bereaksi dengan amonia sehingga emisi NO<sub>x</sub> akan berkurang sebesar 80-90 %. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



## 2. Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan berasal dari air proses, utilitas dan sanitasi. Pengolahan limbah cair harus memperhatikan parameter air buang yang sesuai dengan peraturan pemerintah, yaitu :

- COD : maks. 100 mg/l
- BOD : maks. 20 mg/l
- TSS : maks. 80 mg/l
- Oil : maks. 5 mg/l
- pH : 6,5 – 8,5

Pengolahan untuk masing-masing limbah tersebut adalah sebagai berikut.

### a. Limbah Air Proses

Pengolahan air berminyak yang berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat-alat lain dilakukan dengan pemisahan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak akan berada di bagian atas dan dialirkan ke penampungan minyak untuk



kemudian dibakar di dalam tungku pembakar. Sedangkan air yang berada di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir untuk kemudian dibuang.

b. Limbah Utilitas

Air sisa regenerasi pada proses demineralisasi pada unit utilitas dinetralkan dengan menambahkan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) jika pH air buangan lebih dari 7,0. Namun jika pH buangannya kurang dari 7,0 maka perlu ditambahkan NaOH. Air hasil dari proses penetralan kemudian dialirkan ke kolam penampungan akhir.

c. Limbah Sanitasi

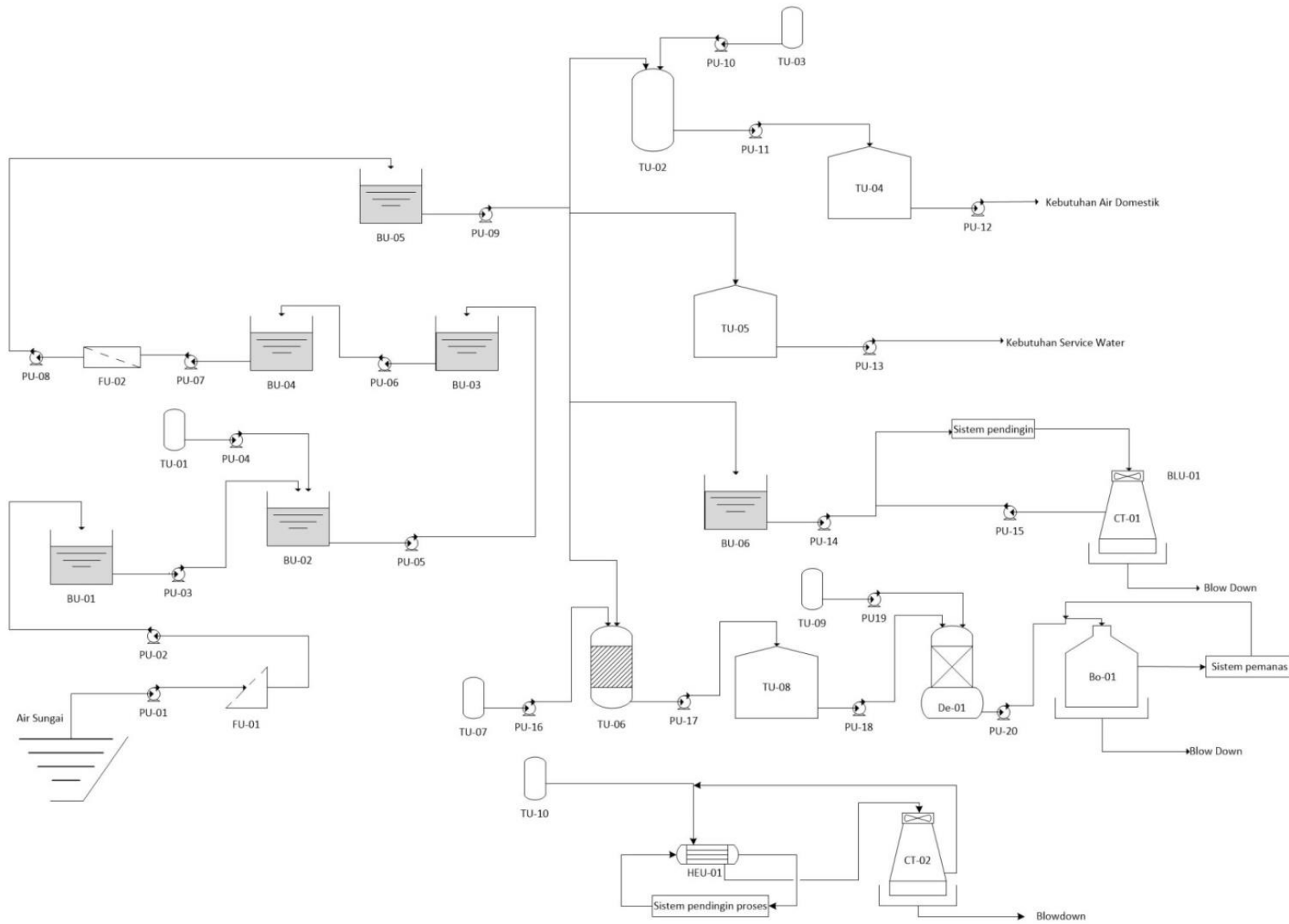
Air buangan sanitasi yang berasal perkantoran, perumahan, toilet dan lain-lain pengolahannya tidak memerlukan penanganan khusus, yaitu dengan cara diolah pada unit stabilisasi menggunakan lumpur aktif, aerasi, dan injeksi klorin.

3. Limbah Padat

Limbah padat berasal dari proses proses pengolahan air (*water treatment system*) pada unit utilitas. Limbah padat tersebut berupa lumpur yang banyak mengandung padatan yang sering disebut *sludge*. Lumpur tersebut dapat diolah menjadi abu dengan kadar 0,3% melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

- Pengentalan atau pemekatan lumpur (*sludge thickening*)
- Stabilisasi lumpur (*sludge stabilization*)
- Pengeluaran air (*sludge dewatering*)
- Pengeringan lumpur (*sludge drying*)

Diagram Alir Unit Utilitas dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Diagram Alir Unit Utilitas

Keterangan :

1. PU : Pompa Utilitas
2. FU-01 : *Screener*
3. FU-02 : *Sand Filter*
4. BU-01 : Bak Sedimentasi
5. BU-02 : Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)
6. BU-03 : Bak Pengendap I
7. BU-04 : Bak Pengendap II
8. BU-05 : Bak Penampung Sementara
9. BU-06 : Bak Air Dingin
10. TU-01 : Tangki Larutan Alum
11. TU-02 : Tangki Klorinasi
12. TU-03 : Tangki Kaporit
13. TU-04 : Tangki Air Bersih
14. TU-05 : Tangki *Service Water*
15. TU-06 : *Mixed Bed*
16. TU-07 : Tangki Larutan NaCl
17. TU-08 : Tangki Air Demin
18. TU-09 : Tangki Larutan  $N_2H_4$
19. TU-10 : Tangki *Dowtherm A*
20. CT-01 : *Cooling Tower*
21. CT-02 : *Cooling Tower Dowtherm A*
22. De-01 : *Deaerator*
23. Bo-01 : *Boiler*
24. HEU-01 : *Cooler*

#### 4.5.8. Spesifikasi Alat Utilitas

##### 1. Pompa Utilitas

Tabel 4.25 Pompa Utilitas

Spesifikasi		Pompa Utilitas				
Kode		PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Fungsi		Mengalirkan air dari sungai ke <i>Screener</i> (FU-01)	Mengalirkan air dari <i>screener</i> (FU-01) ke Bak Pengendap Awal/Sedimentasi / <i>Reservoir</i> (BU-01)	Mengalirkan air dari bak <i>Reservoir</i> (BU-01) Bak Penggumpal/Koagulasi dan Flokulasi (BU-02)	Mengalirkan larutan alum 5% dari Tangki Larutan Alum ke Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-02)	Mengalirkan air dari Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-02) ke Bak Pengendap I (BU-03)
Jenis		<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>				
Bahan		<i>Commercial Steel</i>				
Jumlah		2	2	2	2	2
<b>Spesifikasi</b>						
Kapasitas (gpm)		804,727	804,727	804,727	0,0001	804,727
Head (m)		1,423	5,419	6,621	6,197	5,419
Ukuran	ID (in)	10,2	10,2	10,2	0,269	10,2
	OD (in)	10,75	10,75	10,75	0,405	10,75
	Sch.	40	40	40	40	40
	NPS	10	10	10	0,13	10
Tenaga pompa (Hp)		1,5	5	6	0,05	5
Tenaga motor (Hp)		2	6	7	0,05	6
Putaran standar		3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Harga alat		\$ 15.651,337	\$ 15.651,337	\$ 15.651,337	\$ 1.765,188	\$ 15.651,337

Tabel 4.25 Pompa Utilitas (Lanjutan)

Spesifikasi		Pompa Utilitas				
Kode		PU-06	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10
Fungsi		Mengalirkan air dari Bak Pengendap I (BU-03) ke Bak Pengendap II (BU-04)	Mengalirkan air dari Bak Pengendap II (BU-04) ke <i>Sand Filter</i> (FU-02)	Mengalirkan air dari <i>Sand Filter</i> (FU-02) ke Bak Penampung Sementara (BU-05)	Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara (BU-05) ke area kebutuhan air	Mengalirkan kaporit dari Tangki Kaporit (TU-03) ke Tangki Klorinasi (TU-02)
Jenis		<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>				
Bahan		<i>Commercial Steel</i>				
Jumlah		2	2	2	2	2
<b>Spesifikasi</b>						
Kapasitas (gpm)		804,727	804,727	804,727	804,727	0,130
Head (m)		5,419	1,897	3,570	3,530	0,171
Ukuran	ID (in)	10,2	10,2	10,2	10,2	0,269
	OD (in)	10,75	10,75	10,75	10,75	0,410
	Sch.	40	40	40	40	40
	NPS	10	10	10	10	0,125
Tenaga pompa (Hp)		5	2	3,3	3,2	0,05
Tenaga motor (Hp)		6	2,5	4	4	0,05
Putaran standar		3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Harga alat		\$ 15.651,337	\$ 15.651,337	\$ 15.651,337	\$ 15.651,337	\$ 1.765,188

Tabel 4.25 Pompa Utilitas (Lanjutan)

<b>Spesifikasi</b>	<b>Pompa Utilitas</b>				
<b>Kode</b>	<b>PU-11</b>	<b>PU-12</b>	<b>PU-13</b>	<b>PU-14</b>	<b>PU-15</b>
Fungsi	Mengalirkan air dari Tangki Klorinasi (TU-02) ke Tangki Air Bersih (TU-04)	Mengalirkan air dari Tangki Air Bersih (TU-04) ke area domestik	Mengalirkan air dari Tangki Air Servis (TU-05) ke area kebutuhan air servis	Mengalirkan air dari Bak Air Dingin (BU-06) ke <i>Cooling Tower</i> (CT-01)	Mengalirkan air dingin dari <i>Cooling Tower</i> (CT-01) ke <i>recycle</i> dari Bak Air Dingin (BU-06)
Jenis	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>				
Bahan	<i>Commercial Steel</i>				
Jumlah	2	2	2	2	2
<b>Spesifikasi</b>					
Kapasitas (gpm)	461,223	7,687	51,677	774,363	774,363
Head (m)	4,064	1,271	1,478	8,383	5,383
Ukuran	ID (in)	1,380	1,380	0,493	10,2
	OD (in)	1,66	1,66	0,68	10,75
	Sch.	40	40	40	40
	NPS	1,25	1,25	0,38	10
Tenaga pompa (Hp)	0,05	0,05	0,0125	7	4,5
Tenaga motor (Hp)	0,05	0,08	0,0125	8	5,5
Putaran standar	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Harga alat	\$ 4.589,490	\$ 4.589,490	\$ 2.471,264	\$ 15.533,657	\$ 15.533,657

Tabel 4.25 Pompa Utilitas (Lanjutan)

Spesifikasi		Pompa Utilitas				
Kode		PU-16	PU-17	PU-18	PU-19	PU-20
Fungsi		Mengalirkan NaCl dari Tangki Larutan NaCl (TU-07) ke <i>Mixed-Bed</i> (TU-06)	Mengalirkan air dari <i>Mixed-Bed</i> (TU-06) ke Tangki Air Demin (TU-08)	Mengalirkan air dari Tangki Air Demin (TU-08) ke Deaerator (De-01)	Mengalirkan larutan N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> dari Tangki Larutan N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ke Deaerator (De-01)	Mengalirkan air dari Deaerator (De-01) ke Boiler (Bo-01)
Jenis		<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>				
Bahan		<i>Commercial Steel</i>				
Jumlah		2	2	2	2	2
<b>Spesifikasi</b>						
Kapasitas (gpm)		0,016	4,478	4,478	0,0001	4,478
Head (m)		7,105	2,598	2,415	0,402	2,434
Ukuran	ID (in)	0,269	1,049	1,049	1,049	1,049
	OD (in)	0,405	1,32	1,32	1,32	1,32
	Sch.	40	40	40	40	40
	NPS	0,13	1	1	1	1
Tenaga pompa (Hp)		0,0125	0,05	0,05	0,05	0,05
Tenaga motor (Hp)		0,0125	0,125	0,05	0,05	0,125
Putaran standar		3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Harga alat		\$ 1.765,188	\$ 3.883,414	\$ 3.883,414	\$ 1.765,188	\$ 3.883,414

## 2. Bak Penampung

Tabel 4.26 Bak Utilitas

Spesifikasi	Bak					
Kode	BU-01	BU-02	BU-03	BU-04	BU-05	BU-06
Fungsi	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi	mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (flokulasi ke-2)	Menampung sementara <i>raw water</i> setelah disaring	Menampung kebutuhan air pendingin
Jenis	Bak balok dengan beton bertulang	Bak silinder tegak	Bak balok dengan beton bertulang	Bak balok dengan beton bertulang	Bak balok dengan beton bertulang	Bak balok dengan beton bertulang
Bahan	Beton					
Jumlah	1	1	1	1	1	1
	<b>Spesifikasi</b>					
Panjang (m)	14,987		14,987	14,987	9,438	9,438
Lebar (m)	9,992		9,992	9,992	6,292	6,292
Tinggi (m)	4,996	6,197	4,996	4,996	3,146	3,146
Diameter (m)		6,197				
Harga alat	\$ 12.229,53	\$ 1.176,540	\$ 12.227,200	\$ 12.227,200	\$ 3.054,787	\$ 2.939,522



### 3. Tangki

Tabel 4.27 Tangki Utilitas

Spesifikasi	Tangki Utilitas				
	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04	TU-05
Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 2 minggu operasi	Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga	Menampung kebutuhan kaporit selama 1 bulan yang akan dimasukkan kedalam Tangki Klorinasi (TU-02)	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga	Menampung air untuk keperluan layanan umum
Jenis	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak berpengaduk	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak
Bahan	<i>Carbon steel</i>				
Jumlah	1	1	1	1	1
<b>Spesifikasi</b>					
Volume (m3)	5,341	1,785	0,003	42,840	5
Diameter (m)	1,598	1,315	0,171	3,793	1,828
Tinggi (m)	3,196	1,315	0,171	3,793	1,828
Harga alat	\$ 49.765,638	\$ 13.586,563	\$ 1.638,491	\$ 40.975,345	\$ 16.782,407

Tabel 4.27 Tangki Utilitas (lanjutan)

Spesifikasi	Tangki Utilitas			
Kode	TU-07	TU-08	TU-09	TU-10
Fungsi	Menampung/menyimpan larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi resin kation dan anion pada <i>Mixed Bed</i> (TU-06)	Menampung air untuk umpan <i>boiler</i>	Menyimpan larutan N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Menyimpan pendingin <i>Dowtherm A</i>
Jenis	Silinder tegak			
Bahan	<i>Carbon steel</i>			
Jumlah	1	1	1	1
<b>Spesifikasi</b>				
Volume (m <sup>3</sup> )	0,302	24,958	0,264	15,812
Diameter (m)	0,728	3,168	0,695	2,720
Tinggi (m)	0,728	3,168	0,695	2,720
Harga alat	\$ 697,921	\$ 16.534,578	\$ 1.364,889	\$ 10.449,853

#### 4. Screener

Tabel 4.28 *Screener*

<b>Spesifikasi</b>	<b><i>Screener</i></b>
<b>Kode</b>	<b>FU-01</b>
Fungsi	Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, misalnya daun, ranting dan sampah-sampah lainnya
Bahan	Aluminium
Jumlah	1
<b>Spesifikasi</b>	
Panjang (m)	3,048
Lebar (m)	2,438
Diameter lubang (cm)	1
Harga alat	\$ 13.886,148

#### 5. Sand Filter

Tabel 4.29 *Sand Filter*

<b>Spesifikasi</b>	<b><i>Sand Filter</i></b>
<b>Kode</b>	<b>FU-02</b>
Fungsi	Menyaring partikel-partikel halus yang ada di dalam air sungai
<b>Spesifikasi</b>	
Jenis	<i>Sand filter</i>
Jumlah	1
Material	<i>Spheres</i>
Ukuran pasir (mesh)	28
Diameter (in)	0,039
Tinggi lapisan pasir (m)	1,004
Panjang (m)	4.419
Lebar (m)	2.946
Tinggi (m)	1.473
Harga alat	\$ 148.762,496

## 6. Cooling Tower

Tabel 4.30 Cooling Tower

Spesifikasi	Cooling Tower	
Kode	CT-01	CT-02
Fungsi	Mendinginkan kembali air pendingin yang telah digunakan oleh alat-alat proses dengan media pendingin air	Mendinginkan kembali Dowtherm A yang telah digunakan oleh Cooler (HEU-01)
Jenis	<i>Induced draft cooling tower</i>	
Jumlah	1	1
<b>Spesifikasi</b>		
Panjang (m)	5.943	8.941
Lebar (m)	3.962	5.960
Tinggi (m)	8	10,7
Harga alat	\$ 187.887,926	\$ 227.817,122

## 7. Mixed Bed

Tabel 4.31 Mixed Bed

Spesifikasi	Mixed Bed
Kode	(TU-06)
Fungsi	Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg serta anion seperti Cl, SO <sub>4</sub> dan NO <sub>3</sub>
Jenis resin	Zeolit
Jumlah	1
<b>Spesifikasi</b>	
Diameter (m)	0,300
Tinggi (m)	0,914
Tinggi bed (m)	0,762
Volume bed (m <sup>3</sup> )	0,054
Volume bak resin (m <sup>3</sup> )	19.077,578
Tebal (in)	0,187
Harga alat	\$ 3.190,490

## 8. Deaerator

Tabel 4.32 Deaerator

<b>Spesifikasi</b>	<b>Deaerator</b>
<b>Kode</b>	<b>De-01</b>
Fungsi	Menghilangkan gas CO <sub>2</sub> dan O <sub>2</sub> yang terkandung dalam feed water yang dapat menyebabkan kerak pada Boiler (Bo-01)
Jumlah	1
<b>Spesifikasi</b>	
Kec. Volumetrik (m <sup>3</sup> /jam)	0,866
Diameter (m)	1.098
Tinggi (m)	1.098
Volume (m <sup>3</sup> )	1,039
Harga alat	\$ 1.398,279

## 9. Blower Cooling Tower

Tabel 4.33 Blower Cooling Tower

<b>Spesifikasi</b>	<b>Blower</b>	
<b>Kode</b>	<b>BLU-01</b>	<b>BL-02</b>
Fungsi	Menghisap udara untuk mendinginkan kembali air pendingin pada <i>Cooling Tower</i> (CT-01)	Menghisap udara untuk mendinginkan kembali Dowtherm A pada <i>Cooling Tower</i> (CT-02)
Jenis	<i>Centrifugal blower</i>	
Bahan	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>	
Jumlah	1	1
<b>Spesifikasi</b>		
Kapasitas (m <sup>3</sup> /jam)	149,844	0,108
Efisiensi	90%	90%
Tenaga (Hp)	15	30

## 10. Cooler

Tabel 4.34 Cooler

<b>Spesifikasi</b>	<b>Cooler</b>	
<b>Kode</b>	<b>HEU-01</b>	
Fungsi	Mendinginkan <i>Dowtherm A</i> yang telah digunakan pada sistem pendinginan proses	
Jenis	<i>Shell &amp; Tube</i>	
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	
Jumlah	1	
	<b>Spesifikasi</b>	
	<i>Annulus</i>	<i>Inner pipe</i>
Jumlah <i>hairpins</i>	5	
OD (in)	2,38	1,66
ID (in)	2,067	1,38
NPS	2	1 1/4
Sch.	40	40
Panjang (ft)	12	
Rd	12,284	
Ud	0,056	
Harga alat	\$ 12.134,832	

### 4.6. Organisasi Perusahaan

#### 4.6.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan untuk pabrik asam nitrat ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang modal awalnya diperoleh dari penjualan saham, dimana tiap pemegang saham turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan bentuk perusahaan ini adalah sebagai berikut.

##### 1. Mudah Mendapatkan Modal

Dalam perseroan terbatas, modal diperoleh melalui penjualan saham di pasar modal. Modal terbagi dalam saham-saham,

sehingga hal ini menjadi mungkin apabila ada orang yang ingin ikut serta menanamkan modal dalam jumlah kecil namun tidak menghalangi pemasukan modal dalam jumlah besar. Sehingga akan memudahkan pergerakan di pasar modal dan pengumpulan modal dengan penjualan saham menjadi efektif.

2. Wewenang dan Tanggungjawab Pemegang Saham Terbatas

Dalam perseroan terbatas, pemegang saham hanya bertanggungjawab menyeter penuh jumlah modal yang disebutkan dalam tiap-tiap saham tanpa ikut andil dalam mengelola perusahaan. Hal ini membuat kelancaran produksi relatif lebih stabil karena pengelolaan perusahaan hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.

3. Pemilik dan Pengurus Perusahaan Terpisah Satu Sama Lain

Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham, sementara pengurus perusahaan adalah direksi beserta jajarannya yang diawasi oleh Dewan Komisaris.

4. Kelangsungan Hidup Perusahaan Lebih Terjamin

Jika terjadi pergantian pemegang saham dari jabatannya, tidak akan berpengaruh terhadap direksi, staf, maupun karyawan yang bekerja di dalamnya. Hal ini dikarenakan para pemilik saham tidak ikut andil secara langsung dalam mengelola perusahaan.

#### 4.6.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang jelas dan sistematis di dalam suatu perusahaan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kelangsungan dan kemajuan perusahaan karena berhubungan langsung dengan komunikasi dan kerjasama yang baik antar karyawan sehingga kegiatan operasional perusahaan dapat berjalan dengan baik. Setiap perusahaan bisa saja memiliki struktur organisasi yang berbeda-beda, tergantung pada kebutuhannya masing-masing.

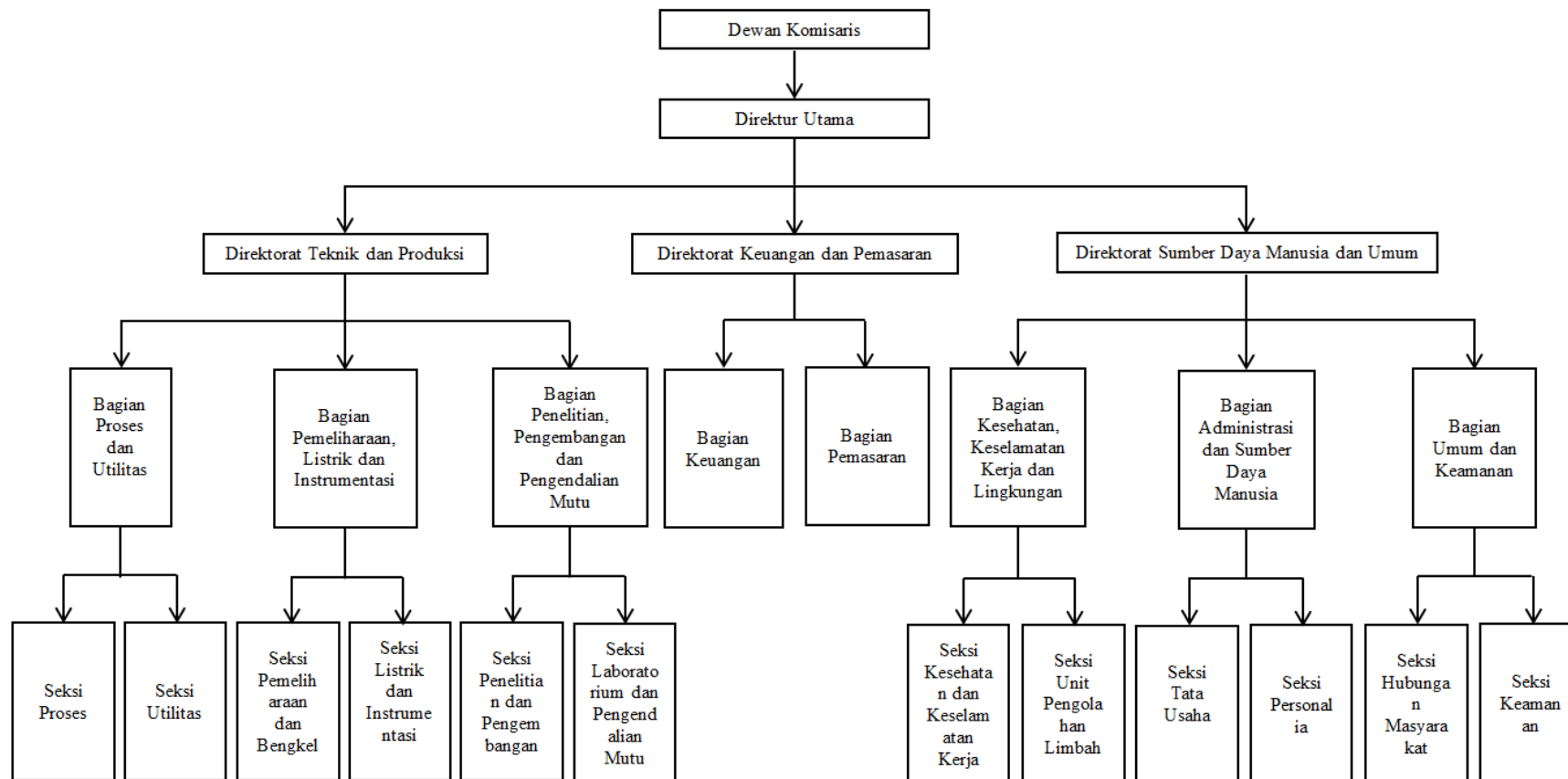
Pada pabrik asam nitrat ini struktur organisasi yang dipilih adalah dengan sistem *line and staff*. Kelebihan sistem ini adalah garis

kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam hal pembagian tugas kerja, seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, dimana seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada atasan saja. Dalam menjalankan organisasi, terdapat dua kelompok yang berpengaruh pada sistem ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau *line* merupakan orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi untuk mencapai tujuan
2. Sebagai *staff* merupakan orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, berfungsi memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Dalam menjalankan tugas dan wewenangnya, para pemegang saham yang merupakan pemilik perusahaan diwakili oleh Dewan Komisaris, sementara dalam hal tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh beberapa Direktur di bawahnya. Baik Dewan Komisaris maupun Direktur Utama dipilih oleh para pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang merupakan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan. Struktur organisasi perusahaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.7.





Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan

### 4.6.3. Tugas dan Wewenang

#### 1. Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan orang yang memberikan modal untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Sehingga, para pemilik saham juga merupakan pemilik perusahaan. Tugas dan wewenang pemegang saham adalah sebagai berikut.

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur.
- b. Mengesahkan hasil-hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.
- c. Mengadakan Rapat Umum Pemegang Saham minimal satu kali dalam setahun.

#### 2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemegang saham dan bertanggungjawab penuh kepada pemegang saham. Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah sebagai berikut.

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

#### 3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggungjawab penuh terhadap jalannya perusahaan kepada Dewan Komisaris. Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah sebagai berikut.

- a. Mengatur dan melaksanakan kebijakan perusahaan.
- b. Bertanggungjawab kepada Dewan Komisaris dan pemegang saham atas pekerjaannya pada akhir jabatannya.

- c. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan kontinuitas hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen serta karyawan.
- d. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan para pemegang saham.
- e. Mengkoordinir kerjasama antara direktorat, bagian dan seksi di bawahnya.

Direktur Utama membawahi beberapa direktorat, antara lain :

- **Direktorat Teknik dan Produksi**  
Direktorat Teknik dan Produksi memiliki tugas dan wewenang dalam merumuskan kebijakan teknik operasi serta mengawasi kesinambungan operasional pabrik. Direktorat Teknik dan Produksi membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Proses dan Utilitas, Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi, serta Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu.
- **Direktorat Keuangan dan Pemasaran**  
Direktorat Keuangan dan Pemasaran memiliki tugas dan wewenang dalam menyusun dan mengalokasikan anggaran dan pendapatan perusahaan serta melaksanakan kebijakan pemasaran. Direktorat Keuangan dan Pemasaran membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Keuangan dan Bagian Pemasaran.
- **Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum**  
Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum memiliki tugas dan wewenang dalam hal yang berhubungan dengan administrasi, personalia, humas, keamanan, dan keselamatan kerja. Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan, Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia, serta Bagian Umum dan Keamanan.

#### 4. Bagian

Setiap bagian memiliki tugas dan wewenang dalam mengatur, mengkoordinir dan mengawal pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan dan bertanggungjawab kepada direktorat yang menaunginya. Bagian-bagian tersebut terdiri dari :

- **Bagian Proses dan Utilitas**  
Bertanggung jawab terhadap kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku dan utilitas.
- **Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi**  
Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan, perawatan dan penyediaan fasilitas penunjang kegiatan produksi.
- **Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu**  
Bertanggungjawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.
- **Bagian Keuangan**  
Bertanggungjawab terhadap kegiatan pengelolaan keuangan, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.
- **Bagian Pemasaran**  
Bertanggungjawab terhadap kegiatan distribusi dan pemasaran produk.
- **Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan**  
Bertanggung jawab terhadap kesehatan dan keselamatan kerja karyawan serta pelestarian lingkungan.
- **Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia**  
Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan administrasi, kesekretariatan dan pengembangan sumber daya manusia.
- **Bagian Umum dan Keamanan**

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan masyarakat umum serta menjaga keamanan perusahaan.

## 5. Seksi

Setiap seksi memiliki tugas dan wewenang dalam melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan seksinya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing. Setiap seksi bertanggung jawab kepada bagian yang menaunginya.

Seksi-seksi tersebut terdiri dari :

- Seksi Proses

Bertanggungjawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi di pabrik.

- Seksi Utilitas

Bertanggung jawab dalam penyediaan air, *steam*, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

- Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Bertanggung jawab dalam melakukan perawatan, pemeliharaan dan penggantian alat- alat serta fasilitas pendukung proses produksi.

- Seksi Listrik dan Instrumentasi

Bertanggungjawab dalam memastikan ketersediaan energi listrik dan instrumentasi yang dibutuhkan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik.

- Seksi Penelitian dan Pengembangan

Bertanggung jawab dalam melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan.

- Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Bertanggungjawab dalam melaksanakan pengendalian mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk.

- Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Bertanggungjawab dalam memastikan kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

- Seksi Unit Pengolahan Limbah

Bertanggungjawab dalam melaksanakan pengolahan limbah hasil produksi.

- Seksi Tata Usaha

Bertanggung jawab dalam mengurus kebijakan teknis dibidang administrasi, kesekretariatan, perencanaan dan pelaporan, perlengkapan serta asset perusahaan.

- Seksi Personalia

Bertanggungjawab dalam melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian dan pengembangan sumber daya manusia.

- Seksi Hubungan Masyarakat

Bertanggungjawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan dengan pemerintah, masyarakat dan industri-industri lain.

- Seksi Keamanan

Bertanggungjawab dalam menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

#### **4.6.4. Status, Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan**

##### **1. Status Karyawan**

Berdasarkan statusnya karyawan dibedakan menjadi beberapa golongan, antara lain :

##### **a. Karyawan Tetap**

Karyawan tetap merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) dari direksi. Dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

b. Karyawan Harian

Karyawan harian merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan (SK) dari direksi. Dan mendapat gaji harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

Karyawan borongan merupakan karyawan yang bekerja di pabrik atau perusahaan jika diperlukan saja. Karyawan ini menerima gaji borongan untuk suatu pekerjaan yang telah disetujui.

2. Penggolongan Jabatan

Jabatan dalam struktur organisasi perusahaan diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan dan keahlian sesuai jabatan dan tanggungjawabnya. Karyawan pada perusahaan ini terdiri dari beragam jenjang pendidikan, mulai dari lulusan Sekolah Menengah Pertama (SMP) hingga Magister (S-2). Rincian penggolongan jabatan beserta jenjang pendidikannya dapat dilihat pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Penggolongan Jabatan

<b>Jabatan</b>	<b>Pendidikan</b>
Direktur Utama	S-2
Direktur	S-2
Kepala Bagian	S-1
Kepala Seksi	S-1
Staff Ahli	S-1
Sekretaris	S-1
Karyawan dan Operator	D3/S-1
Dokter	S-1
Perawat	D-3/S1
Supir	SMP-SMA
<i>Cleaning Service</i>	SMA-SMA

3. Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan pada perusahaan harus diperhitungkan secara cermat agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif dan efisien. Jumlah karyawan pada setiap posisi tergantung pada kebutuhan. Rincian jumlah karyawan dapat dilihat pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36 Jumlah Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Teknik dan Produksi	1
3.	Direktur Keuangan dan Pemasaran	1
4.	Direktur Sumber Daya Manusia dan Umum	1
5.	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	1
6.	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi	1
7.	Ka. Bag. Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu	1
8.	Ka. Bag. Keuangan	1
9.	Ka. Bag. Pemasaran	1
10.	Ka. Bag. Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan	1
11.	Ka. Bag. Administrasi dan Sumber Daya Manusia	1
12.	Ka. Bag. Umum dan Keamanan	1
13.	Ka. Sek. Proses	1
14.	Ka. Sek. Utilitas	1
15.	Ka. Sek. Pemeliharaan dan Bengkel	1
16.	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1
17.	Ka. Sek. Penelitian dan Pengembangan	1
18.	Ka. Sek. Laboratorium dan Pengendalian Mutu	1
19.	Ka. Sek. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1
20.	Ka. Sek. Unit Pengolahan Limbah	1
21.	Ka. Sek. Tata Usaha	1
22.	Ka. Sek. Personalia	1
23.	Ka. Sek. Hubungan Masyarakat	1
24.	Ka. Sek. Keamanan	1
25.	Karyawan Proses	4
26.	Karyawan Utilitas	3
27.	Karyawan. Pemeliharaan dan Bengkel	5
28.	Karyawan Listrik dan Instrumentasi	5
29.	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	5
30.	Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu	5
31.	Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	5
32.	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	5
33.	Karyawan Tata Usaha	5
34.	Karyawan Personalia	5
35.	Karyawan Hubungan Masyarakat	5
36.	Karyawan Keamanan	10
37.	Operator	45
38.	Sekretaris	3
39.	Dokter	3
40.	Perawat	5
41.	Sopir	5
42.	<i>Cleaning Service</i>	10
<b>Total</b>		<b>157</b>



#### 4.6.5. Pembagian Jam Kerja dan Sistem Gaji Karyawan

##### 1. Pembagian Jam Kerja

Pabrik asam nitrat ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam dalam sehari. Sisa hari yang tidak termasuk hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan (*maintenance*) dan *shut down*. Oleh karena itu, untuk menjaga kelancaran proses produksi serta kegiatan administrasi dan pemasaran, maka pembagian jam kerja harus diatur seefektif dan seefisien mungkin. Berdasarkan jam kerjanya, karyawan pada perusahaan ini dibedakan menjadi dua golongan yaitu :

###### a. Karyawan *Non-Shift*

Karyawan *non-shift* merupakan karyawan yang tidak menangani secara langsung proses produksi. Karyawan *non-shift* meliputi jajaran direksi, kepala bagian, kepala seksi serta jabatan-jabatan di bawahnya yang bekerja di kantor. Karyawan *non-shift* bekerja selama 5 hari selama seminggu dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam kerja	: Senin-Jumat pukul 07.00-16.00 WIB
Jam istirahat	: Senin-Kamis pukul 12.00-13.00 WIB Jumat pukul 11.30-13.30 WIB

###### b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* merupakan karyawan yang menangani secara langsung proses produksi atau mengatur bagian tertentu dari pabrik yang berhubungan dengan keamanan dan kegiatan produksi. Sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, dan beberapa bagian lain harus siaga demi keselamatan dan keamanan pabrik. Karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian dalam sehari semalam, dengan pembagian *shift* sebagai berikut:

<i>Shift</i> 1	: pukul 07.00-15.00
<i>Shift</i> 2	: pukul 15.00-23.00

*Shift* 3 : pukul 23.00-07.00

Jam kerja *shift* berlangsung selama 8 jam sehari dan mendapat pergantian *shift* setiap 3 hari kerja sekali. Karyawan *shift* bekerja dengan sistem 3 hari kerja, 1 hari libur. Pada Hari Minggu dan libur hari besar semua karyawan *shift* tidak libur. Namun, setiap karyawan mendapatkan jatah cuti selama 12 hari setiap tahunnya. Pembagian *shift* dilakukan dalam 4 regu, dimana 3 regu mendapat giliran *shift* sedangkan 1 regu libur. Jadwal *shift* karyawan dapat dilihat pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Jadwal *Shift* Karyawan

Regu	Hari														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>A</b>	I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I
<b>B</b>		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II
<b>C</b>	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III
<b>D</b>	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III	

Tabel 4.37 Jadwal *Shift* Karyawan (Lanjutan)

Regu	Hari														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>A</b>		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II
<b>B</b>	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III
<b>C</b>	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III	
<b>D</b>	I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I

Keterangan :

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

A, B, C dan D : Regu kerja

I, II dan III : *Shift* ke-

 : Libur

## 2. Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan ini terbagi menjadi tiga jenis, yaitu:

### a. Gaji Bulanan

Gaji bulanan merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan dan dibayarkan pada tanggal 1 setiap bulannya.

### b. Gaji Harian

Gaji harian merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian dan karyawan borongan.

### c. Gaji Lembur

Gaji lembur merupakan gaji tambahan yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

Rincian gaji setiap karyawan pada setiap jabatan dapat dilihat pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 Gaji Karyawan

No.	Jabatan	Gaji/Bulan
1.	Direktur Utama	Rp. 45.000.000
2.	Direktur Teknik dan Produksi	Rp. 30.000.000
3.	Direktur Keuangan dan Pemasaran	Rp. 30.000.000
4.	Direktur Sumber Daya Manusia dan Umum	Rp. 30.000.000
5.	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	Rp. 15.000.000
6.	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi	Rp. 15.000.000
7.	Ka. Bag. Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu	Rp. 15.000.000
8.	Ka. Bag. Keuangan	Rp. 15.000.000
9.	Ka. Bag. Pemasaran	Rp. 15.000.000
10.	Ka. Bag. Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan	Rp. 15.000.000
11.	Ka. Bag. Administrasi dan Sumber Daya Manusia	Rp. 15.000.000
12.	Ka. Bag. Umum dan Keamanan	Rp. 15.000.000
13.	Ka. Sek. Proses	Rp. 10.000.000
14.	Ka. Sek. Utilitas	Rp. 10.000.000
15.	Ka. Sek. Pemeliharaan dan Bengkel	Rp. 10.000.000
16.	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	Rp. 10.000.000
17.	Ka. Sek. Penelitian dan Pengembangan	Rp. 10.000.000
18.	Ka. Sek. Laboratorium dan Pengendalian Mutu	Rp. 10.000.000
19.	Ka. Sek. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	Rp. 10.000.000
20.	Ka. Sek. Unit Pengolahan Limbah	Rp. 10.000.000
21.	Ka. Sek. Tata Usaha	Rp. 10.000.000
22.	Ka. Sek. Personalia	Rp. 10.000.000
23.	Ka. Sek. Hubungan Masyarakat	Rp. 10.000.000
24.	Ka. Sek. Keamanan	Rp. 10.000.000
25.	Karyawan Proses	Rp. 6.500.000
26.	Karyawan Utilitas	Rp. 6.500.000
27.	Karyawan. Pemeliharaan dan Bengkel	Rp. 6.000.000
28.	Karyawan Listrik dan Instrumentasi	Rp. 6.000.000
29.	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	Rp. 6.000.000
30.	Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu	Rp. 6.000.000
31.	Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	Rp. 6.000.000
32.	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	Rp. 6.000.000
33.	Karyawan Tata Usaha	Rp. 4.000.000
34.	Karyawan Personalia	Rp. 4.000.000
35.	Karyawan Hubungan Masyarakat	Rp. 4.000.000
36.	Karyawan Keamanan	Rp. 4.500.000
37.	Operator	Rp. 6.000.000
38.	Sekretaris	Rp. 5.000.000
39.	Dokter	Rp. 10.000.000
40.	Perawat	Rp. 4.500.000
41.	Sopir	Rp. 3.000.000
42.	<i>Cleaning Service</i>	Rp. 3.000.000

#### 4.6.6. Ketenagakerjaan

Setiap karyawan mempunyai hak dalam hal ketenagakerjaan seperti yang tertuang dalam peraturan perundang-undangan. Hak-hak tersebut antara lain :

##### 1. Tunjangan

Tunjangan karyawan terdiri dari :

- a. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
- c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
- d. Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang hari raya Idul Fitri.

##### 2. Hari Libur Nasional

Untuk karyawan harian (*non-shift*), hari libur nasional dihitung sebagai hari libur kerja. Sedangkan bagi karyawan *shift*, hari libur nasional dihitung sebagai kerja lembur (*overtime*).

##### 3. Hak Cuti

Hak cuti karyawan terdiri dari :

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun. Apabila hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun tersebut.
- b. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter, termasuk kepada karyawan wanita yang melahirkan.

##### 4. Fasilitas Karyawan

Dalam rangka meningkatkan produktifitas karyawan, perusahaan menyediakan berbagai fasilitas yang dapat digunakan oleh karyawan untuk menjaga kondisi jasmani dan rohani

karyawan, sehingga mereka tidak merasa jenuh dalam menjalankan pekerjaan sehari-hari dan kegiatan dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Fasilitas yang disediakan perusahaan meliputi:

a. Poliklinik

Poliklinik disediakan bertujuan untuk menjaga kesehatan karyawan yang merupakan salah satu hal yang berpengaruh dalam efisiensi produksi pabrik. Poliklinik yang disediakan ditangani oleh dokter dan perawat.

b. Pakaian Kerja

Perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya kepada semua karyawan untuk menghindari kesenjangan antar karyawan. Selain itu, perusahaan menyediakan masker dan berbagai alat pelindung diri (APD) lain sebagai alat pengaman kerja.

c. Makan dan Minum

Makan dan minum disediakan sebanyak satu kali dalam sehari oleh perusahaan yakni pada jam makan siang. Makanan dan minuman direncanakan akan dikelola oleh perusahaan *catering* yang ditunjuk perusahaan.

d. Tempat Ibadah

Tempat ibadah yang disediakan perusahaan berupa masjid, agar karyawan tetap dapat melaksanakan kewajiban rohani dan aktivitas keagamaan lainnya.

e. Transportasi

Untuk meringankan beban pengeluaran karyawan, perusahaan menyediakan alat transportasi bagi karyawan yang tidak menggunakan transportasi pribadi berupa *shuttle bus*. Bus akan beroperasi di beberapa titik tempat tinggal karyawan untuk mengantar dan menjemput karyawan saat akan berangkat dan pulang bekerja.

5. Jaminan Ketenagakerjaan

Perusahaan menyediakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan kerja bagi karyawan yang dikelola oleh Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial Tenaga Kerja (JAMSOSTEK).

#### 4.7. Evaluasi Ekonomi

Untuk dapat memperkirakan apakah dari segi ekonomi suatu pabrik yang akan didirikan layak atau tidak dan menguntungkan atau tidak dalam segi investasi modal, maka perlu dilakukan evaluasi ekonomi dalam prarancangan pabrik tersebut. Hal ini dilakukan dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lama waktu pengembalian modal investasi dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Beberapa faktor yang ditinjau dalam evaluasi ekonomi ini antara lain :

1. *Return on Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*
4. *Break Even Point (BEP)*
5. *Shut Down Point (SDP)*

Namun, ada beberapa hal yang perlu diperkirakan sebelum melakukan analisis terhadap kelima faktor di atas, seperti:

1. Penentuan modal industri (*fixed capital investment*), yang meliputi :
  - a. Modal tetap (*fixed capital investment*)
  - b. Modal kerja (*working capital investment*)
2. Penentuan total biaya produksi (*Total production cost*), yang meliputi :
  - a. Biaya pembuatan (*manufacturing cost*)
  - b. Biaya pengeluaran umum (*general expenses*)
3. Pendapatan modal

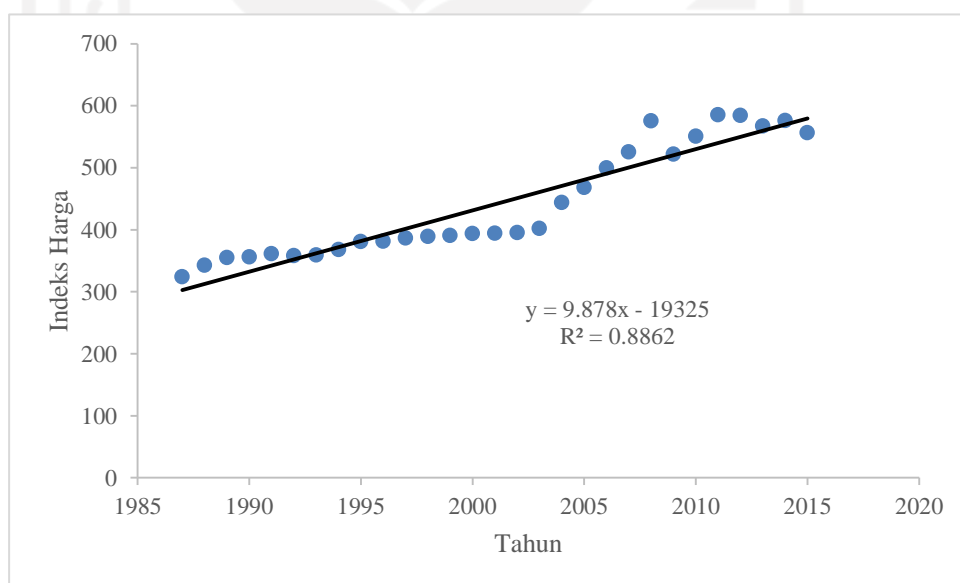
Perkiraan yang perlu dilakukan untuk mengetahui titik impas, adalah sebagai berikut:

- a. Biaya tetap per tahun (*fixed cost annual*)
- b. Biaya variabel per tahun (*variable cost annual*)
- c. Biaya mengambang (*regulated cost annual*)

#### 4.7.1. Perkiraan Harga Alat

Setiap tahunnya, harga alat akan selalu mengalami perubahan tergantung pada kondisi ekonomi pada tahun tersebut. Sehingga untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun merupakan satu hal yang sangat sulit. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dengan mencari tahu terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Untuk mengetahui harga alat pada tahun pendirian pabrik yaitu tahun 2025, maka dicari index pada tahun tersebut. Harga indeks tahun 2025 dapat diperkirakan dengan data indeks dari tahun-tahun sebelumnya. Pada analisis ini digunakan data indeks harga dari tahun 1987 sampai 2019 (Sumber: chemengonline.com/pci), yang kemudian dicari dengan menggunakan persamaan regresi linier. Grafik hubungan antara tahun dan index harga ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara Tahun dan Indeks Harga

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, berdasarkan data di atas maka didapatkan persamaan berikut:

$$y = 9,878x - 19.325$$



Dimana :

y = indeks harga

x = tahun pembelian

Dari persamaan di atas didapat harga indeks pada tahun 2025 adalah 677,95. Untuk memperkirakan harga alat, terdapat dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga (Aries dan Newton, 1955).

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y}$$

Dimana :

$E_x$  : Harga alat pada tahun x

$E_y$  : Harga alat pada tahun y

$N_x$  : Indeks harga pada tahun x

$N_y$  : Indeks harga pada tahun y

Apabila terdapat suatu alat dengan kapasitas tertentu yang tidak ada spesifikasinya dalam referensi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan berikut (Peters et al., 2003).

$$E_b = E_a \left[ \frac{C_b}{C_a} \right]^{0,6}$$

Dimana :

$E_b$  : Harga alat b

$E_a$  : Harga alat a

$C_b$  : Kapasitas alat b

$C_a$  : Kapasitas alat a

Harga eksponen tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk berbagai macam jenis alat dapat dilihat pada Peter and Timmerhaus, "Plant Design And Economic for Chemical Engineering", 3th edition. Untuk alat yang tidak diketahui harga eksponennya maka diambil harga x sebesar 0,6. Daftar harga

alat proses dapat dilihat pada Tabel 4.40, sementara daftar harga alat utilitas dapat dilihat pada Tabel 4.41.

Tabel 4.40 Harga Alat Proses

No.	Nama Alat	Jumlah	Harga Alat (USD)
1.	<i>Cooler</i>	1	128.203,062
2.	<i>Absorber</i>	1	695.269,767
3.	Kompresor	1	228.297,691
4.	Tangki Amonia	1	106.617,375
5.	Tangki Asam Nitrat	1	139.685,237
6.	Pompa-01	1	6.590,036
7.	Pompa-02	1	7.531,470
8.	<i>Vaporizer</i>	1	17.416,525
9.	<i>Filter Udara</i>	1	34.413,91
10.	<i>Furnace</i>	1	219.886,921
11.	<i>Filter Gas Amonia</i>	1	26.463,257
12.	<i>Bag Filter</i>	1	56.988,562
13.	<i>Blower-01</i>	1	6.078,77
14.	<i>Blower-02</i>	1	5.648,603
15.	Kondensor	1	92.495,869
16.	<i>Expansion Valve-01</i>	1	24,679
17.	<i>Expansion Valve-02</i>	1	38,410
18.	Reaktor	1	592.998,228
19.	Oksidator	1	598.219,98
20.	<i>Expansion Valve-03</i>	1	38,634
21.	Ekspander	1	117.480,544

Tabel 4.41 Harga Alat Utilitas

No.	Nama Alat	Jumlah	Harga Alat (USD)
1.	Pompa-1	2	15.651,337
2.	Pompa-2	2	15.651,337
3.	Pompa-3	2	15.651,337
4.	Pompa-4	2	1.765,188
5.	Pompa-5	2	15.651,337
6.	Pompa-6	2	15.651,337
7.	Pompa-7	2	15.651,337
8.	Pompa-8	2	15.651,337
9.	Pompa-9	2	15.651,337
10.	Pompa-10	2	1.765,188
11.	Pompa-11	2	4.589,490
12.	Pompa-12	2	4.589,490
13.	Pompa-13	2	2.471,264
14.	Pompa-14	2	15.533,657
15.	Pompa-15	2	15.533,657
16.	Pompa-16	2	1.765,188
17.	Pompa-17	2	3.883,414
18.	Pompa-18	2	3.883,414
19.	Pompa-19	2	1.765,188
20.	Pompa-20	2	3.883,414
21.	<i>Cooling Tower-01</i>	1	187.887,926
22.	<i>Cooling Tower-02</i>	1	227.817,122
23.	<i>Boiler</i>	1	275.957,776
24.	Tangki Alum	1	49.765,638
25.	Tangki Klorin	1	13.586,563
26.	Tangki Air Bersih	1	40.975,345
27.	Tangki <i>Service Water</i>	1	16.782,407
28.	<i>Mixed bed</i>	1	3.190,490
29.	Tangki NaCl	1	697,921
30.	Tangki Air Demin	1	16.534,578
31.	Tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1	1.364,889
32.	Tangki Kaporit	1	1.638,491
33.	Tangki Bahan Bakar <i>Boiler</i>	1	7.010,661
34.	Tangki Bahan Bakar Generator	1	80.159,244
35.	Tangki <i>Dowtherm A</i>	1	10.449,853
36.	Bak Sedimentasi	1	12.229,533
37.	Bak Penggumpal	1	1.176,540
38.	Bak Pengendap 1	1	12.227,200
39.	Bak Pengendap 2	1	12.227,200
40.	Bak Sementara	1	3.054,787
41.	Bak Air pendingin	1	2.939,522
42.	<i>Cooler</i>	1	12.134,832
43.	<i>Sand Filter</i>	1	148.762,496
44.	<i>Screener</i>	1	13.886,148
45.	<i>Deaerator</i>	1	1.398,279

#### 4.7.2. Dasar Perhitungan

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi pabrik asam nitrat ini adalah :

1. Kapasitas produksi : 50.000 ton/tahun
2. Satu tahun operasi : 330 hari
3. Pabrik didirikan tahun: 2025
4. Nilai kurs mata uang : \$1 = Rp 14.500
5. Umur alat : 10 tahun

#### 4.7.3. Perhitungan Biaya

##### 4.7.3.1. Capital Investment

*Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya (Peters dan Timmerhaus, 2004). *Capital investment* meliputi :

##### 1. Fixed Capital Investment

*Fixed Capital Investment* adalah modal yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik (Peters dan Timmerhaus, 2004). Setelah melakukan perhitungan rencana maka pabrik asam nitrat ini memerlukan rencana *physical plant cost, direct plant cost, fixed capital instrument*. Hasil perhitungan masing-masing dapat dilihat pada Tabel 4.42-4.44.

Tabel 4.42 *Physical Plant Cost (PPC)*

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	<i>Purchased Equipment cost</i>	64.102.780.280	4.420.881
2.	<i>Delivered Equipment Cost</i>	16.025.695.070	1.105.220
3.	<i>Instalation Cost</i>	10.092.872.233	696.060
4.	<i>Piping Cost</i>	34.927.173.490	2.408.771
5.	<i>Instrumentation Cost</i>	15.954.960.968	1.100.342
6.	<i>Insulation Cost</i>	2.398.328.159	165.402
7.	<i>Electrical Cost</i>	6.410.278.028	442.088
8.	<i>Building Cost</i>	20.088.000.000	1.385.379
9.	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	29.698.000.000	2.048.138
<b>Total PPC</b>		199.698.088.228	13.772.282

Tabel 4.43 *Direct Plant Cost (DPC)*

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	<i>Engineering and Construction</i>	39.939.617.646	2.754.456.39
2.	<i>Physical Plant Cost</i>	199.698.088.228	13.772.282
<b>Total DPC</b>		239.637.705.873	16.526.738.34

Tabel 4.44 *Fixed Capital Instrument (FCI)*

No	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	<i>Direct Plant Cost</i>	239.637.705.873	16.526.738
2.	<i>Cotractor's fee</i>	9.585.508.235	661.070
3.	<i>Contingency</i>	23.963.770.587	1.652.674
<b>Total FCI</b>		273.186.984.696	18.840.482

### 2. *Working Capital Investment (WCI)*

*Working Capital Investment* adalah modal yang dibutuhkan untuk menjalankan operasional pabrik selama waktu tertentu (Peters dan Timmerhaus, 2004). *Working Capital Investment* dapat dilihat pada Tabel 4.45.

Tabel 4.45 *Working Capital Investment*

No	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	<i>Raw Material Inventory</i>	68.923.422.678	4.753.339
2.	<i>Inproses Onventory</i>	44.766.712.549	3.087.359
3.	<i>Product Inventory</i>	89.533.425.099	6.174.719
	<i>Extended Credit</i>	131.818.181.818	9.090.909
	<i>Available Cash</i>	89.533.425.099	6.174.719
<b>Total WCI</b>		424.575.167.242	29.281.046

### 4.7.3.2. *Manufacturing Cost*

*Manufacturing cost* merupakan biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan produksi suatu produk. *Manufacturing cost* merupakan jumlah dari *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk. *Manufacturing cost* berdasarkan Aries & Newton terdiri dari:

#### 1. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

*Direct manufacturing cost* merupakan biaya pengeluaran yang berhubungan langsung operasional pabrik. *Direct manufacturing cost* dapat dilihat pada Tabel 4.46.

Tabel 4.46 *Direct Manufacturing Cost*

No.	Type of Expenses	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	<i>Raw Material</i>	758.157.649.453	52.286.734.45
2.	<i>Labor</i>	13.074.000.000	901.655.17
3.	<i>Supervision</i>	1.307.400.000	90.165.52
4.	<i>Maintenance</i>	16.391.219.082	1.130.428.90
5.	<i>Plant Supplies</i>	2.458.682.862	169.564.34
6.	<i>Royalty and Patents</i>	14.500.000.000	1.000.000.00
7.	<i>Utilities</i>	69.354.526.219	4.783.070.77
<b>Direct Manufacturing Cost (DMC)</b>		<b>875.243.477.616</b>	<b>60.361.619.15</b>

### 2. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

*Indirect manufacturing cost* merupakan biaya pengeluaran yang tidak langsung berhubungan dengan operasional pabrik.

*Indirect manufacturing cost* dapat dilihat pada Tabel 4.47.

Tabel 4.47 *Direct Manufacturing Cost*

No.	Type of Expenses	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	<i>Payroll Overhead</i>	1.961.100.000	135.248
2.	<i>Laboratory</i>	1.307.400.000	90.166
3.	<i>Plant Overhead</i>	6.537.000.000	450.828
4.	<i>Packaging and Shipping</i>	72.500.000.000	5.000.000
<b>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</b>		<b>82.305.500.000</b>	<b>5.676.241</b>

### 3. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

*Fixed manufacturing cost* merupakan biaya pengeluaran yang berhubungan dengan *initial fixed capital investment*. Biaya ini selalu dikeluarkan baik saat pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi. Sehingga, biaya ini bersifat tetap dan selalu sama, tidak bergantung waktu dan tingkat produksi. *Fixed manufacturing cost* dapat dilihat pada Tabel 4.48.

Tabel 4.48 *Fixed Manufacturing Cost*

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	<i>Depreciation</i>	21.854.958.776	1.507.239
2.	<i>Property taxes</i>	2.731.869.847	188.405
3.	<i>Insurance</i>	2.731.869.847	188.405
<b>Fixed Manufacturing Cost</b>		<b>27.318.698.470</b>	<b>1.884.048</b>

Tabel 4.49 *Total Manufacturing Cost*

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	875.243.477.616	60.361.619
2.	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	82.305.500.000	5.676.241
3.	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	27.318.698.470	1.884.048
<b>Total Manufacturing Cost</b>		984.867.676.085	67.921.909

#### 4.7.3.3. General Expense

*General expenses* merupakan biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk dalam *manufacturing cost*. *General expense* dapat dilihat pada Tabel 4.50.

Tabel 4.50 *General Expense*

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	<i>Administration</i>	29.546.030.283	2.037.657
2.	<i>Sales Expense</i>	167.427.504.934	11.546.724
3.	<i>Research</i>	78.789.414.087	5.433.753
4.	<i>Finance</i>	13.955.243.039	962.431
<b>Total Manufacturing Cost</b>		289.718.192.343	19.980.565

Tabel 4.51 *Total Production Cost*

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	984.867.676.085.250	67.921.908.70
2.	<i>General Expenses (GE)</i>	289.718.192.342.630	19.980.564.99
<b>Total Production Cost (TPC)</b>		1.274.585.868.427.880	87.902.473.68

#### 4.7.4. Analisis Keuntungan

##### 1. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp. 1.450.000.000.000  
 Total biaya produksi : Rp. 1.274.585.868.428  
 Keuntungan : Total penjualan - Total biaya produksi  
 : Rp. 175.414.131.572

##### 2. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak : 25 % x Rp. 175.414.131.572  
 : Rp. 43.853.532.893  
 Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak – pajak  
 : Rp. 131.560.598.679

#### 4.7.5. Analisis Kelayakan

##### 4.7.4.1. Return on Investment (ROI)

*Return on investment* adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko tinggi minimum adalah 44% (Aries dan Newton, 1955).

Persamaan untuk menghitung ROI adalah sebagai berikut.

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

##### 1. ROI Sebelum Pajak (ROI<sub>b</sub>)

$$ROI_b = \frac{\text{Keuntungan sebelum pajak}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

$$ROI_b = \frac{\text{Rp. 175.414.131.572}}{\text{Rp. 273.186.984.696}} \times 100\% = 64,21\%$$

##### 2. ROI Setelah Pajak (ROI<sub>a</sub>)

$$ROI_a = \frac{\text{Keuntungan setelah pajak}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

$$ROI_a = \frac{\text{Rp. 131.560.598.679}}{\text{Rp. 273.186.984.696}} \times 100\% = 48,16\%$$

##### 4.7.4.2. Pay Out Time (POT)

*Pay out time* adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko tinggi maksimal adalah 2 tahun (Aries dan Newton, 1955). Persamaan untuk menghitung POT adalah sebagai berikut.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{keuntungan} + \text{depresiasi})}$$

##### 1. POT Sebelum Pajak (POT<sub>b</sub>)

$$POT_b = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{keuntungan} + \text{depresiasi})}$$

$$POT_b = \frac{\text{Rp. 273.186.984.696}}{(\text{Rp. 175.414.131.572} + \text{Rp. 21.854.958.776})} \\ = 1,4 \text{ tahun}$$



## 2. POT Setelah Pajak (POTa)

$$POTa = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{keuntungan} + \text{depresiasi})}$$

$$POTa = \frac{\text{Rp. 273.186.984.696}}{(\text{Rp. 131.560.598.679} + \text{Rp. 21.854.958.776})}$$

$$= 1,8 \text{ tahun}$$

### 4.7.4.3. Break Even Point (BEP)

*Break even point* adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan. Nilai BEP pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60%. Pabrik akan untung jika beroperasi diatas BEP, dan akan rugi jika beroperasi dibawah BEP. Persamaan untuk menghitung BEP adalah sebagai berikut.

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

Dimana :

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

Tabel 4.52 *Annual Fixed Cost (Fa)*

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	<i>Depreciation</i>	21.854.958.776	1.507.239
2.	<i>Property taxes</i>	2.731.869.847	188.405
3.	<i>Insurance</i>	2.731.869.847	188.405
<b>Total Fixed Manufacturing Cost</b>		27.318.698.470	1.884.048

Tabel 4.53 *Annual Regulated Expenses (Ra)*

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	Gaji Karyawan	13.074.000.000	901.655
2.	<i>Payroll Overhead</i>	1.961.100.000	135.248
3.	<i>Supervision</i>	1.307.400.000	90.166
4.	<i>Plant Overhead</i>	6.537.000.000	450.828
5.	Laboratorium	1.307.400.000	90.166
6.	<i>General Expense</i>	289.718.192.343	19.980.565
7.	<i>Maintenance</i>	16.391.219.082	1.130.429
8.	<i>Plant Supplies</i>	2.458.682.862	169.564
<b>Total Regulated Cost</b>		332.754.994.287	22.948.620

Tabel 4.54 Annual Variable Value (Va)

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	Raw Material	758.157.649.453	52.286.734
2.	Packaging and Shipping	72.500.000.000	5.000.000
3.	Utilities	69.354.526.219	4.783.071
4.	Royalty & Patent	14.500.000.000	1.000.000
<b>Total Variable Cost</b>		914.512.175.672	63.069.805

Tabel 4.55 Annual Sales Value (Sa)

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (\$)
1.	Annual Sales Value	1.450.000.000.000	100.000.000
<b>Annual Sales Value (Sa)</b>		1.450.000.000.000	100.000.000

Dengan menggunakan data yang terdapat pada Tabel. 4.45–4.48, maka didapatkan nilai BEP sebesar :

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

$$BEP = \frac{(27.318.698.470 + 0,3 \times 332.754.994.287)}{(1.450.000.000.000 - 914.512.175.672 - 0,7 \times 332.754.994.287)} \times 100\%$$

$$BEP = 42,02 \%$$

#### 4.7.4.4. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah tingkat produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. Persamaan untuk menghitung SDP adalah sebagai berikut.

$$SDP = \frac{0,3 \times 332.754.994.287}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \times 100\%$$

Dimana :

Ra = Annual Regulated Expenses pada produksi maksimum

Va = Annual Variable Value pada produksi maksimum

Sa = Annual Sales Value pada produksi maksimum

Dengan menggunakan data yang terdapat pada Tabel. 4.18–4.21, maka didapatkan nilai SDP sebesar :

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

*SDP*

$$= \frac{0,3Ra}{(1.450.000.000,000 - 914.512.175.672 - 0,7 \times 332.754.994.287)} \times 100\%$$

$$SDP = 32,99 \%$$

#### 4.7.4.5. *Discaunted Cash Flow of Return (DCFR)*

*Discaunted cash flow of return* merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan untuk menghitung DCFR adalah sebagai berikut.

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

Dimana :

FC = *Fixed capital investment*

WC = *Working capital investment*

SV = *Salvage value* = depresiasi

C = *Cash flow* = *profit after taxes* + depresiasi + *finance*

n = Umur pabrik = 10 tahun

i = Nilai DCFR

Sebagai perhitungan digunakan data:

FC = Rp. 273.186.984.696

WC = Rp. 424.575.167.242

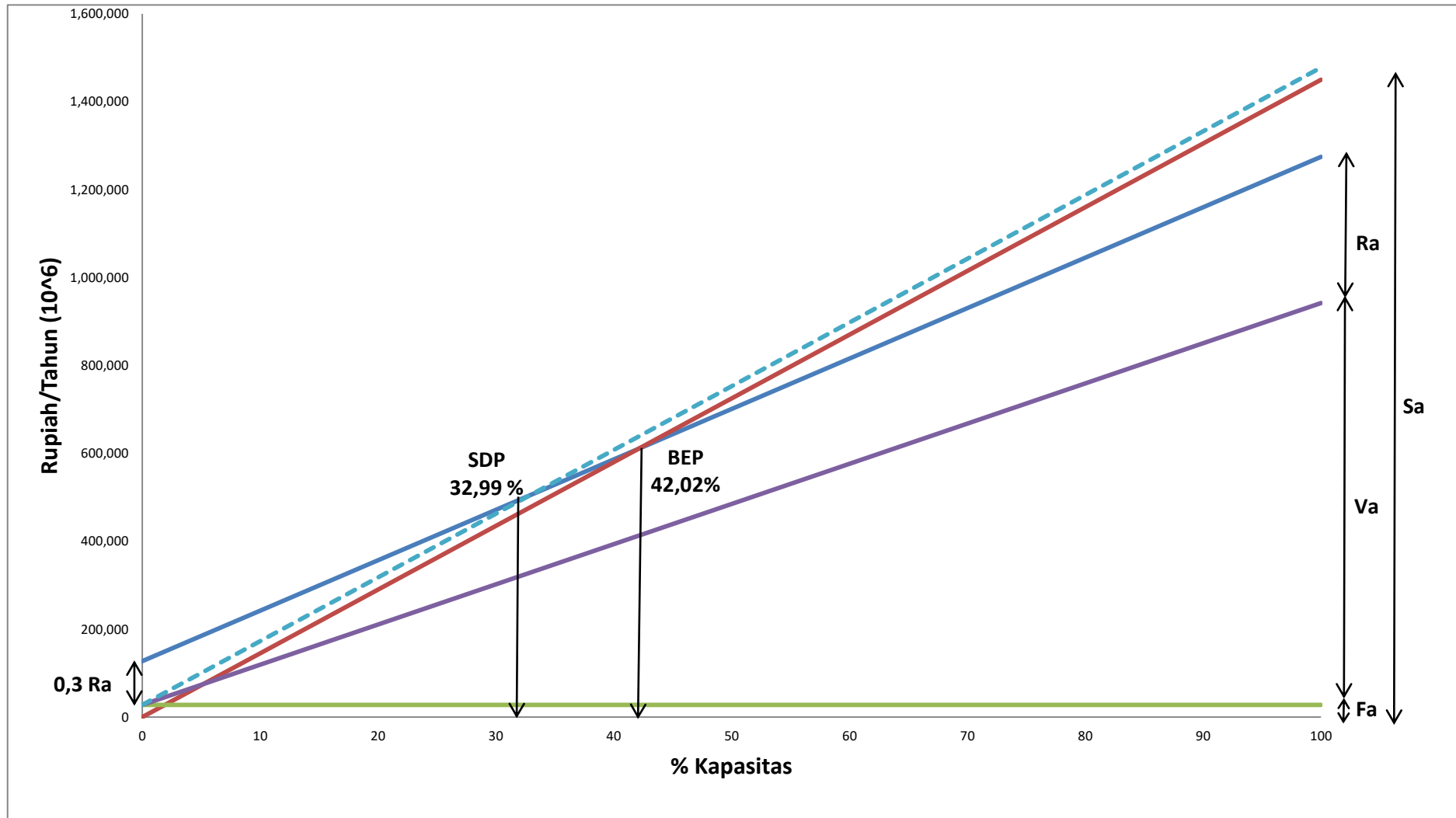
SV = Rp. 21.854.958.776

C = Rp. 145.517.348.956

n = Umur pabrik = 10 tahun

Sehingga dengan *trial & error* dapat dihitung nilai DCFR. Diperoleh nilai DCFR adalah :

DCFR : 21.22 %



Gambar 4.9. Grafik *Break Even Point*

#### 4.8. Risiko Pabrik

Tabel 4.56 Risiko Pabrik

No	Parameter Risiko	Deskripsi	Risk	
			Low	High
1.	<b>Kondisi Operasi</b>	Suhu : 900°C		√
		Tekanan : 9,8 atm		√
2.	<b>Bahan baku yang digunakan</b>			
	Ammonia (NH <sub>3</sub> )	Toksisitas : <i>Toxic by inhalation</i>		√
		<i>Explosion Limits : lower 14.8%</i>		√
		<i>Flamability : gas mudah terbakar</i>		√
		Stabilitas : bereaksi dengan air membentuk alkalis korosif		√
	Udara (O <sub>2</sub> )	Toksisitas : -		
		<i>Explosion Limits : lower 4.6%</i>	√	
<i>Flammability : non-flammable gas</i>		√		
Stabilitas : Stabil	√			
3.	<b>Sifat produk yang dihasilkan</b>			
	Asam nitrat (HNO <sub>3</sub> )	Toksisitas : <i>Irritant</i>		√
		<i>Explosion Limits :-</i>		
		<i>Flammability : non-flammable</i>	√	
Stabilitas : Bereaksi dengan O <sub>2</sub> membentuk panas, dan gas yang <i>toxic</i> , korosif, mudah terbakar.		√		
4.	<b>Regulasi Pemerintah</b>	<b>PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR P.17/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 TENTANG BAKU MUTU EMISI BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN INDUSTRI PUPUK DAN INDUSTRI AMONIUM NITRAT</b>		√

		Menetapkan Baku Mutu Emisi atau Nilai Ambang Batas (NAB) Untuk : NOx gas = 600 mg/Nm <sup>3</sup>		
		Kebijakan Pemerintah dalam bidang investasi, Pemerintah masih membuka kesempatan investasi bagi industri asam nitrat di Indonesia. Hal ini terlihat dalam <i>Daftar Negatif Investasi (DNI) yang tertuang dalam Keppres No.54 tahun 1993</i> , bahwa asam nitrat tidak termasuk dalam bidang usaha yang tertutup mutlak bagi penanam modal, sehingga masih terbuka peluang investasi untuk PMDN maupun PMA	√	
5.	<b>Keberadaan Pabrik</b>	Hanya terdapat 1 pabrik Asam Nitrat yang didirikan di Indonesia, yaitu: PT. Multi Nitrotama Kimia		√

Melihat parameter pada Tabel 4.56, maka pabrik Asam Nitrat dikategorikan sebagai pabrik dengan risiko tinggi (*high risk*)

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Kesimpulan dari perancangan pabrik asam nitrat ini adalah sebagai berikut :

1. Pabrik asam nitrat dari amonia dan udara dengan kapasitas 50.000 ton/tahun ini tergolong sebagai pabrik berisiko tinggi berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta regulasi pemerintah.
2. Pabrik asam nitrat ini didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan terhadap impor, membantu memperbaiki perekonomian negara, mendorong berdirinya industri hilir yang menggunakan bahan baku asam nitrat dan menyediakan lapangan pekerjaan.
3. Pabrik asam nitrat dengan kapasitas 50.000 ton/tahun ini membutuhkan bahan baku amonia sebesar 1.483,649 kg/jam dan oksigen sebesar 5.304,822 kg/jam.
4. Pabrik asam nitrat ini akan didirikan pada tahun 2025 di Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, kemudahan pemasaran, kemudahan sarana utilitas seperti sumber air, kemudahan akses transportasi dan ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan berkualitas.

5. Berdasarkan evaluasi ekonomi yang telah dilakukan, diperoleh bahwa :

Tabel 5.1 Hasil Analisa Ekonomi

Parameter kelayakan	Perhitungan	Standar Kelayakan
<b>Keuntungan :</b>		
a. Keuntungan sebelum pajak	Rp.175.414.131.572	25 % (pajak.co.id)
b. Keuntungan setelah pajak	Rp. 131.560.598.679	
<b>Return on Investment (ROI) :</b>		
a. ROI sebelum pajak	64,21 %	Min. 44 %
b. ROI setelah pajak	48,16 %	
<b>Pay Out Time (POT):</b>		
a. POT sebelum pajak	1,4 tahun	Maks. 2 tahun
b. POT setelah pajak	1,8 tahun	
<b>Break Even Point (BEP)</b>	<b>42,02 %</b>	
<b>Shut Down Point (SDP)</b>	<b>32,99 %</b>	
<b>Discaunted Cash Flow Return (DCFR)</b>	<b>21,22 %</b>	<b>&gt;1,5 bunga bank = minimum = 7,8 %</b>

Dari hasil analisa ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik asam nitrat dari amonia dan udara dengan kapasitas 50.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

## 5.2. Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut:

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk asam nitrat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat melihat pesatnya kebutuhan masyarakat saat ini.
4. Pemenuhan bahan baku didapatkan dari produk pabrik lain sehingga pemenuhan bahan baku tergantung pada produksi pabrik tersebut jadi diperlukan adanya kontrak pembelian bahan baku pada kurun waktu



tertentu agar kebutuhan bahan baku dapat terpenuhi selama pabrik berjalan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw Hill Handbook Co., Inc., New York.
- Biro Pusat Statistik, 2011-2020, [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id), Indonesia. Diakses pada 13 November 2020 pukul 15.00 WIB
- Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, *Unit Operations*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Pergamon Press, Oxford.
- Faith, W.L., and Keyes, D.B., 1961, *Industrial Chemical*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Geankoplis, C. J., and Richardson, J. F., 1989, *Transport Process and Unit Operation*, Pergamon Press, Singapore.
- Grande, C., Andreassen, K., Cavka, J., Waller, D., Lorentsen, O., & Øien, H. et al. (2018). *Process Intensification in Nitric Acid Plants by Catalytic Oxidation of Nitric Oxide*. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 57(31), 10180-10186. doi: 10.1021/acs.iecr.8b01483.
- Kirk, R. E and Othmer, D. F., 1951, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Interscience Encyclopaedia, Inc., New York.
- Kern, D.Q., 1965, *Process Heat Transfer*, McGraw Hill Book Company Inc., New York.
- Martin, Mariano, 2016, *Industrial Chemical Process Analysis and Design*, Department of Chemical Engineering, University of Salamanca, Salamanca.
- Matche, 2021. *Equipment cost*. <http://www.matche.com/>. Diakses pada tanggal 5 Oktober 2021 pukul 20.30 WIB
- Perry, R.H. and Green, D.W., 2008, *Perry's Chemical Engineers Hand Book*, 8 ed., McGraw Hill Book Company Inc., Singapore.

- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 2003, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Rase, H.F., 1977, *Chemical Reactor Design for Process Plant*, vol II, John Willey and Sons Inc., New York.
- Shreve, R., 1984. *Shreve's Chemical process industries*. 5th ed. New York: McGraw-Hill.
- Smith, J.M., Van Ness, H.C., Abbott M., 1997, *Intrduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 6ed, McGraw-Hill, Int. ed., New York.
- The Innovation Group, [www.the-innovation-group.com](http://www.the-innovation-group.com). Diakses pada tanggal 17 November 2020 pukul 17.00 WIB
- Ullmann, F. 2012. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 6th Edition. USA: Wiley-VCH VerlagGmbH dan Co. KGaA, Weinhem.
- Ulrich, G. D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons, New York.
- Walas, S.M., 1988, *Chemical Process Equipment*, 3rd ed, Butterworths Series in Chemical Engineering, USA.
- Yaws, Carl L., 1999, *Chemical Properties Handbook*, McGraw Hill, Kogakusha, Ltd., Tokyo.



# LAMPIRAN A

## LAMPIRAN

### REAKTOR (R-01)

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi bahan baku utama Ammonia dan Udara membentuk *Nitric Oxide*

Tipe reaktor : *Fixed Bed Multitube*

Kondisi operasi :

- Tekanan : 9.8 atm
- Suhu : 900 °C
- Konversi : 95% (Martin, 2016)
- Isothermal

Tipe perancangan : Silinder tegak dengan *flange and dish head (torispherical)*.

Bahan Konstruksi : *Ferritic Stainless Steel 430*

#### 1. Dasar Pemilihan Jenis Reaktor

- Reaksi pada fase gas dengan katalis serbuk padat
- Reaksi eksotermis sehingga diperlukan luas perpindahan panas yang besar agar kontak dengan pendingin optimal
- *Pressure drop* lebih kecil
- Pengendalian suhu relatif lebih mudah karena menggunakan tipe *shell and tube*.

#### 2. Dasar Pemilihan Bahan Konstruksi

- *Allowable Pressure* besar
- Tahan korosi
- Bahan khusus untuk reaktor dengan reaksi oksidasi (Perry 6ed, 1985)

### 3. Neraca Massa Komponen

Persamaan neraca massa di dalam reaktor :

**(Rate input) - (Rate Output) + (Rate of generation) = (Rate of Accumulation)**

$$G \cdot y_{A(z)} - G \cdot y_{A(z+\Delta z)} - (-r_A) \cdot M_f \cdot \Delta z = 0$$

$$G \cdot y_{A(z)} - G \cdot y_{A(z+\Delta z)} = (-r_A) \cdot M_f \cdot \Delta z \dots (1)$$

Persamaan (1) dibagi  $\Delta z$  di kedua ruas, menjadi :

$$\frac{G \cdot y_{A(z)} - G \cdot y_{A(z+\Delta z)}}{\Delta z} = (-r_A) \cdot M_f \dots (2)$$

Persamaan (2) dilimitkan dengan  $\Delta z$  mendekati 0, menjadi :

$$-\frac{d(G \cdot y_A)}{dz} = (-r_A) \cdot M_f$$

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

$$-\frac{G}{M_f} \frac{dy_A}{dz} = (-r_A) \dots (3)$$

Dimana :  $y_A = y_{A0}(1-x_A)$

$$= y_{A0} - y_{A0}x_A$$

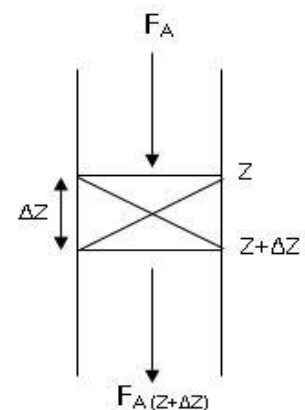
$$dy_A = -y_{A0} dx_A$$

Persamaan (3) menjadi :

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

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

$$\frac{G y_{A0}}{M_f} \int_0^{0.95} \frac{dx_A}{(-r_A)} = \int_0^z dz \dots (4)$$



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

$(-r_A)$  = kecepatan reaksi ( $\text{mol}/\text{det} \cdot \text{cm}^3$ )

$$K_{gA}^s \cdot \alpha_{WR} \cdot P_A \quad (\text{Rase vol.II,1977})$$

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

$z$  = panjang *shell* dihitung dari atas ( $\text{cm}$ )

$P_A$  = tekanan parsial  $\text{NH}_3$  ( $\text{atm}$ )

$x_A$  = konversi reaksi

$K_{gA}^s$  = koefisien transfer massa ( $\text{mol}/\text{cm}^2 \cdot \text{det} \cdot \text{atm}$ )

$\alpha_{WR}$  = luas permukaan per unit volume ( $\text{cm}^2/\text{cm}^3$ )

#### 4. Neraca Energi Komponen

Persamaan neraca energi di dalam reaktor :

**(Rate of heat input) - (Rate of heat output) + (Rate of heat reaction) + (Rate of heat generation) = (Rate of Accumulation)**

$$\text{Rate of heat input : } \int_{T_{ref}}^{T_o} \sum F_i C_{p_i} dT$$

$$\text{Rate of heat output : } \int_{T_{ref}}^T \sum F_i C_{p_i} dT$$

$$\text{Rate of reaction : } \Delta(H_R) \cdot F_{A_o} \cdot dx$$

$$\text{Rate of heat generation : } Q_s$$

Persamaan menjadi :

$$\int_{T_{ref}}^{T_o} \sum F_i C_{p_i} dT - \int_{T_{ref}}^T \sum F_i C_{p_i} dT - \Delta(H_R) \cdot F_{A_o} \cdot dx + Q_s = 0$$

$$\int_T^{T_o} \sum F_i C_{p_i} dT - \Delta(H_R) \cdot F_{A_o} \cdot dx + Q_s = 0$$

$$\sum F_i C_{p_i} dT - \Delta(H_R) \cdot F_{A_o} \cdot dx + Q_s = 0$$

$$\sum F_i C_{p_i} dT - \Delta(H_R) \cdot F_{A_0} \cdot dx + Q_s = 0$$

$$\sum F_i C_{p_i} dT = \Delta(H_R) \cdot F_{A_0} \cdot dx - Q_s$$

$$\sum F_i C_{p_i} dT = \Delta(H_R) \cdot F_{A_0} \cdot dx - Q_s$$

$$dT = \frac{\Delta(H_R) \cdot F_{A_0} \cdot dx}{\sum F_i C_{p_i}}$$

(diasumsikan adiabatik dalam perancangan reaktor)

$$T = T_o - \frac{\Delta(H_R) \cdot F_{A_0} \cdot x}{\sum F_i C_{p_i}}$$

5. Spesifikasi Reaktor :

**Data :**

Q Pendingin = 82260596 Kj/Jam = 77968238 BTU/Jam

Fluida Panas  
(Gas Produk)

T1 = 900 °C = 1173 K = 1652 °F

T2 = 900 °C = 1173 K = 1652 °F

W = 24258 Kg/Jam = 53489 lb/Jam

Fluida Dingin  
(Dowtherm A)

t1 = 30 °C = 303.15 K = 86 °F

t2 = 400 °C = 673.15 K = 752 °F

w = 53742 Kg/Jam = 118501 lb/Jam

a. Menghitung True Temperature Difference ( $\Delta t$ )

Fluida Panas (T)	Suhu	Fluida Dingin (t)	Selisih
1652.000	Suhu Tinggi	86.000	1566
1652.000	Suhu Rendah	752.000	900

$$LMTD = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln \Delta t_2 / \Delta t_1}$$

Pers. 5.14, Kern

LMTD = 1202.415 °F

$$LMTD, R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1}, S = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1}$$

Pers. 7.42, Kern

$\Delta t = LMTD \times F_T$  ( $F_T$  from Fig. 18)

R = 0

S = 0.4



$$\begin{aligned}
 F_T &= 1 \\
 \Delta t &= 1202.415 \text{ }^\circ\text{F} = 650.23 \text{ }^\circ\text{C} \\
 T_{av} &= 1652.000 \text{ }^\circ\text{F} \\
 t_{av} &= 419.000 \text{ }^\circ\text{F} = 215 \text{ }^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

**b. Menghitung Luas Penampang Panas (A)**

Nilai  $U_d$  dan dimensi *tube* ditrial hingga didapatkan  $R_d$  hitung  $\geq R_d$  total, dimana :

$$R_d \text{ total} = R_d \text{ inside} + R_d \text{ outside}$$

Nilai  $R_{di}$  dan  $R_{do}$  didapatkan dari Tabel 12 hal 845 Kern,  $R_{do} = \text{Dowtherm A}$

(*organic liquid*),  $R_{di} = \text{produk (gas)}$ .

$$R_{do} = 0.001 \text{ BTU}/(\text{jam})(\text{ft}^2)(^\circ\text{F})$$

$$R_{di} = 0.0005 \text{ BTU}/(\text{jam})(\text{ft}^2)(^\circ\text{F})$$

$$R_d \text{ total} = 0.0015 \text{ BTU}/(\text{jam})(\text{ft}^2)(^\circ\text{F})$$

Dari Table B.4 hal 477 *Chemical Process Design*, Wiley diketahui nilai  $U_d$  adalah

20 - 300 untuk fluida panas dan fluida dingin berupa *gas-water*, diasumsikan :

$$U_d = 45 \text{ BTU}/(\text{jam})(\text{ft}^2)(^\circ\text{F})$$

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta t}$$

$A = 1440.956 \text{ ft}^2$ , Karena nilai  $A \geq 200 \text{ ft}^2$  maka digunakan *shell and tube*.

**c. Data Tube**

Dari Tabel 10 hal 843 Kern dipilih data *tube* sebagai berikut :

Tube OD		3/4	in
BWG		18	
Wall Thickness		0.049	in
ID		0.652	in
Flow area per tube		0.334	in <sup>2</sup>
Surface per lin ft	Outside (a")	0.1963	ft <sup>2</sup> /lin ft
	Inside	0.1707	ft <sup>2</sup> /lin ft
Weight per lin ft		0.401	lb steel

#### d. Menghitung Jumlah Tube

Jika fluida panas mengalir didalam tube, maka luas permukaan transfer panasnya =  $\pi \times OD \times L$  atau surface per lin ft outside x panjang tube.

Jika fluida panas mengalir didalam shell, maka luas permukaan transfer panasnya =  $\pi \times ID \times L$  atau surface per lin ft inside x panjang tube

$$a_o = 0.1963 \text{ ft}^2/\text{lin ft}$$

Direncanakan panjang tube (L) = 12 ft (Perry, 1980 : hal 11-11)

$$\text{Number of tubes}(Nt) = \frac{A}{L \times a_o} = 612 \text{ tubes}$$

Dipilih square pitch karena :

- Baik untuk kondisi yang membutuhkan pressure drop rendah
- Pembersihan luar tube secara mekanik dapat dilakukan dengan baik
- Baik untuk menangani fluida yang fouling

Dari data diatas diketahui bahwa ada 612 tubes, 1 passes, 3/4 in OD, 1 in square pitch. Sehingga didapat data paling mendekati dari Table 9 Kern hal 841 sebagai berikut :

657 tubes, 1 passes, 3/4 in OD, 1 in square pitch, 31 shell ID

Nt =	657	OD =	3/4	in
Passes =	1	Square Pitch (PT) =	1	in
Shell ID =	31			

#### e. Koreksi Ud (Design Overall Coefficient)

$$a'' = 0.1963 \text{ ft}^2/\text{lin ft}$$

$$A = Nt \times L \times a'' = 1547.629 \text{ ft}^2$$

$$U_D = \frac{Q}{A \Delta t}$$

$$U_d = 41.89828718 \text{ BTU}/(\text{jam})(\text{ft}^2)(^\circ\text{F})$$

**f. Menghitung Nilai  $h_{io}$  dan  $h_o$**

**Menghitung  $h_{io}$**

Fluida Panas : di Tube, Gas Produk

1. Flow area per tube

$$a_t' = 0.334 \text{ in}^2$$

$$a_t = \frac{\text{No. of tubes} \times \text{flow area/tube}}{\text{No. of passes}} = N_t a_t' / 144n, \text{ ft}^2 \quad \text{Eq. (7.48)}$$

$$a_t = 1.524 \text{ ft}^2$$

2. Mass Velocity

$$G_s = \frac{W}{a_s} \quad \text{lb}/(\text{hr})(\text{ft}^2)$$

$$G_t = 35101 \text{ lb/jam.ft}^2$$

3. Menghitung nilai jH

Pada  $T_{av} = 1652 \text{ }^\circ\text{F} = 1173.15 \text{ K}$

Komponen	A	B	C
NH3	-7.847	3.67E-01	4.47E-06
H2O	-36.826	4.29E-01	-1.62E-05
O2	44.224	5.62E-01	-1.13E-04
N2	42.606	4.75E-01	-9.98E-05

Komponen	kg/jam	$X_i$	$\mu$ (mP)	$\mu.X_i$ (mP)
NH3	1483.648683	0.061161032	428.8510	26.2290
H2O	7.894081078	0.000325421	444.1596	0.1445
O2	5304.822379	0.218682775	548.0146	119.8413
N2	17461.70634	0.719830773	462.4994	332.9213
<b>Total</b>	<b>24258.07148</b>			<b>479.1362</b>

$$\mu \text{ gas pada } 1652 \text{ }^\circ\text{F} = \text{micro poise} \times 2.42 \times 0.0001 = 0.116 \text{ lb}/(\text{ft})(\text{jam})$$

De didapat dari fig.28 Kern hal 838

$$D_e = 0.95 \text{ in} = 0.079 \text{ ft}$$

$$Re_t = \frac{D_e \times G_t}{\mu}$$

$$Re = 23965$$

$$j_H = 125$$

#### 4. Menghitung nilai $h_{io}$

$$\text{Pada } T_{av} = 1652 \text{ } ^\circ\text{F} = 1173.15 \text{ K}$$

$c_{\text{NH}_3} =$	60.446	J/(mol.K)
$c_{\text{O}_2} =$	35.60	J/(mol.K)
$c_{\text{N}_2} =$	32.59	J/(mol.K)
$c_{\text{NO}} =$	34.82	J/(mol.K)
$c_{\text{H}_2\text{O}} =$	43.43	J/(mol.K)
$c_{\text{gas}} =$	35.934	J/(mol.K)

$$c_{\text{gas}} = 1123 \text{ J/(kg.K)} = 0.268 \text{ BTU/(lb.}^\circ\text{F)}$$

$k_{\text{NH}_3} =$	0.236	W/ (m.K)
$k_{\text{O}_2} =$	0.084	W/ (m.K)
$k_{\text{N}_2} =$	0.077	W/ (m.K)
$k_{\text{NO}} =$	0.081	W/ (m.K)
$k_{\text{H}_2\text{O}} =$	0.124	W/ (m.K)

$$k_{\text{gas}} = 0.094 \text{ W/(m.K)} = 0.054 \text{ BTU/(jam)(ft}^2\text{)}(^\circ\text{F/ft)}$$

$$h_o = j_H \frac{k}{D_e} \left( \frac{c\mu}{k} \right)^{1/4}$$

$$h_i = 71.321 \text{ BTU/(jam)(ft}^2\text{)}(^\circ\text{F)}$$

$$\frac{h_{io}}{\phi_t} = \frac{h_i}{\phi_t} \times \frac{ID}{OD}$$

$$h_{io} = 62.002 \text{ BTU/(jam)(ft}^2\text{)}(^\circ\text{F)}$$

## Menghitung ho

Fluida Dingin : di Shell, Dowtherm A

1. Flow area shell

$$a_s = \frac{ID \times C'B}{P_r \times 144} \quad \text{ft}^2$$

$$C' = PT - OD = 1/4 \text{ in}$$

$$B = 9 \frac{2}{7} \text{ in}$$

$$a_s = 0.501 \text{ ft}^2$$

2. Mass velocity

$$G_s = \frac{W}{a_s} \quad \text{lb}/(\text{hr})(\text{ft}^2)$$

$$G_s = 236755 \text{ lb}/\text{jam}.\text{ft}^2$$

3. Menghitung nilai jH

$$\text{Pada } T_{av} = 419 \text{ }^\circ\text{F} = 488.2 \text{ K}$$

Dari table 2 Dowtherm A, diketahui data sebagai berikut :

Viskositas ( $\mu$ )	= 0.41 centipoise	=0,992 lb/ft.jam
Panas Spesifik ( c )	= 0.492 BTU/lb.°F	
Konduktivitas Panas (k)	= 0.0641 BTU/jam.ft2 (°F/ft)	
Densitas ( $\rho$ )	= 57.02 lb/ft <sup>3</sup>	

De didapat dari fig.28 Kern hal 838

$$De = 0.95 \text{ in} = 0.079 \text{ ft}$$

$$Re_s = \frac{D_e \times G_s}{\mu}$$

$$Re_s = 18890$$

$$jH = 105$$

4. Menghitung nilai ho

$$h_o = j_H \frac{k}{D_e} \left( \frac{c\mu}{k} \right)^{1/4}$$

$$h_o = 167.266 \text{ BTU}/(\text{jam})(\text{ft}^2)(^\circ\text{F})$$

**g. Menghitung nilai  $U_c$**

$$U_c = \frac{h_{io}h_o}{h_{io} + h_o}$$

$$U_c = 45.234 \text{ BTU}/(\text{jam})(\text{ft}^2)(^\circ\text{F})$$

**h. Faktor kekotoran  $R_d$**

$$R_d = \frac{U_c - U_D}{U_c U_D}$$

$$R_d = 0.00176 \text{ jam.ft}^2.^\circ\text{F}/\text{BTU}$$

**i. Jumlah katalis yang dibutuhkan**

Umpan masuk = 24258 kg/jam

Komponen	kg/jam	kmol/jam	Fraksi berat	Fraksi mol	BM(kg/kmol)
NH <sub>3</sub>	1483.649	87.273	0.061	0.100	17
O <sub>2</sub>	5304.822	165.776	0.22	0.189	32
N <sub>2</sub>	17461.706	623.632	0.72	0.711	28
H <sub>2</sub> O	7.894	0.439	0.000	0.001	18
<b>Total</b>	<b>24258.071</b>	<b>877.120</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>27.656</b>

$$\rho_{\text{gas}} = \frac{P \cdot BM}{R \cdot T} = \frac{9.9 \text{ atm} (27,656 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}})}{8,206 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3 \cdot \text{atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \left( \frac{1000 \text{ mol}}{1 \text{ kmol}} \right) (900 + 273.15) \text{K}}$$

T operasi = 900 °C

P operasi = 9.9 atm

R gas = 0.00008206 m<sup>3</sup>.atm/K.mol

$\rho_{\text{gas}} = 2.844 \text{ kg}/\text{m}^3 = 0.177 \text{ lb}/\text{ft}^3$

Laju alir volumetrik = 8529 m<sup>3</sup>/jam

Waktu tinggal = 0.01 detik = 2.77778E-06 jam

Volume campuran gas masuk = 0.02369226 m<sup>3</sup>

$$V \text{ alat (120\% Volume gas)} = 0.028430707 \text{ m}^3$$

$$X \text{ (void fraction)} = 0.115 \text{ (Table 17.8 Walas)}$$

$$V \text{ katalis} = V \cdot \text{alat} \cdot (1-x) = 0.025161176 \text{ m}^3$$

$$\rho \text{ katalis} = 18808 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Massa katalis} = 473 \text{ kg}$$

**j. Menghitung tebal dinding reaktor**

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

Digunakan bahan Ferritic Stainless Steel type 430

$$\text{Efisiensi pengelasan (E)} = 0.85$$

$$\text{Allowable stress (f)} = 75200$$

$$\text{Faktor korosi (C)} = 0.125$$

$$P \text{ (atm)} = 9.9 \text{ atm}$$

$$P \text{ (psi)} = 145.4894$$

$$P \text{ design 120\% (psi)} = 174.5873$$

$$\text{Jari-jari shell (r)} = 15 \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$ts = 0.17 \text{ in}$$

$$ts \text{ standar} = \frac{3}{16} \text{ in} = 0.476 \text{ cm}$$

**k. Menghitung tebal head reaktor**

Bentuk head : Elliptical Dished Head (Torispherical), untuk pressure vessel (15-200) psi.

$$th = \frac{P \cdot ID_s}{2 \cdot f \cdot E - 0,2 \cdot P} + C$$

$$P \text{ design 120\% (psi)} = 174.5873 \text{ psi}$$

$$\text{Efisiensi pengelasan (E)} = 0.85$$

$$\text{Allowable stress (f)} = 75200$$

$$\text{Faktor korosi (C)} = 0.125$$

$$\text{Jari-jari shell (r)} = 15 \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$th = 0.16999 \text{ in}$$

$$th \text{ standar} = 3/16 \text{ in} = 0.476$$

$$ODs = IDs + 2*ts$$

$$ODs = 31.375 \text{ in}$$

$$OD \text{ standar} = 32 \text{ in} = 81.28 \text{ cm}$$

#### **l. Menghitung tinggi head reactor**

Diketahui,

$$ODs = 32 \text{ in}$$

$$th = 0.188 \text{ in}$$

dari tabel 5.7 Brownell diperoleh :

$$Icr = 1 \frac{3}{4} \text{ in}$$

$$r = 26$$

$$a = IDs/2 = 15.5 \text{ in}$$

$$AB = 13.75 \text{ in}$$

$$BC = 24.25 \text{ in}$$

$$AC = 19.975 \text{ in}$$

$$b = 6.025$$

Dari tabel 5.6 Brownell dengan  $th = 0.18 \text{ in}$  diperoleh  $sf = 1.5 - 2.5$ .

Diambil  $sf = 1.5 \text{ in}$

$$hH = th + b + sf$$

$$= 7.713 \text{ in} = 19.59 \text{ cm}$$

#### **m. Menghitung tinggi reaktor**

$$\text{Panjang tube} = 12 \text{ ft} = 3.6576 \text{ m}$$

$$hR = \text{panjang tube} + (2*hH)$$

$$= 4.049 \text{ m}$$

$$D = 3 \text{ ft}$$



## n. Menghitung tebal isolasi

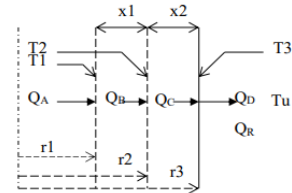
Asumsi = Keadaan steady state

Suhu dinding luar isolator 60 °C

Suhu udara luar 35 °C

Data :

- $K_s = 73 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$
- $K_{iso} = 0.246 \text{ W/m.K}$  (micro quartz fiber blanket)
- $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^2/\text{K}^4$
- $\varepsilon = 0.932$  (Kern, Tabel 4-1)
- Sifat fisis udara (Holfman, 1988. Daftar A-5) :



Keterangan :

- r1 = jari-jari dalam shell
- r2 = jari-jari luar shell
- r3 = jari-jari isolator luar
- x1 = tebal plat dinding shell
- x2 = tebal isolator
- T1 = suhu dinding dalam reaktor
- T2 = suhu dinding luar reaktor
- T3 = suhu isolator luar
- Tu = suhu udara luar

T, K	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c_p$ kJ/kg · °C	$\mu \times 10^5$ kg/m · s	$\nu \times 10^6$ m <sup>2</sup> /s	k W/m · °C	$\alpha \times 10^4$ m <sup>2</sup> /s	Pr
300	1.1774	1.0057	1.8462	15.69	0.02624	0.22160	0.708
350	0.9980	1.0090	2.075	20.76	0.03003	0.2983	0.697

Tf =	320.65	K
pf =	1.10331	kg/m <sup>3</sup>
Cp =	1.0071	kJ/kg.oC
$\mu$ =	0.00001941	kg/m.s
$\nu$ =	1.77839E-05	m <sup>2</sup> /s
k =	0.02781	W/m.oC
Pr =	0.7035	

$$Gr = \frac{L^3 \times b \times \rho f \times g \times DT}{mf^2}; \quad Ra = Gr \times Pr$$

$$Gr = 1.5555 \times 10^{12}$$

$$Ra = 1.0943 \times 10^{12}$$

Karena nilai bilangan rayleigh  $> 10^9$  maka :

$$hc = 1,31.(\Delta T)^{1/3}$$

$$hc = 3,8304 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$h_r = \sigma \varepsilon \frac{(T_w^4 - T_u^4)}{(T_w - T_u)}$$

$$h_r = 0,0242 \text{ W.m}^2/\text{K}^4$$

a. Perpindahan panas konduksi

$$Q_B = \frac{2\pi k_s L (T_1 - T_2)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \quad r1 = 0.3937 \text{ m}$$

$$r2 = 0.4064 \text{ m}$$

$$Q_C = \frac{2\pi k_{is} L (T_2 - T_3)}{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)} \quad x = 0.4415 \text{ m}$$

$$r3 = 0.8479 \text{ m}$$

b. Perpindahan panas konveksi

$$Q_R = 4180.44319$$

$$Q_D = hc.A.(T_3 - T_4) \quad QD = 2240.10018$$

$$Q_D = hc.2\pi.r_3.L.(T_3 - T_4) \quad QC = QB = 6420.5434$$

c. Panas radiasi

$$T1 = 1173.15 \text{ K}$$

$$Q_R = \varepsilon.\sigma.A.(T_3^4 - T_4^4)$$

$$Q_R = \varepsilon.\sigma.2\pi.r_3.L.(T_3^4 - T_4^4)$$

Didapati hasil *trial and error* sebagai berikut :

X (tebal isolasi) = 0.4415 m

T2 = 1173.028 K

#### o. Menghitung dimensi pipa

1. Diameter pipa input feed

Carbon steel pipe:

$$d, \text{ optimum} = 293 G^{0.53} \rho^{-0.37} \quad (5.14)$$

Densitas feed = 0.00284412 gr/cm<sup>3</sup>

D optimum = 547.0671 mm = 21.5380748 in

digunakan diameter pipa standar (Appendix K, Brownell) dengan spesifikasi :

OD =	24 in
ID =	21.938 in
Nom. Pipe size :	24
Sch number :	60

2. Diameter pipa output produk

Densitas produk = 0.00276105 gr/cm<sup>3</sup>

D optimum = 553.1 mm = 21.7756 in

digunakan diameter pipa standar (Appendix K, Brownell) dengan spesifikasi :

OD =	24 in
ID =	21.938 in
Nom. Pipe size :	24
Sch number :	60

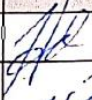
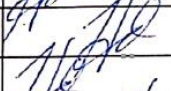
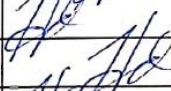



<b>Reaktor</b>	
Kode	: R-01
Fungsi	: Tempat berlangsungnya reaksi bahan baku ammonia dan udara membentuk Nitric Oxide dengan bantuan s Pt-Rh
Tipe	: Fixed Bed Multitube
Bahan Konstruksi	: Ferritic Stainless Steel type 430
Jumlah	: 1 Unit
Luas Area	: 143.779 m <sup>2</sup>
Tinggi	: 4.05 m
Diameter	: 0.81 m
Tebal Shell	: 3/16 in
U <sub>C</sub>	: 45.234 BTU/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> )
U <sub>D</sub>	: 41.898 BTU/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> )
R <sub>d</sub>	: 0.00176 (Jam.°F.ft <sup>2</sup> )/BTU
R <sub>d</sub> min	: 0.0015 (Jam.°F.ft <sup>2</sup> )/BTU
<b>Tube (Udara)</b>	
<i>Number of tubes</i>	: 657
<i>Length</i>	: 12 ft
OD	: 3/4 in
BWG	: 18
Pitch	: 1 in Square Pitch
<b>Shell (Gas Pemanas)</b>	
ID	: 31 in
Baffle Space	: 9 2/7 in
Passes	: 1
<b>Isolasi</b>	
Bahan Isolasi	: micro quartz fiber blanket
Tebal Isolasi	: 0.4415 m



# LAMPIRAN B

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

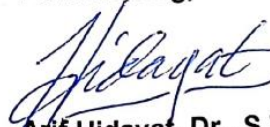
1. Nama Mahasiswa : Bayu Setiawan  
No. MHS : 17521030
2. Nama Mahasiswa : Tri Jati Pamungkas  
No. MHS : 17521090
- Judul Prarancangan \*) : PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA ASAM NITRAT  
DARI AMONIA DAN UDARA DENGAN PROSES OSTWALD  
DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN
- Mulai Masa Bimbingan : 9 Mei 2021  
Batas Akhir Bimbingan : 5 November 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	12-11-2020	Konsultasi judul TA Pra Rancangan Pabrik	
2.	15-03-2021	Kapasitas produksi, metode dan kondisi operasi	
3.	01-09-2021	Neraca massa dan diagram alir proses	
4.	21-09-2021	Perhitungan reaktor dan alat proses	
5.	05-10-2021	Utilitas dan PEFD	
6.	08-10-2021	Evaluasi ekonomi	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 8 Oktober 2021

Pembimbing,



Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T.

- \*) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
  - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Bayu Setiawan  
No. MHS : 17521030
2. Nama Mahasiswa : Tri Jati Pamungkas  
No. MHS : 17521090
- Judul Prarancangan \*) : PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA ASAM NITRAT  
DARI AMONIA DAN UDARA DENGAN PROSES OSTWALD  
DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 9 Mei 2021

Batas Akhir Bimbingan : 5 November 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	12-11-2020	Konsultasi judul TA Pra Rancangan Pabrik	
2.	21-11-2020	Konsultasi terkait kinetika reaksi proses	
3.	20-12-2020	Konsultasi kapasitas produksi	
4.	15-03-2021	Konsultasi pemilihan proses dan alat	
5.	16-03-2021	Konsultasi kondisi operasi	
6.	07-07-2021	Neraca massa dan neraca panas	
7.	02-08-2021	Perancangan reaktor	
8.	07-08-2021	Perancangan alat besar	
9.	16-09-2021	Revisi perancangan reaktor	
10.	30-09-2021	Perancangan alat kecil	
11.	11-10-2021	Konsultasi naskah	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 11 Oktober 2021

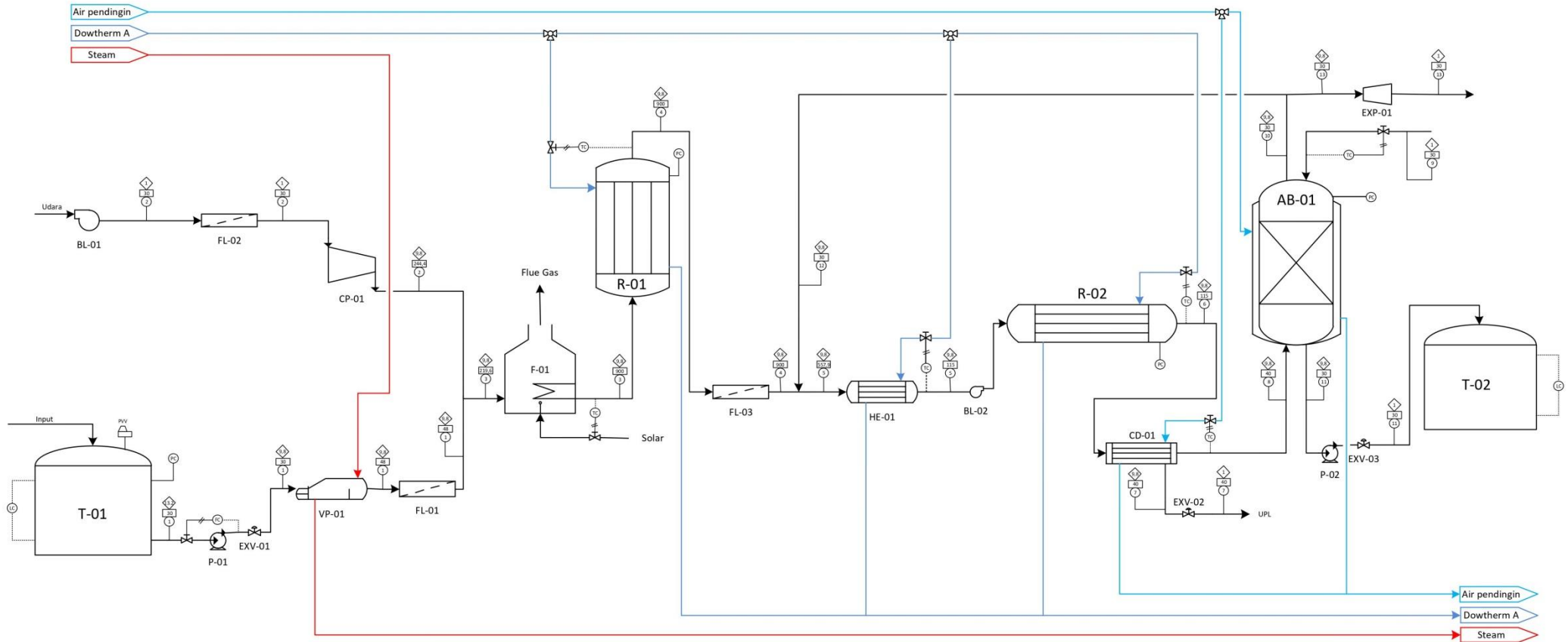
Pembimbing:

  
Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.

\*) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA ASAM NITRAT DARI AMONIA DAN UDARA**  
**KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**



Komponen	Nomor Arus (kg/jam)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
NH <sub>3</sub>	1.483,649		1.483,649										
H <sub>2</sub> O	7,894		7,894	2.364,277	2.364,277	2.364,277	2.364,277				2.209,596		
O <sub>2</sub>		5.304,822	5.304,822	1.883,703	2.188,203	609,000		609,000		609,000		304,500	304,500
N <sub>2</sub>		17.461,706	17.461,706	17.522,798	35.045,595	35.045,595		35.045,595		35.045,595		17.522,798	17.522,798
NO				2.487,293	2.990,613	29,607		29,607		1.006,639		503,320	503,320
NO <sub>2</sub>					45,861	4.586,070		4.586,070		91,721		45,861	45,861
HNO <sub>3</sub>												4.103,535	
Air make up										2.795,815			
<b>Total</b>	<b>1.491,543</b>	<b>22.766,528</b>	<b>24.258,071</b>	<b>24.258,071</b>	<b>42.634,550</b>	<b>42.634,550</b>	<b>2.364,277</b>	<b>40.270,273</b>	<b>2.795,815</b>	<b>36.752,955</b>	<b>6.313,131</b>	<b>18.376,479</b>	<b>18.376,479</b>

Keterangan			
AB	Absorber	PC	Pressure Controller
BL	Blower	R	Reaktor
CD	Kondensator	T	Tangki
CP	Kompresor	TC	Temperature Controller
EXP	Ekspander	○	Nomor arus
EXV	Expansion Valve	□	Suhu
F	Furnace	◇	Tekanan
FC	Flow Controller	⊞	Control valve
FL	Filter	—	Piping
HE	Heat Exchanger	⌒	Relief Valve
LC	Level Controller	≡	Sinyal pneumatic
P	Pompa	.....	Sinyal elektrik



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 2021

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA ASAM NITRAT**  
**DARI AMONIA DAN UDARA DENGAN PROSES OSTWALD**  
**KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

DISENUN OLEH:  
 Bayu Setiawan (17521030)  
 Tri Jati Pamungkas (17521090)

DOSEN PEMBIMBING:  
 Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.  
 Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.