

**PRA RANCANGAN PABRIK AMMONIUM NITRATE DARI AMONIA
DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES UHDE**

KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

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



Oleh:

Nama : Reza Nurfitri

Nama : Agiel Azka Fauzan

No. Mahasiswa : 16521126

No. Mahasiswa : 16521205

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reza Nurfitri

Nama : Agiel Azka Fauzan

No. Mahasiswa : 16521126

No. Mahasiswa : 16521205

Yogyakarta, September 2020

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Reza Nurfitri



Agiel Azka Fauzan

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK *AMMONIUM NITRATE* DARI
AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES UHDE
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:
Nama : Reza Nurfitri Nama : Agiel Azka Fauzan
No. Mahasiswa : 16521126 No. Mahasiswa : 16521205

Yogyakarta, September 2020

Pembimbing 1



Ir. Dalyono MSI., C.Text ATI.

Pembimbing 2



Achmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc.

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT DARI
AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES UHDE
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN PABRIK**

Oleh:

Nama : Reza Nurfitri

Nim : 16521126

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, 25 September 2020

Tim Penguji,
Dalyono, Ir., MSI., C. Text. ATI.
Ketua Penguji

Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.
Dosen Penguji 1

Ajeng Yulianti D. L., S.T., M.T.
Dosen Penguji 2



Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR



Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh

Alhamdulillah **alhamdulillahirabbil'alamiin, wassholaatu wassalaamu 'ala Rasulillah wa 'ala alihi wa man walah, wa laa hawla wa laa quwwata illa billah.** Segala puji bagi Allah Subhaanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PRA RANCANGAN PABRIK AMMONIUM NITRATE DARI AMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES UHDE KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”**. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah shalallaahu 'alaihi wa sallam, keluarganya, para sahabatnya, serta para pengikut yang setia mengikuti sunnahnya hingga akhir zaman.

Laporan ini disusun sebagai bukti bahwa telah selesainya penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir dalam waktu yang telah ditentukan dan laporan ini juga diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia. Penulis menyadari bahwa dalam mengerjakan laporan ini tidak lepas dari bimbingan, dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga tahap demi tahap dalam mengerjakan Tugas Akhir yang telah direncanakan dapat terealisasi dengan baik dan dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu wa ta'ala, atas segala limpahan Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya yang tiada henti, serta atas segala kemudahan yang telah diberikan.
2. Nabi Muhammad Shalallaahu 'alaihi wa sallam sebagai suri tauladan yang baik bagi seluruh pengikutnya.

3. Keluarga terutama kedua orangtua yang tak pernah lelah mendoakan dan mendukung setiap kegiatan serta dukungan moral, moril dan materinya.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UII.
5. Bapak Ir. Dalyono MSI., C.Text ATI dan Bapak Achmad Chafidz Mas Sahid,S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan masukan terkait Tugas Akhir ini sehingga dapat di selesaikan dengan baik.
6. Dan semua pihak yang telah memberikan bantuan sehingga Tugas Akhir ini bisa berjalan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran serta kritikan yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Wabillaahitaufiq wal hidayah.

Wassalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh

Yogyakarta, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
LEMBAR MOTTO.....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Perancangan	4
1.2.1 Jumlah Impor Ammonium Nitrat di Indonesia	5
1.2.2 Jumlah Ekspor Ammonium nitrat di Indonesia	5
1.2.3 Konsumsi Ammonium Nitrat Dalam Negeri	6
1.2.4 Produksi dalam negeri/pabrik yang sudah berdiri di Indonesia	6

1.3	Tinjauan Pustaka	8
1.3.1	Macam-macam proses pembuatan amonium nitrat.....	8
1.4	Pemilihan proses.....	10
BAB II PERANCANGAN PRODUK		13
2.1	Sifat Fisik dan Kimia	13
2.1.1	Bahan Baku	13
2.1.2	Karakteristik Produk	16
2.2	Perencanaan Produksi.....	19
2.2.1	Kemampuan Pasar.....	19
2.2.2	Kemampuan Pabrik.....	20
2.3	Pengendalian Produksi.....	20
2.3.1	Pengendalian Kualitas (<i>Quality Control</i>).....	21
2.3.2	Pengendalian Kuantitas (<i>Quantity Control</i>).....	23
2.4	Penanganan dan penyimpanan Amonium Nitrat.....	24
BAB III PERANCANGAN PROSES.....		25
3.1	Langkah Proses.....	25
3.1.1	Tahapan Persiapan Bahan Baku.....	25
3.1.2	Tahap Pembentukan Produk	26

3.1.3	Tahap Pemurnian Produk.....	28
3.1.4	Tahap Pembutiran Produk.....	29
3.2	Spesifikasi Alat.....	30
3.2.1	Tangki Penyimpanan Asam Nitrat.....	30
3.2.2	Tangki Penyimpanan Amonia.....	32
3.2.3	Tangki <i>Coating Agent</i> (Tri Kalsium Fosfat).....	33
3.2.4	Reaktor.....	33
3.2.5	<i>Evaporator</i>	34
3.2.6	<i>Heater</i>	35
3.2.7	<i>Heater</i>	36
3.2.8	<i>Prilling Tower</i>	37
3.2.9	<i>Mixing Tank</i>	38
3.2.10	<i>Screen</i>	39
3.2.11	Pompa.....	40
3.2.17	<i>Expansion Valve</i>	41
3.2.19	<i>Belt Conveyor</i>	42
3.2.21	<i>Screw Conveyor</i>	42
3.2.23	<i>Blower</i>	43

3.2.24	<i>Bucket Elevator</i>	44
3.2.25	Silo	45
BAB IV PERANCANGAN PABRIK		47
4.1	Lokasi Pabrik.....	50
4.1.1	Faktor <i>Primer</i> Penentuan Lokasi Pabrik.....	48
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	50
4.2	Tata Letak Pabrik	51
4.3	Tata Letak Alat Proses	55
4.4	Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	60
4.5	Alir Proses dan Material.....	65
4.5.1	Neraca Massa	65
4.5.2	Neraca Panas	68
4.5.3	Diagram Alir Kualitatif dan Kuantitatif.....	71
4.6	Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	73
4.7	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	74
4.7.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>)	75
4.7.2	Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>)	87
4.7.3	Unit Penyediaan Bahan Bakar	90

4.7.4	Spesifikasi Alat Utilitas	91
4.7.5	Unit Pengadaan Dowtherm A	90
4.8	Struktur Organisasi.....	106
4.8.1	Bentuk Organisasi Perusahaan.....	106
4.8.2	Struktur Organisasi Perusahaan	107
4.8.3	Tugas dan Wewenang	111
4.9	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan.....	114
4.10	Pembagian Jam Kerja Karyawan Dan Sistem Gaji Karyawan.....	123
4.11	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	127
4.12	Manajemen Perusahaan	128
4.13	Evaluasi Ekonomi.....	129
4.13.1	Penafsiran Harga alat	130
4.13.2	Dasar Perhitungan	133
4.13.3	Perhitungan Biaya	134
4.13.4	Analisa Kelayakan	135
4.13.5	Hasil Perhitungan.....	138
4.13.6	Analisa Keuntungan.....	143
4.13.7	Hasil Kelayakan Ekonomi	143

BAB V PENUTUP.....	146
PENUTUP.....	146
5.1 Kesimpulan.....	146
5.2 Saran.....	147
DAFTAR PUSTAKA	148
LAMPIRAN.....	151



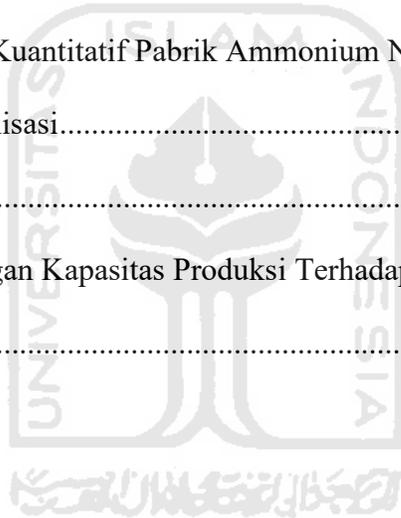
DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Ekspor amnium Nitrat	5
Tabel 1. 2 Data Pabrik Ammonium Nitrat yang ada di Indonesia	6
Tabel 1. 3 Pemilihan Proses	10
Tabel 4. 1 Perincian luas tanah dan bangunan pabrik	54
Tabel 4. 2 Neraca Massa Total Proses Produksi Ammonium Nitrat	65
Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor (R-01)	65
Tabel 4. 4 Neraca Massa <i>Evaporator</i> (EV-01)	66
Tabel 4. 5 Neraca Massa <i>Mixing Tank</i> (MT-01)	66
Tabel 4. 6 Neraca Massa <i>Prilling Tower</i> (PT-01)	67
Tabel 4. 7 Neraca Massa <i>Screening</i> (S-01)	67
Tabel 4. 8 Neraca Massa <i>Coating Drum</i> (CD-01)	68
Tabel 4. 9 Neraca Panas <i>Heater Asam Nitrat</i> (HE-01)	68
Tabel 4. 10 Neraca Panas <i>Heater Amonia</i> (HE-02)	69
Tabel 4. 11 Neraca Panas Reaktor (R-01)	69
Tabel 4. 12 Neraca Panas <i>Evaporator</i> (EV-01)	70
Tabel 4. 13 Neraca Panas <i>Mixing Tank</i> (MT0-01)	70
Tabel 4. 14 Neraca Panas <i>Prilling Tower</i> (PT-01)	70
Tabel 4. 15 Neraca Panas <i>Screening</i> (SR-01)	70
Tabel 4. 16 Neraca Panas <i>Coating Drum</i> (CD-01)	71

Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pembangkit Steam.....	81
Tabel 4. 18 Kebutuhan Listrik Alat Proses	88
Tabel 4. 19 Kebutuhan Listrik Utilitas.....	90
Tabel 4. 20 Perincian Jumlah Operator.....	122
Tabel 4. 21 Jadwal Kerja Karyawan Shiff	125
Tabel 4. 22 Sistem Penggajian Karyawan.....	126
Tabel 4. 23 Indeks pada Tahun Referensi.....	131
Tabel 4. 24 Indeks Pada Tahun Perancangan.....	132
Tabel 4. 25 <i>Physical Plant Cost</i> (PPC).....	138
Tabel 4. 26 <i>Direct Plant cost</i> (DPC).....	139
Tabel 4. 27 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI).....	139
Tabel 4. 28 <i>Direct Manufacturing cost</i> (DMC)	139
Tabel 4. 29 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC).....	140
Tabel 4. 30 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC).....	140
Tabel 4. 31 <i>Total Manufacturinhg cost</i> (MC).....	140
Tabel 4. 32 <i>Working Capital</i> (WC).....	141
Tabel 4. 33 <i>General Expense</i> (GE)	141
Tabel 4. 34 Total Biaya Produksi (TPC).....	141
Tabel 4. 35 <i>Fixed Capital</i> (Fa).....	142
Tabel 4. 36 <i>Variable Cost</i> (Va).....	142
Tabel 4. 37 <i>Regulated Cost</i> (Ra).....	142

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Impor Amonium Nitrat	5
Gambar 4. 1 Tata Letak Alat Proses (skala 1:50)	57
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik amonium Nitrat (1:50)	55
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses (skala 1:50)	57
Gambar 4. 4 Diagram alir Kualitatif Pabrik Ammonium Nitrat	72
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Ammonium Nitrat	72
Gambar 4. 6 Struktur Organisasi	110
Gambar 4. 7 Indeks harga	133
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Kapasitas Produksi Terhadap Nilai Penjualan dan Biaya Produksi	145



LEMBAR MOTTO

“Pangkal dari semua kebaikan di dunia maupun di akhirat adalah takwa kepada ALLAH SWT”

(Abu Sulaeman Addarani)

“Tinta seorang pelajar lebih berharga dari pada darah seorang martir”

(Nabi Muhammad SAW)

“Siapa yang meninggalkan kampung halamannya untuk mencari pengetahuan, ia berada di jalan Allah SWT”

(Nabi Muhammad SAW)

“Cara untuk menjadi di depan adalah memulai sekarang. Jika memulai sekarang, tahun depan Anda akan tahu banyak hal yang sekarang tidak Anda ketahui, dan Anda tak akan mengetahui masa depan jika Anda menunggu-nunggu.”

(William Feather)

“Sukses adalah saat persiapan dan kesempatan bertemu.”

(Bobby Unser)

“There’s no a day without read the Quran”

(Robbi Bagus Amar Firdos)

“Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buat jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak.”

(Ralph Waldo Emerson)

ABSTRAK

Prarancangan Pabrik Ammonium Nitrat dengan proses UHDE kapasitas 100.000 ton/tahun ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan ammonium nitrat di Indonesia. Dimana asam nitrat dan amonia direaksikan pada reaktor gelembung (Reactor Bubble Coloumn). Operasi dijalankan pada tekanan 4,4 atm dan suhu 175°C. Konversi reaksi 99,5% dan menghasilkan produk dengan kemurnian 99,5%. Bahan baku yang di perlukan adalah Ammonia 99,5 % sebanyak 21.259,95 ton/tahun dan Asam Nitrat 60 % sebanyak 78.786,90 ton/Tahun. Pabrik ini membutuhkan air sebanyak 16.576,8568 kg/jam, steam 9.251,4902 kg/jam, listrik 209,80 kW/jam. Pabrik ini direncanakan berdiri pada tahun 2025 di daerah Cikampek, dengan luas tanah 14.341 m² dan jumlah karyawan 173 orang. Modal tetap (Fixed Capital Investment) yang diperlukan Rp 192.625.525.885, modal kerja (Working Capital) sebanyak Rp165.284.639.842. Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak sebesar Rp80.605.839.133 dan setelah pajak sebesar Rp38.690.802.784. Hasil evaluasi ekonomi menunjukkan Return On Investnment (ROI) sebelum pajak 41,85 % dan sesudah pajak 20,09 %. Pay Out Time (POT) sebelum pajak 2,01 tahun dan sesudah pajak 3,6 tahun. Break Event Point (BEP) adalah 48,80 % sedangkan Shut Down Point (SDP) sebesar 35,35 %. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 13,88 %. Berdasarkan pertimbangan dari hasil perhitungan evaluasi ekonomi, dapat di simpulkan bahwa pendirian pabrik Ammonium Nitrat dari Ammonia dan Asam Nitrat hasilnya sangat memuaskan sehingga pabrik tersebut menarik dan bisa untuk dibangun.

Kata – kata kunci : Amonium Nirat, Amonia, Asam Nitrat

ABSTRACT

The design of Ammonium Nitrate plant with UHDE process capacity of 100.000 ton/year aims to meet the needs of ammonium nitrate in Indonesia. Ammonia and nitric acid are reacted in bubble reactor. The operation was carried out at a pressure of 4.4 atm and a temperature of 175°C. The reaction conversion was 99.5% and yielded a product with a purity of 99.5%. The raw materials needed are 99.5% ammonia as much as 21,259.95 tons / year and 60% Nitric Acid as much as 78,786.90 tons / year. This factory requires 16.576,8568 kg / hour of water, 9.251,4902 kg / hour of steam, 209.80 kW / hour of electricity. The factory is planned to stand in 2025 in Cikampek area, with a land area of 14 341^m² and employs 173 people. The required fixed capital (Fixed Capital Investment) is Rp 192.625.525.885, and working capital is Rp. Rp165.284.639.842. Profits obtained before tax amounted to Rp80.605.839.133 and after tax amounted to Rp38.690.802.784. The results of the economic evaluation show that the Return On Investment (ROI) before tax is 41.85% and after tax is 20.09%. Pay Out Time (POT) before tax is 2.01 years and after tax is 3.6 years. Break Event Point (BEP) is 48,80 % while Shut Down Point (SDP) is 35,35%. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) of 13,88 %. Based on the consideration of the results of the calculation of the economic evaluation, it can be concluded that the construction of the Ammonium Nitrate plant from Ammonia and Nitric Acid has been very satisfactory, so the factory is attractive and can be built.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya suatu zaman maka dituntut pula kemajuan suatu negara, hal itu agar mampu bersaing secara global. Perkembangan yang terus berkembang pun tidak hanya perkembangan dalam hal teknologi, namun bidang perindustrian perlu dikembangkan karena didukung oleh kemajuan teknologi yang sudah memadai. Pembangunan dalam bidang industri ini adalah salah satu cara agar taraf hidup bangsa dapat ditingkatkan. Salah satunya adalah industri kimia yang mulai banyak dikembangkan oleh negara-negara di dunia, termasuk Indonesia. Hal ini dikarenakan industri ini banyak mempunyai keterkaitan dengan pengembangan industri lainnya, sehingga sangat berpotensi untuk menambah devisa negara. Terkhusus di Indonesia, perkembangan industri kimia sudah cukup pesat terbukti dengan banyaknya Industri kimia yang berdiri serta dibukanya kesempatan untuk penanaman modal asing, baik untuk industri hulu maupun industri hilir. Salah satu industri hilir yang dapat didirikan di Indonesia adalah pabrik amonium nitrat, yaitu pabrik yang menghasilkan berupa bahan baku untuk peledak dan campuran pupuk. Pabrik ini cukup diperlukan di Indonesia sebagai negara yang sebagian devisanya diperoleh dari pertambangan.

Amonium nitrat merupakan garam nitrat berupa padatan kristal yang berwarna putih serta mudah menyerap air (higroskopis) ini mempunyai rumus kimia NH_4NO_3 .

Amonium nitrat merupakan produk dari hasil mereaksikan bahan amonia dengan asam nitrat.

Bentuk padat ammonium nitrat ada 4, yaitu: *grand*, *prill*, *flakes* dan Kristal.

Macam-macam penggunaan amonium nitrat adalah sebagai berikut:

1. Amonium nitrat yang dicampur dengan bahan bakar (fuel oil), yang sering disebut sebagai ANFO (*Ammonium Nitrate Fuel Oil*) digunakan sebagai bahan peledak oleh beberapa industri, seperti industri semen, pertambangan, konstruksi, dan lain-lain.
2. Ammonium nitrat merupakan pupuk nitrogen yang umum digunakan. Larutan amonium nitrat *fertilizer* grade dalam air yang mengandung 20% nitrogen dijual dalam kuantitas yang besar, karena sifat kelarutan dalam air besar dan mudah diaplikasikan pada tanah. Pupuk tersebut juga dapat digunakan dalam bentuk kalsium ammonium nitrat (Gowariker et al, 2009).
3. Amonium nitrat digunakan dalam bidang industri, antara lain:
 - a. Untuk modifikasi zeolite. Proses ini membentuk katalis zeolite yang digunakan dalam berbagai macam industri, seperti industri perminyakan.
 - b. Untuk pembuatan obat bius dinitrogen oksida. Pada suhu di atas 290°C, ammonium nitrat mengalami dekomposisi menjadi gas dinitrogen oksida 75-96% (Oxley, Kaushik and Gilson, 1988).

- c. Amonium nitrat juga digunakan sebagai oxidizer pada propellan yang merupakan bahan bakar roket karena ramah lingkungan, murah, serta mudah didapat. (Oommen and Jain, 1999).

Melihat di Indonesia sudah terdapat 4 pabrik ammonium nitrat yang sudah berdiri yaitu PT. Multi Nitrotama Kimia, PT. Kaltim Nitrate Indonesia, PT. Batuta Kimia Perdana dan PT. Black Bear Resources Indonesia dari keempat pabrik yang sudah berdiri dengan besarnya kebutuhan ammonium nitrat di dalam negeri menurut Menteri Perindustrian mengatakan bahwa pasar ammonium nitrat diprediksi melonjak dan diproyeksikan tumbuh 10% setiap tahunnya, maka jumlah kapasitas dari ketiga pabrik ini belum bisa memenuhi kebutuhan ammonium nitrat di negeri.

Dengan pertimbangan di atas maka terdapat peluang untuk mendirikan pabrik di Indonesia dengan alasan sebagai berikut:

1. Besarnya kebutuhan Ammonium Nitrat di dalam negeri, sehingga mengurangi impor dari negara lain.
2. Menghemat devisa negara.
3. Membuka lapangan pekerjaan baru dan mengurangi angka pengangguran.
4. Membuka peluang untuk membuka usaha baru atau pelaku industri baru dengan ammonium nitrat sebagai bahan bakunya.

Untuk memenuhi keberlangsungan produksi pabrik, bahan baku dapat dipenuhi dengan mengambil bahan ammonia dari PT Pupuk Kujang sedangkan untuk bahan baku asam nitrat dari PT Multi Nitrotama Kimia Cikampek.

Dilihat dari harga bahan baku untuk pembuatan amonium nitrat dan juga harga dari produk amonium nitrat, bahwa harga dari produk ini lebih mahal daripada harga bahan baku. Harga-harga bahan baku dan produk dapat dilihat sebagai berikut:

Amonia	= US\$ 0,18 /Kg ¹
Asam nitrat	= US\$ 0,32 /Kg ²
Amonium nitrat	= US\$ 0,905 /Kg ³ (Alibaba, 2020)

1.2 Kapasitas Perancangan

Agar pabrik yang didirikan mendapat keuntungan digunakan beberapa faktor yaitu:

1. Impor ammonium nitrat yang ada di Indonesia
2. Ekspor ammonium nitrat yang ada di Indonesia
3. Konsumsi ammonium nitrat di Indonesia
4. Produksi ammonium nitrat/pabrik ammonium yang sudah berdiri di Indonesia.

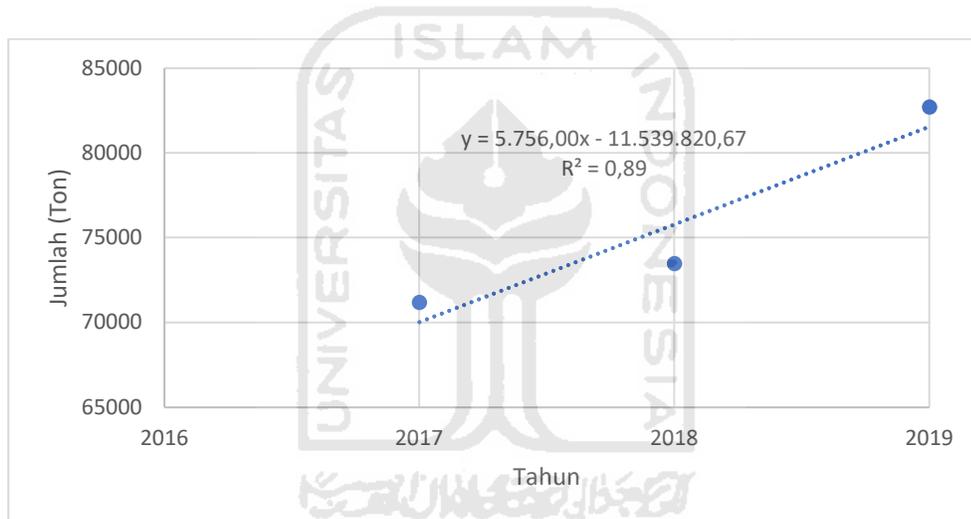
¹ https://www.alibaba.com/product-detail/-NH3-H2O-Ammonia-Solution-25_60145094060.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.32366dd0UgAo2X&s=p

² https://www.alibaba.com/product-detail/Hot-sale-from-China-Nitric-Acid_1600052993279.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.326e5a33VJiQZW&s=p

³ https://www.alibaba.com/product-detail/ammonium-nitrate-prilled-controlled-urea-formaldehyde_60521522746.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.59162fc1bz9zqL&s=p

1.2.1 Jumlah Impor Ammonium Nitrat di Indonesia

Dari data yang ada jumlah impor ammonium nitrat dari tahun 2017-2020 mengalami peningkatan, ini membuktikan bahwa Indonesia kekurangan pabrik ammonium nitrat. Lalu dari data impor tersebut kemudian dilakukan regresi polinomial untuk mendapatkan nilai kenaikan impor yang ada di Indonesia pada tahun 2025. Data impor dan regresi polinomial untuk data impor ditunjukkan pada grafik 1.1 sebagai berikut:



Gambar 1. 1 Grafik Impor Ammonium Nitrat

1.2.2 Jumlah Ekspor Ammonium nitrat di Indonesia

Diperoleh data ekspor dari tahun 2015-2019 bahwa ammonium nitrat mengalami penurunan, ini dapat dilihat dari tabel 1.1 di bawah ini:

Tabel 1. 1 Data Ekspor ammniun Nitrat

Tahun	Jumlah (ton)
2015	81500
2016	74966
2017	72394
2018	28900
2019	40172

(Badan Pusat Statistika, 2019)

1.2.3 Konsumsi Ammonium Nitrat Dalam Negeri

Data konsumsi ammonium nitrat di Indonesia untuk 5 tahun yang akan datang diperkirakan mencapai 1.726.136 Ton/Tahun.

(Sumber: www.kemenperin.go.id)

1.2.4 Produksi dalam negeri/pabrik yang sudah berdiri di Indonesia

Untuk pabrik ammonium nitrat, sudah ada beberapa pabrik yang sudah berdiri dapat dilihat dari tabel 1.2 di bawah ini:

Tabel 1. 2 Data Pabrik Ammonium Nitrat yang ada di Indonesia

produksi amonium nitrat	Jumlah (Ton)	Tahun
PT Kaltime Nitrate	380.000	2018
PT Multi Nitrotama Kimia	170.000	2018
PT Black Bear Resources Indonesia	90.000	2018
PT Batuta Kimia Perdana	350.000	2018

(Sumber: www.kemendag.go.id)

1.2.5 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang dipakai dalam pembuatan amonium nitrat adalah amonia dan asam nitrat. Bahan baku amonia di dapat dari PT. Pupuk Kujang Cikampek yang terletak di daerah Cikampek, Jawa Barat yang memiliki kapasitas produksi 330.000 ton/tahun. Sedangkan untuk bahan asam nitrat di peroleh dengan membeli di PT. Multi Nitrotama Kimia yang terletak di daerah Cikampek, Jawa barat yang memiliki kapasitas produksi 170.000 ton/tahun.

Berdasarkan dari data impor, ekspor, konsumsi dalam negeri, produksi/pabrik ammonium nitrat yang sudah berdiri di Indonesia serta ketersediaan bahan baku untuk pembuatan pabrik ammonium nitrat maka peluang yang dapat dihitung untuk mendirikan pabrik ammonium nitrat ditahun 2025 adalah sebagai berikut:

$$Peluang = Demand - Supply$$

$$Demand = ekspor + konsumsi$$

Supply = impor + produksi

Pada perhitungan kapasitas nilai impor pada tahun 2025 sebesar 116.079 ton/tahun, nilai ekspor pada tahun 2025 sebesar 24.151 ton/tahun, data konsumsi pada tahun 2025 sebesar 1.726.136 ton/tahun, dan data produksi pada tahun 2025 sebesar 990.000 ton/tahun. Sehingga didapat nilai demand sebesar 1.750.287 ton/tahun, sedangkan nilai supply sebesar 1.106.079 ton/tahun. Jadi nilai peluang di dapatkan dari pengurangan nilai demand dikurangi dengan supply sebesar 644.207 ton/tahun. Didapatkan kapasitas pabrik dari peluang 20% yang di dapat dari hasil analisis supply dan demand sebesar 128.841,4672 ton/tahun, dengan mempertimbangkan kapasitas maximum dan minimum pabrik yang sudah berdiri maka di tetapkan rancangan kapasitas pabrik sebesar 100.000 ton/tahun.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Macam-macam proses pembuatan ammonium nitrat

Untuk proses pembuatan ammonium nitrat yang sudah ada sebelumnya diantara lain yaitu ada 4 proses yang dikenal yaitu Proses Grainer, Proses Stengel, Proses Prilling, Proses UHDE.

1.3.1.1. Proses Grainer

Proses ini merupakan proses yang sudah tua dan jarang digunakan lagi. Proses ini dalam proses ini pemekatan konsentrasi dilakukan di evaporator terbuka (panci tinggi), sehingga konsentrasi larutan mencapai 98–98,5 % berat, pada suhu 150-155°C. Kristalisasi dilakukan pada *Graining Kettle* dimana

larutan panas diaduk, sampai kristal terbentuk mengandung 0,1% berat moisture. Proses ini mahal dan berbahaya dan butir yang dihasilkan terlalu kecil untuk digunakan sebagai pupuk walaupun cocok untuk amunisi. (*Faith, Keyes and Clark, 1996*).

1.3.1.2 Proses Stengel

Proses ini menghasilkan High Density Amonium Nitrat. Gas Amoniak dan asam nitrat yang telah diberi pemanasan pendahuluan diumpankan secara kontinyu dari atas vertical packed reaktor. Suhu reaksi dibatasi pada 200°C. Larutan Amonium Nitrat yang terbentuk langsung masuk ke dalam cyclon separator yang menjadi satu dengan reaktor. Produk keluar unit separator berupa lelehan Amonium Nitrat dengan kandungan air 0,2 % berat dan suhu lelehan sekitar 200°C. Lelehan tersebut kemudian dibentuk menjadi bola-bola kecil (prill) dengan cara menjatuhkannya melalui menara tembak (prilling tower), atau menjadi serpih (flakes) dengan mendinginkannya di atas sabuk (belt) atau drum. Prill atau serpih Amonium Nitrat selanjutnya diayak untuk mendapatkan ukuran butir yang seragam dan dilakukan pelapisan dengan Kalsium Tri Pospat dalam drum pelapis agar tidak menggumpal ketika disimpan dalam penyimpan/zak. (*Austin, 1987*).

1.3.1.3 Proses Prilling

Gas amonia dan asam nitrat direaksikan dalam reaktor yang disebut vessel neutralizing under agitation dari stainless steel. Kontak antar material

menyebabkan larutan panas, konsentrasinya 85%. Hampir semua larutan netral dipompa ke vacuum evaporator dan dipekatkan sampai 95%. Larutan amonium nitrat panas (125-140°C) kemudian dipompa ke atas spray tower atau prilling tower dengan ketinggian 60 meter, dimana keluar melalui spray head. Dari bawah prilling tower di alirkan udara, bahan mengeras menjadi pelet bulat kecil (disebut prills) seukuran gotri. Partikel disaring, dikeringkan lebih lanjut dan kemudian ditaburi dengan clay untuk meminimalkan kecenderungan penggumpalan. Partikel besar dan kecil dipisahkan di akhir screening, dilarutkan kembali dan dikembalikan ke reaktor. (Faith, Keyes and Clark's, 1996).

1.3.1.4 Proses UHDE

Proses ini merupakan alternatif yang sangat populer karena mempunyai biaya investasi yang paling rendah. Proses Uhde ini dilakukan dengan mereaksikan gas Amoniak dan Asam Nitrat di dalam reaktor bubbling dengan reaksi netralisasi pada suhu mendekati 200°C dan tekanan 4 – 5bar. Larutan keluar reaktor dipompakan ke evaporator untuk dipekatkan. Larutan keluar evaporator masuk ke prilling tower, prill Amonium Nitrat yang terbentuk didinginkan dan discreening untuk mendapatkan butir prill Amonium Nitrat yang diinginkan. (Uhde GmbH, 1999).

1.4 Pemilihan proses

Berdasarkan uraian proses di atas, maka perancangan pabrik ammonium nitrat dipilih menggunakan proses UHDE. Proses ini dipilih dengan pertimbangan antara lain dapat dilihat dari table 1.3 di bawah berikut:

Tabel 1. 3 Pemilihan Proses

No.	Proses Parameter	Proses Grainer	Proses Stengel	Proses Prilling	Proses UHDE
1.	Bahan baku	<ul style="list-style-type: none"> - Ammonia (NH₃) 99,5% - Asam Nitrat (HNO₃) 50% 	<ul style="list-style-type: none"> - Ammonia (NH₃) 99,5% - Asam Nitrat (HNO₃) 60% 	<ul style="list-style-type: none"> - Ammonia (NH₃) 99,5% - Asam Nitrat (HNO₃) 55% 	<ul style="list-style-type: none"> - Ammonia (NH₃) 99,5% - Asam Nitrat (HNO₃) 60%
2.	Kondisi Operasi Reaktor	<ul style="list-style-type: none"> - Temperature: 150-155°C - Tekanan: 4,5 bar 	<ul style="list-style-type: none"> - Temperature : 200-300 °C - Tekanan: 4,5 bar <p>Dapat terjadi dekomposisi ammonium nitrat</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Temperature: 125-140 °C - Tekanan: 4,5 bar 	<ul style="list-style-type: none"> - Temperature: 175-200 °C - Tekanan: 1-5 bar <p>Lebih aman karena tidak terjadi dekomposisi ammonium nitrat</p>
3.	Konversi	98,5%	99%	99,5%	99,5%
4.	Produk	Ammonium nitrat kristal/grain mengandung 0,1% moisture. Butir yang dihasilkan terlalu kecil	Ammonium nitrat granules	Ammonium nitrat prill dengan konsentrasi 95%	Ammonium nitrat prill yang seragam dengan kemurnian 99,5%
5.	Peralatan	<ul style="list-style-type: none"> - Reaktor - Evaporator - Crystalize - Centrifuge - Driyer 	<ul style="list-style-type: none"> - Reaktor - Separator - Water cooler belt - Grinder - Screen 	<ul style="list-style-type: none"> - Reaktor - Evaporator - Prilling Tower - Dryer - Screen 	<ul style="list-style-type: none"> - Reaktor - Mixing tank - Evaporator - Prilling tower - Cooling drum - Screen - Coating

(Austin, 1987; Keyes, 1996; Uhde GmbH, 1999)

Dari perbandingan keempat proses di atas, maka dipilih proses UHDE. Pemilihan proses ini berdasarkan hasil konversi tertinggi dihasilkan pada proses UHDE dengan nilai 99,5% serta kemurnian produk yang didapat pada proses ini 99,5% yang memenuhi spesifikasi ammonium nitrat yang dijual dipasaran. Alasan memilih proses UHDE selain dari segi kemurnian produk dan konversi adalah:

- Mudahnya proses UHDE akan memperkecil biaya operasi.
- Produk yang dihasilkan sesuai dengan permintaan pasar.
- Efisiensi dalam investasi peralatan cukup besar.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Sifat Fisik dan Kimia

2.1.1 Bahan Baku

a. Ammonia

Sifat Fisis (*Perry, 1997*):

- Rumus Molekul : NH_3
- Komposisi : NH_3 (99,5%); H_2O (0,05%)
- Berat Molekul : 17,03 gram/mol
- Warna/kenampakan : tidak berwarna
- Titik Beku : $-77,7^\circ\text{C}$
- Titik didih : $-33,4^\circ\text{C}$
- *Spesific gravity* : 0,817 (-79°C)
: 0,5971 (fase gas)

- Kelarutan dalam 100 bagian volume

Cold water (0°C) : 89,9 g/100gram air

Hot water (96°C) : 7,4 g/100gram air

Sifat Kimia (*Patnaik, 2003*):

- Terdekomposisi pada 450°C



- Amonia bereaksi dengan logam alkali membentuk amida dan hydrogen.



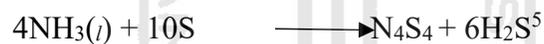
- Bereaksi dengan magnesium membentuk magnesium nitride membebaskan H₂



- Chloramine terbentuk saat klorin dilewatkan ammonia cair, bereaksi lebih lanjut dengan amonia membentuk hidrazin.



- Bereaksi dengan sulfur menghasilkan nitrogen sulfida dan hydrogen sulfida.



- Gas amonia dan uap sulfur bereaksi membentuk ammonium sulfida dan nitrogen.



- Dipanaskan dengan oksigen membentuk nitrogen dan air.



b. Asam Nitrat

Sifat Fisis (*Perry, 1997*):

- Rumus Molekul : HNO₃

- Komposisi : HNO₃ (60%); H₂O (40%)
- Berat Molekul : 63,02 gram/mol
- Titik Beku : -42 °C
- Titik didih : 86 °C
- Tekanan Uap : 6 kPa (pada suhu 20°C)
- *Spesific gravity* : 1,502
- Kelarutan : Larut dalam air panas dan dingin

Sifat Kimia:

Menurut *Kirk Othmer, 1991*, sifat kimia asam nitrat adalah:

- Tereduksi dengan reaksi:



- Mengoksidasi sikloheksanol dan sikloheksanon menghasilkan asam adipat.



2.1.1.1 Bahan Pembantu Pembuatan Amonium Nitrat

Untuk mengurangi sifat higroskopis dari amonium nitrat dan untuk mencegah terjadinya caking maka amonium nitrat dibalut dengan menggunakan coating agent.

Bahan dan komposisi coating agent adalah :

Komposisi:

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3$: 98,6 % berat

H_2O : 0,5 % berat

Cl : 0,1 % berat

H_2SO_4 : 0,8 % berat

- Fungsi : - Mencegah terjadinya caking/
menempelnya prill amonium nitrat
dengan yang lain
- Menjaga prill tetap kering dan tidak
kontak langsung dengan udara, karena
sifat amonium nitrat yang bersifat
higroskopis.

2.1.2 Karakteristik Produk

Spesifikasi amonium nitrat pada perencanaan ini ditetapkan memiliki karakteristik standart amonium nitrat untuk pembuatan pupuk (dalam bentuk prill) dan amonium nitrat solution (ANFO), dan industri kimia lainnya.

Amonium nitrat Hasil reaksi dari amonia dan asam nitrat, kedua bahan baku tersebut harus memenuhi spesifikasi agar dapat menghasilkan proses yang sempurna sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas.

Dalam perdagangan amonium nitrat mempunyai kode untuk penamaan yang tentunya mengacu pada spesifikasi kualitas produk sesuai dengan ISO 2000. Nama dagang untuk Amonium nitrat dapat dilihat pada tabel 2.1. amonium nitrat dapat memenuhi standart internasional sebelum dipasarkan, ini bertujuan agar dapat bersaing dengan produsen lain yang memproduksi jenis produk yang sama.

Tabel 2.1 *Regulated Identification*

<i>Shipping Name</i>	Amonium nitrate
<i>Hazchem Code</i>	S
<i>Codes/label</i>	Oxidiser, class 5
<i>Hazardous Waste ID No.</i>	17
<i>Hazardous Ingredients</i>	Amonium nitrate
<i>CAS No.</i>	6484 – 52 – 2

Dalam rangka untuk menjaga kualitas produk, pabrik menentukan standar kualitas berdasarkan spesifikasi *International Organization of Chemical Product*. Pada prancangan pabrik amonium nitrat kualitas produk didasarkan pada sifat – sifat fisik, ketahanan kimia, dan kemudahan untuk membentuk senyawa yang akan digunakan.

A. Sifat Fisis

Beberapa karakteristik Produk yang harus dipenuhi agar dapat bersaing di dunia pasar adalah :

Wujud : Prill/butiran

Warna	: Tidak berwarna
Rumus molekul	: NH_4NO_3
Berat molekul	: 80 kg/kmol
Titik leleh	: $169,6^\circ\text{C}$
Titik didih	: 210°C
Density	: $1,725 \text{ g/cm}^3$ (20°C)
Solubility in water	: 118 g/100 ml (0°C)
	150 g/100 ml (20°C)
	297 g/100 ml (40°C)
	410 g/100 ml (60°C)
	576 g/100 ml (80°C)
	1024 g/100 ml (100°C)
Spesifik gravity (25°C untuk air 4°C)	: 1,611
Index Bias, eg	: 65 atm
Relative Humadity %	: 0,235
Bulk Density	: 0,93–1,04 g/cm ³ (high density)

Dari beberapa ciri fisik di atas adalah ciri dari ammonium nitrat untuk bahan baku pupuk, sedangkan untuk bahan baku peledak ammonium nitrat:

Bentuk : Amonium nitrat Solution (ANFO)

Bulk Density : 0,87 – 0,82g/cm³ (Low Density)

(Mc. Ketta, 1983)

B. Sifat Kimia

Amonium nitrat adalah bahan oksidator kuat dan sangat eksplosif terhadap beberapa logam, phosphor, dan minyak (*petroleum*). Amonia dapat membentuk campuran, mudah terbakar dengan udara pada nilai ambang batas (16-25 % volume). Bahaya ledakan amonia akan semakin meluas apabila kontak langsung dengan oksigen pada temperature serta tekanan yang tinggi di atmosfer. Amonium nitrat bersifat mudah meledak, ammonium nitrat dapat meledak pada suhu 260 - 300 °C.

(Mc. Ketta, 1983)

2.2 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun perencanaan produksi dapat dilakukan atau dengan mempertimbangkan 2 faktor yaitu factor eksternal dan internal. Faktor internal adalah kemampuan pabrik sedangkan factor eksternal adalah factor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan.

2.2.1 Kemampuan Pasar

Ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu:

1. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar
2. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya

3. Mencari daerah pemasaran lain

2.2.2 Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa factor, antara lain:

a. Material (bahan baku)

Untuk meningkatkan produk yang diinginkan dengan cara meningkatkan kualitas dan kuantitas suatu bahan baku

b. Manusia (Tenaga Kerja)

Perlu adanya pelatihan atau pementapan skill pada karyawan agar keterampilan dan skill nya meningkat untuk kemajuan pabrik.

c. Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin.

2.3 Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengendalian produksi agar proses berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Kegiatan ini diharapkan menghasilkan produk yang kualitasnya sesuai dengan standar mutu dagang dan jumlah produksi serta waktu yang tepat sesuai dengan rencana yang tepat maka perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut:

2.3.1 Pengendalian Kualitas (Quality Control)

Pengendalian kualitas dapat didefinisikan sebagai suatu aktivitas agar diperoleh barang hasil jadi yang kualitasnya sesuai dengan standar yang diinginkan. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di control room, dilakukan dengan cara automatic control yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator yang telah ditetapkan baik itu flow rate bahan baku atau produk, level control, maupun temperature control, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau set semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu. Alat kontrol yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

1. Temperature Controller (TC), adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati temperatur suatu alat dan bila terjadi perubahan maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu serta dapat melakukan pengendalian.
2. Level Controller (LC), adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.
3. Level Indicator Controller (LI), adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat.

4. Pressure Controller (PC), adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati tekanan operasi suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.
5. Flow Controller (FC), adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati laju alir larutan atau cairan yang melalui suatu alat dan bila terjadi perubahan dapat melakukan pengendalian.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi terjadinya penyimpangan kualitas yaitu bahan baku yang jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui juga dari hasil monitor atau analisis pada bagian laboratorium pemeriksaan. Laboratorium mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kelancaran proses produksi dan menjaga mutu dari produk melalui analisa, baik itu analisa terhadap bahan baku, produk maupun air. Hasil dari analisa ini sangat diperlukan untuk mutu dan penentuan tingkat efisiensi. Proses pemeriksaannya dilakukan secara rutin agar dapat diketahui apakah suatu proses itu normal atau terdapat penyimpangan dan langsung bisa di atasi jika diketahui hal-hal yang tidak normal.

Fungsi lain dari labortarorium untuk mengendalikan pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara ataupun limbah cair. Laboratorium kimia merupakan sarana kegiatan penelitian yang berguna untuk mengembangkan perusahaan supaya lebih maju dan menguntungkan baik dari segi teknis ataupun non teknis.

Tugas laboratorium di bawah bidang teknis dan produksi:

- a. Pengontrol kualitas bahan baku dan tambahan yang akan digunakan.
- b. Pengontrol kualitas produk yang akan dipasarkan.
- c. Pengontrol mutu proses air, air pendingin, steam, dan lain-lain yang berkaitan dengan proses produksi.
- d. Peneliti dan pelaku riset terhadap segala sesuatu yang berkenaan dengan pengembangan dan peningkatan mutu produk.
- e. Pengontrol terhadap proses produksi, baik polusi udara, cairan maupun padatan.

Adapun analisa yang dilakukan laborotorium adalah:

- a. Analisa mutu bahan baku
- b. Analisa mutu produk
- c. Analisa mutu air

2.3.2 Pengendalian Kuantitas (Quantity Control)

Perbedaan kuantitas terjadi karena kerusakan mesin, kesalahan operator, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi, selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

1. Pengendalian waktu

Untuk mencapai kualitas produk dengan jumlah yang tertentu membutuhkan waktu yang cukup.

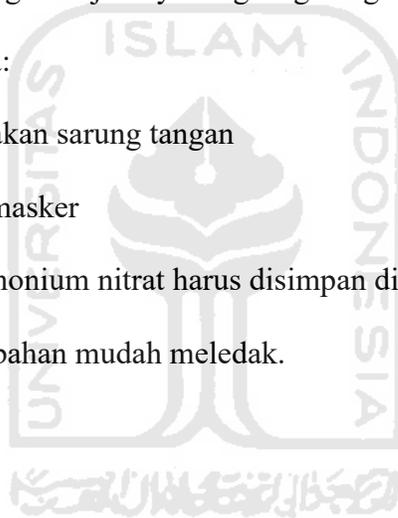
2. Pengendalian Bahan Proses

Untuk mencapai produk dengan kualitas dan kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan baku untuk setiap proses produksi harus encukupi. Oleh karena itu dibutuhkan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

2.4 Penanganan dan penyimpanan Amonium Nitrat

Untuk mencegah terjadinya langsung dengan ammonium nitrat dapat dilakukan dengan cara:

1. Dengan menggunakan sarung tangan
2. Pelindung muka, masker
3. Penyimpanan ammonium nitrat harus disimpan di tempat yang khusus karena ammonium nitrat bahan mudah meledak.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Langkah Proses

Pada proses pembuatan ammonium nitrat dengan proses UHDE terdapat

4 tahapan yaitu:

1. Tahapan persiapan bahan baku
2. Tahapan pembentukan produk
3. Tahapan pemurnian produk
4. Tahapan pembutiran menjadi prill produk.

3.1.1 Tahapan Persiapan Bahan Baku

a. Pengumpanan Asam Nitrat (HNO_3)

Asam nitrat berwujud cair dengan kemurnian 60%wt disimpan dalam tangki penyimpanan (T-01) pada kondisi suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Lalu dialirkan dengan dinaikkan tekanan asam nitrat cair dengan pompa centrifugal (P-01) untuk dinaikkan tekanannya hingga 4,4 atm menuju heater (HE-01) untuk dinaikkan suhunya sebesar 175°C . Asam nitrat kemudian sudah siap untuk diumpankan ke dalam reaktor (R-01) untuk direaksikan dengan gas amonia (NH_3).

b. Pengumpanan Amonia (NH₃)

Amonia yang berwujud cair jenuh dengan kemurnian 99,5% berat disimpan dalam tangki penyimpanan amonia(T-02) pada kondisi suhu 30°C dan tekanan 11,5 atm. Dari tangki penyimpanan amonia, amonia yang berwujud cair jenuh tersebut dialirkan dengan pompa sentrifugal (P-03) menuju heat exchanger (H-02) untuk dinaikan suhunya dari 30°C menjadi 175°C. Kemudian amonia dialirkan ke expansion valve (V-01) untuk diturunkan tekanannya dari 12 atm menjadi 4,4 atm.

Dengan penurunan tekanan tersebut, amonia berubah fase dari cair jenuh menjadi gas karena amonia cair jenuh dari tangki penyimpanan yang masuk ke valve berada dalam kondisi bubble point.

Kemudian gas amonia yang keluar dari expansion valve (V-01) pada kondisi suhu 175°C dan tekanan 4,4 atm siap diumpankan ke dalam Reaktor (R-01) yang beroperasi pada kondisi suhu 175°C dan tekanan 4,4 atm untuk direaksikan dengan asam nitrat.

3.1.2 Tahap Pembentukan Produk

Tahap pembentukan produk ini bertujuan untuk mereaksikan amonia gas berwujud gas dan asam nitrat berwujud cair untuk membentuk produk ammonium nitrat.

Gas amonia keluaran *heater* (HE-02) pada kondisi suhu 175°C dan tekanan 4,4 atm diinjeksikan dari bagian bawah reaktor melalui *perforated plate*

sehingga terbentuk gelembung-gelembung gas amonia, sedangkan larutan asam nitrat keluaran *heater* (HE-01) dimasukkan ke dalam reaktor melalui bagian atas reaktor.

Umpan tersebut direaksikan pada reaktor (R-01) tipe *bubbling reactor* yang dilengkapi dengan jaket pendingin dimana jenis pendingin yang digunakan pada reaktor bubble ini adalah *dowtherm A* dengan kondisi suhu 30°C dan keluar dari jaket pendingin suhunya adalah 95°C.

Reaktor beroperasi pada kondisi suhu 175°C dan tekanan 4,4 atm dengan konversi 99,5% Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah sebagai berikut:



Dari hasil reaksi di atas menunjukkan bahwa reaksi berlangsung secara eksotermis. Hal ini dapat dilihat dari harga entalphy ΔH yang bernilai negatif. Pendingin *dowtherm* digunakan untuk mempertahankan kondisi operasi di reaktor pada suhu 175°C dan tekanan 4,4 atm, karena sifat reaksi eksotermis merupakan reaksi yang melepaskan panas.

Kecepatan reaksi heterogen di reaktor antara gas amonia dan asam nitrat cair ditentukan oleh kecepatan perpindahan massa, yaitu kecepatan difusi gas amonia melalui lapisan gas ke "*interface*", adalah batas antara lapisan gas dan larutan. Kemudian gas amonia yang berdifusi masuk ke lapisan cair dan bertemu dengan asam nitrat dalam lapisan cair, dan terjadi reaksi membentuk ammonium nitrat di dalam lapisan tersebut. Produk keluaran bawah reaktor berupa lelehan

ammonium nitrat dengan konsentrasi kemurnian 65%wt, sedangkan amonia yang tidak bereaksi dengan asam nitrat akan keluar pada bagian atas reaktor dalam bentuk gas. Produk ammonium nitrat yang berupa lelehan tadi hasil keluaran reaktor di alirkan menuju *expansion valve* (V-02) untuk diturunkan tekanannya dari 4,4 atm menjadi 1 atm dan siap dialirkan menuju *evaporator* (EV-01).

3.1.3 Tahap Pemurnian Produk

Tahap ini bertujuan untuk memekatkan konsentrasi kemurnian produk ammonium nitrat yang keluar dari reaktor dengan menggunakan *evaporator* (EV-01).

Produk ammonium nitrat yang keluar dari reaktor dengan suhu 175°C dan tekanan 4,4 atm kemudian dialirkan menuju *expansion valve* (V-02) untuk diturunkan tekanannya menjadi 1 atm. Keluaran dari reaktor terbagi menjadi dua yaitu keluaran bawah reaktor berupa produk lelehan ammonium nitrat dan keluaran reaktor bagian atas adalah sisa gas amonia yang tidak bereaksi dengan asam nitrat, keluaran gas amonia tersebut akan menuju Unit pengelola Limbah (UPL).

Produk lelehan ammonium nitrat dengan kondisi suhu 175°C dan tekanan 1 atm kemudian di pompa dengan pompa sentrifugal (P-03) untuk dipekatkan kedalam *evaporator* (EV-01) tipe *long tube falling film* hingga konsentrasi kemurnian 95%wt. Jumlah steam yang digunakan untuk

memanaskan evaporator sebesar 5902.789326 kg/jam. Lelehan ammonium nitrat yang sudah dipekatkan dialirkan ke mixing tank (MT-01) menggunakan pompa sentrifugal (P-04) untuk dicampur dengan ammonium prill keluaran screening (SC-01) yang tidak sesuai spesifikasi, selanjutnya ammonium yang telah dicampur dialirkan kembali menggunakan pompa sentrifugal (P-05) ke bagian atas Prilling Tower (PT-01) untuk dibentuk ammonium prill.

3.1.4 Tahap Pembentukan Produk

Tahap pembentukan produk ini bertujuan untuk membentuk butiran prill Amonium nitrat dengan bantuan udara dingin yang dihembuskan dari bawah Prilling Tower (PT-01).

Tahap pembentukan produk ini bertujuan untuk membentuk butiran prill ammonium nitrat dengan bantuan udara yang dihembuskan dari bawah Prilling Tower (PT-01). Cairan ammonium nitrat yang keluar dari Evaporator (EV-01) diumpankan ke bagian atas Prilling Tower (PT-10) untuk dibentuk prill Ammonium Nitrat. Di dalam prilling tower ini, umpan amonium nitrat didistribusikan secara merata oleh Prilling bucket hingga terbentuk tetes-tetes yang kemudian jatuh ke bawah. Tetes – tetes ini akan terbentuk prill dengan bantuan udara yang dihembuskan dari bagian bawah Prilling Tower dengan menggunakan Blower (B-01).

Ammonium nitrat yang telah berbentuk prill yang jatuh ke bawah akan diangkat Belt Conveyor (BC-01) menuju Screen (SC-01) untuk mengayak

produk ammonium yang memenuhi spesifikasi dan yang tidak memenuhi spesifikasi.

Di Screening, umpan Amonium Nitrat prill disaring hingga diperoleh ukuran produk Amonium Nitrat yang diinginkan yaitu $\pm 0.3 \text{ mm} - 3 \text{ mm}$, sedangkan produk yang tidak memenuhi spesifikasi produk pada kondisi suhu 40°C direcycle kembali menggunakan Belt Conveyor (BC-02) menuju ke Mixing Tank (MT-01) untuk dicampur dengan lelehan Amonium Nitrat yang keluar dari Evaporator (EV-01) yang selanjutnya diumpankan ke Prilling Tower untuk dibentuk prill Amonium Nitrat kembali.

Sedangkan prill Amonium nitrat yang memenuhi spesifikasi produk dialirkan menggunakan Screw Conveyor (SR-01) ke Coating Drum (C-01) untuk dilapisi dengan *coating agent* dimana digunakan $\text{Ca}_3(\text{P}_0_4)_2$ (TriKalsium Phosphat) sebagai pelapis yang diumpankan dari Tangki Coating Agent (T-03) menggunakan pompa sentrifugal (P-06). Pada proses pelapisan Amonium Nitrat dengan Tri Kalsium Phosphat bertujuan untuk menjaga agar produk tetap kering dan tidak kontak langsung dengan udara, karena sifat Amonium Nitrat yang higroskopis.

Produk amonium nitrat yang keluar dari Coating Drum mempunyai kemurnian 99,5% wt. Kemudian produk amonium nitrat ditransfer menuju Silo (S-01) menggunakan Bucket Elevator (BE-01). Silo disini dimaksudkan untuk menampung sementara produk amonium nitrat sebelum *digagging*. Produk silo

berada di atas *warehouse* untuk memudahkan proses *bagging*. Suhu operasi di dalam produk silo yaitu 35°C dan tekanan 1 atm.

Produk amonium nitrat dari product silo kemudian dibagging dalam zak untuk menjaga agar produk amonium nitrat tidak kontak langsung dengan udara. Selanjutnya produk amonium nitrat disimpan di dalam warehouse dan siap untuk dipasarkan.

3.2 Spesifikasi Alat

3.2.1 Tangki Penyimpanan Asam Nitrat

Kode : T-01

Fungsi : Menyimpan Asam Nitrat selama 14 hari dengan kemurnian 60% pada kondisi suhu 30°C dan Tekanan 1 atm.

Tipe : Silinder tegak dengan *Conical Roof* dan *Flat Bottom*.

Fase : Cair

Jumlah Tangki : 1 Buah

Kapasitas Alat : 41130 bbl

Spesifikasi:

Tinggi Tangki : 21,825 m

Diameter Tangki : 21,33 m

Tebal *Head* : 3/8 in

Tinggi *Head* : 0,375 in

Course Plate : 10

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA-316 grade C*

Harga : US \$ 1.273.000

3.2.2 Tangki Penyimpanan Amoniak

Kode : T-02

Fungsi : Menyimpan bahan baku Ammoniak selama 14 hari dengan kemurnian 99,5% pada kondisi Suhu 30°C dan tekanan 12 atm.

Tipe : *Silinder Horizontal* berbentuk *Hemispherical Head*

Fase : Cair

Jumlah Tangki : 1 Buah

Kapasitas Alat : 12.909 bbl

Spesifikasi :

Tinggi Tangki : 9,54 m

Diameter Tangki : 18,28 m

Tebal *Head* : 1⁷/₈ in

Tinggi *Head* : 2,2 m

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-283 grade C

Harga : US \$ 258.894

3.2.3 Tangki Coating Agent (Tri Kalsium Fosfat)

Kode	: T-03
Fungsi	: Menyimpan bahan baku Coating Agent selama 14 hari pada kondisi Suhu 35°C dan tekanan 1 atm.
Tipe	: Silinder Tegak dengan <i>Conical Roof</i> dan <i>Flat Bottom</i> .
Jumlah Tangki	: 1 Buah.
Kapasitas	: 16.790 bbl
Spesifikasi :	
Tinggi Tangki	: 54,85 ft
Diameter Tangki	: 50 ft
Tebal <i>Head</i>	: 0,3125 in
Tinggi <i>Head</i>	: 8,42 ft
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel SA-304 grade C</i>
Harga	: US \$ 464.833

3.2.4 Reaktor

Kode	: R-01
Fungsi	: Mereaksikan gas Ammoniak dengan Asam Nitrat menjadi Ammonium Nitrat.
Kondisi	: T = 175°C ; P = 4,4 atm.
Tipe	: <i>Bubble Reaktor</i> yang dilengkapi jaket pendingin <i>Dowtherm A</i> .

Jumlah Alat : 1 Buah.

Spesifikasi :

Tebal *Sheel* : 0,4375 in

Tinggi *Head* : 4,1625 ft

Tebal *Head* : 0,1875 in

Diameter Reaktor : 8,45 ft

Tinggi Reaktor : 25,22 ft

Tebal Jaket : 5/8 in

Diameter Jaket : 9,99 ft

Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-304 Grade C*

Harga : US \$ 323.618

2.2.5 Evaporator

Kode : EV-01

Fungsi : Memekatkan konsentrasi NH_4NO_3 hingga 95%
dengan menguapkan H_2O

Tipe : *Long Tube Falling Film Evaporator*

Jumlah Alat : 1 Buah.

Spesifikasi :

Jumlah tube : 208

Kebutuhan steam : 5.902,79 kg/jam

Luas Perpindahan Panas : 642,96 ft^2

Diameter Evaporator : 19,76 ft
Tebal *Sheel* : 5/16 in
Tebal *Head* : 3/8 in
Tinggi Total : 10,52 m

Bahan Konstruksi : *Stainles Steel SA-304 Grade C*

Harga : US \$ 141.803

3.2.6 Heater

Kode : HE-01

Fungsi : Memanaskan umpan Asam Nitrat dari suhu 30°C menjadi 175°C.

Tipe : *Double Pipe.*

Bahan : *Stainles Steel*

Jumlah Alat : 1 Buah.

Kebutuhan *steam* : 1.412,35 kg/jam

LMTD : 122,87 °F

Luas Transfer Panas : 52,43 ft²

Panjang HE : 9,00 ft

Layout

<i>Nominal pipe size</i>	OD,in	<i>Schedule Number</i>	ID, in	<i>Flow Area per pipe, in²</i>	<i>Surface per lin Ft, ft²/ft</i>		<i>Weight Per lin ft, lb steel</i>
					out	In	
4	4,5	40	4,026	12,7	1,178	1,055	10,8
6	6,625	40	6,065	28,9	1,734	1,59	19

Harga : US \$ 4.707

12.7 Heater

Kode : HE-02

Fungsi : Memanaskan umpan Ammonia dari suhu 30°C menjadi 175°C.

Tipe : *Double Pipe.*

Bahan : *Stainles Steel*

Jumlah Alat : 1 Buah.

Kebutuhan *steam* : 363,041 kg/jam

LMTD : 117,40 °F

Luas Transfer Panas : 32,54 ft²

Panjang HE : 9,00 ft

Layout

Nominal pipe Size	OD,in	Schedule Number	ID, in	Flow Area per pipe, in ²	Surface per lin Ft, ft ² /ft		Weight Per lin ft, lb steel
					out	In	
3	3,5	40	3,0680	7,38	0,917	0,80	7,6
4	4,5	40	4,0260	12,7	1,178	1,05	10,8

Harga : US \$ 4.119

3.2.8 Prilling Tower

Kode : PT-01

Fungsi : Membuat larutan NH₄NO₃ menjadi bentuk *Prill*

Jumlah Alat : 1 Buah.

Tipe : Silinder tegak

Spesifikasi :

Kebutuhan udara : 1000 kg/jam

Diameter Tower : 7,07 m

Tebal *shell* : 1/2 in

Tebal *Conus* : 1/2 in

Tinggi silinder : 28,29 m

Tinggi *Conus* : 1,84 m

Tinggi total : 30,14 m

Diameter Partikel : 2,38 mm

Bahan : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Harga : US \$ 882.594

1.2.9 *Mixing Tank*

Kode : MT-01

Fungsi : mencampurkan larutan NH_4NO_3 hasil Evaporator dengan *Oversize Prill* NH_4NO_3 dari *Screen*.

Jumlah Alat : 1 Buah.

Tipe : Silinder tegak, dengan tutup atas dan bawah berbentuk *Eleptical Dishhead*. Dilengkapi pengaduk jenis 6 buah *Flat blade Turbin impeller*

Spesifikasi :

Waktu operasi : 0,5 jam

Diameter *inside* : 48,5 in

Tinggi *shell* : 96,11 in

Tebal *shell* : 3/16 in

Tebal tutup atas : 3/16 in

Tebal tutup bawah : 3/16 in

Diameter pengaduk : 1,2 ft

Panjang *Blade* : 0,3 ft

Lebar *Blade* : 0,24 ft

Power Pengaduk : 20 hp

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Harga : US \$ 85.435

3.1.10 Screen

Kode : SR-01

Fungsi : Mengatak partikel Ammonium Nitrat yang keluar dari Prilling Tower agar mempunyai diameter partikel yang seragam.

Kondisi : $T = 40^{\circ}\text{C}$; $P = 1 \text{ atm.}$

Tipe : *Vibrating Screen.*

Jumlah Alat : 1 Buah.

Spesifikasi :

Bukaan ayakan : 3,54 mm

Diameter *wire* : 2,47 mm

Diameter keluaran rata-rata : 3,00 mm

Luas Screen : 0,7 m²

Lebar Screen : 0,7 m

Panjang Screen : 1,02 m

Power : 2,5 hp

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-285 Grade C*

Harga : US \$ 15.534

3.2.11 Pompa

	Pompa-01	Pompa-02	Pompa-03	Pompa-04	Pompa-05	Pompa-06
Kode	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
Fungsi	Mengalirkan Asam Nitrat dari Tangki Penyimpanan menuju Reaktor.	Mengalirkan Ammonia dari Tangki Penyimpanan menuju Reaktor.	Mengalirkan larutan NH_4NO_3 dari Reaktor menuju Evaporator.	Mengalirkan larutan NH_4NO_3 dari Evaporatorr menuju Mixing Tank.	Mengalirkan larutan NH_4NO_3 dari Mixing Tank menuju Prilling Tower.	Mengalirkan bahan Coating Agent (Tri Calsium Fosfat) dari Tangki Penyimpanan menuju Coating Drum.
Tipe	<i>Pompa Centrifugal</i>	<i>Pompa Centrifugal</i>	<i>Pompa Centrifugal</i>	<i>Pompa Centrifugal</i>	<i>Pompa Centrifugal</i>	<i>Pompa Centrifugal</i>
Jumlah	2	2	2	2	2	2
Daya Motor	5 Hp	0,5 Hp	1,5 Hp	1,5 Hp	2 Hp	0,05 Hp
Ukuran Pipa	<ul style="list-style-type: none"> - Normal size : 3 in - Sch : 40 - Panjang pipa: 126,7 ft - Rate aliran: 0,124 ft^3/s 	<ul style="list-style-type: none"> - Normal size : 1,5 in - Sch : 40 - Panjang pipa: 68,8 ft - Rate aliran: 0,04 ft^3/s 	<ul style="list-style-type: none"> - Normal size : 3^{1/2} in - Sch : 40 - Panjang pipa: 172 ft - Rate aliran: 0,206 ft^3/s 	<ul style="list-style-type: none"> - Normal size : 2^{1/2} in - Sch : 40 - Panjang pipa: 111,4 ft - Rate aliran: 0,078 ft^3/s 	<ul style="list-style-type: none"> - Normal size : 2^{1/2} in - Sch : 40 - Panjang pipa: 126,4 ft - Rate aliran: 0,082 ft^3/s 	<ul style="list-style-type: none"> - Normal size : 1/4 in - Sch : 40 - Panjang pipa: 30,3 ft - Rate aliran: 0,124 ft^3/s
Bahan Konstruksi	<i>Stainless stell</i>	<i>Carbon steel</i>	<i>Carbon steel</i>	<i>Carbon steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Stainles steel</i>
Harga	US \$ 12.945	US \$ 10.826	US \$ 12.239	US \$ 12.239	US \$ 12.592	US \$ 8.944

3.2.12 Expansion Valve

	Expansion Valve-01	Expansion Valve-02
Kode	V-01	V-02
Fungsi	Menurunkan Tekanan Bahan Baku Ammonia dari 15 atm ke 4,4 atm sebelum masuk ke Reaktor	Menurunkan Tekanan Larutan NH ₄ NO ₃ keluaran reaktor dari 4,4 atm ke 1 atm sebelum masuk ke Evaporator
Debit	11,24 m ³ /jam	15,27 m ³ /jam
Jumlah alat	1	1
Ukuran Pipa	<ul style="list-style-type: none"> - Normal Size: 1^{1/2} in - Sch: 40 - ID: 1,61 in - OD: 1,9 in - a't: 1,5 in² - v: 3,22 m/s 	<ul style="list-style-type: none"> - Normal Size: 2^{1/2} in - Sch: 40 - ID: 2,47 in - OD: 2,875 in - a't: 2,5 in² - v: 2,63 m/s
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Stell</i>	<i>Stainless Stell</i>
Harga	US \$ 1.177	US \$ 1.177

3.2.13 Belt Conveyor

	Belt Conveyor-01	Belt Conveyor-02	Belt Conveyor-03
Kode	BC-01	BC-02	BC-03
Fungsi	Mengangkut NH ₄ NO ₃ Prill dari Prilling Tower menuju Screening.	Mengangkut NH ₄ NO ₃ Prill yang tidak sesuai spesifikasi ukuran produk dari Screening menuju Mixing Tank.	Mengangkut NH ₄ NO ₃ Prill dari Coating Drum menuju Bucket Elevator.
Jumlah alat	1	1	1
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> - Kapasitas belt: 29.000 kg/jam - Lebar belt: 14 in - Panjang Belt: 100 ft - Luas penampang belt: 0,11 ft² - Kecepatan belt: 100 ft/min - Power: 0,75 Hp 	<ul style="list-style-type: none"> - Kapasitas belt: 29.000 kg/jam - Lebar belt: 14 in - Panjang Belt: 100 ft - Luas penampang belt: 0,11 ft² - Kecepatan belt: 100 ft/min - Power: 0,05 Hp 	<ul style="list-style-type: none"> - Kapasitas belt: 29.000 kg/jam - Lebar belt: 14 in - Panjang Belt: 100 ft - Luas penampang belt: 0,11 ft² - Kecepatan belt: 100 ft/min - Power: 0,75 Hp
Harga	US \$ 30.479	US \$ 28.243	US \$ 30.479

3.2.14 Screw Conveyor

Kode : SC-01

Fungsi : Mengangkut NH₄NO₃ Prill dari Screening menuju Coating Drum.

Tipe : Horizontal Screw Conveyor

Jumlah Alat : 1 Buah.

Spesifikasi :

Kapasitas Conveyor	: 15100	kg/jam
Diameter Tingkat	: 1,00	ft
Diameter Pipa	: 0,2083	ft
Diameter Poros	: 0,167	ft
Pusat Gantungan	: 12,142	ft
Kecepatan Motor	: 60	rpm
Diameter Bagian Umpan	: 0,833	ft
Panjang maksimum	: 15	ft
Daya Motor	: 2	Hp

Bahan Konstruksi : Carbon Steel

Harga : US \$ 5.884

3.2.15 Blower

Kode : BL-01

Fungsi : Mengalirkan Udara ke *Prilling Tower*.

Kondisi : $T = 30^{\circ}\text{C}$; $P = 1 \text{ atm}$

Tipe : *Centrifugal Blower*

Jumlah Alat : 1 Buah.

Rate volumetric : 30.436,7 ft^3/jam

Daya Motor : 2 Hp

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-283 C*

Harga : US \$ 3.295

3.2.16 Coating Drum

Kode : C-01

Fungsi : Tempat penyemprotan/pelapisan produk dengan menggunakan coating agent (trikalsium phospat).

Kapasitas Alat : 27,03 m³

Kapasitas Kerja : 3,41 m³

Diameter Inlet : 10 ft

Diameter Inlet Sprayer: 12 in

Diameter Nozzle : 3 in

Daya : 7,5 Hp

3.2.17 Bucket Elevator

Kode : BE-01

Fungsi : Mengangkut NH₄NO₃ *Prill* dari Belt Conveyor menuju *Silo*.

Tipe : *Spaced Bucket Centrifugal Discharge Elevators*

Jumlah Alat : 1 Buah.

Spesifikasi :

Kapasitas Bucket : 27000 kg/jam

Ukuran Bukcet : 8 x 5 x 5^{1/2} in
 Jarak Antar Bucket : 1,17 ft
 Lebar *Belt* : 9 in
 Kecepatan Bucket : 225 ft/min
 Kecepatan Putaran : 43 rpm
 Tinggi Bucket : 75 ft
 Daya Motor : 1,5 Hp

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-285 Grade C*

Harga : US \$ 36.598

3.2.13 Silo

Kode : S-01

Fungsi : Tempat penyimpanan NH₄NO₃ Prill sementara sebelum di packing.

Tipe : *Silinder tegak dengan Conical Bottom dan Flat Head.*

Jumlah Alat : 1 Buah.

Kondisi Operasi : T = 35°C ; P = 1 atm

Spesifikasi :

Kapasitas Silo : 909.091 kg

Waktu penyimpanan : 3 hari

Volume Silo : 22.639,68 ft³/jam

Diameter Silo : 7,22 m

	Tebal Shell	: 7/16	in
	Tebal Head	: 3/4	in
	Tinggi Silo	: 18,03	m
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>		
Harga	: US \$ 314.204		



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

Salah satu syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik dalam suatu perancangan rancangan pabrik diantaranya tata letak peralatan dan fasilitas yang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan. Hal ini secara khusus akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tempat sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian pabrik.

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan dan kelangsungan dari industri, baik pada masa sekarang maupun masa yang akan datang, karena hal ini berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan.

Pemilihan lokasi pabrik yang tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik (Timmerhaus, 2004). Pabrik amonium nitrat dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Cikampek, Jawa Barat karena lokasi yang cukup strategis untuk mendirikan pabrik ini serta merupakan daerah kawasan industri.



Gambar 4.1 Lokasi pabrik ammonium nitrat

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

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

1. Penyediaan Bahan Baku

Suatu pabrik sebaiknya berada di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku dan daerah pemasaran sehingga transportasi dapat berjalan dengan lancar dan biaya transportasi dapat diminimalisir. Pabrik juga

sebaiknya dekat dengan pelabuhan laut jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

Sumber bahan baku utama berupa amonium dan asam asetat. Amonium dapat diperoleh dari PT. Pupuk Kujang di Cikampek, Sedangkan asam nitrat dapat diperoleh dari PT. Multri Nitrotama Kimia di Cikampek.

2. Pemasaran

Kebutuhan ammonium nitrat terus menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun dengan semakin banyaknya industri kimia yang membutuhkan ammonium nitrat seperti industri farmasi dan industri pupuk pemasarannya tidak akan mengalami hambatan. Lokasi pendirian pabrik dekat dengan konsumen sehingga produk dapat dipasarkan baik dalam maupun luar negeri.

3. Utilitas

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan dari generator sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

4. Tenaga Kerja

Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja ini merupakan tenaga kerja yang produktif dari berbagai tingkatan baik yang terdidik maupun yang belum terdidik.

5. Transportasi

Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan darat. Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik ini merupakan kawasan perluasan industri, yang dekat dengan bahan baku. Selain itu, fasilitas transportasi darat dari industri ke tempat sekitar juga sangat baik dan dekat dengan jalan tol.

6. Letak Geografis

Rencana lokasi pabrik didirikan di Kawasan Industri Cikampek yang letaknya berada di provinsi Jawa Barat dan lumayan dekat dengan pesisir pantai yang memiliki daerah alam yang sangat menunjang. Terdapat 2 pelabuhan terdekat yang berada di Banten yaitu Pelabuhan Merak dan di Jakarta yaitu Pelabuhan Tanjung Priok.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

1. Perluasan Areal Unit

Ekspansi pabrik dimungkinkan karena tanah sekitar memang dikhususkan untuk daerah pembangunan industri.

2. Biaya dan perizinan tanah

- Segi keamanan kerja terpenuhi.

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau.

- Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dilakukan mudah dan aman.

3. Lingkungan masyarakat sekitar

Sikap masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik pembuatan ammonium nitrat karena akan menjamin tersedianya lapangan kerja bagi mereka. Selain itu pendirian pabrik ini diperkirakan tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk.

Disain yang rasional harus memasukkan unsur lahan proses, *storage* (persediaan) dan lahan alternatif (areal *handling*) dalam posisi yang efisien dan dengan mempertimbangkan faktor - faktor sebagai berikut (*Timmerhaus, 2004*):

- Urutan proses produksi.
- Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.

- Distribusi ekonomis pengadaan air, *steam* proses, tenaga listrik dan bahan baku.
- Pemeliharaan dan perbaikan.
- Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
- Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
- Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.
- Masalah pembuangan limbah cair.c
Pabrik Amonium Nitrat yang direncanakan di bangun di daerah Cikampek, direncanakan di lengkapi dengan sarana Unit Pengolahan Limbah yang memadai, sehingga limbah yang di buang ke sungai sudah tidak membahayakan lingkungan.
- *Service area*, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan, seperti (*Timmerhaus, 2004*):

1. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga mengurangi material *handling*.

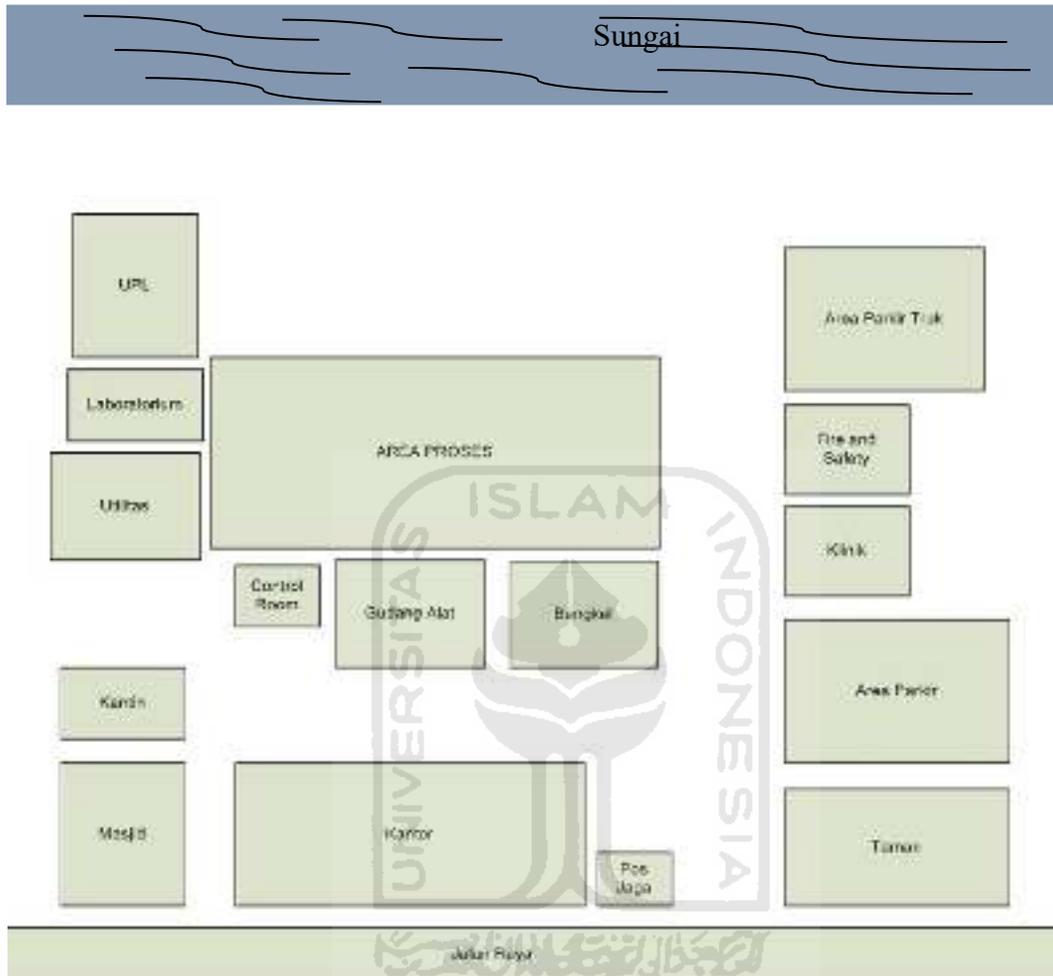
2. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau di-*blowdown*.
3. Mengurangi ongkos produksi.
4. Meningkatkan keselamatan kerja.
5. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.

Pendirian pabrik ammonium nitrat ini direncanakan dibangun pada lahan seluas 1,43 ha dengan ukuran 543 m x 386 m. Tanah di Cikampek, Jawa barat dihargai sebesar Rp.500.000/m². Tata letak pabrik dapat dilihat pada gambar 4.1. Sedangkan rinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.1.



Tabel 4. 1 Perincian luas tanah dan bangunan pabrik

lokasi	panjang, m	lebar, m	luas, m ²
	m	m	m ²
Kantor utama	40	15	600
Pos Keamanan/satpam	5	5	25
Mess	16	36	576
Parkir Tamu	12	24	288
Parkir Truk	20	14	280
Ruang timbang truk	12	6	72
Kantor teknik dan produksi	20	14	280
Klinik	12	10	120
Masjid	16	16	256
Kantin	20	11	220
Bengkel	12	24	288
Unit pemadam kebakaran	16	14	224
Gudang alat	20	11	220
Laboratorium	12	16	192
Utilitas	50	30	1500
Area proses	60	40	2400
Control Room	30	10	300
Control Utilitas	10	10	100
Jalan dan taman	60	40	2400
Perluasan pabrik	100	40	4000
Luas Tanah			14341
Luas Bangunan			7941
Total	543	386	14341



Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik ammonium Nitrat (1:50)

4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

3. Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia dan kendaraan

Dalam perancangan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

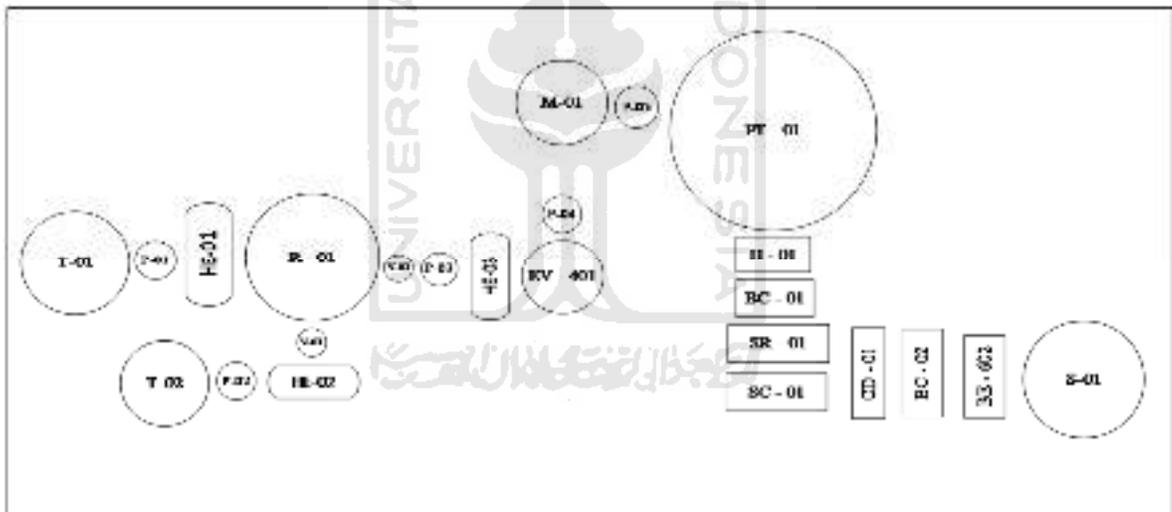
5. Pertimbangan ekonomi

Dalam menempatkan alat – alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menggantungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.

LAYOUT PABRIK AMONIUM NITRAT



Code	keterangan	Code	keterangan	Code	keterangan	Code	keterangan	Code	keterangan
BC	Belt Conveyor	EV	Evaporator	P	Pompa	S	Silo	T	Tangki
BE	Bucket Elevator	HE	Heat Exchanger	PT	Prilling tower	SC	Screw Conveyor	V	Expansion Valve
CD	Coating Drum	M	Mixin Tank	R	Reaktor	SR	Screening		

Gambar 4. 3Tata Letak Alat Proses (skala 1:50)

4.4 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

a. Pengertian Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kesehatan kerja menurut ILO (International Labour Organization), kesehatan kerja harus mengarahkan pada promosi dan pemeliharaan derajat kesehatan yang paling tinggi secara fisik, mental, dan social yang baik dari para tenaga kerja dalam semua jenis pekerjaan dan jabatan (John Ridley, 2008: 1).

Adapun menurut Mangkunegara (2013: 161) kesehatan kerja menunjukkan pada kondisi yang bebas dari gangguan fisik, mental, emosi, atau rasa sakit yang disebabkan lingkungan kerja.

Keselamatan kerja, menurut UU RI No.1 tahun 1970 adalah suatu syarat atau norma-norma kerja di segala tempat kerja dengan terus menerus wajib diciptakan dan dilakukan pembinaannya sesuai dengan perkembangan masyarakat, industrilisasi dan teknologi. Tujuan keselamatan kerja yaitu menjamin keutuhan dan kesempurnaan, baik jasmani maupun rohani manusia, serta hasil kerja dan budaya tertuju pada kesejahteraan masyarakat umumnya (Daryanto, 2010: 1)

Menurut Daryanto (2010: 1), keselamatan kerja meliputi : pencegahan terjadinya kecelakaan, mencegah dan atau mengurangi terjadinya penyakit akibat pekerjaan, mencegah dan atau mengurangi terjadinya cacat tetap, mencegah dan atau mengurangi kematian, dan mengamankan material, konstruksi, pemeliharaan,

yang kesemuanya itu menuju pada peningkatan taraf hidup dan kesejahteraan manusia.

Berdasarkan pengertian di atas, kesehatan dan keselamatan kerja adalah suatu usaha atau tindakan yang dibuat untuk menciptakan rasa aman dan nyaman saat bekerja sehingga meminimalkan kecelakaan saat bekerja. Rasa aman dan nyaman ini dimulai pada diri sendiri, orang lain dan lingkungan bekerja.

b. Dasar Hukum Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kesehatan dan keselamatan penting adanya, oleh sebab itu banyak upaya pencegahan yang dilakukan untuk melindungi hak pekerja akibat kecelakaan kerja. Salah satunya adalah upaya pemerintah dalam melindungi dan menjaga manusia sebagai subjek untuk melakukan pekerjaan.

Menurut Martina dan Yusuf (2005) berikut ini adalah dasar hukum K3 yang berlaku di Indonesia :

Undang-undang No. 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja yang diberlakukan pada tanggal 12 Januari 1970 yang memuat berbagai persyaratan tentang keselamatan kerja. Undang-undang ini ditetapkan mengenai kewajiban pengelola laboratorium, kewajiban dan hak praktikan serta syarat- syarat keselamatan kerja pengguna.

Undang-undang No. 13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. Undang-undang ini berisi tentang keselamatan kerja yang dimuat pada pasal 86 yang

menyebutkan bahwa manajemen bengkel wajib menerapkan upaya keselamatan untuk melindungi praktikan.

Sedangkan pada pasal 87 mewajibkan setiap manajemen laboratorium untuk melaksanakan manajemen K3 yang terintegrasi dengan manajemen organisasi lainnya.

c. Faktor-Faktor Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Menurut Mangkunegara (2013:162-163) banyak hal-hal yang mempengaruhi kesehatan dan keselamatan kerja. Beberapa sebab yang memungkinkan terjadinya kecelakaan dan gangguan kesehatan antara lain :

- 1) Keadaan Tempat Lingkungan Kerja
 - a) Penyusunan dan penyimpanan barang-barang yang berbahaya kurang memperhatikan keamanannya
 - b) Ruang kerja yang terlalu padat dan sesak
 - c) Pembuangan limbah yang tidak pada tempatnya
- 2) Pengaturan Udara
 - a) Pergantian udara atau sirkulasi udara di ruang kerja yang tidak baik
 - b) Suhu udara yang tidak dikondisikan pengaturannya
- 3) Pengaturan Penerangan
 - a) Pengaturan dan penggunaan sumber cahaya yang tidak tepat
 - b) Ruang kerja yang kurang pencahayaannya atau remang-remang

- 4) Pemakaian Peralatan Kerja
 - a) Pengaman peralatan kerja yang sudah rusak atau tidak berfungsi sebagaimana mestinya
 - b) Penggunaan mesin, alat elektronik tanpa pengaman yang memadai
- 5) Kondisi Fisik dan Mental
 - a) Kerusakan alat indra, stamina pegawai yang tidak stabil.
 - b) Emosi pegawai yang tidak stabil, kepribadian pegawai yang rapuh, cara berfikir yang rendah dan kemampuan persepsi yang lemah, motivasi rendah, sikap pegawai yang ceroboh, kurang cermat, dan kurang pengetahuan dalam menggunakan fasilitas kerja terutama fasilitas kerja yang membawa resiko bahaya. Sebab-sebab terjadinya kecelakaan kerja dapat berasal dari faktor manusia ataupun lingkungan kerja sehingga perlu adanya identifikasi bahaya setiap lingkungan yang ada.

d. Potensi bahaya (Hazard)

Potensi Bahaya adalah sesuatu yang berpotensi untuk terjadinya insiden yang berakibat pada kerugian (ILO, 2013). Potensi bahaya yang ada dapat berupa berbagai bentuk. Menurut ILO (2013), potensi bahaya digolongkan menjadi 5 yaitu:

- 1) Potensi bahaya biologi yang termasuk kedalam kategori ini antara lain, virus, jamur, bakteri, tanaman, burung, binatang yang dapat menginfeksi atau memberikan reaksi negatif kepada manusia.
- 2) Potensi bahaya kimia, adalah bahaya yang ditimbulkan oleh bahan kimia seperti toksisitas bahan kimia, daya ledak bahan kimia, penyebab kanker, oksidasi, bahan kimia mudah terbakar.
- 3) Potensi bahaya ergonomi, yang termasuk di dalam kategori ini antara lain desain tempat kerja yang tidak sesuai, postur tubuh yang salah saat melakukan aktifitas, desain pekerjaan yang dilakukan, pergerakan yang berulang-ulang.
- 4) Potensi bahaya fisika, yang termasuk di dalam kategori ini antara lain kebisingan, tekanan, suhu, getaran, dan radiasi.
- 5) Potensi bahaya psikologi, yang termasuk kategori ini adalah stress kerja yang diakibatkan oleh beberapahal seperti jam kerja yang terlalu lama, pimpinan yang terlalu galak, lingkungan kerja yang tidak nyaman, dan sebagainya.

e. Tindakan pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K)

Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) adalah bantuan dan perawatan sementara yang dilakukan untuk korban kecelakaan di tempat kerja menggunakan peralatan sederhana sebelum korban mendapatkan bantuan sempurna. Meski hanya menggunakan peralatan sederhana, P3K bisa menjadi salah satu solusi untuk

memberikan bantuan dengan cepat dan tepat. Berikut merupakan penanganan yang tepat jika terpapar bahan kimia dar bahan baku dan produk adalah sebagai berikut:

1. Asam Nitrat

Ada beberapa pencegahan yang dapat kita lakukan untuk melindungi diri dari asam nitrat berupa:

- Ambil segala langkah pencegahan untuk menghindari pencampuran dengan zat-zat yang mudah menyala, senyawa logam berat, asam dan basa.
- Pakai sarung tangan pelindung /pakaian pelindung /pelindung mata/pelindung wajah.
- Jika terhirup, pindahkan korban ke tempat berudara segar dan jaga tetap relaks pada posisi yang nyaman untuk bernafas.
- Jika tertelan, basuh mulut jangan merangsang muntah.
- Jika terkena mata, bilas dengan seksama dengan air untuk beberapa menit. Lepaskan lensa kontak jika memakainya dan lanjutkan membilas.
- Jika terpapar atau dikuatirkan, segera hubungi SENTRA INFORMASI KERACUNAN atau dokter/tenaga medis.
- Jika napas terhenti, segera berikan pernapasan buatan secara mekanik, jika diperlukan berikan oksigen.

2. Amonia

Ada beberapa pencegahan yang dapat kita lakukan untuk melindungi diri dari amonia berupa:

- Hindarkan pelepasan ke lingkungan.
- Pakai sarung tangan pelindung /pakaian pelindung /pelindung mata/pelindung wajah.
- Jika terhirup, hirup udara segar dan panggil dokter.
- Bila terjadi kontak kulit, tanggalkan segera semua pakaian yang terkontaminasi. Bilaslah kulit dengan air/ pancuran air dan segera panggil dokter.
- Jika tertelan, beri air minum kepada korban (paling banyak dua gelas), hidari muntah (resiko perforasi). Segera panggil dokter dan jangan mencoba menetralsir.

3. Amonium nitrat

Ada beberapa pencegahan yang dapat kita lakukan untuk melindungi diri dari ammonium nitrat berupa:

- Menyebabkan iritasi mata yang serius, bilas dengan seksama menggunakan air jika terkena bagian mata.
- Dapat mengintesisifkan api, hindari kontak dengan api.
- Tanggalkan semua pakaian yang terkontaminasi jika terjadi kontak kulit.
- Pergi segera ke dokter terdekat untuk memeriksa kondisi badan.

4.5 Alir Proses dan Material

4.5.1 Neraca Massa

4.5.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total Proses Produksi Ammonium Nitrat

Komponen	Input	Output
	(Kg/jam)	(Kg/jam)
HNO ₃	9947,8418	49,7392
NH ₃	2684,3383	13,4217
H ₂ O	6642,0781	7303,6054
NH ₄ NO ₃	661,5273	12569,0192
Ca ₃ (PO ₄) ₂	44,6121	44,6121
Cl ₂	0,0907	0,0907
H ₂ SO ₄	0,3635	0,3635
Total	19980,8518	19980,8518

4.5.1.2 Neraca Massa per Alat

4.5.1.2.1 Reaktor (R-01)

Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Input (Kg/jam)		Output (Kg/jam)	
	Arus 2	Arus 5	Arus 6	Arus 7
NH ₃	0	2684,3383	13,4217	0
HNO ₃	9947,8418	0	0	49,7392
H ₂ O	6631,8945	13,4891	0	6645,3837
NH ₄ NO ₃	0	0	0	12569,0192
Total	19277,5638		19277,5638	

4.5.1.2.2 Evaporator (EV-01)

Tabel 4. 4 Neraca Massa Evaporator (EV-01)

Komponen	Input (Kg/jam)		Output (Kg/jam)	
	Arus 4		Arus 5	Arus 6
HNO ₃	49,7392		49,7392	0
H ₂ O	6645,3837		5980,8453	664,5384
NH ₄ NO ₃	12569,0192		0	12569,0192
Total	19264,1421		19264,1421	

4.5.1.2.3 Mixing Tank (MT-01)

Tabel 4. 5 Neraca Massa Mixing Tank (MT-01)

Komponen	Input (Kg/jam)		Out (Kg/jam)
	12	18	13
NH ₃	0	0	0
HNO ₃	0	0	0
NH ₄ NO ₃	12569,0192	661,5273	13230,5465
H ₂ O	664,5384	0,3324	664,8708
TOTAL	13895,4173		13895,4173

4.5.1.2.4 Prilling Tower (PT-01)

Tabel 4. 6 Neraca Massa Prilling Tower (PT-01)

Komponen	Input(Kg/jam)	Out (Kg/jam)	
	13	15	16
NH ₃	0	0	0
HNO ₃	0	0	
NH ₄ NO ₃	13230,5465		13230,5465
H ₂ O	664,8704	658,2216	6,6487
TOTAL	13895,417	13895,417	

4.5.1.2.5 Screening (S-01)

Tabel 4. 7 Neraca Massa Screening (S-01)

Komponen	Input (Kg/jam)	Out (Kg/jam)	
	16	17	18
NH ₃	0	0	0
HNO ₃	0	0	0
NH ₄ NO ₃	13230,5465	12569,0192	661,5273
H ₂ O	6,6487	6,3163	0,3324
TOTAL	13237,1952	13237,1952	

4.5.1.2.6 Coating Drum (CD-01)

Tabel 4. 8 Neraca Massa Coating Drum (CD-01)

Komponen	Input (Kg/Jam)		Out (Kg/jam)
	17	20	22
NH ₄ NO ₃	12569,0192	0	12569,0192
H ₂ O	6,3163	5,8621	12,1784
Cl ₂	0	0,0907	0,0907
H ₂ SO ₄	0	0,3635	0,3635
Ca ₃ (PO ₄) ₂	0	44,6121	44,6121
HNO ₃	0	0	0
NH ₃	0	0	0
TOTAL	12626,2639		12626,2639

4.5.2 Neraca Panas

4.5.2.1. Heater Amonia dan Asam Nitrat

Tabel 4. 9 Neraca Panas Heater Asam Nitrat (HE-01)

Sumber Panas/Arus	Panas Masuk (Kj/jam)	Panas Keluar(Kj/jam)
Enthalphi Umpan	216113,5410	0
Enthalphi Steam	3941737,529	1203890,168
Enthalphi Keluar	0	2953960,9022
Total	4157851,0702	4157851,07

Tabel 4. 10 Neraca Panas Heater Amonia (HE-02)

Sumber Panas/Arus	Panas Masuk (Kj/jam)	Panas Keluar (Kj/jam)
Enthalphi Umpan	26616,3106	0
Enthalphi Steam	1100821,366	336214,1719
Enthalphi Keluar	0	791223,5047
Total	1127437,677	1127437,677

4.5.2.2. Reaktor (R-01)

Tabel 4. 11 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Sumber Panas/Arus	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
Enthalphi Umpan	3745184,4068	0
Enthalphi Reaksi	18936621,32	0
Enthalphi Keluar	0	4944020,1481
Enthalphi Penyerapan	0	17737785,5787
Total	22681805,7268	22681805,7268

4.5.2.3. Evaporator (EV-01)

Tabel 4. 12 Neraca Panas Evaporator (EV-01)

Sumber Panas/Arus	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
Enthalphi Umpan	4940083,937	0
Enthalphi Steam	16474094,73	377898,9764
Enthalphi Keluar	0	16004742,07
Total	21414178,67	21414178,67

4.5.2.4. Mixing Tank (MT-01)

Tabel 4. 13 Neraca Panas Mixing Tank (MT0-01)

Sumber Panas/Arus	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
Enthalphi Umpan	395277,079	0
Enthalphi Keluar	0	395277,079
Total	395277,079	395277,079

4.5.2.5. Prilling Tower (PT-01)

Tabel 4. 14 Neraca Panas Prilling Tower (PT-01)

Sumber Panas/Arus	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
Enthalphi Umpan	412683,61	0
Enthalphi Keluar	0	412683,61
Total	412683,61	412683,61

4.5.2.6. Screening (SR-01)

Tabel 4. 15 Neraca Panas Screening (SR-01)

Sumber Panas/Arus	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
Enthalphi Umpan	347562,055	0
Enthalphi Keluar	0	347562,055
Total	347562,055	347562,055

4.5.2.7. Coating Drum (C-01)

Tabel 4. 16 Neraca Panas Coating Drum (CD-01)

Sumber Panas/Arus	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
Enthalphi Umpan	347747,55	0
Enthalphi Keluar	0	347747,55
Total	347747,55	347747,55

4.5.3 Diagram Alir Kualitatif dan Kuantitatif

Diagram alir yang disajikan disini adalah sebagai berikut:

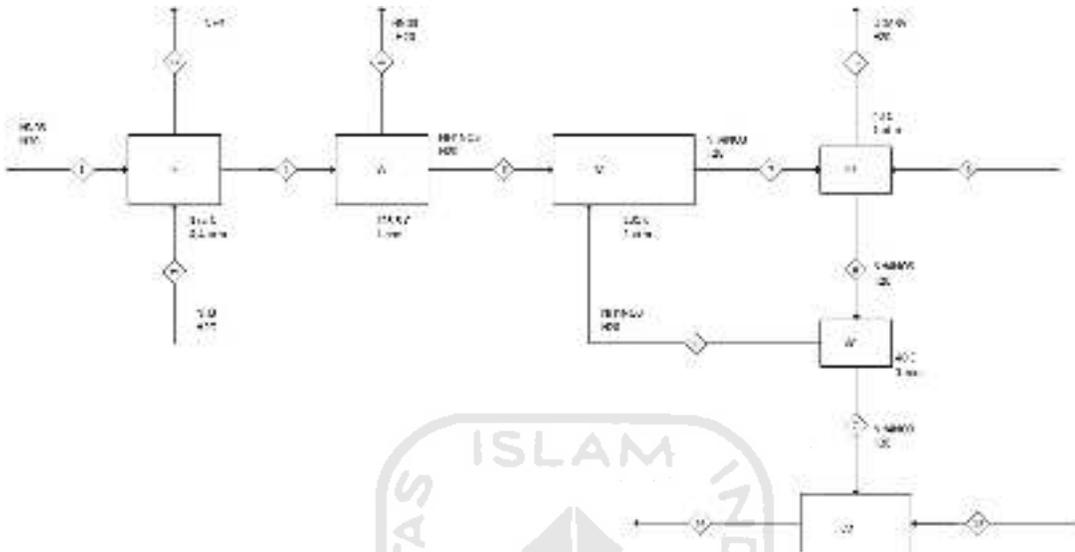
- Diagram Alir Kualitatif
- Diagram Alir Kuantitatif

a. Diagram Alir Kualitatif

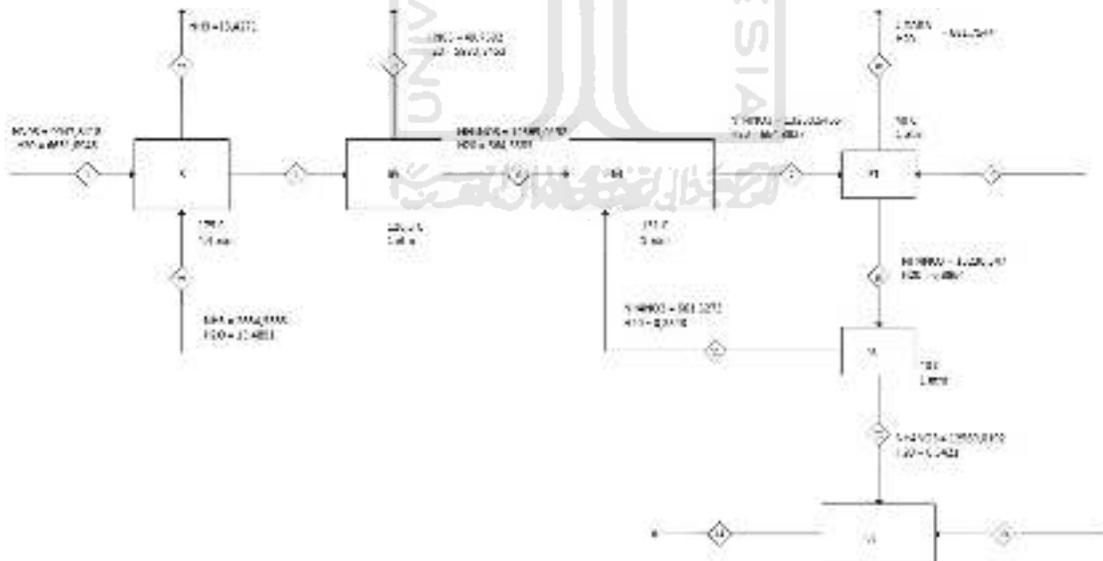
Merupakan susunan blok yang menggambarkan proses pembuatan Amonium Nitrat dari Asam nitrat dan Amonia dimana tiap arus dilengkapi data bahan-bahan yang mengalir dan tiap blok mewakili alat tertentu yang dilengkapi data kondisi operasi (P dalam atm dan T dalam C).

b. Diagram Alir Kuantitatif

Merupakan susunan blok yang menggambarkan proses pembuatan Amonium Nitrat dari Asam nitrat dan Amonia dimana tiap arus dilengkapi data bahan-bahan yang mengalir beserta laju alirnya (dalam kg/jam).



Gambar 4. 4 Diagram alir Kualitatif Pabrik Ammonium Nitrat



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Ammonium Nitrat

4.6 Perawatan (Maintenance)

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat - alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat - alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta *leveling* alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

a. Umur alat

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

b. Bahan baku

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

c. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.7 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

3. Unit penyediaan Dowtherm A

4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.7.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

4.7.1.1. Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
- Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

1) Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 . O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

c. Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

2) Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a. Syarat fisika, meliputi:

- 1) Suhu : Di bawah suhu udara
- 2) Warna : Jernih
- 3) Rasa : Tidak berasa
- 4) Bau : Tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi :

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

4.7.1.2. Unit Pengolahan Air

Tahapan - tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1) Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

- a. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.
- b. Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian

tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity* nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2) Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan / menyaring partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira - kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

3) Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya di bawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut :

a. *Cation Exchanger*

Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

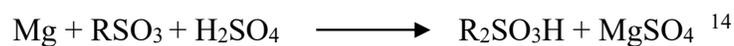
Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

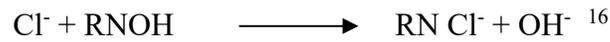
Reaksi:



b. *Anion Exchanger*

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

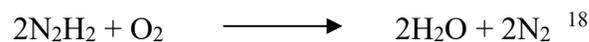
Reaksi:



c. Dearasi

Dearasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan *hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi:



Air yang keluar dari *deaerator* ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

4.7.1.3. Kebutuhan Air

1 Air untuk steam

Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
HE-01	1.412,3536
HE-02	394,4323
Evaporator	5.902,7893
Jumlah	7.709,5752

Diperkirakan air yang hilang 20% sehingga kebutuhan make up air untuk steam = 1.541,9150 kg/jam
= 1,5419 m³/jam

2 Air untuk sanitasi

Kebutuhan air untuk sanitasi dapat diperkirakan sebagai berikut:

a. Air untuk karyawan

Kebutuhan air untuk per karyawan sebesar = 40 lt/hari (*Sularso, hal 15*)

sehingga untuk 173 orang diperlukan air sebanyak:

$$= 6920 \text{ lt/hari}$$

$$= 0,2883 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Air untuk laboratorium

$$\text{Perkiraan} = 3000 \text{ lt/hari} = 0,125 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- c. Air untuk kebersihan, pertamanan dan lain-lain

$$\text{Perkiraan} = 7000 \text{ lt/hari} = 0,2917 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- d. Air untuk bengkel

$$= 10\% \times 0,2883 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,0288 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- e. Air untuk perumahan

Diperkirakan perumahan sebanyak 30 rumah. Jika masing-masing rumah rata-rata dihuni 2 orang, maka kebutuhan air untuk perumahan tersebut sekitar:

$$\text{Jumlah rumah} = 30 \text{ rumah}$$

$$\text{kapasitas tiap rumah} = 2 \text{ orang}$$

Kebutuhan air masing-masing orang diperkirakan

$$= 400 \text{ lt/hari}$$

$$\text{kebutuhan air untuk perumahan} = 36.000 \text{ lt/hari}$$

$$= 1,5 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kebutuhan *service water* = kebutuhan air untuk perumahan +
kebutuhan air untuk karyawan

$$= 1,7883 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kebutuhan air untuk pemadam kebakaran

$$= 20\% \times 2,2338 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,4468 \text{ m}^3/\text{jam}$$

maka total kebutuhan air untuk sanitasi

$$= 2,2338 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 2233,8333 \text{ kg/jam}$$

Jadi total air yang disuplai dari tangki air

$$= 4,2225 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 4.222,5150 \text{ kg/jam}$$

Kehilangan akibat kebocoran diperkirakan 10% sehingga make up dari sumber air adalah

$$= 4,6448 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 4.644,7665 \text{ kg/jam}$$

$$= 36.786.550,9898 \text{ kg/th}$$

$$\text{Jadi kebutuhan air total adalah sebesar } = 16.576,856 \text{ kg/jam}$$

4.7.1.4. Perhitungan dan Spesifikasi Alat Pengadaan Steam

Untuk memenuhi kebutuhan *steam*, *steam* diproduksi dengan menggunakan *Boiler* atau ketel uap. Air sebagai umpan diambil dari *Boiler Feed Water* (air umpan ketel).

Untuk menjaga kemungkinan kebocoran pada distribusi jumlah *steam* dilebihkan sebanyak 20%

$$\text{Jumlah } \textit{steam} \text{ yang dibutuhkan } = 7.709,5752 \quad \text{kg/jam}$$

$$\text{Total jumlah } \textit{steam} = 9.251,4902 \quad \text{kg/jam}$$

$$= 20.396,02 \quad \text{lb/jam}$$

$$= 73.271.802,49 \quad \text{kg/th}$$

1 Perhitungan Kapasitas Boiler

Steam yang digunakan adalah :

- Jenis = *Saturated steam*

- Suhu = 392 °F

- Tekanan = 224,91 psia

Penentuan kapasitas *Boiler*

$$Q = M_w \times C_{pl} (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) + \eta \times M_w \times \lambda$$

Kondisi *uap dingin* masuk *boiler* pada suhu 392 °F. Umpan masuk terdiri dari 20% *fresh feed (make up water)* pada 86 °F dan 80% *uap dingin*.

Dari *steam* tabel diperoleh harga *enthalpi*:

$$h_{liq} (86 \text{ F}) = 54,03 \text{ Btu/lb}$$

$$h_{vap} (392 \text{ F}) = 1202,10 \text{ Btu/lb} \quad (\text{Steam Tables, apx F})$$

$$Q = M_w \times C_{pl} (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) + \eta \times M_w \times \lambda$$

$$= 32.319.533,85 \text{ Btu/jam}$$

$$= 34.099.047,39 \text{ kJ/jam}$$

2 Menghitung Luas Perpindahan Panas

$$Q = U \times A \times \Delta T_{LMTD}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{T_{in} - T_{out}}{\ln\left(\frac{T_{in}}{T_{out}}\right)} = \frac{86 - 392}{\ln\left(\frac{86}{392}\right)}$$

$$= 201,73 \text{ F}$$

$$U = 150 \text{ Btu/ft}^2 \text{ F}$$

$$Q = 32.319.533,85 \text{ Btu/jam}$$

$$A = \frac{31.308.317,48 \text{ Btu/jam}}{\left(201,73 \text{ F} \times 150 \text{ Btu/ft}^2 \text{ F}\right)}$$

$$= 1068,104 \text{ ft}^2$$

3 Perhitungan kebutuhan bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan adalah *solar* dengan spesifikasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Boiler} &= 334.099.047,4 \text{ kJ/jam} \\ \text{heating value} &= 19676 \text{ Btu/lb} = 947 \text{ kg/m}^3 \\ \text{density} &= 53,5223 \text{ lb/ft}^3 \end{aligned}$$

(Hougen vol. 1, hal 519)

Kebutuhan bahan bakar dihitung dengan persamaan

$$\text{effisiensi} = 70\%$$

$$\begin{aligned} W_m &= Q / (\eta_b \times F) \\ &= 2.346,5523 \text{ lb/jam} \\ &= 1065,3347 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Volume bahan bakar yang dibutuhkan :

$$V = W_m / \rho$$

$$= 43,8425 \quad \text{ft}^3/\text{jam}$$

$$= 1.241,48179 \quad \text{kg/jam}$$

$$= 9.832.535,795 \text{ kg/tahun}$$

Spesifikasi *boiler*:

- Tipe = *fire-tube boiler*
- Jumlah = 1 buah
- Kapasitas *steam* = 9.251,4902 kg/jam
= 20.396,02 lb/jam
- Tekanan = 15,3 atm
- Suhu = 392 °C
- Jenis bahan bakar = *Solar*
- Kebutuhan Bahan bakar = 1.241,4817 kg/jam

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan - bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 150°C, kemudian diumpankan ke *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 10 bar, baru kemudian dialirkan ke steam *header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.7.2 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, generator juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power - power yang dinilai penting antara lain *boiler*, kompresor, pompa. Spesifikasi generator yang digunakan adalah:

Kapasitas	: 3500 KWatt
Jenis	: AC generator
Jumlah	: 1 buah

Prinsip kerja dari generator ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari - hari digunakan listrik PLN 100%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

Kebutuhan Listrik Alat Proses

Tabel 4. 18 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Nama Alat	Power pompa (Hp)
Pompa-01	1,50
Pompa-02	0,50
Pompa-03	1,50
Pompa-04	1,50
Pompa-05	2,00
Pompa-06	0,05
Blower-01	0,25
Blower-02	2,00
Screening	2,50
Screw Conveyor	1,69
Belt Conveyor-01	0,50
Belt Conveyor-02	0,05
Belt Conveyor-03	0,50
Bucket Elevator	1,50
Mixer-01	20
Total	36,04

Kebutuhan listrik untuk keperluan alat proses = 36,04 Hp

Maka total power yang digunakan = 26,8858 kW

Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas

Tabel 4. 19 Kebutuhan Listrik Utilitas

Nama Alat	Power (hp)
Pompa U-01	1,00
Pompa U-02	1,00
Pompa U-03	1,00
Pompa U-04	1,00
Pompa U-05	1,00
Pompa U-06	1,00
Pompa U-07	0,50
Tangki flokulator	2,00
Clarifier	6,25
Total	14,75

Jumlah kebutuhan listrik utilitas 14,75 Hp. Jumlah kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas 47,5751 Hp. Angka keamanan diambil 10 % sehingga dibutuhkan 52,332632 Hp. Kebutuhan listrik alat instrumentasi jumlah kebutuhan listrik untuk alat instrumentasi dan kontrol diperkirakan 13,4102 Hp.

Kebutuhan Listrik Laboraturium, Bengkel, AC dan lain-lain jumlah kebutuhan listrik untuk laboraturium, bengkel, AC dan lain-lain diperkirakan sebesar 73,76 Hp. Kebutuhan listrik untuk penerangan ruangan dan lain – lain sebesar 134,10 HP.

Kebutuhan Listrik Total:

Jumlah kebutuhan listrik total = 280,04 Hp

Faktor daya diperkirakan 80% = 350,05 Hp = 261,04 kW

Energi listrik diperoleh dari PLN, namun disediakan pula generator sebagai cadangan.

4.7.3 Unit Pengadaan Dowtherm A

Dowtherm A digunakan sebagai pendingin pada alat-alat proses yang digunakan (Reaktor). Kondisi operasi proses dilakukan dalam fase cair serta beroperasi pada suhu 90°C dan pada tekanan 1 atm. Jika menggunakan air sebagai pendingin akan banyak air yang akan di terapkan dan konsumsi air juga akan banyak karena kondisi operasi di atas titik didih air. Maka, dicari bahan pendingin yang sifat fisik dan kimia nya lebih ringan dan dapat bertahan pada suhu tinggi dan tekanan tinggi. Dowther A yang dibutuhkan sebanyak 126.337,5041 kg/jam. Oleh karena itu dipilih Dowtherm A sebagai pendingin yang terdiri dari senyawa *biphenyl* (C₁₂H₁₀) dan *diphenyl oxide* (C₁₂H₁₀O). Senyawa ini memiliki tekanan uap yang sama, sehingga campuran dapat ditangani seolah-olah itu senyawa tunggal.

Dowtherm A adalah cairan yan dapat digunakan dalam fase cair atau fase uap. Kisaran aplikasi normal adalah 60 F sampai 750 F (15 - 400) °C dan kisaran tekanan adalah 1 atm – 152,2 psig. Fluida ini stabil tidak mudah terurai pada suhu tinggi, dan dapat digunakan secara efektif baik dalam fase cair atau fase

uap. Viskositasnya rendah sepanjang rentang operasi pada perpindahan panas yang efisien sehingga tidak ada masalah dalam pemompaan.

4.7.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan *boiler*. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (*Industrial Diesel Oil*).

4.7.5 Spesifikasi Alat Utilitas

4.7.5.1 Penyediaan Air

1 Bak Pengendap Awal (BU-01)

Tugas	: Mengendapkan kotoran kasar dalam air. Pengendapan terjadi karena gravitasi dengan waktu tinggal = 4 jam
Jenis	: Bak Pengendap persegi panjang
Kapasitas	: 64937,31 liter
Over Design	: 20%
	: $1.2 \times 64937,31 = 77924,77$ liter
Dimensi	
Panjang	: 7,89 m
Lebar	: 3,95 m
Tinggi	: 2,5 m
Harga	: \$ 4.558

2 Tangki Flokulator (TFU-01)

Tugas : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan Alumina $Al_2(SO_4)_3$ dan Na_2CO_3

Waktu Pengendapan = 1 jam

Jenis : Tangki Silinder Tegak Berpengaduk

Jenis Pengaduk : Marine Propeller 3 Blade

Kebutuhan Alumina

$Al_2(SO_4)_3$: 9,01 lb/jam

Kebutuhan Sodium Carbonat

Na_2CO_3 : 1,75 lb/jam

Kapasitas : 16,23 m³

Over Design : 20%

: 1,2 x 16,23 = 19,48 m³

Power : 2 Hp dengan putaran pengadukan 35rpm

Dimensi

Tinggi : 2,88 m

Diameter : 2,88 m

Volume : 1,3479 m³

Harga : \$ 26.446

3 Clarifier (CLU-01)

Tugas : Menampung sementara air yang mengalami fluktuasi dan memisahkan flok dari air

Waktu Pengendapan = 1 jam

Jenis : Tangki berbentuk conis

Kapasitas : 16,23 m³

Power : 6,25 Hp

Over Design : 20%

$$: 1.2 \times 16,23 = 19,48 \text{ m}^3$$

Dimensi :

Tinggi : 3,48 m

Diameter : 2,88 m

Volume : 19,48 m³

Harga : \$ 26.446

4 Saringan Pasir (SPU-01)

Tugas : Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran yang berukuran kecil yang tidak dapat mengendap di CLU-01

Jenis : Kolam / bak persegi Panjang dengan saringan pasir

Kapasitas : 16234,32 Kg/jam

Dimensi

Panjang : 1,28 m
Tinggi : 1,49 m
Lebar : 1,28 m
Harga : \$ 2.532

5 Bak Penampung Air Bersih (BU-02)

Tugas : Menampung bersih dari saringan pasir
Jenis : Bak empat Persegi panjang
Volume : 97,40 m³
Dimensi :
Panjang : 8,82 m
Lebar : 4,41 m
Tinggi : 2,5 m
Harga : \$ 8.001

4.7.4.2. Pengolahan Air Sanitasi

1 Tangki Desinfektan (TU-02)

Tugas : Tempat klorinasi dengan maksud membunuh bakteri yang selanjutnya dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga.
Jenis : Tangki silinder
Volume : 1,788 m³

Over Design : 20%

$$1,2 \times 1,788 = 2,146 \text{ m}^3$$

Dimensi :

Diameter : 1,39 m

Tinggi : 1,39 m

Harga : \$ 5.064

2 Bak Penampung Air Kantor dan Rumah Tangga

Tugas : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Jenis : Bak

Volume : 25,75 m³

Dimensi :

Panjang : 5,85 m

Lebar : 2,92 m

Tinggi : 1,5 m

Harga : \$ 47.490

3 Tangki Pelarut Na₂SO₄

Tugas : Melarutkan Na₂SO₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 0,77256 m³
Over Design : 20%
 $1,2 \times 0,77256 = 0,927072 \text{ m}^3$
Dimensi :
Tinggi : 1,057 m
Diameter : 1,057 m
Harga : \$ 2.588

4 Tangki Penampung N₂H₄

Tugas : Melarutkan N₂H₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses
Jenis : Tangki silinder tegak
Volume : 0,77256 m³
Over Design : 20%
 $1,2 \times 0,77256 = 0,927072 \text{ m}^3$
Dimensi :
Tinggi : 1,057 m
Diameter : 1,057 m
Harga : \$ 2.588

5 Tangki Larutan Kaporit

Tugas : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan dikantor dan rumah tangga

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 0,2076 m³

Over Design : 20%

$$1,2 \times 2076 = 0,2492 \text{ m}^3$$

Dimensi :

Tinggi : 0,6821 m

Diameter : 0,6821 m

Harga : \$ 1.238

4.7.5.1. Pengolahan Air Pemanas

1 Kation Exchanger (KEU-01)

Tugas : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg.

Jenis : *Down Flow Cation Exchanger*

Volume : 0,388 m³

Dimensi :

Diameter : 0,5093 m

Tinggi : 1,905 m

Tebal Tangki : 0,00349 m

Harga : \$ 113

2 Anion Exchanger (AEU-01)

Tugas : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion Cl, SO₄, NO₃.

Jenis : *Down Flow Anion Exchanger*

Volume : 0,388 m³

Dimensi :

Diameter : 0,5093 m

Tinggi : 1,905 m

Tebal Tangki : 0,003495 m

Harga : \$ 900

3 Deaerator (DU-01)

Tugas : Membebaskan gas CO₂ dan O₂ dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation exchanger dengan larutan Na₂SO₄ dan larutan N₂H₄.

Jenis : *Cold water vaccum deaerator*

Volume : 1,792406 m³

Dimensi :

Diameter : 1,313188 m

Tinggi : 1,313188 m

Harga : \$ 7.427

4 Tangki Penampung Kondensat

Tugas : Menampung kondensat dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 2,8678 m³

Dimensi :

Diameter : 1,5401 m

Tinggi : 1,5401 m

Harga : \$ 10,128

4.7.5.4. Pengolahan Boiler

1 Boiler Feed Water Tank (TU-03)

Tugas : Mencampurkan kondensat sirkulasi dan *make-up* air umpan *boiler* sebelum diumpankan sebagai umpan dalam *boiler*

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 42,93 m³

Dimensi :

Diameter : 3,79 m

Tinggi : 3,79 m

Harga : \$ 30.385

2 **Boiler (BR-01)**

Tugas : Membuat saturated steam
Jenis : *Fire Tube Boiler*
Kebutuhan bahan bakar : 35,725 lt/jam
Jumlah : 1
Harga : \$ 26.446

3 **Tangki Bahan Bakar (TU-05)**

Tugas : Menampung bahan bakar *boiler*
Jenis : Tangki silinder vertikal
Volume : 1.306,4836 m³
Dimensi :
Diameter : 11,8507 m
Tinggi : 11,8507 m
Harga : \$ 196.397

4 **Tangki Larutan NaCl (TU-06)**

Tugas : Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger
Jenis : Tangki silinder vertikal
Volume : 0,67150059 m³
Dimensi :

Diameter : 0,95 m
Tinggi : 0,95 m
Harga : \$ 2.588

5 Tangki Larutan NaOH (TU-07)

Tugas : Membuat larutan NaOH jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger

Jenis : Tangki silinder vertikal

Volume : 0,186 m³

Dimensi :

Diameter : 0,62 m

Tinggi : 0,62 m

Harga : \$ 2.476

4.7.3.5. Pompa Utilitas

1 Pompa Utilitas 01 (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air dari sungai ke dalam BU-01

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Commercial stell*

Kapasitas : 4.591,6986 kg/jam

Kapasitas pompa : 20,21 gpm

Head pompa : 3,67 ft
Tenaga pompa : 0,047 Hp
Tenaga motor : 0,5 Hp
Jumlah : 2 buah
Harga : \$ 6.302

2 Pompa Utilitas 02 (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air dari BU-01 ke TU-01
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Mixed Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 4.591,6986 kg/jam
Kapasitas pompa : 20,2149 gpm
Head pompa : 3,67 ft
Tenaga pompa : 0,047 Hp
Tenaga motor : 0,5 Hp
Jumlah : 2 buah
Harga : \$ 6302

3 Pompa Utilitas 03 (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari TU-01 ke bak CU-01
Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Commercial stell*

Kapasitas : 4.591,6986 kg/jam

Kapasitas pompa : 20,2149 gpm

Head pompa : 33,27 ft

Tenaga pompa : 0,4253 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 6302

4 Pompa Utilitas 04 (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari BU-02 ke proses pemanasan dan pendinginan untuk kebutuhan kantor dan rumah tangga

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Commercial stell*

Kapasitas : 4.591,6986 kg/jam

Kapasitas pompa : 20,215 gpm

Head pompa : 33,77 ft

Tenaga pompa : 0,4317 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp
Jumlah : 2 buah
Harga : \$ 6.302

5 Pompa Utilitas 05 (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari CT-01 ke sistem pendingin proses

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Commercial stell*

Kapasitas : 1.493,6715 kg/jam

Kapasitas pompa : 6,57 gpm

Head pompa : 16,8 ft

Tenaga pompa : 0,1745 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Jumlah : 2 buah

Harga : \$ 6.302

6 Pompa Utilitas 06 (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari alat proses ke CT-01

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 1.493,6715 kg/jam
Kapasitas pompa : 6,576 gpm
Head pompa : 16,77 ft
Tenaga pompa : 0,1743 Hp
Tenaga motor : 0,5 Hp
Jumlah : 2 buah
Harga : \$ 6.302

7 Pompa Utilitas 07 (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari KEU-01 ke AEU-01
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Mixed Flow Impeller*
Bahan : *Commercial stell*
Kapasitas : 1.493,6715 kg/jam
Kapasitas pompa : 6,576 gpm
Head pompa : 16,74 ft
Tenaga pompa : 0,1741 Hp
Tenaga motor : 0,5 Hp
Jumlah : 1 buah
Harga : \$ 6.302

4.8 Struktur Organisasi

4.8.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Pabrik Amonium Nitrat ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Dengan berbentuk perseroan terbatas, kekuasaan tertinggi di tangan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS), yang memiliki hak untuk menunjuk dewan direksi sebagai penanggung jawab kegiatan perusahaan sehari-hari. Keuntungan memilih bentuk Perseroan Terbatas adalah:

1. Pemilik modal hanya bertanggung jawab terhadap sejumlah modal yang disetornya.
2. Campur tangan pemilik modal tidak terlalu besar, sehingga memberi kesempatan manajemen melakukan terobosan-terobosan demi kemajuan perusahaan.
3. Dapat mengumpulkan modal yang lebih besar dari publik.
4. Kepercayaan yang lebih besar dari publik, rekanan maupun pemerintah.

Perkembangan yang terjadi saat ini, banyak perusahaan besar yang mulai menggunakan sistem manajemen bentuk mendatar (*flat*), karena manajemen dengan rantai panjang memungkinkan perusahaan lama dalam mengambil keputusan, sehingga dengan sistem *flat* garis komando lebih pendek dan memangkas jalur-jalur komando yang tidak efisien, oleh karena itu perusahaan ini juga mengarah pada manajemen *flat*.

4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dalam perusahaan tersebut. Sebab hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas sebagai pedoman, antara lain:

- 1) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- 2) Pendelegasian wewenang
- 3) Pembagian tugas kerja yang jelas
- 4) Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- 5) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- 6) Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut maka diperoleh suatu struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line and staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Pembentukan staff ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dalam bidangnya adalah untuk mencapai kelancaran produksi. Staff ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya

tujuan perusahaan. Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line and staff* ini, yaitu:

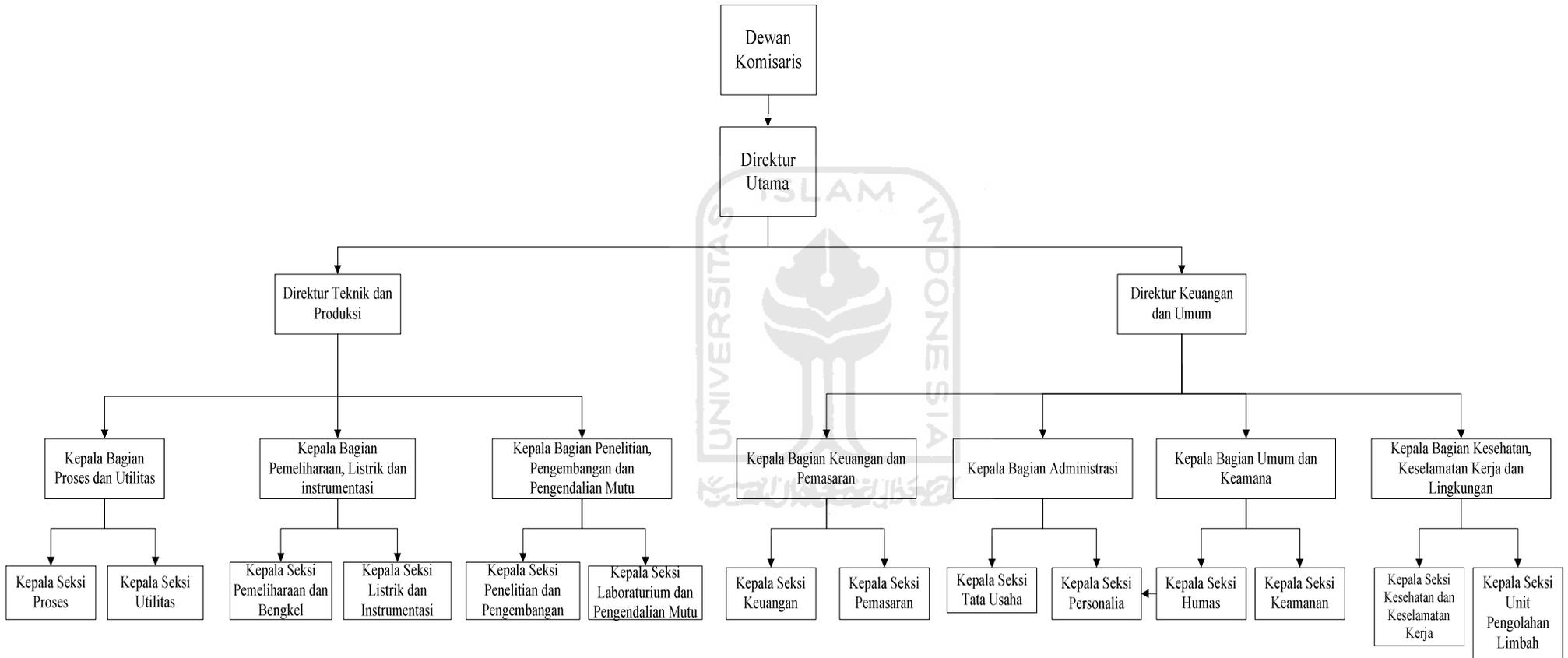
- 1) Sebagai garis atau lini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- 2) Sebagai staff, yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimiliki, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Dewan komisaris mewakili para pemegang saham (pemilik perusahaan) dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya, sedangkan seorang direktur utama yang dibantu oleh Direktur produksi dan Teknik serta Direktur Keuangan dan Umum bertugas untuk menjalankan perusahaan. Direktur Produksi dan Teknik membawahi bagian teknik dan produksi. Sedangkan Direktur Keuangan dan Umum membidangi kelancaran pelayanan umum, keuangan dan pemasaran. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab membawahi bagian dalam perusahaan, sebagai bagian daripada pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian membawahi beberapa kepala seksi dan setiap kepala seksi membawahi serta mengawasi para karyawan perusahaan. Karyawan perusahaan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang masing-masing dipimpin oleh kepala regu. Setiap kepala regu bertanggungjawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Manfaat adanya struktur organisasi sebagai berikut:

- 1) Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang dan lain-lain
- 2) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
- 3) Penempatan pegawai yang lebih tepat
- 4) Penyusunan program pengembangan manajemen
- 5) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti





Gambar 4. 6 Struktur Organisasi

Tugas dan Wewenang

1 Pemegang saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham:

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

2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

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

3 Dewan Direksi

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum. Tugas Direktur Utama antara lain:

- a. Melaksanakan *policy* perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.
- b. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan karyawan.
- c. Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat umum pemegang saham.
- d. Mengkoordinir kerja sama dengan Direktur Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Produksi dan Teknik, antara lain :

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.

- b. Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum, antara lain :

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum dan pemasaran.
- b. Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4 Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada Direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang staff ahli meliputi :

- a. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- b. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
- c. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

5 Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya

sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur bersama-sama dengan staff ahli. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing.

4.9 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan

Perusahaan akan di pimpin oleh seorang Direktur Utama, dengan 1 orang Direktur Teknik dan Produksi, dan 1 orang Direktur Keuangan dan Administrasi. Masing – masing direktur di bantu oleh kepala bagian yang membawahi kepala seksi. Tugas kepala seksi secara langsung dibantu oleh operator dan karyawan.

Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini sebagai berikut :

1. Direktur Utama
2. Direktur
3. Kepala Bagian
4. Kepala Seksi
5. Kepala *Shift*
6. Karyawan dan Operator

Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada pucuk pimpinan yang terdiri dari Direktur Utama dan Direktur yang di sebut Dewan Direksi. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada Rapat Anggota Tahunan. Perincian jumlah dan tingkat pendidikan karyawan adalah sebagai berikut :

1 Direktur Utama

Tugas : Memimpin kegiatan perusahaan / pabrik secara keseluruhan, menerapkan sistem kerja dan arah kebijaksanaan perusahaan serta bertanggung jawab penuh terhadap jalannya pabrik.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang

2 Direktur Teknik dan Produksi

Tugas : Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang

3 Direktur Keuangan dan Umum

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi

Jumlah : 1 orang

4 Kepala Bagian

a. Kepala Bagian Proses (1 orang)

Tugas : Melaksanakan dan mengatur kebutuhan proses.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

b. Kepala Bagian Utilitas (1 orang)

Tugas : Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan air, uap air dan tenaga listrik.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

c. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi (1 orang)

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

Pendidikan : Sarjana Teknik Elektro

d. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu (1 orang)

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan pengembangan perusahaan, pengawasan mutu, serta keselamatan kerja.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

e. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran (1 orang)

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Akuntansi

f. Kepala Bagian Administrasi dan Umum (1 orang)

Tugas : Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, dan kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta masalah perpajakan.

Pendidikan : Sarjana Sospol / Manajemen / Ekonomi

5 Kepala Seksi dan Karyawan

a. Kepala Seksi Proses (1 orang)

Tugas : 1. Mengawasi jalannya proses dan produksi
2. Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Bawahan : 30 orang terdiri dari :

- 15 orang kepala *shift* (S1 Teknik Kimia)

- 15 orang operator produksi (D3 Tek. Kimia/STM)

b. Kepala Seksi Utilitas (1 orang)

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

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Bawahan : 20 orang terdiri dari :

- 12 orang kepala *shift* (S1 Teknik Kimia)

- 8 orang operator (D3 Tek. Kimia/STM)

c. Kepala Seksi Pemeliharaan (1 orang)

Tugas : Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya

Pendidikan : Sarjana Teknik Mesin

Bawahan : 6 orang (S1 Teknik Mesin)

d. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi (1 orang)

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

Pendidikan : Sarjana Teknik Elektro

Bawahan : 5 orang (S1 Teknik Elektro)

e. Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan (1 orang)

Tugas : Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Bawahan : 5 orang (S1 Tek.Kimia/S1 Tek.Mesin)

f. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu (1 orang)

Tugas : 1. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
2. Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
3. Mengawasi hal yang berhubungan dengan buangan pabrik
4. Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Bawahan : 6 orang Staff (S1 Teknik Kimia/ Kimia)

g. Kepala Seksi Keuangan (1 orang)

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Akuntansi

Bawahan : 5 orang Staff (S1 Ekonomi / Akuntansi)

h. Kepala Seksi Pemasaran (1 orang)

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi

Bawahan : 5 orang Staff (S1 Ekonomi / Marketing)

i. Kepala Seksi Personalia (1 orang)

Tugas : 1. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya

2. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis

3. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan

Pendidikan : Sarjana Hukum / Psikologi Industri

Bawahan : 5 orang Staff (S1 Psikolog Industri)

j. Kepala Seksi Humas dan Keamanan (1 orang)

Tugas : 1. Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, masyarakat, serta mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan

2. Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan ataupun bukan dilingkungan pabrik

3. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

Pendidikan : Sarjana Komunikasi / Psikologi / Hukum

Bawahan : 13 orang, terdiri dari

- 7 orang staf (S1 Komunikasi/ Hukum)
- 6 orang satpam (SMA)

k. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (1 orang)

Tugas : Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

Pendidikan : S1 Teknik Lingkungan / Kesehatan Masyarakat

Bawahan : 12 orang, terdiri dari

- 3 orang staf (Dokter)

- 3 orang pegawai *shift* (Akper)

- 6 orang Staff K3 (S1 Tek. Lingkungan/Tek. Kimia)

6 Pembantu

Diperkirakan keperluan tenaga pesuruh dan petugas kebersihan sejumlah 10 orang (SMP/SMA).

4.9.1 Perincian Jumlah Karyawan Operator

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat ditentukan dengan melihat jeni proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan proses dapat digambarkan sebagai berikut.

Tabel 4. 20 Perincian Jumla Operator

Nama Alat	ΣUnit	Orang/Unit.Shift	Orang/shift
Reaktor bubble	1	0.5	0.5
Separator	1	0.25	0.25
Vaporizer	1	0.25	0.25
Evaporator	1	0.25	0.25
Prilling Tower	1	0.17	0.17
Coating Drum	1	1	1
Heater	2	0.2	0.4
Mixing tank	1	0.1	0.1
Silo	1	0.1	0.1
Tangki	3	0.1	0.3
Belt Conveyor	3	0.05	0.15
Screw Conveyor	1	0.05	0.05
Belt Elevator	1	0.05	0.05

Nama Alat	Σ Unit	Orang/Unit.Shift	Orang/shift
Screening	1	0.5	0.5
Pompa	6	0.05	0.3
Blower	2	0.05	0.1
Expansion Valve	2	0.05	0.1
Total	29		4.57

- Jumlah operator untuk alat proses = 5×3 Shift
= 15 orang
- Jumlah operator utilitas = $0,5 \times$ jumlah operator produksi
= 8 orang

Sehingga total keseluruhan operator lapangan,

$$= 15 \text{ orang} + 8 \text{ orang}$$

$$= 23 \text{ orang}$$

4.10 Pembagian Jam Kerja Karyawan Dan Sistem Gaji Karyawan

1) Jam Kerja Karyawan

Pabrik Ammonium Nitrat direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shut down*. Berdasarkan pembagian jam kerja, karyawan digolongkan menjadi 2 golongan, yaitu :

a. Karyawan non-shift

Karyawan non-shift adalah para karyawan yang tidak mengalami proses produksi secara langsung. Karyawan non-shift antara lain adalah Direktur,

Staff ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi bagian administrasi. Karyawan non-shift dalam satu minggu akan bekerja selama 6 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

- Hari Senin – Jum’at : jam 08:00 – 17.00
- Hari Sabtu : jam 08:00 – 12:00

Jam istirahat :

- Hari Senin-Kamis : jam 12:00 – 13:00
- Hari jum’at : jam 11:00 – 13:00

b. Karyawan Shift/Ploog

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Karyawan shift antara lain adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, bagian keamanan, dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan shift akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan shift dibagi 3 (tiga shift) dengan pengaturan sebagai berikut :

Karyawan Operasi

- a. Shift pagi : jam 08:00 – 16:00
- b. Shift siang : jam 16:00 – 24:00

c. Shift malam : jam 24:00 – 08:00

Penjadwalan kerja dibagi 4 regu shift yaitu regu : A, B, C, D, yang dalam setiap harinya ada 3 regu bertugas dan satu regu off (libur), sehingga bagi karyawan shift akan mendapat libur 2 atau 3 hari setelah 7 hari kerja.

Tabel 4. 21 Jadwal Kerja Karyawan Shiff

Hari/ Waktu	Sn	Sl	Rb	Km	Jm	Sb	Mg	Sn	Sl	Rb	Km	Jm	Sb	Mg
Pagi	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C
Siang	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B
Malam	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A
Libur	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D

2) Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya. Berikut adalah sistem penggajian karyawan :

Tabel 4. 22 Sistem Penggajian Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 30.000.000	Rp 38.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 30.000.000	Rp 38.000.000
4	Staff Ahli	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
5	Ka. Bag. Proses	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
6	Ka. Bag. Utilitas	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
7	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
8	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
9	Ka. Bag. Litbang	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
10	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
11	Ka. Bag. K3	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
12	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
13	Ka. Sek. UPL	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
14	Ka. Sek. Proses	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
15	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
16	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
17	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
18	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
19	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
20	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
21	Ka. Sek. Personalialia	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
22	Ka. Sek. Humas	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
23	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
24	Ka. Sek. K3	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
25	Karyawan Personalialia	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
26	Karyawan Humas	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
27	Karyawan Litbang	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
28	Karyawan Pembelian	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
29	Karyawan Pemasaran	5	Rp 8.000.000	Rp 40.000.000
30	Karyawan Administrasi	4	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
31	Karyawan Kas/Anggaran	4	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
32	Karyawan Proses	15	Rp 10.000.000	Rp150.000.000
33	Karyawan Pengendalian	6	Rp 10.000.000	Rp 60.000.000
34	Karyawan Laboratorium	6	Rp 10.000.000	Rp 60.000.000
35	Karyawan Pemeliharaan	6	Rp 10.000.000	Rp 60.000.000
36	Karyawan Utilitas	12	Rp 10.000.000	Rp120.000.000
37	Karyawan K3	6	Rp 10.000.000	Rp 60.000.000
38	Karyawan Keamanan (Satpam)	6	Rp 5.000.000	Rp 30.000.000
39	Sekretaris	4	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
40	Dokter	3	Rp 10.000.000	Rp 30.000.000
41	Perawat	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
42	Supir	10	Rp 4.000.000	Rp 40.000.000
43	Cleaning Service	10	Rp 4.000.000	Rp 40.000.000
Total		144	Rp 664.000.000	Rp 1.457.000.000

4.11 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa:

1 Tunjangan

- a. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan bersangkutan
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan
- c. Tunjangan lembur yang diberikan pada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2 Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan pada karyawan sejumlah 3 pasang/tahun

3 Cuti

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun
- b. Cuti sakit diberikan pada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter

4 Pengobatan

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan

5 Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS)

BPJS diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawannya lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan Rp.3.000.000,00/bulan.

4.12 Manajemen Perusahaan

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses

bahan baku menjadi produk jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perusahaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian. Perencanaan adalah merupakan suatu tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

4.13 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu prarancangan pabrik Amonium Nitrat dibuat evaluasi atau penilaian investasi, yang ditinjau dengan metode:

1. *Percent Return of Investmen (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Break Even Point (BEP)*
4. *Shut Down Point (SDP)*
5. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Untuk meninjau faktor-faktor di atas perlu dilakukan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penafsiran Modal Industri (*Total Capital Investment*), yang terdiri dari:
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Production Cost*), yang terdiri dari:
 - a. Biaya Pengeluaran (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total Pendapatan (*Sales Price*).

4.1.3.1 **Penafsiran Harga alat**

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik Amonium Nitrat beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2025. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2025 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1995 sampai 2025, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4. 23 Indeks pada Tahun Referensi

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	324
2	1988	343
3	1989	355
4	1990	356
5	1991	361,3
6	1992	358,2
7	1993	359,2
8	1994	368,1
9	1995	381,1
10	1996	381,7
11	1997	386,5
12	1998	389,5
13	1999	390,6
14	2000	394,1
15	2001	394,3
16	2002	395,6
17	2003	402
18	2004	444,2
19	2005	468,2
20	2006	499,6
21	2007	525,4
22	2008	575,4
23	2009	521,9
24	2010	550,8
25	2011	585,7
26	2012	584,6
27	2013	567,3
28	2014	576,1
29	2015	556,8

Sumber: (Chemical engineering plant cost index)

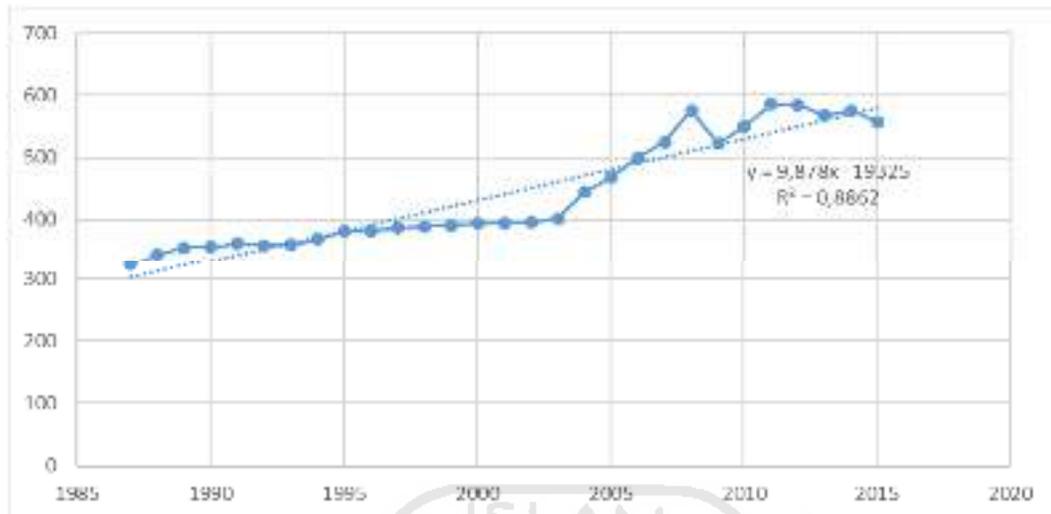
Persamaan yang diperoleh adalah: $y = 9,878x - 19325$

Dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2025 adalah:

Tabel 4. 24 Indeks Pada Tahun Perancangan

Tahun	Index
2016	589,048
2017	598,926
2018	608,804
2019	618,682
2020	628,560
2021	638,438
2022	648,316
2023	658,194
2024	668,072
2025	677,950

Jadi Indeks pada tahun 2025 = **677,950**



Gambar 4.7 Indeks harga

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan website www.matche.com. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

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

Dalam hubungan ini:

- Ex : Harga pembelian pada tahun 2024
- Ey : Harga pembelian pada tahun referensi
- Nx : Index harga pada tahun 2024
- Ny : Index harga pada tahun referensi

4.13.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Amonium Nitrat = 100.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2025
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 14.450,-
Harga bahan baku (asam nitrat + amonia) + Bahan Pembantu (coating agent)	= Rp 657.217.978.352,00/th
Harga Jual	= Rp 1.307.725.000.000,00/th

4.13.3 Perhitungan Biaya

4.13.3.1. Capital Investment

Capital Investment adalah sejumlah uang (modal) yang ditanam (investasi) untuk mendirikan sarana produksi (pabrik) dan untuk mengoperasikannya.

Capital Investment terdiri dari:

a. Fixed Capital Investment (Modal Tetap)

Fixed Capital Investment adalah modal yang digunakan untuk pembelian alat, pemasangan alat, biaya listrik, tanah dan bangunan sampai pendirian pabrik yang siap untuk memproduksi dan fasilitas-fasilitasnya.

b. Working Capital Investment (Modal Kerja)

Working Capital Investment adalah biaya atau modal yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

4.13.3.2. Manufacturing Cost (Biaya Produksi)

Manufacturing Cost adalah sejumlah biaya atau modal yang dibutuhkan untuk proses produksi agar menghasilkan barang atau produk.

Biaya produksi secara garis besar dibedakan menjadi 3 jenis:

a. Direct Manufacturing Cost (DMC)

Adalah biaya produksi yang langsung berhubungan dengan proses produksi, sehingga besar kecilnya biaya ini sangat dipengaruhi atau dipengaruhi langsung oleh kapasitas produksi.

b. Indirect Manufacturing Cost (IMC) (Biaya Produksi Tidak Langsung)

Adalah biaya produksi yang masih dipengaruhi oleh kapasitas produksi akan tetapi memberikan pengaruh langsung terhadap proses produksi.

c. Fixed Manufacturing Cost (FMC) (Biaya Produksi Tetap)

Adalah biaya produksi yang tidak tergantung dari kapasitas produksi aktual pabrik, sepanjang tahun pengeluaran ini tetap baik pabrik pada kapasitas penuh maupun saat pabrik dalam keadaan tidak memproduksi.

4.1.3.3. General Expense

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.1.3.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial untuk didirikan atau tidak, maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan.

Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah.

a. Persent Profit On Sales (POS)

$$POS = \frac{\text{Profit (Keuntungan)}}{\text{Harga jual Produk}} \times 100\%$$

b. Present Return On Investment (ROI)

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Profit (keuntungan)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}$$

c. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah waktu pengambilan modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini perlu untuk mengetahui dalam beberapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\text{Keuntungan} + 0,1\text{FCI}} \times 100\%$$

d. Break Even Poin (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.

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

Dalam hubungan ini:

Fa : *Fixed manufacturing cost*

Ra : *Regulated cost*

Va : *Variabel cost*

Sa : Penjualan produk

e. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Karena lebih murah untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Ekspense* dibandingkan harus produksi.

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

f. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

- 1) Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “DCFR” dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- 2) Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

- 3) Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR:

$$(FC + WC) (1+i)^n = \sum_{j=1}^n C_j (1+i)^{n-1} + (Wc + Sv)$$

4.1.3.5 Hasil Perhitungan

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

Tabel 4. 25 Physical Plant Cost (PPC)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Purchased Equipment cost	Rp. 60.889.833.948	\$ 4.213.829
2	Delivered Equipment Cost	Rp. 15.222.458.487	\$ 1.053.457
3	Instalasi cost	Rp. 10.874.629.375	\$ 752.570
4	Pemipaan	Rp. 14.744.715.586	\$ 1.020.396
5	Instrumentasi	Rp. 15.396.700.330	\$ 1.065.516
6	Insulasi	Rp. 2.479.311.837	\$ 171.579
7	Listrik	Rp. 6.088.983.395	\$ 421.383
8	Bangunan	Rp. 7.941.000.000	\$ 549.550
9	Land & Yard Improvement	Rp. 7.170.500.000	\$ 496.228
	Total	Rp140.808.132.957	\$ 9.744.507

Tabel 4. 26 Direct Plant cost (DPC)

No	Tipe of Capital Investment	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Engineering and Construstion	Rp28.161.626.591	Rp1.948.901
	DPC	Rp168.969.759.549	Rp11.693.409

Tabel 4. 27 Fixed Capital Investment (FCI)

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya, \$
1	Direct Plant Cost	Rp 169.247.776.754	\$ 11.712.649
2	Cotractor's fee	Rp 6.769.911.070	\$ 468.506
3	Contingency	Rp 16.924.465.499	\$ 1.171.265
	Jumlah	Rp 192.942.465.499	\$ 13.352.420

Tabel 4. 28 Direct Manufacturing cost (DMC)

No	Tipe of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	Rp657.217.978.352	Rp45.482.213
2	Labor	Rp20.322.000.000	Rp1.406.367
3	Supervision	Rp2.032.200.000	Rp140.637
4	Maintenance	Rp3.852.510.518	Rp266.610
5	Plant Supplies	Rp577.876.578	Rp39.991
6	Royalty and Patents	Rp13.077.250.000	Rp905.000
7	Utilities	Rp284.754.701.359	Rp19.706.208
	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp981.834.516.806	Rp67.947.025

Tabel 4. 29 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp3.048.300.000	Rp210.955
2	<i>Laboratory</i>	Rp2.032.200.000	Rp140.637
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp14.225.400.000	Rp984.457
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp65.386.250.000	Rp4.525.000
	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp84.692.150.000	Rp5.861.048

Tabel 4. 30 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp15.410.042.071	Rp1.066.439
2	<i>Property taxes</i>	Rp3.852.510.518	Rp266.610
3	<i>Insurance</i>	Rp1.926.255.259	Rp133.305
	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp21.188.807.847	Rp1.466.353

Tabel 4. 31 Total Manufacturing cost (MC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp981.834.516.806	Rp67.947.025
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp84.692.150.000	Rp5.861.048
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp21.188.807.847	Rp1.466.353
	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp1.087.715.474.653	Rp75.274.427

Tabel 4. 32 Working Capital (WC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp13.940.987.420	Rp964.774
2	<i>Inproses Onventory</i>	Rp1.648.053.749	Rp114.052
3	<i>Product Inventory</i>	Rp23.072.752.493	Rp1.596.730
4	<i>Extended Credit</i>	Rp27.739.621.212	Rp1.919.697
5	<i>Available Cash</i>	Rp98.883.224.968	Rp6.843.130
	<i>Working Capital (WC)</i>	Rp165.284.639.842	Rp11.438.383

Tabel 4. 33 General Expense (GE)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp32.631.464.240	Rp2.258.233
2	<i>Sales Expense</i>	Rp54.385.773.733	Rp3.763.721
3	<i>Research</i>	Rp38.070.041.613	Rp2.634.605
4	<i>Finance</i>	Rp14.316.406.629	Rp990.755
	<i>General Expenses (GE)</i>	Rp139.403.686.214	Rp9.647.314

Tabel 4. 34 Total Biaya Produksi (TPC)

Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp1.087.715.474.653,110	Rp75.274.427
<i>General Expenses (GE)</i>	Rp139.403.686.214,217	Rp9.647.314
<i>Total Production Cost (TPC)</i>	Rp1.227.119.160.867,330	Rp84.921.741

Tabel 4. 35 Fixed Capital (Fa)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (US \$)	Harga (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	\$1.066.439	Rp15.410.042.071
2	<i>Property Taxes</i>	\$266.610	Rp3.852.510.518
3	<i>Insurance</i>	\$133.305	Rp1.926.255.259
	Fa =	\$1.466.353	Rp21.188.807.847

Tabel 4. 36 Variable Cost (Va)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (US \$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	\$45.482.213	Rp657.217.978.352
2	<i>Utilitas</i>	\$4.525.000	Rp65.386.250.000
3	<i>Packaging & Transfortation</i>	\$19.706.208	Rp284.754.701.359
4	<i>Royalty & patent</i>	\$905.000	Rp13.077.250.000
	Va =	\$70.618.421	Rp1.020.436.179.710

Tabel 4. 37 Regulated Cost (Ra)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (US \$)	Harga (Rp)
1	<i>Maintenance</i>	\$1.406.367	Rp20.322.000.000
2	<i>Payroll overhead</i>	\$210.955	Rp3.048.300.000
3	<i>supervisi</i>	\$140.637	Rp2.032.200.000
4	<i>Laboratory</i>	\$984.457	Rp14.225.400.000
5	<i>General expence</i>	\$140.637	Rp2.032.200.000
6	<i>Plant supplies</i>	\$9.647.314	Rp139.403.686.214
7	<i>Plant overhead</i>	\$266.610	Rp3.852.510.518
8	<i>Gaji Karyawan</i>	\$39.991	Rp577.876.578
	Ra =	\$12.836.967	Rp185.494.173.310

4.13.6 Analisa Keuntungan

Harga jual produk Amonium Nitrat	= Rp 13.077 /kg
Annual Sales (Sa)	= Rp1.307.725.000.000
Total Cost	= Rp1.227.119.160.867
Keuntungan sebelum pajak	= Rp80.605.839.133
Pajak Pendapatan	= 52% (Sudah sama zakat)
Keuntungan setelah pajak	= Rp38.690.802.784

4.13.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

1. Return On Investment (ROI)

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

Sebelum pajak : 41,85 %

Sesudah pajak : 20,09 %

2. Pay Out Time (POT)

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

Sebelum pajak : 2,01 Tahun

Sesudah pajak : 3,56 Tahun

3. Break Even Point (BEP) dan Shut Down Point (SDP)

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

BEP : 48,80 %

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

SDP : 35,35 %

4. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)*

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp192.625.525.885,4570

Working Capital = Rp165.284.639.842

Salvage Value (SV) = Rp15.410.042.071

Cash flow (CF) = *Annual profit + depresiasi + finance*

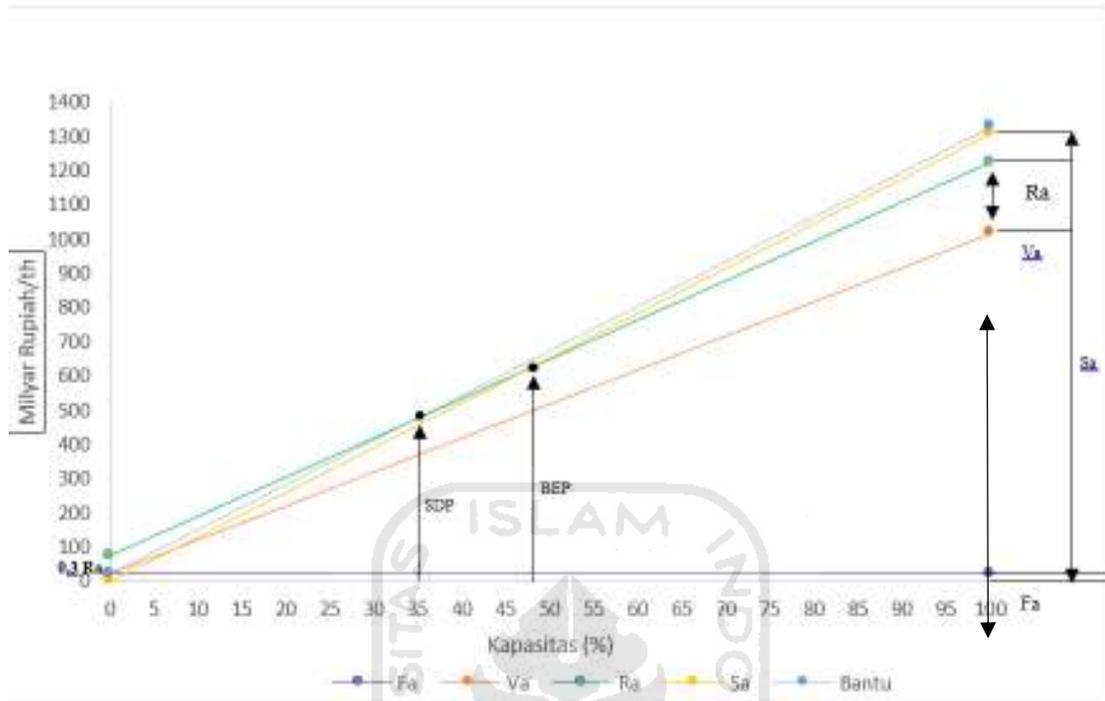
CF = Rp53.008.275.852

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

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

R = S

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 13,88\%$



Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Kapasitas Produksi Terhadap Nilai Penjualan dan Biaya Produksi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pabrik amonium nitrat dari amonium dan asam nitrat dengan kapasitas 100.000 ton/tahun, dapat digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena:

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka pabrik amonium nitrat dari amonium dan asam nitrat ini tergolong pabrik beresiko rendah.

2. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut:

1) Keuntungan yang diperoleh:

Keuntungan sebelum pajak Rp80.605.839.133/tahun, dan keuntungan setelah pajak (52%) sebesar Rp38.690.802.784 /tahun.

2) *Return On Investment* (ROI):

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 41.85 %, dan ROI setelah pajak sebesar 20,09%. Syarat ROI setelah pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi adalah 11% - 44% (Aries & Newton, 1955).

3) *Pay Out Time* (POT):

POT sebelum pajak selama 2,01 tahun dan POT setelah pajak selama 3,6 tahun. Syarat POT setelah pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi minimal adalah $2 \leq x \leq 5$ tahun (Aries & Newton, 1955).

- 4) *Break Event Point* (BEP) pada 48,80 %, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 35,35 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.
- 5) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 13,88 %. Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,25 x suku bunga pinjaman bank ($1,25 \times 9,95\% = 12,44\%$).

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik amonium nitrat dari amonia dan asam nitrat dengan kapasitas 100.000 ton/tahun ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

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 perlu diperhatikan 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 amonium nitrat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S and Newton, RD., 1955 "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc Grow – Hill Book Company, New York.
- Badan Pusat Statistik Indonesia, 2017, "*Data Impor* ", Indonesia.
- Brown, G.G., 1978, "*Unit Operation*", John Willey and Sons Inc, New York
Modern Asia Edition, Charles Tuttle Co, Yokyo.
- Brownell, L. E and Young, E.H., 1959, "*Process Equipment Vessel Design*", 1th ed, John Wiley and Sons, New Delhi, India.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1993, "*Chemical Engineering*" 2nd ed, vol.6, Pergamon Press, Japan.
- Dean, John A., and Nobert, A.L., 1985, "*Lange's Hand Book of Chemistry*", 13th edition, McGraw Hill International Student Edition, New York.
- Faith, Keyes & Clark., 1955 "*Industrial Chemical*", 4th ed, John Willey and Sons, Inc., New York.
- Foust, A.S., Wenzel, L.A., and Andersen, L.B., 1980, "*Principle of Unit Operation*", 2nd edition, McGraw Hill Book International Student Edition, Singapore.
- Groggins, P.H., 1954, "*Unit Process in Organic Synthesis*", 5th ed, Mc. Graw Hill Book Company Company, New York.
- Kern, D.Q., 1950, "*Process Heat Transfer*" 24th ed., Mc Grow - Hill International Editions, Singapore.

- Kirk, R.E. and Othmer, V.F.,1978, “*Encyclopedia of Chemical Technology*”,
vol.8, John Willey and Sons, New York.
- Ludwig, E.E., 1965,”*Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant*”, vol II, Gulf Publishing, Company, Houston.
- Mc Ketta, J.J., & W. Cunningham,1984, “*Encyclopedia of Chemical Processing and Design*”, Vol. 21, Marcell Dekker, New York.
- Oktave Levenspiel., 1962 “*Chemical Reaction Engineering*”, 2nd ed, John Willey and Sons, Inc., New York.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1984, “*Perry’s Chemical Engineers Handbook*”, 6th ed., Mc Graw-Hill Book Co.,International Student Edition, Singapore.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1991, “*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*”, 4th ed, Mc Graw Hill Kogakusha Ltd., Tokyo.
- Rase and Barrow.,1957,”*Project Engineering of Process Design*”, John Willey and Sons, New York.
- Smith, J.M. and H.C. Vanness.,1996,”*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*”,5th ed, Mc Graw Hill Book Company, Singapore.
- Sularso., 1996, “*Pompa dan Kompresor*”, cetakan VI, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Treyball,R.E., 1981,”*Mass Transfer Operation*”, 3th ed, Mc Graw Hill International Book Company, Tokyo.
- UHDE, GmbH., 1989, “*Nitrate Fertilisers*”, A Company of Thyssen Krupp

- Technologies, WWW.ThyssenKrupp.com/uhde, Dortmund,
German.Ulmann's, 1985, "*Encyclopedia of Industrial Chemistry*", Verlagsgesell
Schaff mb, Germany.
- Ulrich, G.D., 1984, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and
Economic", John Wiley and Sons Inc., New York.
- Wallas, M.W., 1959, "*Reaction Kinetics for Chemical Engineers*", Mc.Graw Hill
Book Company Inc., New York.
- Yaws, C. L., 1999, "*Thermodynamic and Physical Properties Data*", McGraw Hill
Co., Singapore.



LAMPIRAN

REAKTOR

Fungsi : Mereaksikan Asam Nitrat (HNO_3) dengan Amonia (NH_3) menjadi Ammonium Nitrat (NH_4NO_3).

Jenis : Reaktor Gelembung (Bubble Reactor)

Tujuan Perancangan:

1. Menentukan Konstanta Kecepatan Reaksi
2. Menentukan Kecepatan Laju Volumetrik Umpan Masuk Reaktor
3. Menentukan Konsentrasi Komponen Umpan Masuk Reaktor
4. Menghitung Diffusivitas Gas
5. Menentukan Diameter Gelembung
6. Menentukan Koefisien Transfer Massa Fase Cair (KAL)
7. Menentukan Bilangan Hatta
8. Kecepatan Linear Gelembung
9. Menentukan Rising Velocity (thermal velocity)
10. Menentukan Diameter Sparger
11. Menentukan koefisien transfer fase gas (Kag)
12. Menentukan Konstanta Henry (HA)
13. Menentukan Dimensi Reaktor
14. Menghitung Tebal Dinding Reaktor

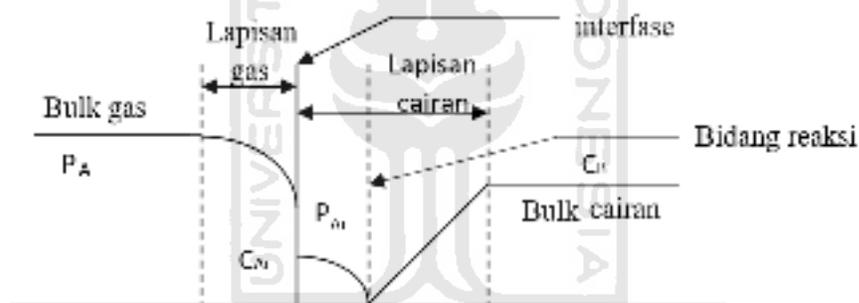
Asumsi :

- a. Operasi berjalan kontinyu.
- b. Reaktor gelembung cocok untuk reaksi gas – cair, dengan jumlah gas yang relative sedikit yang direaksikan dengan cairan yang jumlahnya besar.

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 4,4 atm
- Suhu : $175^{\circ}\text{C} = 448\text{ K}$
- Konversi : 99,5%

Reaksi antara HNO_3 dan NH_3 merupakan reaksi netralisasi dan reaksi ini berlangsung sangat cepat. Pembentukan fase lain dalam suatu reaksi kimia biasa mempengaruhi kecepatan reaksi. Dalam kasus dimana terjadi padatan, fenomena pembentukan inti kristal, agregasi, dan aglomerasi menentukan ukuran dan struktur partikel padatan.



Gambar 1. Mekanisme reaksi reaktan gas – cair di film cairan

Mekanisme reaksi:

Gas A berdifusi masuk ke bidang batas (interface gas-cair) melalui lapisan gas dan terus berdifusi masuk ke lapisan cairan. Karena kecepatan reaksi kimia berjalan cukup cepat maka reaksi terjadi di liquid-film, sehingga tidak ada A yang berdifusi masuk ke dalam larutan dan bereaksi dengan B di fase larutan (tidak ada A yang masuk ke main body of liquid untuk bereaksi).

(Levenspiel, 1972)

Dimana:

P_A = Konsentrasi bahan di dalam fase gas yang dinyatakan dengan tekanan

P_{Ai} = Konsentrasi bahan di dalam interface yang dinyatakan dengan tekanan

C_{Ai} = Konsentrasi gas pada bidang batas gas-cair yang setimbang dengan konsentrasi gas.

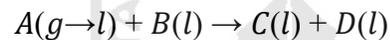
C_B = Konsentrasi bahan Asam Fostat di dalam larutan

Kesetimbangan pada interface dinyatakan dengan Henry law's :

$$P_{Ai} = H_A \cdot C_{Ai}$$

Dimana :

H_A = Koefisien Henry. Pa m³/mol



1. Zat A tidak dapat langsung bereaksi dengan zat B, zat A mengubah dahulu ke dalam fase cairan agar dapat bereaksi dengan zat B
2. Reaksi terjadi pada kondisi A cair dan B cair sehingga terbentuk

Persamaan reaksi :



Neraca Massa :

Komponen masuk :

Ammonia (NH ₃)	: 2.684,3383	kg/jam
Air (H ₂ O)	: 13,4891	kg/jam
Asam Nitrat (HNO ₃)	: 9.947,8418	kg/jam
Air (H ₂ O)	: 6.631,8945	kg/jam
Total	: 19.277,5637	kg/jam

Komponen keluar :

Produk Ammonium Nitrat	: 12.569,0192	kg/jam
Sisa Amonia	: 13,4217	kg/jam
Sisa Asam nitrat	: 49,7392	kg/jam
H ₂ O	: 6645,3837	kg/jam
Total	: 19277,56378	kg/jam

Umpan cair masuk reaktor

Komponen	Bm	Fw	Fm	xi	xi.Bm
	Kg/kmol	Kg/jam	Kmol/jam		
HNO ₃	63	9947,8418	157,9023	0,6	37,8
H ₂ O	18	6631,8945	105,2515	0,4	7,2
Total		16579,7364	263,1537	1,0000	45

Umpan gas masuk reaktor

Komponen	Bm	Fw	Fm	xi	xi.Bm
	Kg/kmol	Kg/jam	Kmol/jam		
NH ₃	17	2684,3383	157,9023	0,995	16,915
H ₂ O	18	13,4891	0,7920	0,005	0,09
Total		2697,8274	158,6943	1,0000	17,005

1. Menentukan Konstanta Kecepatan Reaksi

Konversi Reaktor: 99,5%



Harga k : $9,33 \times 10^{12} e^{-21300/RT}$ (UHDE GmbH, 1999)

Dimana:

T= 175°C = 448 K

$$E = 21300 \text{ cal/mol}$$

$$R = 1,987 \text{ cal/mol.K}$$

$$k = 3,79 \times 10^2 \text{ l/kmol.det}$$

2. Menentukan Kecepatan Laju Volumetrik Umpan Masuk Reaktor

Kecepatan laju volumetrik umpan masuk reaktor :

$$F_v = \frac{M}{P}$$

Dimana:

M = kecepatan umpan masuk, kg/jam

P = densitas komponen, kg/L

Menentukan densitas untuk fase cair:

$$\rho = A.B \left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^n$$

$\rho \text{ HNO}_3$ = densitas H₂SO₄, g/ml

$\rho \text{ H}_2\text{O}$ = densitas H₂O, g/ml

T = Temperatur operasi (448 K)

T_c = Temperatur kritis

Komponen	A	B	n	T _c (K)	T (K)	(1-(T/T _c))	ρ_l (gr/ml)	ρ_l (kg/l)
HNO ₃	0,4347	0,231	0,1911	520	448	0,6852	1,1862	1,186
H ₂ O	0,347	0,274	0,2857	647,1	448	0,7141	0,8747	0,874
NH ₄ NO ₃							1,2257	1,225

(Yaws, C L, 1999)

Menghitung kecepatan laju volumetrik umpan masuk fase cair, L/jam				
Komponen	m (kg/jam)	ρ (gr/ml)	ρ (kg/L)	Fvl = m/ ρ
HNO ₃	9947,8418	1,1862	1,1862	8386,3756
H ₂ O	6631,8945	1,1862	1,1862	5590,9170
NH ₄ NO ₃	12569,0192	0,8747	0,8747	14370,1934

Maka laju volumetrik umpan masuk fase cair adalah **28347,4860 L/jam**

Berdasarkan Fig. 3.15 (Smith van Ness), untuk menentukan Z menggunakan koefisien virial dengan menggunakan persamaan 3.61 sampai 3.66

$$B^1 = 0,139 - \frac{0,172}{T_r^{4,2}}$$

$$B^0 = 0,083 - \frac{0,422}{T_r^{1,6}}$$

$$Z = 1 + \left(\frac{BP_c}{RT_c}\right) \left(\frac{Pr}{Tr}\right)$$

Toperasi = 448 K

Poperasi = 4,4 atm = 4,4583 bar

Menentukan densitas umpan gas:

Komponen	BM	Mol	Massa	yi	omega i	Tci	Pci
NH ₃	17	157,9023	2684,3383	0,995	0,04	126,1	33,94
H ₂ O	18	0,7494	13,4891	0,005	0,022	154,58	50,43
Total		158,6516	2697,8274	1			

Tri	Pri	B ⁰	B ¹	BPc/RTc	Z	V(m ³)	yi.v
3,5527	0,131	0,028	0,138	0,0330	1,0012206	1303,4831	1296,96564
2,8982	0,088	0,006	0,1370	0,0091	1,0002781	6,1804	0,03090222
							1296,99654

Density campuran gas:

$$\text{NH}_3 = \frac{2684,3383}{1296,99654} = 2,0697 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{H}_2\text{O} = \frac{13,489}{1296,99654} = 0,0104 \text{ kg/m}^3$$

Sehingga densitas campuran gas adalah 2,0801 kg/m³

$$F_{vg} = \frac{2697,8274}{2,0801} = \mathbf{1296,99654 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 1296996,5396 \text{ L/jam}$$

$$= 360276,8165 \text{ cm}^3/\text{dtk}$$

$$C_{AO} = \frac{157,9023}{1296,99654} = 0,121744543 \text{ kmol/m}^3$$

Maka kecepatan laju volumetrik umpan masuk fase gas, L/jam:

Komponen	m (kg/jam)	ρ (gr/cm ³)	ρ (kg/L)
NH ₃	2684,3383	0,0021	0,0021
H ₂ O	13,4891	0,0000104	0,0000104
Total	2697,8274	0,0021	0,0021

Kecepatan laju volumetrik umpan masuk reaktor :

$$F_v = \frac{m}{\rho}$$

Dimana :

3. Menentukan Konsentrasi Komponen Umpan Masuk Reaktor

$$C_{Ai} = \frac{m_i}{F_{vg}}$$

Komposisi Umpan Masuk Reaktor

Fase Cair:

Komponen	BM	Basis		
		kgmol/jam	kg/jam	kmol/l
HNO ₃	63	157,9022512	9947,8418	0,35092501

H ₂ O	18	368,438586	6631,8945	0,233950007
NH ₄ NO ₃	80	157,1127399	12569,0192	0,443390965

Fase Gas

Komponen	BM	Basis		
		kgmol/jam	kg/jam	kmol/l
NH ₃	17	157,9022512	2684,3383	0,002069657
H ₂ O	18	0,749396502	13,4891	1,04003E-05

$$C_{ao} = 2069,6572333 \text{ mol/m}^3$$

$$C_{bo} = 350925,0102 \text{ mol/m}^3$$

4. Menghitung Diffusivitas Gas

$$D_{AB} = \frac{7,4 \cdot 10^{-8} (T_1 M_1)^{0,5} (T_2 M_2)^{0,5}}{V_1 V_2^{0,5}}$$

(Perry, R.H, 1986)

Dimana:

Faktor asosiasi NH₃ (θL) = 1

Berat molekul HNO₃ (M) = 63 gr/gmol

Viskositas cairan HNO₃ (μL) = 0,5154 Cp = 0,005154 gr/cm.dtk

Suhu operasi (T) = 448 K

Volume molekular NH₃ (VA) = 25,8 cm³/mol

(Coulson vol. 6 P.256 tabel 8.6)

$$\text{Maka Nilai Diffusivitas gas ke cairan (DAL)} : \frac{7,4 \cdot 10^{-8} (1 \times 63)^{0,5} \times 448}{0,005154 \times 25,8^6}$$

$$= 7,2621 \text{E-}05 \text{ cm}^2/\text{dtk}$$

5. Menentukan Diameter Gelembung

Menentukan diameter gelembung dengan diameter oriface:

$$DB = \left[\frac{6 d_o \cdot \sigma}{g(\rho_l - \rho_g)} \right]^{1/3} \quad (\text{Perry, R. H, 1986})$$

untuk keadaan gelembung yang stabil berlaku syarat:

$$DB < 0,078 \left(\frac{\sigma}{\rho_l - \rho_g} \right)^{0,5} \quad (\text{Perry, R. H, 1986})$$

Dimana:

DB	=	diameter gelembung	= 0,080340088 cm
DO	=	diameter orifice	= 0,01 cm
G	=	gravitas bumi	= 980 cm/s ²
Pl	=	densitas cairan NH ₃	= 1,1862 g/cm ³
ρG	=	densitas gas NH ₃	= 0,0021 g/cm ³
σ	=	tegangan muka	$\sigma = A \left(1 - \frac{T}{T_c} \right)^2$ (Carl L. Yaws Tabel 9.2 P.235)
	=		10,0292369 dyne/cm = 0,010029237 N/m

Komponen	A	Tc (K)	n	T (K)
HNO ₃	112,392	520	1,2222	448

Range diameter oriface adalah = 0.004 < DO < 0.95 cm [perry ed.5 P.18-70]

Trial : Diambil diameter oriface = 0,01

Cek stabilitas gelembung, stabil bila $DB < 0,078 \left(\frac{10,029}{1,1862 - 0,0021} \right)^{0,5}$

$$DB < 0,22700$$

$$DB = \left[\frac{6 \times 0,01 \times 10,029}{980(1,1862 - 0,0021)} \right]^{1/3} = 0,080340088 \text{ cm}$$

6. Menentukan Koefisien Transfer Massa Fase Cair (KAL)

Viskositas cairan HNO ₃ (μL)	= 0,5154 Cp = 0,005154 gr/cm.dtk
Gravitas bumi	= 980 cm/s ²
Densitas cairan pl	= 2,0608 gr/cm ³
difusifitas gas melalui cairan, DAL	= 0,00007262 cm ² /dtk

$$k_L = 0,42 \sqrt{\frac{\mu_1 g}{\rho_1}} \sqrt{\frac{D_{aL} \rho_1}{\mu_1}}$$

(Froment, 1979)

Sehingga kL	= 0,0965 cm/s
	= 0,000965 m/s

7. Menentukan Bilangan Hatta

$$MH^2 = \frac{K \cdot C_{HNO_3} \cdot DAL}{K_{AL}^2}$$

(Levenspiel ed.3. P. 534)

$$MH^2 = \frac{k \cdot C_{HNO_3} \cdot D_{AL}}{K_{AL}^2}$$

Dimana:

K	= Konstanta kecepatan reaksi	= 378,57 L/kmol.s
CBo	= Konsentrasi cairan HNO ₃	= 0,3509250 kmol/l
DAL	= Difusifitas gas ke cairan	= 7,2621E-05 cm ² /s
KAL	= Koefisien transfer massa	= 0,096495 cm/s

$$MH = \text{Bilangan hatta} = \left(\frac{378,57 \times 0,3509250 \times 7,2621 \cdot 10^{-5}}{0,096495^2} \right)^{0,5} = 1,02 \text{ keadaan intermediate}$$

= M < 0,0004, tipe reaksi sangat lambat

= 0,0004 < M < 4, keadaan intermediate

= M > 4, kecepatan reaksi sangat cepat

8. Kecepatan Linear Gelembung

$$Q^{6/5} = \frac{Db^3 \times \pi \times g^{3/5}}{1,378 \times 6}$$

Dimana:

Db = Diameter gelembung = 0,12 cm

G = Gravitasi bumi = 980 cm/s²

Q = Kecepatan volumetrik gas tiap lubang oriface =

$$Q = \left(\frac{0,12^3 \times \pi \times 980^{3/5}}{1,378 \times 6} \right)^{5/6}$$

= 0,069690536 cm³/s

• Frekuensi gelembung

$$fb = \frac{Q \times g \times (\rho_l - \rho_g)}{\pi \times D_o \times \sigma}$$

(Perry Ed.5 P.15-68)

Dimana:

ρ_l = Densitas cairan HNO₃ = 1,1862 gr/cm³

ρ_g = Densitas gas = 0,0021 gr/cm³

D_o = Diameter oriface = 0,0100 cm

σ = Surface tension = 10,0292 dyne/cm

Q = Kecepatan volumetrik gas tiap lubang oriface = 0,0697 cm³/s

g = Gravitasi bumi = 980 cm/s²

$$fb = \frac{0,0697 \times 980 \times (1,1862 - 0,0021)}{\pi \times 0,01 \times 10,0292}$$

= 256,8021 gelembung/detik

• Volume satu gelombang

$$V_o = \frac{\pi \times D_b^3}{6}$$

Dimana:

$$D_b = \text{Diameter gelembung} = 0,12 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} V_o &= \frac{\pi \times 0,12^3}{6} \\ &= 0,00090432 \text{ cm}^3 \\ &= 9,0432 \times 10^{-10} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- **Menghitung jumlah oriface**

$$N_b = \frac{F_{vg}}{V_o}$$

(Treyball 6.9)

Dimana:

$$\begin{aligned} N_b &= \frac{360276,8165}{0,00090432} \\ &= 398395276,6112 \end{aligned}$$

$$V_o = \text{Volume satu gelembung} = 0,00090432 \text{ cm}^3$$

$$F_{vg} = \text{Kec. Laju volumetrik umpan masuk gas} = 360276,8165 \text{ cm}^3/\text{dtk}$$

- **Menghitung jumlah lubang orifice**

$$N_{hole} = \frac{N_b}{F_b}$$

Dimana:

$$f_b = \text{Frekuensi gelembung} = 256,8021 \text{ gelembung/detik}$$

$$N_b = \text{Jumlah oriface} = 398395276,6112$$

$$N_{hole} = \text{Jumlah lubang orifice}$$

$$N_{hole} = \frac{398395276,6112}{256,8021}$$

= 1551371,083 Lubang

9. Menentukan Rising Velocity (thermal velocity)

$$V_r = \sqrt{\frac{2\sigma}{D_b \rho_L}} + \sqrt{\frac{g D_b}{2}}$$

(Treyball ed.3 P142)

Dimana:

- σ = surface tension = 10,0292 dyne/cm = 10,0292 gr/dtk²
 D_b = diameter gelembung = 0,12 cm
 ρ_L = densitas cairan, = 1,1862 gr/cm³
 g = gravitasi bumi, = 980 cm/dtk²
 V_t = terminal velocity
= **19,5389445 cm/dtk**

• Reynold gelembung

$$Re = \frac{\rho_l \times D_b \times V_t}{\mu_l}$$

Dimana:

- ρ_L = Densitas cairan, = 1,1862 gr/cm³
 D_b = Diameter gelembung = 0,12 cm
 V_t = Terminal velocity, = 19,5389445 cm/dtk
 μ_L = Viskositas solvent (HNO₃) = 0,005154 gr/cm.det
 Re = Bilangan reynold
= **539,6255**

10. Menentukan Diameter Sparger

• Perhitungan oriface

Dipilih alat berupa perforated dg susunan triangular pitch, alasan:

- a. Jumlah lubang tiap satuan luas lebih besar dari square pitch.
- b. Ukuran reaktor lebih kecil dan turbulensi terjamin.

Diketahui:

$$\text{Diameter Orifice (Do)} = 0,0100 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah lubang orifice (Nhole)} = 1551371,0834 \text{ Lubang}$$

Jika Pt adalah jarak antara pusat lubang oriface :

$$\begin{aligned} Pt &= 1,25 \times Do && (\text{coulson vol.6. P521}) \\ &= 1,25 \times 0,0100 \\ &= 0,0125 \text{ cm} \end{aligned}$$

- **Luas lubang orifice**

$$Lo = \frac{1}{4} \times \pi \times Do^2$$

Dimana:

$$Lo = \text{Luas lubang orifice} = 0,0001 \text{ cm}^2$$

$$Do = \text{Diameter oriface,} = 0,0100 \text{ cm}$$

Pada oriface susunan triangular pitch, diperoleh hubungan:

$$CB^2 = CD^2 + DB^2$$

$$Pt^2 = CD^2 + \left(\frac{1}{2} Pt\right)^2$$

$$CD = \frac{1}{2} \sqrt{3Pt}$$

Menghitung luas ΔABC dengan rumus :

$$L_{\Delta ABC} = \frac{1}{4} \sqrt{3} Pt^2$$

$$\text{Luas } \Delta ABC = 0,00006766 \text{ cm}^2$$

Menghitung Luas lubang ΔABC dengan rumus :

$$\Delta ABC = \frac{1}{8} \pi D O^2$$

$$\text{Luas } \Delta ABC = 0,00003925 \text{ cm}^2$$

Jadi luas plate yang diperlukan tiap lubang (A_n) :

$$A_n = \frac{\text{Luas 1 lubang dikalikan Luas } \Delta ABC}{\text{Luas lubang } \Delta ABC}$$

$$A_n = \frac{\left(\frac{1}{4} \times \pi \times D o^2\right) \times \frac{1}{4} \sqrt{3} \cdot P t^2}{\frac{1}{8} \pi D O^2}$$

$$A_n = \frac{1}{2} \sqrt{3} P,^2$$

A_n = Luas plate yang diperlukan tiap lubang

$$= 0,0001 \text{ cm}^2$$

Luas Sparger (A_{sp}) = Jumlah Lubang x Luas Plate yang diperlukan tiap lubang

$$A_{sp} = N_{hole} \times A_n$$

$$= 209,9260576 \text{ cm}^2$$

- **Diameter sparger (D_{sP})**

$$D_{sP} = \sqrt{4 \cdot \frac{A_{SP}}{\pi}}$$

D_{sP} = Diameter sparger

$$= 16,35303426 \text{ cm}$$

$$= 0,1635 \text{ m}$$

- **Kecepatan supervisial gas dalam reaktor (V_{gs})**

$$V_{gs} = \frac{F_{vg}}{A_{sp}}$$

Dimana:

$$F_{vg} = \text{kecepatan volumetris gas} = 360276,8165 \text{ cm}^3/\text{dk}$$

$$A_{sp} = \text{luas sparger} = 209,9261 \text{ cm}^2$$

V_{gs} = kecepatan supervisial gas
 = 1716,2082 cm/dtk
 = 61783,4943 m/jam

- **Hold up gas (Hg)**

$$Hg = \frac{V_{gs}}{V_{gs} + V_t}$$

(Ullmann's vol. B4)

Dimana:

V_t = terminal velocity = 19,5389445 cm/dtk
 V_{gs} = kecepatan supervisial gas = 1716,2082 cm/dtk
 Hg = Hold up gas = 0,988743208

- **Luas Interface**

$$a_g = \frac{6}{ab} \cdot Hg$$

(Perry, p. 18-138)

A_g = 49,4372 cm
 = 0,4944 m

11. Menentukan koefisien transfer fase gas (K_{ag})

$$\frac{K_{ag} \times P_t}{G_m} \times Sc^{0,56} = 0,281 Re^{0,4}$$

(Treybal ed.3. P74 tabel 3.3)

Dimana:

K_{ag} = mol/jam.m².Pa
 P_t = tekanan total, atm (Pa) = 4,4000 atm = 445830 Pa
 Re = Reynold gelembung = 539,6255

$$G_m = \frac{F_{mol. NH_3}}{A_{sp}}$$

G_m = kecepatan massa molar NH₃ = 127870,6560 kmol/jam.m²

Dimana:

Gm = kecepatan massa molar NH₃
= 127870,6560 kmol/jam.m²

Fmol NH₃ = Umpan masuk NH₃ ke reaktor
= 2684,3383 kmol/jam

Asp = luas sparger
= 0,0210 m²

Sc (Schmidt Number)

$Sc = \frac{\mu_g}{\rho_g D}$ (Treybal ed.3 P68 tabel 3.2)
Sc = Schmidt number
= 1035,5536

μ_g = Viskositas gas (NH₃)

Komponen	A	B	C	T	Viskositas
ammonia	-7,8740	0,3670	-0,00000447	448,0000	155,6449

(Carl L. Yaws Tabel 21-2 P.475)

= 155,6449 Mikropoise

= 0,000156 gr/cm.dtk

ρ_g = Densitas gas
= 0,0021 g/cm³

DAL = Difusifitas gas ke cairan
= 0,000073 cm²/s

Maka, Kag = **0,02044788 kmol/jam.m².pa**
= 20,44787983 mol/jam.m².pa

12. Menentukan Konstanta Henry (Ha)

Dengan pendekatan Harga Ha untuk gas NH₃ dalam air pada T 175 °C .

T20 (°C), diperoleh: Ha = 2,00E-02 Pa.m³/mol

(Table 23.2. Typical Value of H_a for Common Gasses in water)

$T_{60}(^{\circ}\text{C})$ diperoleh: $H_a = 9,60\text{E-}02 \text{ pa.m}^3/\text{mol}$

(Table 23.2. Typical Value of H_a for Common Gasses in water)

interpolasi $T(175^{\circ}\text{C})$: $H_a = 3,15\text{E-}01 \text{ Pa.m}^3/\text{mol}$

13. Menentukan Dimensi Reaktor

Ha	= Konstanta henry = 314,50 pa.m ³ /Kmol
PA cair	= Konsentrasi bahan (HNO ₃) difase cair dinyatakan tekanan = 2,64 atm
PA gas	= Konsentrasi bahan (NH ₃) difase gas dinyatakan tekanan = 4,38 atm
CA0	= Konsentrasi A Setelah mula = 0,002070 kmol/L = 2,07 kmol/m ³
Cbo	= Konsentrasi B mula-mula umpan masuk = 350,9250102 kmol/m ³ = 0,3509250 kmol/L
Kag	= 20,4478798 mol/jam.m ² .pa = 0,000201821 mol/jam.m ² .atm
KL	= 0,0009650 m/s

Persamaan Transfer Massa pada bagian dasar

KAg.PA	= 0,015020698 g/m ² .jam = 2,51603E-07 gr/cm ² .s
KAL.CB	= 21,33348111 kg/m ² .s = 2,133348111 gr/cm ² .s
KAg.PA	<< KAL.CB

Pada keadaan ini kecepatan reaksi ditentukan oleh tahanan pada fasa gas dan tidak dipengaruhi oleh konsentrasi B (bidang reaksi bergeser ke interface)

$$-r_A = \frac{-1}{a_g} \frac{dNA}{dt} = K A_g \cdot P_A$$

$$\frac{-1}{a_g} \frac{dNA}{dt} = K A_g \cdot P_A$$

$$\int dt = \frac{1}{a_g \cdot K A_g \cdot P_A} \int dNA$$

N_{A0}	$= 0,00090432 \text{ cm}^3$
A_g	$= 49,4372 \text{ cm}$
$\ln P_A \text{ gas}/P_A \text{ cair}$	$= -0,505813082$
sehingga nilai t	$= 36,7741 \text{ dtk}$

a. Menghitung tinggi cairan

$$\begin{aligned} h_c &= V_t \times t \\ &= 718,5285 \text{ cm} \\ &= 7,1853 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Menghitung Volume total reaktor

$$\begin{aligned} V_c &= 1/4 \pi d r^2 h \\ &= 0,1508 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Direncanakan atas dan bawah reaktor menggunakan torispherical dishead dengan tinggi head $1/4 \text{ dr}$ [Brownell, persamaan 5.11]

$$\begin{aligned} V_{\text{total}} &= V_{\text{cairan}}/1\text{-Hg} \\ &= 13,399719 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$= 13399,71912 \text{ L}$$

$$= \mathbf{3539,830599 \text{ gallon}}$$

c. Diameter reaktor

$$Dr = \sqrt[3]{\frac{4Vr}{2\pi}}$$

$$= \mathbf{2,5748 \text{ m}}$$

Mencari diameter dan tinggi reaktor berdasarkan volume over design reaktor berupa vesel yang terdiri dari silinder dengan tutup torispherical dan dasar berbentuk conical bentuk reaktor dipilih silinder tegak dengan $D : H = 1 : 2$

$$H_s = 5,1496 \text{ m}$$

$$= 202,7391 \text{ in}$$

14. Menghitung Tebal Dinding Reaktor

Direncanakan menggunakan bahan Carbon steel SA-283 grade C.

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

(Pers. 13.1; hal 254; Brownell)

Dimana:

- P = tekanan operasi
= 4,4 atm
= 64,68 psi
- Ri = radius tangki
= 1,28739559 m
= 50,68476437 in
- F = 12650 psi
- E = Efisiensi pengelasan
= 0,8
- C = Faktor korosi
= 0,125

Sehingga didapat $ts = 0,450188783$

Digunakan tebal shell standar = **7/16**

(dari table 5.7 brownell)

- Menghitung tebal dan tinggi head serta tinggi reaktor sesungguhnya

Bentuk tutup atas dan bawah reaktor dipilih torispherical head.

$$\begin{aligned} \text{OD} &= \text{ID} + 2t_s \\ &= 101,9079903 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 102 \text{ in} \\ &= 2,5908 \text{ m} \quad (\text{dari tabel 5.7 brownell}) \end{aligned}$$

$$\text{Icr} = 6,125$$

$$\text{Rc} = 96$$

$$\text{icr/rc} = 0,063802083, \text{ Karena } \text{icr/rc} > 6\% \text{ maka}$$

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{\text{icr}}{\text{rc}}} \right) \\ &= 0,813147686 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{th} &= \frac{P \times \text{rc} \times W}{2 \times f \times E - 0,2P} + C \\ &= 0,125 \text{ in, maka dipilih tebal head standar } 3/16 \text{ in untuk tebal head } 3/16 \text{ in maka} \end{aligned}$$

$$\text{sf} = 1,5.$$

$$\text{Sf} = 1,5 \quad (\text{dari table 5.4 brownell}).$$

$$a = \text{ID}/2 = 50,62226437$$

$$\text{AB} = a - \text{icr} = 44,49726437$$

$$\text{BC} = r - \text{icr} = 44,55976437$$

$$\begin{aligned} \text{AC} &= \sqrt{\text{BC}^2 - \text{AB}^2} \\ &= 2,359250791 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= r - \sqrt{\text{BC}^2 - \text{AB}^2} \\ &= 48,32551358 \end{aligned}$$

tinggi head(OA):

$$\begin{aligned} H &= \text{th} + b + \text{sf} \\ &= 49,95051358 \text{ in} \end{aligned}$$

Tinggi Total reaktor :

$$= \text{Tinggi reaktor} + 2H$$

$$H = 302,6400846 \text{ in}$$

$$7,68705815 \text{ m}$$

- **Perancangan pendingin Jacket**

Menghitung tebal jaket pendingin dari neraca panas,kebutuhan pendingin

$$Q_f = m/\rho$$

$$m \text{ pendingin} = 126337,5041 \text{ kg/jam}$$

$$\rho = 831,1169 \text{ lb/m}^3$$

$$= 376,9115142 \text{ kg/m}^3$$

$$Q_f = 335,191416 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$v = 61783,4943 \text{ m/jam}$$

$$A = Q_f/v$$

$$= 0,005425258 \text{ m}^2$$

$$\text{Asumsi jarak jaket dinding reaktor} = 2 \text{ in} = 0,0508 \text{ m}$$

$$\text{Diameter dalam jaket} = \text{OD} + 2x \text{ jarak jaket}$$

$$= 2,6924 \text{ m} = 105,999788 \text{ in}$$

$$r = 1,3462 \text{ m}$$

$$= 52,999894 \text{ in}$$

Menghitung tinggi jaket pendingin, $H=H_s$

$$H = 2,6924$$

Menghitung tekanan jaket pendingin

$$\text{Tekanan Hidrostatik} = \rho \times g \times h$$

$$= 2237,699142 \text{ kg/ms}^2$$

$$= 0,0220 \text{ atm}$$

$$= 0,3234 \text{ psi}$$

$$\text{Tekanan Desain} = \text{Tekanan operasi} + \text{Tekanan Hidrostatik}$$

$$= 65,004 \text{ psi}$$

Faktor Keamanan 20% = 78,005 psi

ts = 0,535420018 in

digunakan tebal jaket standart 5/8 in (dari table 5.7 brownell)

Maka diameter luar jaket = diameter dalam jaket + 2xt

= 107,249788 in (dari table 5.7 brownell)

Maka dipilih OD standar = 108 in = 2,7432 m

icr = 6,5 in

r = 102 in

icr/r = 0,06372549

Karena $icr/rc > 6\%$ maka

W = $\frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{icr}{rc}} \right)$
= 0,813109771 in

th = $\frac{P \times r \times c \times W}{2 \times f \times E - 0,2P} + C$
= 0,44488553

maka dipilih tebal head standar ½ in , untuk tebal head ½ in maka sf = 1,5

sf = 1,5 (dari table 5.4 brownell)

a = ID/2 = 52,77745124 in

AB = a - icr = 46,27745124 in

BC = r - icr = 46,499894 in

AC = $\sqrt{BC^2 - AB^2}$
= 4,542867947 in

b = $r - \sqrt{BC^2 - AB^2}$
= 97,45713205

tinggi bottom (OA)

$$H = th + b + sf$$
$$= 99,40201758 \text{ in}$$

Menentukan Volume ellipsoidal bottom

$$V_b = 0,000076ID^3 \quad (\text{brownell persamaan 5.11 hal 88})$$
$$= 0,001568867 \text{ m}^3$$

menentukan luas permukaan transfer panas jaket

$$De = OD + \frac{OD}{24} + 2 \times sf + \frac{2}{3} icr$$

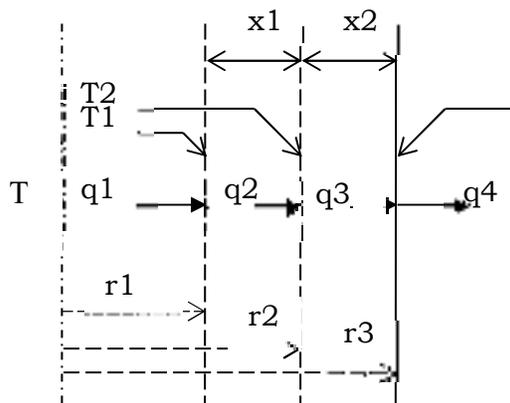
$$De = 119,8333333 \text{ in}$$
$$= 3,043766667 \text{ m}$$

jadi diameter jaket adalah 3,043 m

- Menentukan tebal Isolator

Asumsi :

1. Perpindahan terjadi dalam keadaan steady state, sehingga $q_1 = q_2 = q_3 = q_4$
2. Suhu dinding luar isolator = 50°C
3. Suhu udara luar = 32°C



Keterangan:

- r_1 = jari-jari dalam *shell*
- r_2 = jari-jari luar *shell*
- r_3 = jari-jari isolator luar
- x_1 = tebal plat dinding *shell*
- x_2 = tebal isolator
- T = suhu pendingin
- T_1 = suhu dinding *shell* dalam
- T_2 = suhu dinding luar
- T_3 = suhu isolator luar
- T_4 = suhu udara luar

Data lain yang diperlukan:

$$\begin{aligned} \text{Diameter Shell, ID} &= 2,5908 \text{ m} \\ &= 8,499974364 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal dinding Shell, } t_s \text{ (x1)} &= 4/9 \text{ in} \\ &= 0,01143 \text{ m} \\ &= 0,037515619 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Suhu dinding dalam Shel, } T_1 &= 175^\circ\text{C} \\ &= 448 \text{ K} \\ &= 347 \text{ }^\circ\text{F} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Suhu isolator luar, } T_3 &= 50 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 122 \text{ }^\circ\text{F} \\ &= 581,67 \text{ }^\circ\text{R} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Suhu udara luar, } T_4 &= 32 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 89,6 \text{ }^\circ\text{F} \\ &= 545,67 \text{ }^\circ\text{R} \end{aligned}$$

Bahan dinding shell = Carbon stell SA-285 Grade C dengan konduktivitas (k_s) :

$$k_s = 25,7 \text{ Btu/jam.ft}^2.(^\circ\text{F/ft})$$

$$k_{is} = 0,015774658 \text{ Btu/jam.ft}^2.(^\circ\text{F/ft})$$

$$\epsilon_{is} = 0,9375 \text{ (kisaran } \epsilon_{is} \text{ untuk asbes} = 0.93 - 0.945)$$

Perpindahan panas dari reaktor ke sekeliling melalui dinding reaktor dan isolator terjadi melalui beberapa langkah, yaitu :

- Perpindahan konveksi dari cairan pendingin dalam *shell* ke dinding *shell* dalam (q_1)
- Perpindahan konduksi dari dinding *shell* dalam ke dinding *shell* luar (q_2)
- Perpindahan konduksi dari dinding *shell* luar ke permukaan luar isolator (q_3)
- Perpindahan konveksi dan radiasi dari permukaan luar isolator ke udara bebas (q_4)

a. Menentukan koefisien perpindahan panas konveksi asbes -udara

$$T_{avg} = \frac{T_3 + T_4}{2} = \frac{50 + 32}{2} = 41$$

$$= 41 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 105,8 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$= 563,67 \text{ } ^\circ\text{R}$$

Pada suhu 105.8 °F sifat-sifat udara adalah (Daftar A-5, Holman, 1988) :

$$u = 1,71\text{E-}05 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$b = 0,00318 \text{ K}^{-1}$$

$$k = 0,0273 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$$

$$\rho = 1,12717 \text{ kg/m}^3$$

$$Pr = 0,70468$$

$$\text{Panjang Reaktor (L)} = 7,6871 \text{ m} = 25,21993 \text{ ft}$$

$$Nu = \frac{h \cdot L}{k} = \frac{0,0273 \cdot 7,6871}{1,12717 \cdot 0,70468} = 6,14274 \cdot 10^{11}$$

$$= 6,14274 \cdot 10^{11}$$

$Nu > 10^9$ maka aliran turbulen sehingga biasa dipakai persamaan (Daftar 7-2, Holman, 1988) :

$$Nu = 1,81 \cdot (kT)^{0,4}$$

$$h_c = 3,433171226 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$$

$$h_c = 0,599955104 \text{ Btu/jam}\cdot\text{ft}^2\cdot(^\circ\text{F}/\text{ft}) = 0,174752$$

b. Menentukan koefisien perpindahan panas radiasi asbestos-udara dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Kern,1980) :

$$h_r (T_3 - T_4) = \epsilon \sigma (T_3^4 - T_4^4)$$

Dengan T_3 dan T_4 dalam °R serta Konstanta Stefan-Boltzman (σ) = 0.1714×10^{-8}

Btu/jam.ft².°R maka :

$$h_r = \epsilon \sigma \frac{(T_3^4 - T_4^4)}{(T_3 - T_4)}$$

$$hr = 0,9375 \cdot 0,1714 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{(581.67^4 - 545.67^4)}{(581.67 - 545.67)}$$

Pada keadaan steady state $q1 = q2 = q3 = q4$ dengan q adalah panas yang ditransfer tiap lapisan :

$$q2 = k_s \cdot A1 \cdot \frac{(T1 - T2)}{x1} = k_s \cdot \pi \cdot L \cdot (D + 2 \cdot x1) \cdot \frac{(T1 - T2)}{x1}$$

$$q3 = k_s \cdot A2 \cdot \frac{(T2 - T3)}{x2} = k_s \cdot \pi \cdot L \cdot (D + 2 \cdot x1 + 2 \cdot x2) \cdot \frac{(T2 - T3)}{x2}$$

Jika dianggap suhu pada permukaan shell bagian dalam sama dengan suhu rata-rata pendingin maka :

$$\begin{aligned} T1 &= 175 \text{ } ^\circ\text{C} \\ &= 448 \text{ K} \\ &= 347 \text{ } ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

Rumus :

$$q2 = k_s \cdot A1 \cdot \frac{(T1 - T2)}{x1} = k_s \cdot \pi \cdot L \cdot (D + 2 \cdot x1) \cdot \frac{(T1 - T2)}{x1}$$

Diperoleh :

$$2038379 = 5874,29$$

$$q3 = k_s \cdot A2 \cdot \frac{(T2 - T3)}{x2} = k_s \cdot \pi \cdot L \cdot (D + 2 \cdot x1 + 2 \cdot x2) \cdot \frac{(T2 - T3)}{x2}$$

$$0,13527 = 16,503$$

$$q4 = (hr + hc) \cdot A3 \cdot (T3 - T4) = (hr + hc) \cdot \pi \cdot L \cdot (D + 2 \cdot x1 + 2 \cdot x2) \cdot (T3 - T4)$$

$$486,825 = 113,545$$

Jika $q2 = q4$, didapat persamaan hubungan $T2$ dengan $X2$ yaitu :

$$346,917 + -0,0193 X2 = T2 \quad \text{Persamaan (a)}$$

Jika $q3 = q4$, maka didapat persamaan sebagai berikut :

$$122 + 3598,97 X2 = T2 \quad \text{Persamaan (b)}$$

Dari persamaan (a) dan (b) maka didapatkan nilai $X2$ dan $T2$ adalah :

$$\begin{array}{r} 346,917 + -0,0193 X2 = T2 \\ 122 + 3598,97 X2 = T2 \\ \hline 224,917 + -3599 X2 = 0 \end{array} \quad (-)$$

$$X2 = 0,062494 \text{ ft}$$

$$X2 = 0,019048 \text{ m}$$

$$\text{Dan } T2 = 347 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$1 \text{ m} = 3,28083 \text{ ft}$$

Jadi tebal isolatornya adalah sebesar:

$$X2 = 0,02 \text{ meter}$$

$$= 0,0625 \text{ ft}$$

19,04838 mm

RESUME

Kode	= Reaktor 01 (R-01)
Fungsi	= Mereaksikan NH_3 dgn HNO_3 menjadi NH_4NO_3
Tipe	= Reaktor Bubble
Kondisi	= 175 C
Bahan	= Carbon Steel SA-283 grade C
Tebal Sheel	= 0,4375 in = 0,0111125 m
tebal Head	= 0,1875 in = 0,0047625 m
Tinggi Head	= 49,95051358 in = 1,268743045 m
Diameter Reaktor	= 2,5748 m
Tinggi Reaktor Total	= 7,68705815 m
Tebal Jaket	= 5/8 in
Diameter Jaket	= 3,043766667 m
Tebal Isolator	= 19,04 mm

LAMPIRAN PRILLING TOWER

Fungsi : Mengubah fase ammonium nitrat dari bentuk cairan menjadi prill.

Bentuk : Silinder tegak dengan alas konus dan tutup datar dilengkapi dengan prills device

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 unit

Kondisi operasi:

Suhu Udara Masuk = 86 F

Tekanan = 1 atm

Rate Massa Udara Kering = 1000 kg/jam

Bm Udara = 28,84 mol

rho udara pada suhu 30 C = 1,5456 lb/ft³
= 24,7581936 km/m³

Massa Udara = Bm Udara × Rate massa udara kering
= 28.840 Kg/jam

Faktor keamanan = 20 %

Perhitungan

a. Volume tangki

Volume Larutan, v1 = massa udara/rho udara
= 1164,866891 m³

Volume tangki Over design = $1,2 \times V1$

b. Diamter dan tinggi tangki

Volume prilling tower = Volume silinder + Volume konus

Volume silinder:

1:4, maka h silinder =

Direncanakan D : H silinder = 4d

$\frac{1}{4} \pi d^2 H$ silinder, maka volume silinder =

Volume silinder = πD^3

Volume konus:

Sudut Konus = 60° , maka H konus = $0,5 D \tan 60$

Volume Konus = $\frac{1}{12} \pi d^2 H_{konus}$, maka Volume Konus

= $\frac{1}{12} \pi d^3 (3,0866)$

Volume prilling tower = Volume silinder + Volume Konus		Volume Konus
Volume Prilling tower	=	$\pi D^3 + \frac{1}{12} \pi D^3 (3,0866)$ 285,9871524
1397,840269	=	$3,14D^3 + 0,807660333D^3$
1397,840269	=	$3,947660333 D^3$
354,0933492	=	D^3
7,074665705	=	D
Diameter	=	7,074665705 m
H silinder	=	28,29866282 m

$$\begin{aligned} H \text{ Conus} &= 1,8453 \text{ m} \\ H \text{ total} &= 30,14396282 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Tebal tangki

$$\begin{aligned} P &= 101,325 \text{ kpa} \\ \text{Faktor Kelonggaran} &= 5\% \\ \text{Maka, } P \text{ design} &= 106,39125 \text{ kpa} \\ \text{Joint Efficiency} &= 0,8 \\ \text{allowable stress} &= 12650 \text{ psia} \\ &= 87218,714 \text{ kpa} \\ \text{Tebal shell tangki silinder:} \\ ts &= 0,005398582 \text{ m} \\ &= 0,212542161 \text{ in} \\ \text{Faktor korosi} &= 0,125 \text{ in} \\ \text{maka tebal shell yang dibutuhkan} &= 0,337542161 \text{ in} \\ \text{tebal shell standar yang digunakan} &= 1/2 \text{ in} \\ \text{tebal konus standar yang digunakan} &= 1/2 \text{ in} \end{aligned}$$

d. Prill device

Prills yang digunakan adalah prills dengan diameter 3,5 mm (Walas, 1988) karena diameter partikel urea yang diharapkan (yang akan dipasarkan) adalah 3 mm. Prills yang berputar dengan kecepatan 1000-5000 rpm (Walas, 1988), diletakkan di atas prilling tower. Melt urea akan masuk ke prills dan keluar dari prills dalam bentuk butiran. Diameter bukaan bawah priling tower adalah 5 inc (Perry, 1999)