PRA RANCANGAN PABRIK *ETHANOLAMINE* DARI *ETHYLENE OXIDE* DAN *AMMONIA* KAPASITAS 6.800 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Disusun oleh :

Fatkhur Rohman Khakiki 18521097

Izaz Ramadhan Nur Arkhan 18521137

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
PRA RANCANGAN PABRIK *ETHANOLAMINE* DARI *ETHYLENE OXIDE* DAN *AMMONIA* KAPASITAS 6.800 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fatkhur Rohman Khakiki	**18521097**
Nama : Izaz Ramadhan Nur Arkhan	**18521137**

Yogyakarta, 23 Januari 2023

Menyatakan bahwa seluruh hasil Prarancangan Pabrik 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.

Penyusun 1

Fatkhur Rohman Khakiki
Nim : 18521097

Penyusun 2

Izaz Ramadan Nur Arkhan
Nim : 18521137

PRA RANCANGAN PABRIK
ETANOLAMINA DARI ETILENA OKSIDA DAN AMONIA KAPASITAS 6.800 TON/TAHUN
PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama	**:**	**Fatkhur Rohman Khakiki**	**Nama**	**:**	**Izaz Ramadhan Nur Arkhan**
No.Mhs	**:**	**18521097**	**No.Mhs**	**:**	**18521137**

Yogyakarta, 23 Januari 2023

Dosen Pembimbing I	**Dosen Pembimbing II**
(Suharno Rusdi, Ph.D.)	**(Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng.)**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK
ETHANOLAMINE DARI ETHYLENE OXIDE DAN AMMONIA KAPASITAS 6.800 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Fatkhur Rohman Khakiki
No.Mhs : 18521097

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, 06 Februari 2023

Tim Penguji,
Suharno Rusdi, Ph,D,
Ketua

Dr. Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.
Anggota I

Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.
Anggota II

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

Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT Tuhan semesta alam yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya hingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini sampai penyusunan laporan resmi, Shalawat serta salam ditujukan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat-sahabatnya yang telah memberikan suri tauladan kepada para pengikutnya hingga akhir zaman. Tugas akhir (TA) adalah salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia dalam mencapai studinya hingga nantinya mahasiswanya dapat menjadi "*Chemical Engineer*" yang handal. Kami tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang banyak membantu kami baik dalam mengerjakan tugas pra rancangan ini, antara lain kepada :

1. Allah SWT, atas segala rahmat, taufiq dan hidayat serta ridha-Nya lah sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Nabi Besar Muhammad SAW, sang pencerah zaman. Shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada baginda nabi, keluarga, para sahabatnya dan para pengikutnya sampai akhir zaman. Aamiin.
3. Kepada kedua orang tua dan saudara atas doa, kasih sayang dan dukungangnya.
4. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan izin dan arahan untuk mata kuliah prarancangan pabrik kimia.
5. Bapak Suharno Rusdi, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing 1 yang senantiasa meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, saran dan motivasi demi kelancaran pelaksanaan maupun penyusunan laporan ini.
6. Bapak Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 2 yang senantiasa meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, saran dan motivasi demi kelancaran pelaksaan maupun penyusunan laporan ini.
7. Partner tugas akhir. Terimakasih atas kerjasamanya selama ini.

8. Teman-teman teknik kimia yang telah memberikan support dan segala pihak yang terlibat dalam pengerjaan dan penyusunan yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

Kami selalu mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun agar kami dapat menjadi seorang yang tergolong beruntung menjadi lebih baik dari sebelumnya. Semoga Iaporan pra rancangan ini dapat memberikan banyak manfaat yang besar bagi kita semua.

Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 14 Desember 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR TABEL ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN ..... **xii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xv**
ABSTRAK ..... **xvi**
ABSTRACT ..... **xvii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik 1
1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik 3
1.3. Tinjauan Pustaka 5
1.3.1. Proses Pembuatan *Ethanolamine* 5
1.3.2. Kegunaan Produk 8
1.4. Tinjauan Termodinamika dan Kinetika 9
BAB II PERANCANGAN PRODUK **13**
2.1. Spesifikasi Produk 13
2.1.1. Spesifikasi Produk 13
2.2. Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung 18
2.2.1. Spesifikasi Bahan Baku 18
2.2.2. Spesifikasi Bahan Pendukung 20
2.3. Pengendalian Kualitas 20
BAB III PERANCANGAN PROSES **23**
3.1. Diagram Alir Proses Kualitatif 23
3.2. Uraian Proses 24
3.2.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku 24
3.2.2. Tahap Pembentukan *Ethanolamine* 25
3.2.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk 25
3.2.4. Tahap Penyimpanan Produk 27
3.3. Diagram Alir Kuantitatif 28
3.4. Spesifikasi Alat 29
3.5. Neraca Massa 52

3.6. Neraca Panas 55
BAB IV PERANCANGAN PABRIK 60
4.1. Lokasi Pabrik 60
4.1.1. Pemilihan Lokasi Pabrik 60
4.1.2. Faktor Primer 60
4.1.3. Faktor Sekunder 61
4.2. Tata Letak Pabrik 63
4.3. Tata Letak Mesin / Alat Proses (*Machines Layout*) 68
4.4. Organisasi Perusahaan 72
4.4.1. Bentuk Perusahaan 72
4.4.2. Struktur Organisasi Perusahaan 74
4.4.3. Tugas dan Wewenang 76
4.4.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji 87
4.4.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan 88
4.4.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji 89
4.4.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan 93
4.4.8. Manajemen Produksi 94
BAB V UTILITAS 97
5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air 97
5.2. Unit Pembangkit Steam 104
5.3. Unit Pembangkit Listrik 106
5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar 109
5.5. Unit Penyedia Udara Tekan 109
5.6. Unit Pengolahan Limbah 109
5.7. Spesifikasi Alat-Alat Utilitas 111
BAB VI EVALUASI EKONOMI 127
6.1. Penaksiran Harga Peralatan 127
6.2. Dasar Perhitungan 130
6.3. Perhitungan Biaya 131
6.3.1. Capital Investment 131
6.3.2. Manufacturing Cost 131
6.3.3. General Expense 132
6.4. Analisa Kelayakan 132
6.4.1. Percent Return of Investment (ROI) 132

6.4.2. Pay Out Time (POT) 133
6.4.3. Discounted Cash Flow of Return (DCFR) 133
6.4.4. Break Event Point (BEP) 134
6.4.5. Shut Down Point (SDP) 134
6.5. Hasil Perhitungan 134
6.5.1. *Physical Plant Cost* (PPC) 134
6.5.2. *Direct Plan Cost* (DPC) 135
6.5.3. *Fixed Capital Investment* (FCI) 135
6.5.4. *Direct Manufacturing Cost* (DMC) 135
6.5.5. *Indirect Manufacturing Cost* (IMC) 136
6.5.6. *Fixed Manufacturing Cost* (FMC) 136
6.5.7. *Manufacturing Cost* (MC) 137
6.5.8. *Working Capital* (WC) 137
6.5.9. *General Expense* (GE) 137
6.5.10. *Total Production Cost* (TPC) 138
6.5.11. *Fixed Cost* (Fa) 138
6.5.12. *Variable Cost* (Va) 138
6.5.13. *Regulated Cost* (Ra) 138
6.6. Analisa Kelayakan 139
BAB VII PENUTUP 142
7.1. Kesimpulan 142
7.2. Saran 143
DAFTAR PUSTAKA 145
LAMPIRAN 149

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Import Ethanolamine 2
Tabel 1.2. Harga ΔH_f° masing-masing komponen 9
Tabel 1.3. Harga ΔG_f° masing-masing komponen 10
Tabel 3.1. Neraca Massa Total 50
Tabel 3.2. Neraca Massa *Mixer* 51
Tabel 3.3. Neraca Massa Reaktor 51
Tabel 3.4. Neraca Massa Menara Distilasi 1 51
Tabel 3.5. Neraca Massa Menara Distilasi 2 52
Tabel 3.6. Neraca Massa Menara Distilasi 3 52
Tabel 3.7. Neraca Panas Reaktor 53
Tabel 3.8. Neraca Panas Condensor 1 53
Tabel 3.9. Neraca Panas Condensor 2 54
Tabel 3.10. Neraca Panas Condensor 3 54
Tabel 3.11. Neraca Panas Reboiler 1 54
Tabel 3.12. Neraca Panas Reboiler 2 55
Tabel 3.13. Neraca Panas Reboiler 3 55
Tabel 3.14. Neraca Panas Heater 1 55
Tabel 3.15. Neraca Panas Heater 2 56
Tabel 3.16. Neraca Panas Cooler 1 56
Tabel 3.17. Neraca Panas Cooler 2 56
Tabel 4.1. Penggolongan Jabatan 87
Tabel 4.2. Perincian Jumlah Karyawan 88
Tabel 4.3. Gaji Berdasarkan Jabatan 90
Tabel 5.1. Kebutuhan Air Pendingin 102
Tabel 5.2. Kebutuhan Listrik Proses 104
Tabel 5.3. Kebutuhan Listrik Utilitas 105
Tabel 6.1. Index Harga 125
Tabel 6.2. Index Harga Regresi 127
Tabel 6.3. *Physical Plant Cost* (PPC) 132
Tabel 6.4. *Direct Plant Cost* (DPC) 133
Tabel 6.5. *Fixed Capital Investment* (FCI) 133
Tabel 6.6. *Direct Manufacturing Cost* (DMC) 133
Tabel 6.7. *Indirect Manufacturing Cost* (IMC) 134
Tabel 6.8. *Fixed Manufacturing Cost* (FMC) 134
Tabel 6.9. *Manufacturing Cost* (MC) 135
Tabel 6.10. *Working Capital* (WC) 135
Tabel 6.11. *General Expanse* (GE) 135
Tabel 6.12. *Total Production Cost* (TPC) 138
Tabel 6.13. *Fixed Cost* (Fa) 138
Tabel 6.14. *Variable Cost* (Va) 138
Tabel 6.15. *Regulated Cost* (Ra) 138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik Import *Ethanolamine* 4
Gambar 3.1. Diagram Alir Kualitatif 22
Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif 27
Gambar 4.1. Tata Letak Pabrik 65
Gambar 4.2. Tata Letak Alat Proses 70
Gambar 4.3. Struktur Organisasi Perusahaan 94
Gambar 6.1. Grafik Index Harga..... 127
Gambar 6.2. Grafik Analisa Ekonomi 133

DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T : Temperatur, ^{o}C

D : Diameter, m

H : Tinggi, m

P : Tekanan, psia

μ : Viskositas, cP

ρ : Densitas, kg/m^3

Qs : Kebutuhan *Steam*, kg

Qc : Kebutuhan Air Pendingin, kg

Ms : Massa *Steam*, kg

A : Luas Bidang Penampang, ft^2

Vt : Volume Tangki, m^3

t : Waktu, jam

m : Massa, kg

v : Laju alir, m^3/jam

P : *Power Motor*, HP

Sg : *Specific Gravity*

X : Konversi, %

Vs : Volume *Shell*, m3

Vh : Volume *Head*, m3

Vt : Volume total, m3

ID : *Inside Diameter*, in

OD : *Outside Diameter*, in

Re : Bilangan Reynold

E : Efisiensi Pengelasan

f : *Allowable Stress*, psia

r : Jari-jari *Dish*, psia

icr : Jari-jari Sudut Dalam, in

ts : Tebal *Shell*, in

th : Tebal *Head*, in

DI : Diameter Pengaduk, m

z : Panjang Reaktor, m

Zi : Jarak Pengaduk dari Dasar Tangki, in

L : Lebar Pengaduk, in

N : Kecepatan Putaran, rpm

UD : Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh, Btu/jam.ft^2.^{o}F

UC : Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh Pada Awal, Btu/jam.ft^2

Rd : Faktor Pengotor, Btu/jam.ft^2 ^{o}F

η : Efisiensi

Wf : *Total Head*, in

p : Panjang, m

l : Lebar, m

k : Konduktivitas termal, Btu/jam.ft^2.^{o}F

c : Panas Spesifik, Btu/lb.^{o}F

JH : *Heat Transfer Factor*

hi : *Inside Film Coefficient*, Btu/jam.ft^2.^{o}F

ho : *Outside Film Coefficient*, Btu/jam.ft^2.^{o}F

LMTD : *Long Mean Temperature Different*, ^{o}F

K : Konstanta Kinetika Reaksi, L/mol.s

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran-1 Perancangan Reaktor

Lampiran-2 *Process Engineering Flow Diagram* (PEFD)

Lampiran-3 Kartu Konsultasi Bimbingan Prarancangan Pabrik

ABSTRAK

Desain awal *ethanolamine* menggunakan bahan baku *ammonia* dan *ethylene oxide* dengan kapasitas tahunan sebesar 6.800 ton/tahun direncanakan akan didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur, seluas 40.000 m^2, membutuhkan tenaga kerja sebanyak 100 orang, direncanakan pada tahun 2027.Reaksi dalam reaktor alir pipa dengan kondisi pada tekanan 25 atm dan suhu 50°C. Bahan baku *ammonia* 3.270,04 Kg/jam dan *ethylene oxide* 2.819,28 Kg/jam. Untuk mendukung proses dibutuhkan air sebanyak 14.134,10 Kg/jam dan listrik daya 376,31 Kw. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa pabrik kimia perlu dikonversi secara tetap modal sekitar Rp1.313.361.672.900,48, modal kerja sekitar Rp899.945.258.523,9 dan total biaya produk sekitar Rp9.337.589.770.236. Keuntungan sebelum pajak adalah Rp785.155.429.764 sedangkan setelah pajak Rp549.608.800.835. Persen pengembalian investasi (ROI) sebelum dan sesudah pajak sebesar 59,78 % dan 41,85 %, untuk *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 1,43 tahun dan sesudah pajak 1,93 tahun. Titik Impas (BEP) 41,50 % kapasitas, *Shut Down Point* (SDP) 21,91 % dan *Discounted Cash Flow of Return* (DCFR) adalah 33,22 %. Dari hasil evaluasi ekonomi, bisa jadi menyimpulkan bahwa pabrik *ethanolamine* terlihat dan menarik untuk dibangun.

Kata Kunci : *Ethanolamine, Ethylene Oxide,* Prarancangan Pabrik, Reaktor Alir Pipa

ABSTRACT

Preliminary design ethanolamine using raw material of ammonia and ethylene oxide with annual capacities of 6,800 ton/year is planned to be founded in industrial area of Gresik, East Java, about land for the width of 40,000 m^2, requiring labours amount of 100 people, planned on 2027. Reactions in Plug Flow Reactor with conditions pressure of 25 atm and temperature of 50°C. Raw material of ammonia 3,270.04 Kg/hour and ethylene oxide 2,819.28 Kg/hour. To support process needed by water counted 14,134.10 Kg/hour and electric power 376.31 Kw. Economic analisys show that chemical plant need to convered by fixed capital of about Rp1,313,361,672,900.48, working capital of about Rp899,945,258,523.9 and total product cost of about Rp9,337,589,770,236. The profit before tax is Rp785,155,429,764 while after tax is Rp549,608,800,835 Percent return of investment (ROI) before and after tax are 59.78 % and 41.85 %, for the Pay Out Time (POT) before tax is 1.43 years and after tax is 1.93 years. Break Even Point (BEP) 41.50 % capacity, Shut Down Point (SDP) 21.91 % and Discounted Cash Flow of Return (DCFR) is 33.22 %. From an economic evaluation result, it can be concluded that ethanolamine plant is visible and excite to built.

Keywords : *Ethanolamine, Ethylene Oxide, Factory Design, Plug Flow Reactor,*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pembangunan industri sebagai bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang yaitu struktur ekonomi dengan titik berat industri maju. Indonesia dewasa ini tengah memasuki era globalisasi dalam segala bidang yang menuntut tangguhnya sektor industri dan bidang-bidang yang saling menunjang. Hal ini tentunya memacu kita untuk lebih efisien dan melakukan terobosan-terobosan baru sehingga produk yang dihasilkan mempunyai pangsa pasar, daya saing, efektif, dan efisien disamping harus ramah terhadap lingkungan. Salah satu modal untuk mencapai tujuan tersebut dalah kekuatan sumber daya alam dan sumber daya manusia. Berdasarkan modal utama tersebut maka pengembangan industri diarahkan untuk pendalaman dan pemantapan struktur industri serta dikaitkan dengan sektor ekonomi lain.

Pengembangan industri yang perlu mendapatkan perhatian pemerintah adalah pengembangan industri kimia dasar. Dengan berkembangnya industri ini dlharapkan dapat merangsang pertumbuhan ekonomi di Indonesia, di samping itu akan membuka lapangan kerja baru bagi rakyat Indonesia sehingga dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat Indonesia. Indonesia merupakan negara penghasil *ammonia* dengan kapasitas produksi yang cukup besar. Pemanfaatan *ammonia* sebagian besar untuk pembuatan pupuk. Bahan kimia

berbahan baku *ammonia* yang tidak kalah pentingnya untuk kebutuhan industri adalah *ethanolamine*. *ethanolamine* merupakan hasil reaksi antara *ethylene oxide* dengan *ammonia*. Dari reaksi tersebut dihasilkan *ethanolamine, diethanolamine* dan *triethanolamine*. Ketersediaan bahan baku *ethylene oxide* di dunia yang mulai berkembang, menjadi jaminan dalam pemenuhan kebutuhan bahan baku pembuatan *ethanolamine*.

Ethanolamine mempunyai banyak kegunaan penting bagi kebutuhan rumah tangga maupun kebutuhan industri antara lain sebagai bahan intermediat dalam produksi surfaktan yang secara komersial seperti detergen, bahan baku tekstil, emulsifier, dan bahan kimia kulit. *Ethanolamine* juga digunakan sebagai bahan untuk pemurnian gas, sebagai bahan pencegah korosi, dan juga sebagai bahan campuran dalam pembuatan semen serta masih banyak lagi kegunaan yang lain.

Indonesia mengimpor *ethanolamine*. Data impor *ethanolamine* Indonesia dari tahun 2017 - 2021 dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1. 1. Data Import Ethanolamine

Tahun Ke -						
		1 (2017)	2 (2018)	3 (2019)	4 (2020)	5 (2021)
Ethanolamine	Jumlah (Kg)	1.282.857	1.526.210	2.054.765	2.107.376	2.456.806

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS)

Kapasitas total dunia untuk *ethanolamine* pada tahun 1985 mencapai 600.000 ton per tahun. United States mempunyai kapasitas produksi separuh dari kapasitas dunia. Penjualan United States untuk *ethanolamine* mengalami

kenaikan rata-rata sebesar 6 % per tahun sejak tahun 1970. Hal ini dapat digunakan sebagai representasi bahwa kebutuhan *ethanolamine* dari tahun ke tahun semakin meningkat dan diprediksikan kebutuhan *ethanolamine* di tahun-tahun yang akan datang masih terus meningkat. Ditinjau dari makin bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan dunia maka perlu untuk menambah jumlah produksi *ethanolamine* untuk memenuhi kebutuhan pasar dunia yang makin meningkat.

Dengan didirikannya pabrik ini maka diharapkan dapat terpenuhinya kebutuhan dalam negeri dan membantu mencukupi kebutuhan *ethanolamine* pasar dunia sehingga dapat membantu peningkatan ekonomi Indonesia. Selain itu dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat merangsang berdirinya pabrik-pabrik lain yang berbahan baku *ethanolamine* ataupun pabrik yang menghasilkan produk sebagai bahan baku pembuatan *ethanolamine*.

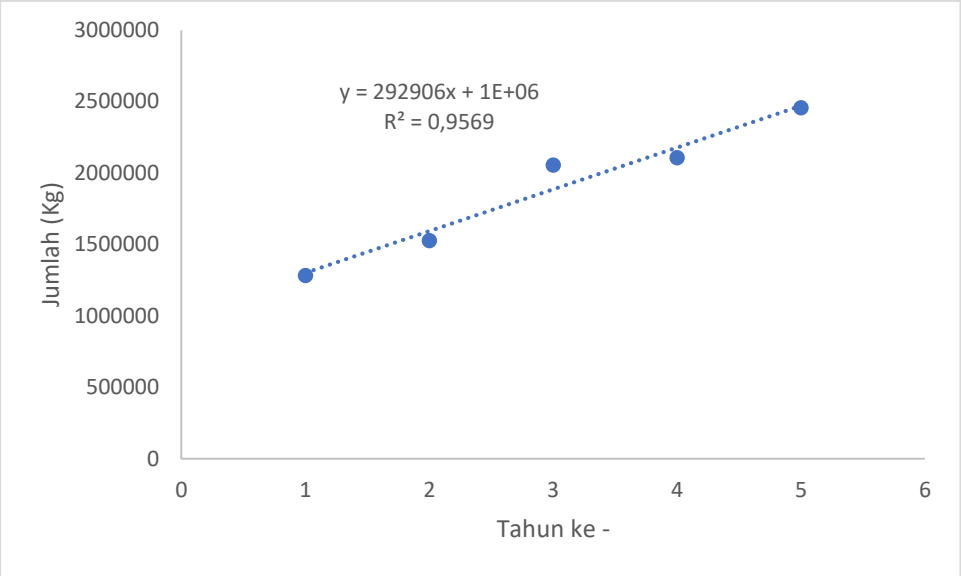
1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Dari data statistik, impor *ethanolamine* Indonesia (Tabel 1.1.) dapat dikatakan bahwa kebutuhan *ethanolamine* Indonesia tidak begitu besar sedangkan kebutuhan dunia masih relatif besar, sehingga kapasitas produksi yang besar diperlukan untuk membantu mencukupi kebutuhan dunia setelah terpenuhinya kebutuhan dalam negeri.

Ditinjau dari bahan baku yang digunakan, Indonesia memiliki pabrik-pabrik penghasil *ammonia* seperti PT. Pupuk Kaltim dan PT. Petrokimia Gresik yang mempunyai kapasitas produksi yang cukup besar.

Sedangkan bahan baku *ethylene oxide*, Indonesia belum memiliki pabrik penghasil *ethylene oxide* sehingga dalam penyediaan bahan bakunya masih bergantung pabrik-pabrik *ethylene oxide* dari luar negeri.

Berdasarkan data kebutuhan dalam negeri dan dunia, ketersediaan bahan baku dan referensi kapasitas pabrik *ethanolamine* yang sudah ada maka kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah sebesar 6.800 ton per tahun *ethanolamine*.



Gambar 1. 1 Grafik Import Ethanolamine

Berdasarkan hasil regresi linear didapatkan hasil:

y = 292906 . x + 1E+06

Dimana x = proyeksi tahun pabrik didirikan

x = 2027 (merupakan tahun ke -11)

x = 11

Sehingga y = 292906 . 11 + 1E+06

y = 4.221.966 Kg / tahun

y = 4.221,996 Ton / tahun

Dengan ikut menyuplai kebutuhan dunia yang semakin tinggi, maka perlu kontribusi maksimal 60% dari proyeksi pendirian pabrik pada tahun 2027. Ekpor dilakukan kepada negara-negara yang membutuhkan produk ethanolamine, diantaranya adalah Brazil, El Savador, Georgia, Japan, Paraguay, Switzerland, Turki, dan Uzbekistan.

60% dari 4.221,996 Ton / tahun = 2.533,1796 Ton / tahun

Total kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah

4.221,996 + 2.533,1796 = 6.755,1456 Ton / tahun.

Sehingga kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 6.800 Ton / tahun.

1.3. Tinjauan Pustaka

1.3.1. Proses Pembuatan *Ethanolamine*

Proses produksi pembuatan *ethanolamine* ada dua macam, yaitu proses yang dijalankan dengan fase gas dan proses yang dijalankan dengan fase cair.

A. Macam-macam proses

I. Proses Fasa Gas

Dalam proses ini dilakukan dua langkah. Langkah pertama pembentukkan *ethylene oxide* dengan proses oksidasi, bahan bakunya adalah *ethylene oxide* dengan oksigen. Reaksinya merupakan reaksi eksotermis yang dilakukan dalam

reaktor *Fixed bed multitube* dengan bantuan katalis perak. Reaksi pembentukan *ethanolamine* dengan proses amonolisis antara *ethylene oxide* dan *ammonia* dalam fase gas sesuai persamaan berikut:

$$NH_3\ (g) + C_2H_4O\ (g) \longrightarrow C_2H_7NO\ (g)$$

$$C_2H_7NO\ (g) + C_2H_4O\ (g) \longrightarrow C_4H_{11}NO_2\ (g)$$

$$C_4H_{11}NO_2\ (g) + C_2H_4O\ (g) \longrightarrow C_6H_{15}NO_3\ (g)$$

(Ferrero, berbe, flame, 1947)

Reaksi antara *ethylene oxide* dan *ammonia* untuk pembentukan *Ethanolamine* menggunakan proses amonolisis yaitu proses pembentukan senyawa amina dengan mereaksikan suatu zat organik dengan ammoniak, yaitu merupakan reaksi orde dua, reaksi non adiabatis non isothermal dan berlangsung sangat cepat dengan reaktor multitube.

Kisaran suhu reaktor 200-275 °C dan tekanan atmosferik 3-8 atm. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi irreversible dimana *yield* 95% dan konversi *ethylene oxide* 98% dengan perbandingan mol reaktan *ethylene oxide* dan *ammonia* 1:4 sehingga menghasilkan *ethanolamine*.

II. Proses Fasa Cair

Merupakan reaksi antara *ethylene oxide* dan *ammonia* dalam fase cair sesuai persamaan berikut:

$$NH_3 + C_2H_4O \text{ (EO)} \longrightarrow C_2H_7NO$$

$$C_2H_7NO + C_2H_4O \text{ (EO)} \longrightarrow C_4H_{11}NO_2$$

$$C_4H_{11}NO_2 + C_2H_4O \text{ (EO)} \longrightarrow C_6H_{15}NO_3$$

Reaksi antara *ethylene oxide* cair dan *ammonia* cair untuk pembentukan *ethanolamine* merupakan reaksi eksotermis yang dilakukan dalam reaktor RAP tanpa katalis. Suhu operasi ditetapkan 50^{o}C dan tekanan 25 atm dengan pertimbangan bahwa kondisi ini kedua reaktan dalam fase cair.

(Faith & Keyes, 1975)

Reaksi yang terjadi bersifat irreversible dimana reaksi ini akan membentuk produk berupa etanolamina, dietanolamina dan trietanolamina dengan perbandingan nilai yield masing-masing produk 50%, 30% dan 20%.

Pada perancangan ini dipilih pembuatan *ethanolamine* dengan proses fase cair dari *ethylene oxide* dan *ammonia* dengan pertimbangan:

1) Tidak memerlukan dua jenis reaktor utama untuk pembentukan *ethylene oxide* dan reaksi pembentukan *ethanolamine* sehingga dapat lebih ekonomis.
2) Reaksi tidak memerlukan katalis sehingga lebih ekonomis.
3) Reaksi antara cair-cair lebih mudah dalam pengoperasian dan proses kontrol.
4) Lebih sederhana dalam pengoperasian dan lebih aman karena tekanan operasi tidak terlalu tinggi.
5) Reaksi menggunakan Reaktor Alir Pipa lebih cepat dan lebih efektif.

1.3.2. Kegunaan Produk

Ethanolamine banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga maupun kebutuhan industri. *Nonionic* surfaktan (*ethanolamida*) dapat diperoleh dari reaksi antara *ethanolamine* dengan asam lemak pada temperatur tinggi, yang berfungsi sebagai *foam stabilizer*, *aid cleaning* dalam detergen, cairan untuk pencuci, shampo, kosmetik. *Ethanolamida* juga digunakan sebagai *antistatic* agent, pelapis kaca, *demulsifier*, dan dalam pertambangan sebagai *mining flotation*.

Reaksi antara *ethanolamine* dengan asam lemak dalam temperatur ruangan membentuk *ethanolamine soap* yang banyak ditemukan didalam kosmetik, pelitur, tekstil, produk-produk untuk tanaman, pembersih,

metalworking fluid, dan farmasi. Garam-garam dari *ethanolamine* dan asam anorganik penting sebagai bahan kimia *intermediete* dan juga digunakan sebagai bahan pencegah/penghambat korosi, *antistatic* agent, pelapisan kaca, *electroplating*, tinta, *metalworking*, kontrol debu dalam pertambangan dan tekstil.

Ethanolamine dan *triethanolamine* banyak digunakan dalam pemurnian gas karena kemampuannya dalam menyerap CO_2, H_2S, dan kandungan asam yang lain. *triethanolamine* berkonsentrasi rendah digunakan sebagai bahan tambahan dalam *klinker* semen untuk meningkatkan efisiensi *grinding mill*. Keterangan lebih lanjut mengenai kegunaan *ethanolamine* dapat dibaca pada buku karangan Kirk dan Othmer yang berjudul *Encyclopedia of Chemical Technology*, volume 2 halaman 14-19.

1.4. Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

Peninjauan secara termodinamika bertujuan untuk menentukan sifat reaksi (endotermik/eksotermik), apakah reaksi berlangsung spontan atau tidak, dan arah reaksi (*irreversible/reversible*). Panas pembentukan standar ($\Delta H_f{}^o$) pada Tekanan = 1 atm dan Suhu = 298^{o}K dapat digunakan untuk menentukan reaksi tersebut eksotermik atau endotermik. Berdasarkan segi termodinamika harga-harga $\Delta H_f{}^o$ masing-masing komponen sebagai berikut:

Tabel 1.2. Harga $\Delta H_f{}^o$ masing-masing komponen

No.	Komponen	$H_f{}^o$ (kJ/mol)
1	NH_3	-43,42
2	C_2H_4O	-52,63
3	C_2H_7NO	-210,19

4	$C_4H_{11}NO_2$	-396,88
5	$C_6H_{15}NO_3$	-562,08

Sumber: Yaws, 1999

***Enthalpy of Formation* :**

Berdasarkan harga H_f^o pada tiap komponen di atas, maka harga H_f^o pada reaksi pembentukan *ethanolamine* pada 298°K adalah sebagai berikut:

NH_3 (l) + C_2H_4O (l) ⟶ C_2H_7NO (l) (H_f^o = -114,14 kJ/mol),

Dengan rinciannya:

$H_r^o{}_{298}$: $H_{f\ produk}$ - $H_{f\ reaktan}$

: $H_{f\ Ethanolamine}$ - ($H_{f\ Ethylene\ Oxide}$ + $H_{f\ Ammonia}$)

: -210,19 - (-52,63 + -43,42)

: -114,14 kJ/mol

Sehingga dengan menggunakan rumus yang sama, didapatkan harga reaksi pembentukan DEA dan TEA sebagai berikut:

$C_2H_7NO(l)$+C_2H_4O (l) ⟶ $C_4H_{11}NO_2$ (l) (H_f^o = -134,06 kJ/mol)

$C_4H_{11}NO_2$ (l)+ C_2H_4O (l) ⟶ $C_6H_{15}NO_3$ (l) (H_f^o = -112,57 kJ/mol)

Setelah didapatkan nilai panas pembentukan pada masing-masing reaksi pembentukan *ethanolamine, diethanolamine* dan *triethanolamine* maka dapat disimpulkan bahwa reaksi pembentukannya bersifat eksotermis.

Energi Bebas Gibbs :

Perhitungan energy bebas gibbs (ΔG_f^o) digunakan untuk meramalkan arah reaksi kimia relatif spontan atau tidak. $\Delta G_f{}^o$ bernilai positif menunjukkan bahwa reaksi tersebut tidak dapat berlangsung secara spontan, sehingga

dibutuhkan energy tambahan dari luar yang cukup besar. Sedangkan $\Delta G_f{}^o$ bernilai negative menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan dan hanya sedikit membutuhkan energi. Berikut merupakan harga $\Delta G_f{}^o$ masing-masing komponen pada suhu 298^{o}K dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 1.3. Harga $\Delta G_f{}^o$ masing-masing komponen

No.	Komponen	$G_f{}^o$ (kJ/mol)
1.	NH_3	-16,40
2.	C_2H_4O	-13,10
3.	C_2H_7NO	-106,88
4.	$C_4H_{11}NO_2$	-214,08
5.	$C_6H_{15}NO_3$	-299,93

Sumber: Yaws, 1999

Berdasarkan harga $\Delta G_f{}^o$ pada tiap komponen di atas, maka harga $\Delta G_f{}^o$ pada reaksi pembentukan *ethanolamine* pada 298^{o}K adalah sebagai berikut:

NH_3 (l) + C_2H_4O (l) ⟶ C_2H_7NO (l) ($G_f{}^o$ = -77,38 kJ/mol),

Dengan rinciannya:

$G_r{}^o{}_{298}$: $G_{f\ produk} - G_{f\ reaktan}$

: $G_{f\ Ethanolamine} - (G_{f\ Ethylene\ Oxide} + G_{f\ Ammonia})$

: -106,88 - (-13,10 + -16,40)

: -77,38 kJ/mol

Sehingga dengan menggunakan rumus yang sama, didapatkan harga reaksi pembentukan DEA dan TEA sebagai berikut:

C_2H_7NO (l) + C_2H_4O (l) ⟶ $C_4H_{11}NO_2$ (l) ($G_f{}^o$ = -94,1 kJ/mol)

$C_4H_{11}NO_2$ (l) + C_2H_4O (l) ⟶ $C_6H_{15}NO_3$ (l) ($G_f{}^o$ = -98,95 kJ/mol)

→

Setelah didapatkan nilai *Gibbs* pembentukan pada masing-masing reaksi pembentukan *ethanolamine*, *diethanolamine* dan *triethanolamine* bernilai negatif sehingga termasuk reaksi spontan.

Reaksi pembentukan *ethanolamine* ini bersifat eksotermis sehingga membebaskan panas. Oleh karena itu reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin agar suhu operasi selama reaksi tetap terkendali.

Tinjauan kinetika diperoleh melalui persamaan arrhenius dengan rumus sebagai berikut

$$k = Ae^{\frac{-Ea}{RT}}$$ dimana,

k = Kecepatan Reaksi

A = Faktor Pra Eksponensial

Ea = Energi Aktivasi

R = Konstanta Gas Ideal

T = Temperatur Absolut

Laju reaksi didapatkan dari fungsi konsentrasi dari reaktan sebagai berikut :

$r_1 = k_1 C_{NH3} C_{EO}$ dimana k_1 = 7845 x exp (-11500/RT)

$r_2 = k_2 C_{MEA} C_{EO}$ dimana k_2 = (8.151 - 1.051Cw) x k1

$r_3 = k_3 C_{DEA} C_{EO}$ dimana k_3 = (14.181 - 0.196Cw) x k1

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

2.1.1. Spesifikasi Produk

2.1.1.1. *Ethanolamine*

Rumus Molekul	: C_2H_7NO
Berat Molekul	: 61,08 g/mol
Wujud (^oC)	: Cair
Densitas	: 1,01 g/cm^3
Titik Didih	: 171^oC
Titik Lebur	: 10,5^oC
Titik Nyala	: 86^oC
Tekanan Kritis	: 80 bar
Kemurnian	: 90 %
Suhu Kritis	: 671^oK atau 397,85^oC
Fire Hazard	: 2, Hati-hati (Cairan dapat terbakar dengan titik nyala di bawah 200^oF (95^oC))
Health Hazard	: 3, Peringatan (Korosif atau beracun. Hindari kontak dengan kulit atau terhirup.

- Kulit : LD50 pada sampel kelinci dengan dosis 1,015 mg/kg pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel
- Mata : Pada sampel kelinci dapat menyebabkan iritasi mata yang parah
- Pernafasan : LC50 pada sampel tikus kecil dengan konsentrasi lebih besar dari 1,210 mg/m3 selama 4 jam dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel
- Tertelan : LD50 pada sampel tikus besar dengan dosis 1,720 mg/kg pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel

Reactivity : 0, Stabil (Tidak reaktif jika dicampur dengan air)

Specific Hazard : Tidak Tersedia

Sumber : Pubchem

2.1.1.2. *Diethanolamine*

Rumus Molekul : $C_4H_{11}NO_2$

Berat Molekul : 105,14 g/mol

Wujud (ºC) : Cair

Densitas : 1,09 g/cm3

Titik Didih : 269ºC

Titik Lebur : 28ºC

Titik Nyala : 134^{o}C

Tekanan Kritis : 32 bar

Suhu Kritis : 442^{o}C

Kemurnian : 96%

Fire Hazard : 1, Terbakar jika dipanaskan

Health Hazard : 2, Peringatan (Dapat berbahaya jika terhirup atau terserap masuk.)

- Kulit : LD50 pada sampel kelinci dengan dosis 12,200 mg/kg pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel
- Mata : Pada sampel kelinci dapat menyebabkan iritasi mata yang parah selama 24 jam
- Pernafasan : Tidak tersedia
- Tertelan : LD50 pada sampel tikus besar dengan dosis 710 mg/kg pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel
- Lainnya (Organ Intraperitoneal) : LD50 pada sampel tikus besar dengan dosis 120 mg/kg pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel

- Lainnya (Intravena) : LD50 pada sampel tikus besar dengan dosis 778 mg/kg pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel

Reactivity : 0, Stabil (Tidak reaktif jika dicampur dengan air)

Specific Hazard : Tidak Tersedia

Sumber : Pubchem

2.1.1.3. *Triethanolamine*

Rumus Molekul : $C_6H_{15}NO_3$

Berat Molekul : 149,18 g/mol

Wujud (^oC) : Cair

Densitas : 1,13 g/cm3

Titik Didih : 335,4^oC

Titik Lebur : 21,6^oC

Titik Nyala : 179^oC

Tekanan Kritis : 0,32 bar

Kemurnian : 99 %

Suhu Kritis : 671^oK atau 397,85^oC

Fire Hazard : 1, Terbakar bila dipanaskan

Health Hazard : 2, Peringatan (Dapat berbahaya jika terhirup atau terserap masuk.)

- Kulit : LD50 pada sampel kelinci dengan dosis 22,5 g/kg pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel
- Mata : Tidak tersedia
- Pernafasan : Tidak tersedia
- Tertelan (1) : LD50 pada sampel tikus kecil dengan dosis 5,846 mg/kg pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel
- Tertelan (2) : LD50 pada sampel tikus besar dengan dosis 5,530 mg/kg pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel
- Tertelan (3) : LD50 pada sampel kelinci dengan dosis 2,200 mg/kg pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel
- Tertelan (4) : LD50 pada sampel Marmot dengan dosis 2,200 mg/kg pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel

Reactivity : 1, Hati-hati (Dapat bereaksi jika dipanaskan atau dicampur dengan air, tetapi tidak meruah)

Specific Hazard : Tidak Tersedia

Sumber : Pubchem

2.2. Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

2.2.1. Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1.1. Ammonia

Rumus Molekul : NH_3

Berat Molekul : 17,031 g/mol

Wujud (°C) : Cair

Densitas : 696 kg/m^3

Titik Didih : -33,34°C

Titik Lebur : -77,73°C

Titik Nyala : 132°C

Tekanan Kritis : 112,8 bar

Fire Hazard : 1, Terbakar jika dipanaskan

Health Hazard : 3, Peringatan (Korosif atau beracun
Hindari kontak dengan kulit atau terhirup)

- Pernafasan : LC50 pada sampel tikus besar dengn dosis 7338 ppm/1h pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada
- Kulit : Dapat menyebabkan kulit terbakar
- Mata : Dapat menyebabkan kerusakan mata serius

Reactivity :0, Stabil (Tidak reaktif jika dicampur dengan air)

Specific Hazard : Tidak Tersedia

Sumber : Pubchem

2.2.1.2. Ethylene Oxide

Rumus Molekul : C_2H_4O

Berat Molekul : 44,05 g/mol

Wujud (^oC) : Cair

Densitas : 899 kg/m3 cairan

Titik Didih : 10,7^oC

Titik Lebur : -112,46^oC

Titik Nyala : -20^oC

Tekanan Kritis : 50,4 bar

Fire Hazard : 4, Berbahaya (Gas mudah terbakar atau cairan sangat mudah terbakar)

Health Hazard : 3, Peringatan (Korosif atau beracun. Hindari kontak dengan kulit atau terhirup)

- Pernafasan : LC50 pada sampel tikus besar dengan dosis 2920 ppm/1h pelarut dapat menyebabkan kematian 50% pada sampel
- Kulit : Dapat menyebabkan iritasi kulit
- Mata : Dapat menyebabkan iritasi pada mata
- Karsinogenitas : Dapat menyebabkan kanker

Reactivity : 3, Berbahaya (Dapat meledak jika diguncang,dipanaskan wadah tertutup, atau dicampur dengan air)

Specific Hazard : Tidak Tersedia

Sumber : Pubchem

2.2.2. Spesifikasi Bahan Pendukung

2.2.2.1. *Water*

Rumus Molekul	: H_2O
Berat Molekul	: 18,01 g/mol
Wujud (^oC)	: Cair
Densitas	: 0,9950 g/cu pada 25^oC
Titik Didih	: 100^oC
Titik Lebur	: 0^oC
Bau	: Tidak Berbau
Warna	: Cairan tidak berwarna
Fire Hazard	: 0, tidak terbakar
Health Hazard	: 0, tidak ada bahaya
Reactivity	: 0, biasanya stabil

(Sumber : Pubchem)

2.3. Pengendalian Kualitas

Pengawasan dan pengendalian produksi perlu dilaksanakan agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses pengendalian kualitas diharapkan dapat menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar, dan jumlah produksi yang sesuai rencana serta waktu yang tepat sesuai dengan jadwal.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengendalian produksi yaitu:

1. Pengendalian Kualitas

   Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi, dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa padabagian laboratorium pemeriksaan.

2. Pengendalian Kuantitas

   Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan faktor lain yang dapat menghambat proses produksi. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3. Pengendalian Waktu

   Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian Bahan Proses

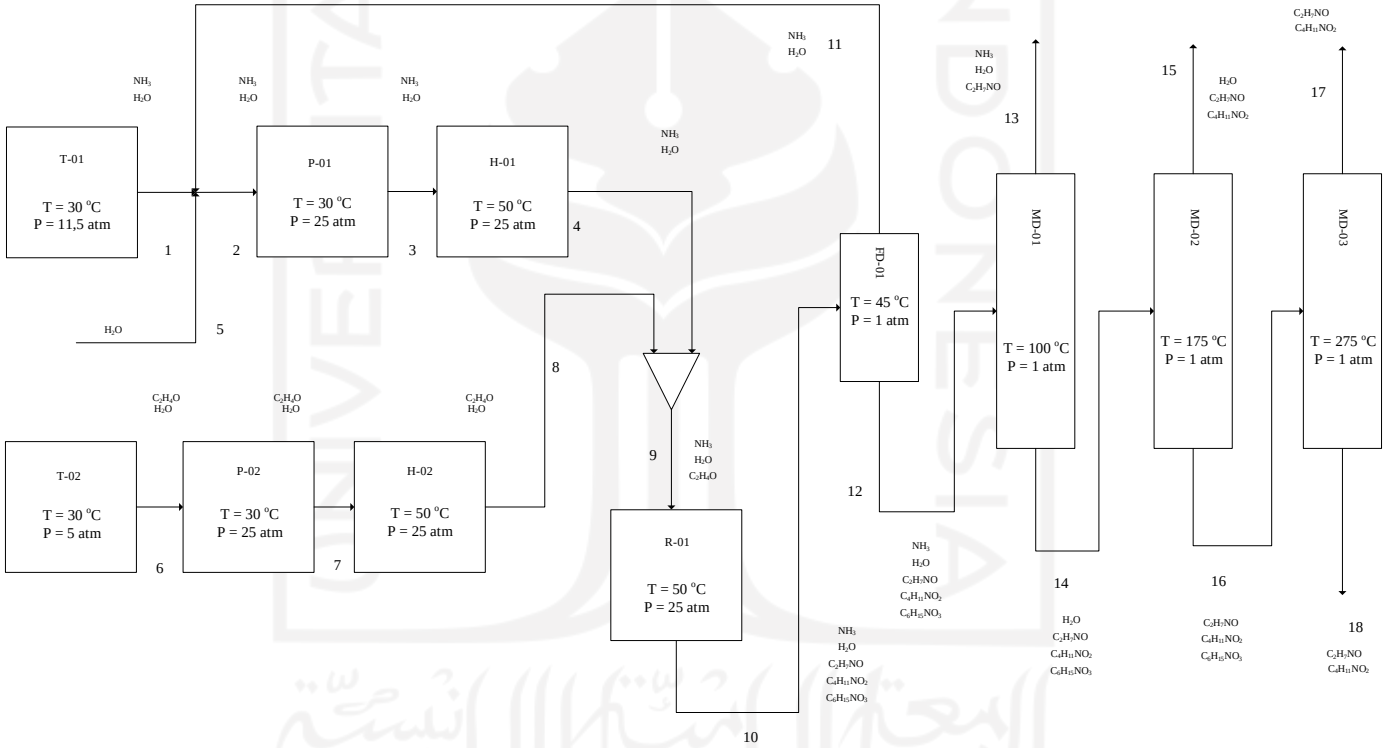
   Bila ingin mencapai kapasitas yang diinginkan, maka bahan baku untuk proses harus mencukupi. Oleh karena itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

Adapun aspek yang mendorong terjadinya peningkatan kualitas adalah Laboratorium. Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan

fungsinya yang lain adalah untuk pengendalian terhadap pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air.

BAB III
PERANCANGAN PROSES

3.1. Diagram Alir Proses Kualitatif



Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif

3.2. Uraian Proses

Secara keseluruhan proses pembuatan Monoethanolamine dalam fase cair dengan bahan baku *ammonia* dan *ethylene oxide* dibagi menjadi tiga tahapan proses, yaitu:

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan produk
3. Tahap pemurnian produk
4. Tahap penyimpanan produk

3.2.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku

Tahap ini bertujuan untuk mempersiapkan kondisi bahan baku *yaitu ethilene oxide* dan *ammonia* mendekati kondisi reaktor. *Ammonia* disuplai dari PT. Petrokimia Gresik dengan sistem pemipaan disimpan pada tangki penyimpan (T-01) yang berbentuk vertikal pada suhu 30°C dan tekanan 11,5 atm. Rasio *ammonia* berbanding denga *Ethylene Oxide* adalah 3:1

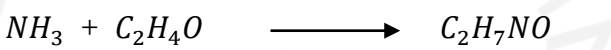
Agar suhu *ammonia* mendekati temperatur reaktor sebelum dipompa dengan P-01 masuk ke reaktor *ammonia* dilewatkan pada HE-01 dengan tujuan mengalami pemanasan pendahuluan. Masuk HE-02 pada suhu 30° C dan setelah menstransfer sejumlah panas akan mengalami kenaikkan suhu menjadi 50^{o}C. Sementara itu, *Ethylane Oxide* berat disimpan dalam tangki penyimpan *Ethylene oxide* yang berbentuk berbentuk vertikal (T-02) pada kondisi cair dengan suhu 30°C tekanan 5 atm. *Ethylene Oxide* dilewatkan pada HE-02 agar mengalami proses pemanasan pendahuluan sehingga temperatur naik menjadi 50^{o}C sebelum masuk ke reaktor (R-01).

3.2.2. Tahap Pembentukan *Ethanolamine*

Tahap ini bertujuan untuk mereaksikan *ammonia* dengan *ethylene oxide* dalam Reaktor Alir Pipa (RAP) yang dilengkapi dengan jaket pendingin dan kondisi operasinya 50°C tekanan 25 atm tanpa katalis.

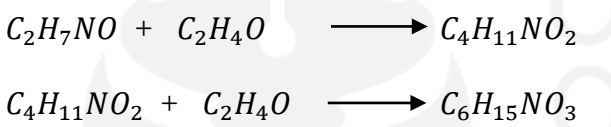
Reaksi antara *ethylene oxide* dan *ammonia* adalah sebagai berikut

1. Reaksi utama



$$NH_3 + C_2H_4O \longrightarrow C_2H_7NO$$

2. Reaksi samping



$$C_2H_7NO + C_2H_4O \longrightarrow C_4H_{11}NO_2$$

$$C_4H_{11}NO_2 + C_2H_4O \longrightarrow C_6H_{15}NO_3$$

Reaksi bersifat eksotermis, sehingga membebaskan sejumlah panas oleh karena itu untuk mempertahankan suhu operasi konstan, reaktor dilengkapi jaket pendingin dan air sebagai media pendingin.

3.2.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

1. Pemisahan *ammonia* dan air (aquous *ammonia*)

   Tahap ini bertujuan untuk memisahkan NH_3 memisahkan produk hasil reaksi pada Menara Distilasi dengan hasil atas berupa NH_3 dan air yang akan di*recycle* menuju *mixing point* dan hasil bawahnya akan dimasukkan ke dalam menara distilasi (MD-02) sedangkan fase cair sebagian besar adalah *ethanolamine, diethanolamine* dan *triethanolamine*. *Ammonia* yang terpisahkan pada tahap ini adalah *ammonia recycle*. Hasil bawah Menara Distilasi yang berfase cair yang masih mengandung *ethanolamine, diethanolamine dan triethanolamine*

kemudian masuk ke Menara Distilasi-02 (MD-02) pada bagian bawah menara.Pada tahap ini bisa dikatakan semua NH_3 dan sebagian besar air bisa teruapkan dan kemudian diumpankan kembali ke reaktor.

2. Pemisahan Produk Utama

   Memisahkan produk hasil reaksi pada Menara Distilasi-02 (MD-02) dengan hasil atas berupa *ethanolamine* dan *diethanolamine* sebagai pengotor. Hasil bawah akan dimasukkan ke dalam Menara Distilasi-03 (MD-03).

3. Tahap Pemisahan Produk Samping

   Pada tahap ini akan dipisahkan antara *diethanolamine* dan Triethanolamine yang diinginkan dijual secara terpisah. *Ethanolamine* yang keluar sebagai hasil atas MD-02 171,60°C dan tekanan 1 atm kemudian masuk ke Tangki penyimpanan produk (T-03). Sebagian besar *ethanolamine* akan teruapkan sedangkan DEA dan TEA sebagai hasil bawah.

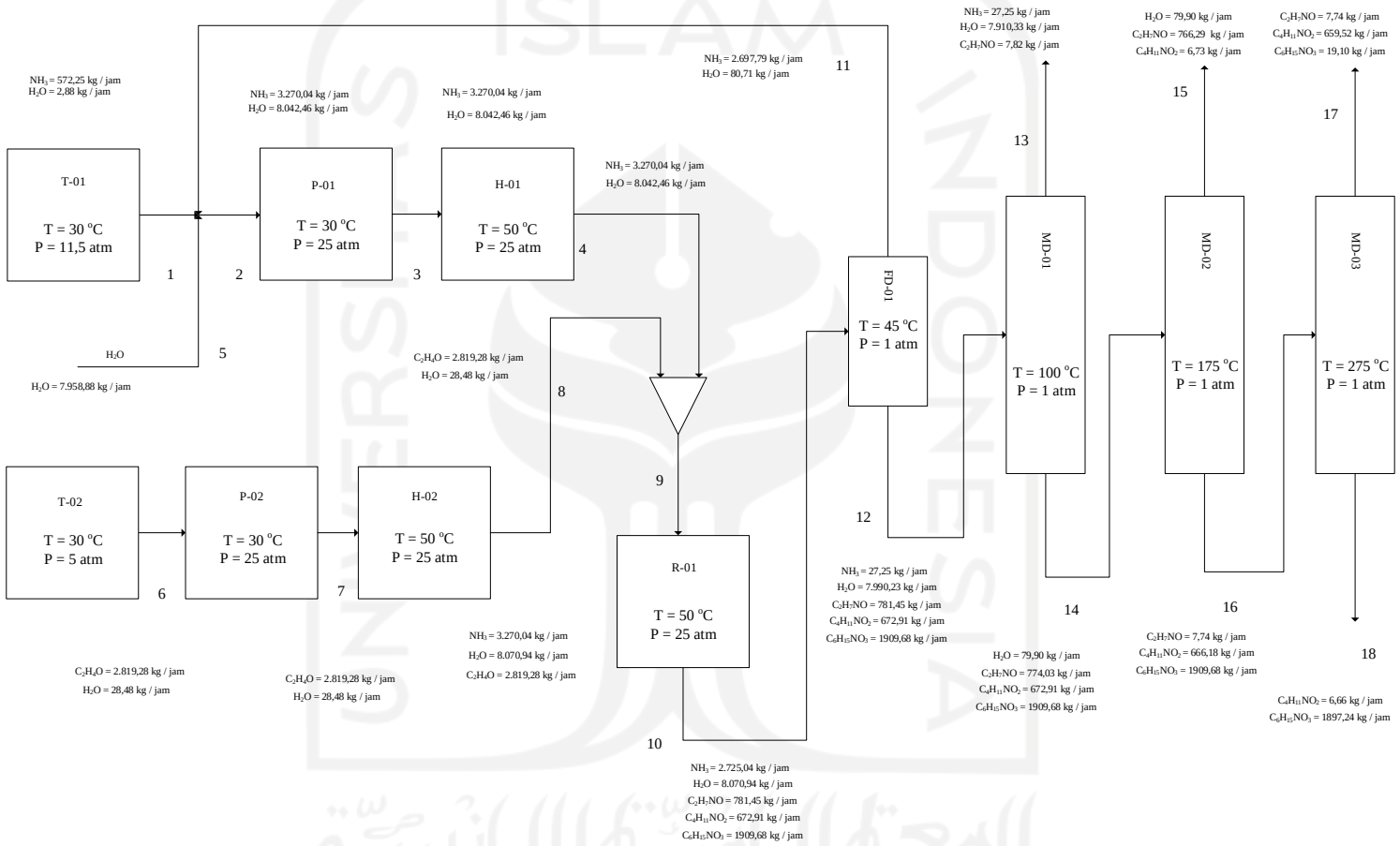
   Setelah keluar dari MD-02, hasil bawah yang sebagian besar terdiri dari *diethanolamine* dan *triethanolamine* pada suhu 295,70°C dan tekanan 1 atm masuk ke Menara Distilasi 3 (MD-03). Pada menara ini semua *diethanolamine* akan teruapkan sedangkan sebagian besar *triethanolamine* akan menjadi hasil bawah. Produk *diethanolamine* keluar sebagai hasil atas pada suhu 272,17°C dan tekanan 1 atm untuk kemudian didinginkan dan disimpan ke Tangki penyimpanan produk (T-04) pada suhu 30^{o}C dan tekanan 1 atm. Hasil bawah keluar pada

suhu 338,84°C dan tekanan 1 atm untuk selanjutnya disimpan di Tangki *triethanolamine* (T-05) pada suhu 30°C dan tekanan 1atm.

3.2.4. Tahap Penyimpanan Produk

Penyimpanan produk dibagi menjadi 3, yaitu penyimpanan produk utama, penyimpanan produk samping 1 dan penyimpanan produk samping 2. Pada menara distilasi (MD-02) produk *ethanolamine* pada suhu 30^{o}C disimpan dalam tangki penyimpanan produk (T-03). Pada menara distilasi (MD-03) bagian distilat, produk *diethanolamine* pada suhu 30^{o}C disimpan dalam tangki penyimpanan produk (T-04) selain itu bagian bawah menara distilasi (MD-03) produk berupa *triethanolamine* perlu didinginkan menggunakan *cooler* (CL-02) pada suhu 30^{o}C sebelum disimpan ke tangki penyimpanan produk (T-05)

3.3. Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif

3.4. Spesifikasi Alat

1) Tangki Penyimpanan Ammonia

Tugas : Menyimpan Bahan Baku *Ammonia* pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm

Jenis : Tangki Silinder tegak dengan *torispherical head* dan *flat bottom*

Kondisi : 30° C , 1 atm

Spesifikasi :

Tinggi total	:	19,01 m
OD	:	5,48 m
Tebal Shell	:	0,25 in
Jenis Head & Bottom	:	*Flat bottom dengan Torispherical Head*
Tebal Head	:	0,31 in
Tebal Bottom	:	0,75 in

Bahan : High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304

Jumlah : 1 buah

2) Tangki Penyimpanan *Ethylene oxide*

Tugas : Menyimpan Bahan Baku *Ethylene Oxide* pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm

Jenis : Tangki silinder tegak dengan *flat bottom* dan *conical head*

Kondisi : 30° C , 1 atm

Spesifikasi :

Tinggi total : 10,25 m

OD : 18,29 m

Tebal Shell : 0,5 in

Jenis Head & Bottom : *Flat bottom* dengan *Conical Head*

Tebal Head : 2 in

Tebal Bottom : 0,75 in

Bahan : High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304

Jumlah : 1 buah

3) Tangki Penyimpanan Produk *Ethanolamine*

Tugas : Menyimpan *Ethanolamine* pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm

Jenis : Tangki Silinder Tegak dengan *flat bottom* dan *conical head*

Kondisi : 30° C , 1 atm

Spesifikasi :

Tinggi total : 7,74 m

OD : 13,72 m

Tebal Shell : 0,38 in

Jenis Head & Bottom : *Flat bottom* dengan *Conical Head*

Tebal Head : 1,38 in

Tebal Bottom : 0,75 in

Bahan : High alloy steel SA-167 grade 3 type 304

Jumlah : 1 buah

4) Tangki Penyimpanan *Diethanolamine*

Tugas : Menyimpan *Diethanolamine* pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm

Jenis : Tangki Silinder Tegak dengan *flat bottom* dan *conical head*

Kondisi : 30° C , 1 atm

Spesifikasi :

Tinggi total	:	7,19 m
OD	:	10,67 m
Tebal Shell	:	0,31 in
Jenis Head & Bottom	:	*Flat bottom dengan Conical Head*
Tebal Head	:	1,38 in
Tebal Bottom	:	0,75 in

Bahan : High alloy steel SA-167 grade 3 type 304

Jumlah : 1 buah

5) Tangki Penyimpanan *Triethanolamine*

Tugas :Menyimpan *Triethanolamine* pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm

Jenis : Tangki Silinder Tegak dengan *flat bottom* dan *conical head*

Kondisi : 30° C, 1 atm

Spesifikasi :

Tinggi total	:	7,75 m
OD	:	13,72 m

Tebal Shell : 0,38 in

Jenis Head & Bottom : *Flat bottom* dengan *Conical Head*

Tebal Head : 1,75 in

Tebal Bottom : 0,75 in

Bahan : High alloy steel SA-167 grade 3 type 304

Jumlah : 1 buah

6) Reaktor

Tugas : sebagai tempat berlangsungnya reaksi antara *Ethylene Oxide* dengan *Ammonia* menjadi *Ethanolamine*, *Diethanolamine*, dan *Triethanolamine*.

Type : Reaktor Alir Pipa (RAP)

Spesifikasi :

Kondisi : Suhu : 90^{o}C

Tekanan : 1 atm

Dimensi : Diameter : 0,2 m

Panjang : 5 m

Head : Jenis :*Torispherical Head*

Tebal : 0,26 in

Volume reaktor : 29,10 liter

Bahan konstruksi : *Stainless Steel* SA -238

Pendingin

Fungsi : Menyerap panas untuk mempertahankan suhu reaktor 90^{o}C (isotermal).

Type : Jaket pendingin

Media pendingin : air

Panjang jaket : 5 m

Tebal jaket : 0,87 in

Jumlah : 1 buah

7) Menara Distilasi 1

Tugas : Memisahkan *Ammonia* dan air dari larutan hasil atas menara distilasi sebanyak 4206,63 kg/jam.

Type : *Sieve tray distillation column.*

Kondisi Operasi :

Puncak menara : Suhu : 96,02^{o}C

Tekanan : 1 atm

Umpan menara : Suhu : 45,05^{o}C

Tekanan : 1 atm

Dasar menara : Suhu : 201,56^{o}C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi :

shell

Diameter : 2,40 m

Tinggi : 3,97 m

Tebal : 0,25 in

tray

Jenis : *sieve tray*

Jumlah : 7

Head

Tebal *head* : 0,38 in.

Tinggi *head* : 24,69 in

Jenis : *Torispherical head*

Bahan konstruksi : Carbon steel SA - 283 grade C

Jumlah : 1 buah

8) Menara Distilasi 2

Tugas : Memisahkan produk *Ethanolamine* dan pengotor dari larutan sebanyak 780,76 kg/jam.

Type : *Sieve tray distillation column.*

Kondisi Operasi :

Puncak menara : Suhu : 171,60^{o}C

Tekanan : 1 atm

Umpan menara : Suhu : 201,77^{o}C

Tekanan : 1 atm

Dasar menara : Suhu : 295,70^{o}C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi :

shell

Diameter : 2,25 m

Tinggi : 3,37 m

Tebal : 0,25 in

tray

Jenis : *sieve tray*

Jumlah : 7

Head

Tebal *head* : 0,38 in.

Tinggi *head* : 8,97 in

Jenis : *Torispherical head*

Bahan konstruksi : Carbon steel SA - 283 grade C

Jumlah : 1 buah

9) Menara Distilasi 3

Tugas : Memisahkan produk *Triethnolamine* sebanyak 1897,25 Kg/jam dibagian bawah dan sebanyak 686,44 kg/jam produk *Diethanolamine* dibagian atas

Type : *Sieve tray distillation column.*

Kondisi Operasi :

Puncak menara : Suhu : 272,17^{o}C

Tekanan : 1 atm

Umpan menara : Suhu : 295,68^{o}C

Tekanan : 1 atm

Dasar menara : Suhu : 338,84^{o}C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi :

shell

Diameter : 2,25 m

Tinggi : 3,74 m

Tebal : 0,25 in

tray

Jenis : *sieve tray*

Jumlah : 8

Head

Tebal *head* : 0,38 in.

Tinggi *head* : 8,88 in

Jenis : *Torispherical head*

Bahan konstruksi : Carbon steel SA - 283 grade C

Jumlah : 1 buah

10) Kondensor 1

Tugas : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak menara distilasi (MD-01)

Type : *horizontal shell and tube*

Jumlah : 1

Spesifikasi : High alloy steel SA-167 grade 3 type 304

Kondisi Operasi : Suhu : 96,02^{o}C

Tekanan : 1 atm

Tube side : OD :0,75 in

BWG : 15 in

Panjang tube, L : 24 ft

Pitch : 1 in, *Triangular pitch*

Jumlah pipa, Nt : 210 buah

Passes : 8

Shell side : ID : 19,25 in

Baffle space : 4,24 in

Passes shell : 4

11) Kondensor 2

Tugas : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak menara distilasi (MD-02)

Type : *horizontal shell and tube*

Jumlah : 1

Spesifikasi : High alloy steel SA-167 grade 3 type 304

Kondisi Operasi : Suhu : 171,60^{o}C

Tekanan : 1 atm

Tube side : OD : 0,75 in

BWG : 15 in

Panjang tube, L :24 ft

Pitch : 1 in, *Triangular pitch*

Jumlah pipa, Nt : 110 buah

Passes : 8

Shell side : ID : 15,25 in

Baffle space : 3,36 in

Passes shell : 4

12) Kondensor 3

Tugas : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak menara distilasi (MD-03)

Type : *horizontal shell and tube*

Jumlah : 1

Spesifikasi : High alloy steel SA-167 grade 3 type 304

Kondisi Operasi : Suhu : 272,17^{o}C

Tekanan : 1 atm

Tube side : OD : 0,75 in

BWG : 15 in

Panjang tube,L : 24 ft

Pitch : 1,31 in, *Triangular pitch*

Jumlah pipa, Nt : 78 buah

Passes : 8

Shell side : ID : 12 in

Baffle space : 2,64 in

Passes shell : 4

13) Tangki Akumulator 1

Tugas : Menampung hasil kondensasi kondensor CD-01 pada menara distilasi (MD-01).

Jenis : Tangki silinder horizontal

Waktu tinggal : 5 menit

Spesifikasi :

Diameter : 20,98 in

Panjang : 125 in

Tebal : 0,19 in

Bahan : *Carbon steel* SA 283 grade C

Jumlah : 1 buah

14) Tangki Akumulator 2

Tugas : Menampung hasil kondensasi kondensor CD-02 pada menara distilasi (MD-02).

Jenis : Tangki silinder horizontal

Waktu tinggal : 5 menit

Spesifikasi :

Diameter : 10,51 in

Panjang : 63,11 in

Tebal : 0,19 in

Bahan : *Carbon steel* SA 283 grade C

Jumlah : 1 buah

15) Tangki Akumulator 3

Tugas : Menampung hasil kondensasi kondensor CD-03 pada menara distilasi (MD-03)

Jenis : Tangki silinder horizontal

Waktu tinggal : 5 menit

Spesifikasi :

Diameter : 9,67 in

Panjang : 58,05 in

Tebal : 0,19 in

Bahan : *Carbon steel* SA 283 grade C

Jumlah : 1 buah

16) *Mixer*

Tugas : Mencampurkan bahan baku aquous *Ammonia* dan *Ethylene Oxide* sebelum masuk ke reactor (R-1)

Spesifikasi :

Diameter : 2,59 m

Tinggi : 3,93 m

Tebal : 1,37 in

Type : Tangki Silinder dengan pengaduk

Jumlah : 1 Buah

Bahan : *Carbon steel* SA 201 grade A

17) *Expansion Valve*

Tugas : Menurunkan tekanan cairan arus keluar R-01 menuju FD-01 menjadi 1 atm

Jenis : *Globe Valve, fully opened*

T out : 48,55 C

ID : 1,38 in^2

18) *Compressor*

Tugas : Menaikkan ammonia hasil atas MD-01 dari 1 atm ke 11,5 atm

Stage : 2

Power : 2,64 Hp

19) Reboiler 1

Tugas : Menguapkan sebagian cairan yang keluar dari dasar menara distilasi (MD-1) dan mengembalikan uap ke dalam menara

Type : *Kettle reboiler double pipe*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Kondisi operasi : Suhu : 201,56^{o}C

Tekanan : 1 atm

Tube side : OD : 2,38 in

ID : 2,07 in

Surface Area : 0,92 ft

Shell side : *Inner Pipe, IPS* : 2 in

Outer Pipe, IPS : 3 in

Panjang : 15 ft

Jumlah *Hairpin* : 1 buah

20) Reboiler 2

Tugas : Menguapkan sebagian cairan yang keluar dari menara distilasi (MD-02) dan mengembalikan uap ke dalam menara

Type : *Kettle reboiler double pipe*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Kondisi operasi : Suhu : 295,70^{o}C

Tekanan : 1 atm

Tube side : OD : 1,66 in

ID : 1,38 in

Surface Area : 0,62 ft

Annulus : *Inner Pipe, IPS* : 1,25 in

Outer Pipe, IPS : 2 in

Panjang : 12 ft

Jumlah *Hairpin* : 2 buah

21) Reboiler 3

Tugas : Menguapkan sebagian cairan yang keluar dari dasar menara distilasi (MD-03) dan mengembalikan uap ke dalam menara

Type : *Kettle reboiler double pipe*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Kondisi operasi : Suhu : 338,84^{o}C

Tekanan : 1 atm

Tube side : OD : 1,66 in

ID : 1,38 in

Surface Area : 0,62 ft

Shell side : *Inner Pipe, IPS* : 1,25 in

Outer Pipe, IPS : 2 in

Panjang : 12 ft

Jumlah *Hairpin* : 4 buah

22) Heater 1

Tugas : Menaikkan suhu bahan baku Ammonia sebelum menuju ke reactor (R-01) dari suhu 30 °C sampai 90 °C

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 35,18 ft^2

Media pemanas : Steam

Aliran fluida : *Anulus* : steam

Inner pipe : Ammonia

Spesifikasi : *Outer Pipe* : 3 in

Inner pipe : 2 in

Panjang : 15 ft

Jumlah *Hairpin* : 2 buah

23) Heater 2

Tugas : Menaikkan suhu *Ethylene* Oxide sebelum masuk reactor (R-01) dari suhu 30 °C sampai 90 °C

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 9,64 ft^2

Media pemanas : Steam

Aliran fluida : Anulus : steam

Inner pipe : *Ethylene Oxide*

Spesifikasi : *Outer Pipe* : 2 in

Inner pipe : 1,25 in

Panjang : 12 ft

Jumlah *Hairpin* : 1 buah

24) Cooler 1

Tugas : Mendinginkan hasil akhir dari reaktor sebelum masuk ke menara distilasi (MD-01) dari suhu 90 °C sampai 45 °C

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 54,14 ft^2

Media pendingin : fluida pendingin

Aliran fluida : Anulus : fluida pendingin

Inner pipe : Semua komponen keluar reaktor

Spesifikasi : *Outer Pipe* : 4 in

Inner pipe : 3 in

Panjang : 15 ft

Jumlah *Hairpin* : 6 buah

25) Cooler 2

Tugas : Mendinginkan hasil *bottom* dari menara distilasi (MD-03) sebelum masuk ke Tangki Penyimpanan dari suhu 338 °C menjadi 30 °C

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 30,81 ft^2

Media pendingin : fluida pendingin

Aliran fluida : Anulus : fluida pendingin

Inner pipe : *Triethanolamine*

Spesifikasi : *Outer Pipe* : 2 in

Inner pipe : 1,25 in

Panjang : 12 ft

Jumlah *Hairpin* : 6 buah

26) Pompa 1

Tugas : Memompa larutan *Aquous Ammonia* dari tangki penyimpanan (T-01) ke heater (H-01)

Jenis : *centrifugal pump*

Kapasitas : 34,50 gpm

Power motor : 5 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 2510,14 rpm

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

27) Pompa 2

Tugas : Memompa *Ethylene Oxide* dari tangka penyimpanan (T-02) ke heater (H-02)

Jenis : *centrifugal pump*

Kapasitas : 17,42 gpm

Power motor : 3 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 1678,75 rpm

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

28) Pompa 3

Tugas : Memompa campuran bahan baku dari mixer (M-01) ke reactor (R-01)

Jenis : *centrifugal pump*

Kapasitas : 57,28 gpm

Power motor : 3 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 3170,53 rpm

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

29) Pompa 4

Tugas : Memompa hasil distilat dari condenser (CD-01) ke tangka akumulator (ACC-01)

Jenis : *centrifugal pump*

Kapasitas : 29,80 gpm

Power motor : 3 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 2319,29 rpm

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

30) Pompa 5

Tugas : Memompa hasil distilat dari tangka akumulator (ACC-01) ke mixing point (*recycle*)

Jenis : *centrifugal pump*

Kapasitas : 34,00 gpm

Power motor : 3 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 2469,43 rpm

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

31) Pompa 6

Tugas : Memompa hasil *bottom* dari reboiler (RB-01) ke menara distilasi (MD-02)

Jenis : *centrifugal pump*

Kapasitas : 17,07 gpm

Power motor : 3 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 1759,15 rpm

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

32) Pompa 7

Tugas : Memompa distilat dari menara distilasi (MD-02) ke tangka akumulator (ACC-02)

Jenis : *centrifugal pump*

Kapasitas : 4,72 gpm

Power motor : 3 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 916,61 rpm

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

33) Pompa 8

Tugas : Memompa produk distilat dari tangki akumulator (ACC-02) ke tangka penyimpanan produk (T-03)

Jenis : *centrifugal pump*

Kapasitas : 4,72 gpm

Power motor : 3 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 916,61 rpm

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

34) Pompa 9

Tugas : Memompa hasil *bottom* dari reboiler (RB-02) ke menara distilasi (MD-03)

Jenis : *centrifugal pump*

Kapasitas : 20,75 gpm

Power motor : 5 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 1940,08 rpm

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

35) Pompa 10

Tugas : Memompa hasil distilat dari condenser (CD-03) ke tangka akumulator (ACC-03)

Jenis : *centrifugal pump*

Kapasitas : 3,54 gpm

Power motor : 3 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 795,66 rpm

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

36) Pompa 11

Tugas : Memompa produk dari tangka akumulator (ACC-03) ke tangka penyimpanan produk (T-04)

Jenis : *centrifugal pump*

Kapasitas : 3,54 gpm

Power motor : 3 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 795,66 rpm

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

37) Pompa 12

Tugas : Memompa hasil dari reboiler (RB-03) ke cooler (CL-02)

Jenis : *centrifugal pump*

Kapasitas : 10,69 gpm

Power motor : 3 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 1396,01 rpm

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

3.5. Neraca Massa

a) Neraca Massa Total

Tabel 3.1. Neraca Massa Total

No	Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
1	NH_3	572,25	27,25
2	C_2H_4O	2.819,28	0
3	H_2O	7.990,23	7.990,23
4	C_2H_7NO	0	781,85
5	$C_4H_{11}NO_2$	0	672,91
6	$C_6H_{15}NO_3$	0	1.909,68
Total		11.381,92	11.381,92

b) Reaktor

Tabel 3.2. Neraca Massa *Reactor*

Input		Output	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
NH_3	3.270,04	NH_3	2.725,04
C_2H_4O	2.819,28	C_2H_4O	0,00
H_2O	8.070,94	H_2O	8.070,94
C_2H_7NO	0,00	C_2H_7NO	781,85
$C_4H_{11}NO_2$	0,00	$C_4H_{11}NO_2$	672,91
$C_6H_{15}NO_3$	0,00	$C_6H_{15}NO_3$	1.909,68
Total	14.160,42	Total	14.160,42

c) *Flash Drum* I

Tabel 3.3. Neraca Massa *Flash Drum I*

Input		Output	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
NH_3	2.725,04	Atas	
H_2O	8.070,94	NH_3	2.697,79
C_2H_7NO	781,85	H_2O	80,71
$C_4H_{11}NO_2$	672,91	C_2H_7NO	0,00
$C_6H_{15}NO_3$	1.909,68	$C_4H_{11}NO_2$	0,00
		$C_6H_{15}NO_3$	0,00
		Bawah	
		NH_3	27,25
		H_2O	7.990,23
		C_2H_7NO	781,85
		$C_4H_{11}NO_2$	672,91
		$C_6H_{15}NO_3$	1.909,68
Total	14.160,42	Total	14.160,42

d) Menara Distilasi 1

Tabel 3.4. Neraca Massa Menara Distilasi 1

Input		Output	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
NH_3	27,25	Atas	
H_2O	7.990,23	NH_3	27,25
C_2H_7NO	781,85	H_2O	7.910,33
$C_4H_{11}NO_2$	672,91	C_2H_7NO	7,82
$C_6H_{15}NO_3$	1.909,68	$C_4H_{11}NO_2$	0,00
		$C_6H_{15}NO_3$	0,00

		Bawah	
		NH_3	0,00
		H_2O	79,9
		C_2H_7NO	774,03
		$C_4H_{11}NO_2$	672,91
		$C_6H_{15}NO_3$	1.909,68
Total	11.381,92	Total	11.381,92

e) Menara Distilasi 2

Tabel 3.5. Neraca Massa Menara Distilasi 2

Input		Output	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
H_2O	79,9	Atas	
C_2H_7NO	774,03	H_2O	79,9
$C_4H_{11}NO_2$	672,91	C_2H_7NO	766,29
$C_6H_{15}NO_3$	1.909,68	$C_4H_{11}NO_2$	6,73
		$C_6H_{15}NO_3$	0
		Bawah	
		H_2O	0,00
		C_2H_7NO	7,74
		$C_4H_{11}NO_2$	666,18
		$C_6H_{15}NO_3$	1.909,68
Total	3.436,52	Total	3.436,52

f) Menara Distilasi 3

Tabel 3.6. Neraca Massa Menara Distilasi 3

Input	Output

Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
C_2H_7NO	7,74	Atas	
$C_4H_{11}NO_2$	666,18	C_2H_7NO	7,74
$C_6H_{15}NO_3$	1.909,68	$C_4H_{11}NO_2$	659,52
		$C_6H_{15}NO_3$	19,1
		Bawah	
		C_2H_7NO	0,00
		$C_4H_{11}NO_2$	6,66
		$C_6H_{15}NO_3$	1.890,58
Total	2.583,60	Total	2.583,60

3.6. Neraca Panas

a) Reaktor

Tabel 3.7. Neraca Panas Reaktor

Masuk	Kj/jam	Keluar	Kj/jam
Arus Masuk	106.083.107,94	Arus Keluar	5.263.536,22
		Pendingin	100.819.571,72
Total	106.083.107,94	Total	106.083.107,94

b) Condensor 1

Tabel 3.8. Neraca Panas Condensor 1

Masuk		Keluar	
Komponen	Jumlah (Kj/jam)	Komponen	Jumlah (Kj/jam)
Q komponen masuk	638.897,05	Q komponen keluar	95.661,00
Q kondensasi	14.857,27		

Q air masuk	0,00	Q air keluar	558.093,33
Total	653.754,32	Total	653.754,32

c) Condensor 2

Tabel 3.9. Neraca Panas Condensor 2

Masuk		Keluar	
komponen	jumlah (kj/jam)	komponen	jumlah (kj/jam)
Q komponen masuk	186.720,92	Q komponen keluar	12.396,41
Q kondensasi	659,66		
Q air masuk	0,00	Q air keluar	174.984,16
Total	187.380,57	Total	187.380,57

d) Condensor 3

Tabel 3.10. Neraca Panas Condensor 3

Masuk		Keluar	
komponen	jumlah (kj/jam)	komponen	jumlah (kj/jam)
Q komponen masuk	291.167,12	Q komponen keluar	7.631,01
Q kondensasi	407,63		
Q air masuk	0,00	Q air keluar	283.943,74
Total	291.574,74	Total	291.574,74

e) Reboiler 1

Tabel 3.11. Neraca Panas Reboiler 1

Masuk	Keluar

komponen	jumlah (kj/jam)	komponen	jumlah (kj/jam)
Q komponen masuk	114.434,64	Q komponen keluar	4.230.029,42
Q air masuk	4.847.175,37	Q air keluar	731.580,60
Total	4.961.610,02	Total	4.961.610,02

f) Reboiler 2

Tabel 3.12. Neraca Panas Reboiler 2

Masuk		Keluar	
komponen	jumlah (kj/jam)	komponen	jumlah (kj/jam)
Q komponen masuk	1.366.683,60	Q komponen keluar	2.669.337,66
Q air masuk	1.508.232,48	Q air keluar	205.578,42
Total	2.874.916,08	Total	2.874.916,08

g) Reboiler 3

Tabel 3.13. Neraca Panas Reboiler 3

Masuk		Keluar	
komponen	jumlah (kj/jam)	komponen	jumlah (kj/jam)
Q komponen masuk	1.708.235,64	Q komponen keluar	2.227.972,72
Q air masuk	599.329,41	Q air keluar	79.592,33
Total	2.307.565,05	Total	2.307.565,05

h) Heater 1

Tabel 3.14. Neraca Panas Heater 1

Masuk		Keluar	
komponen	jumlah (kj/jam)	komponen	jumlah (kj/jam)
Q komponen masuk	109.294,87	Q komponen keluar	1.582.695,65
Q air masuk	1.742.445,18	Q air keluar	269.044,40
Total	1.851.740,05	Total	1.851.740,05

i) Heater 2

Tabel 3.15. Neraca Panas Heater 2

Masuk		Keluar	
komponen	jumlah (kj/jam)	komponen	jumlah (kj/jam)
Q komponen masuk	109.294,87	Q komponen keluar	1.582.695,65
Q air masuk	1.742.445,18	Q air keluar	269.044,40
Total	1.851.740,05	Total	1.851.740,05

j) Cooler 1

Tabel 3.16. Neraca Panas Cooler 1

Masuk	Kj/jam	Keluar	Kj/jam
Arus Masuk	455.125,83	Arus Keluar	158.485,63
		Pendingin	296.640,19
Total	455.125,83	Total	455.125,83

k) Cooler 2

Tabel 3.17. Neraca Panas Cooler 2

Masuk	Kj/jam	Keluar	Kj/jam
Arus Masuk	360.109,68	Arus Keluar	7.125,91

		Pendingin	352.983,77
Total	360.109,68	Total	360.109,68

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

4.1.1. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pabrik yang akan didirikan berlokasi di kawasan industri Gresik Jawa Timur. Pertumbuhan ekonomi Gresik per tahun sebesar 3, 79 % lebih tinggi daripada angka nasional dan memiliki faktor pendukung lain yang berpengaruh terhadap perkembangan industri. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan lokasi pabrik di daerah Gresik antara lain :

4.1.2. Faktor Primer

4.1.2.1. Bahan Baku

Bahan baku *Ammonia* diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik dan *Ethylene oxide* diperoleh dengan impor dari Fushun Beifang Chemical Co, Ltd yang berada di China. Bahan baku *Ammonia* mudah diperoleh dan terdapat di dalam negeri sehingga biaya pembelian dan biaya transportasi lebih murah. Sedangkan *Ethylene oxide* harus diimpor karena Indonesia belum memproduksi. Pabrik akan didirikan di dekat pantai untuk meminimaikan biaya transportasi pengangkutan barang.

4.1.2.2. Pemasaran

Pemasaran produk sebagian besar adalah untuk tujuan ekspor oleh karena itu lokasi pabrik berada di dekat pantai sehingga dapat

mengurangai biaya tranportasi produk dari pabrik ke kapal pengangkut untuk diekspor ke negara tujuan.

4.1.2.3. Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan adalah keperluan tenaga listrik, air dan bahan bakar. Kebutuhan tenaga listrik didapat dapat dan PLN setempat dan generator pembangkit yang dibangun sendiri. Kebutuhan air dapat diambil dari laut, sungai terdekat atau dari sumur dalam. Kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari Pertamina atau distributornya.

4.1.2.4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan diperoleh dari masyarakat sekitar selain tenaga ahli yang harus didatangkan dari luar.

4.1.2.5. Transportasi dan Telekomunikasi

Transportasi dan telekomunikasi di daerah Gresik, Jawa Timur cukup baik, sehingga arus barang dan komunikasi dapat berjalan dengan lancar. Transportasi. baik darat. laut maupun udara cukup baik dan relatif mudah diperoleh.

4.1.3. Faktor Sekunder

4.1.3.1. Buangan Pabrik

Hasil buangan pabrik diolah terlebih dahulu agar tidak mencemari lingkungan. Buangan air pendingin yang berasal dari laut atau sungai, bisa dialirkan kembali ke laut atau sungai tersebut.

4.1.3.2. Kebijakan Pemerintah

Gresik merupakan kawasan industri dan berada dalam teritorial negara Indonesia, sehingga secara geografis pendirian pabrik di kawasan tersebut tidak bertentangan dengan kebijakan pemerintah Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirin pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

a. Segi keamanan kerja terpenuhi
b. Pengoperasann pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman
c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin
d. Transportasi yang baik dan efisien

4.1.3.3. Tanah dan Iklim

Penentuan suatu kawasan industri tentunya terkait dengan masalah tanah, yaitu tidak rawan terhadap bahaya tanah longsor, gempa maupun banjir, jadi pemilihan lokasi pendirian pabrik di kawasan industri Gresik tepat walaupun masih diperlukan kajian lebih lanjut lagi tentang masalah tanah sebelum pendirian pabrik. Kondisi iklim di Gresik seperti iklim di Indonesia pada umumnya dan kondisi iklim ini tidak membawa pengaruh yang besar terhadap jalannya proses produksi.

4.1.3.4. Keadaan Masyarakat

Masyarakat Gresik merupakan campuran dari berbagai suku bangsa yang hidup saling berdampingan, hal ini bukan merupakan faktor penghambat tetapi menjadi faktor pendukung pendirian suatu pabrik Pembangunan pabrik di lokasi tersebut dipastikan akan mendapat sambutan baik dan dukungan dari masyarakat setempat, dan dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

4.1.3.5. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan bahan baku dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik efisien dan proses produksi serta distribusi dapat berjalan dengan lancar, keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos penjagaan, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas, barang dan proses.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah :

1. Daerah Proses

   Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

2. Keamanan

   Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun harus benar-benar diperhatikan didalam menentukan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengamanan seperti hidran, penampung air yang cukup, dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus dan perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

3. Luas Area yang Tersedia

   Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah amat tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain, ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

4. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas. udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses di tata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah menjangkaunya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

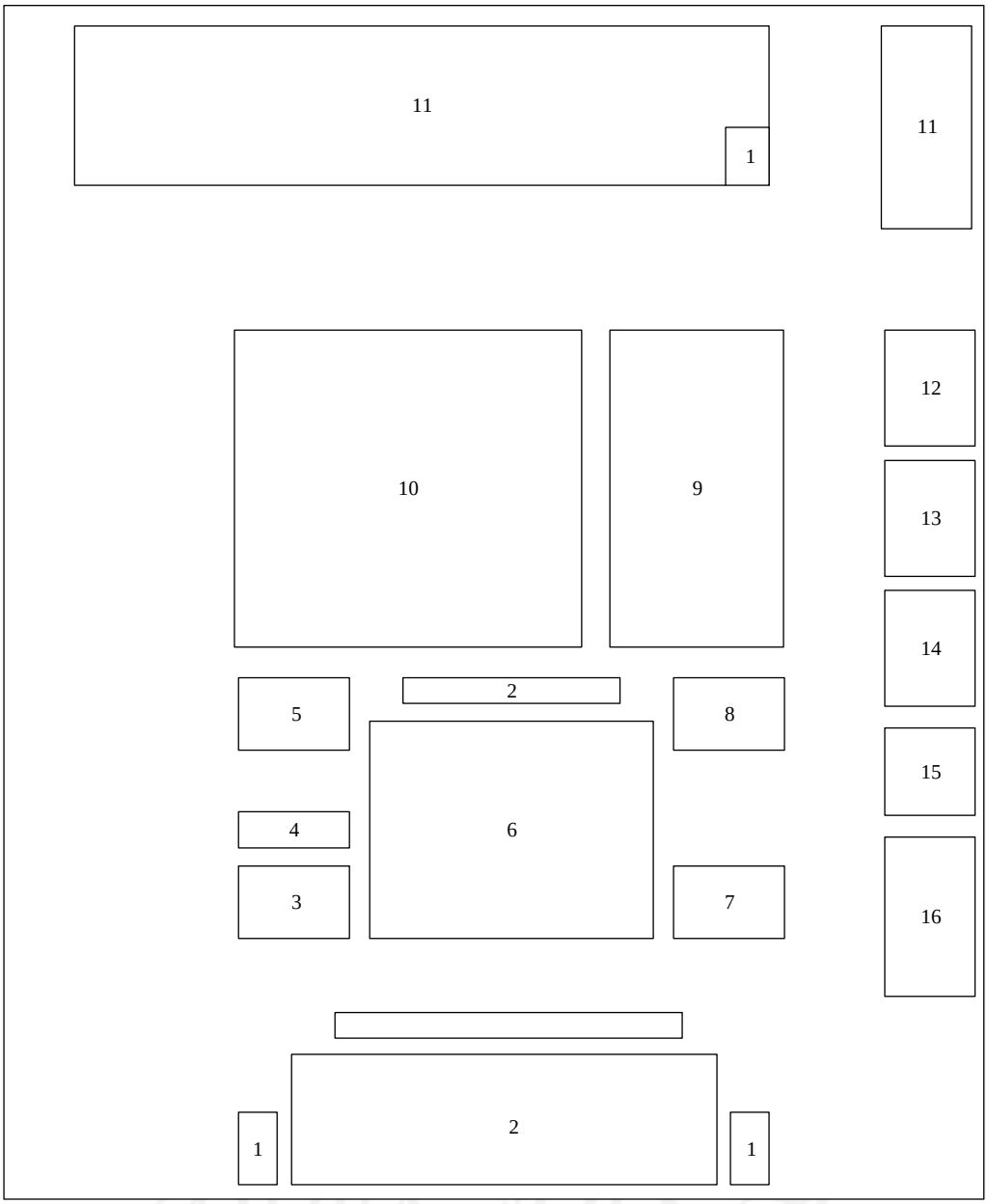
Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

a. Daerah admnistrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol. Disini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses serta produk
b. Daerah proses
c. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi
d. Daerah utilitas

No	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m^2)
1	Kantor Utama	60 x 30	1800
2	Pos Keamanan/ Satpam	5 x 10	50
3	Parkir	20 x 15	300
4	Masjid	20 x 25	500
5	Kantin	20 x 20	400
6	Bengkel	20 x 15	300
7	Klinik	10 x 15	150

8	Kantor Teknik dan Produksi	20 x 20	400
9	Ruang timbang truk	5 x 15	75
10	Unit pemadam kebakaran	20 x 15	300
11	Gudang alat	20 x 10	200
12	Gudang bahan kimia	20 x 15	300
13	Laboratorium	20 x 30	600
14	Utilitas	65 x 30	1950
15	Daerah proses	60 x 100	6000
16	Ruang kontrol	20 x 15	300
17	Ruang kontrol utilitas	20 x 10	200
18	Tangki bahan baku	30 x 80	2400
19	Tangki produk	30 x 60	1800
20	Mess	70 x 30	2100
21	Jalan dan taman	50 x 20	1000
22	Perluasan Pabrik	75 x 50	3750
23	Jumlah		31.825

Tata Letak Pabrik



Skala 1:1000

Keterangan :

1.	Pos Keamanan	9.	Utilitas
2.	Taman	10.	Proses
3.	Musholla	11.	Area Perluasan
4.	Kantin	12.	Pembangkit Listrik
5.	Ruang Kontrol	13.	Safety
6.	Kantor	14.	Gudang
7.	Klinik	15.	Bengkel
8.	Laboratorium	16.	Parkir

Gambar 4.1. Tata Letak Pabrik

4.3. Tata Letak Mesin / Alat Proses (*Machines Layout*)

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

1. Aliran bahan baku dan produk

   Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran udara

   Kelancaran aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Disarmping itu juga perlu diperhatikan arah hembusan angin

3. Cahaya

   Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.

4. Lalu lintas manusia

   Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki.

Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak alat proses

   Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dengan tetap menjamin kelancaran dan keamanan poduksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak antar alat proses

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

7. *Maintenance*

   Maitenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesiflkasi bahan baku 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 dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi :

a. *Over head* 1 x 1 tahun

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

b. *Repairing*

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

   Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi maintenance adalah :

   - Umur alat

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

   - Bahan baku

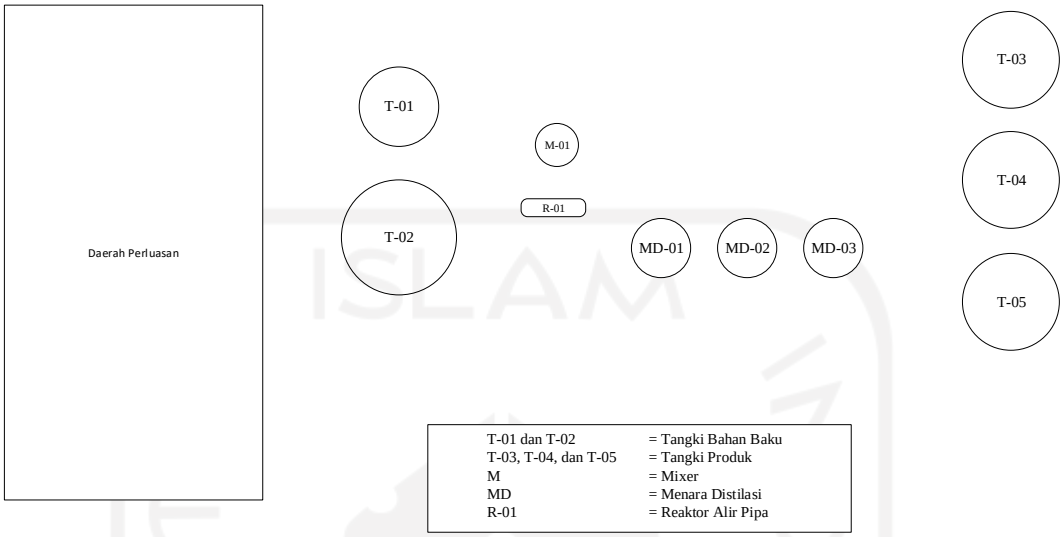
Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan

Tata letak alat proses harus harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
b. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan.
c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya kapital yang tidak penting.
d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.

Tata letak peralatan pabrik *ethanolamine* dari bahan baku *ethylene oxide* dan *ammonia* dapat dilihat pada gambar berikut

Tata Letak Alat Proses



Gambar 4.2. Tata Letak Alat Proses

4.4. Organisasi Perusahaan

4.4.1. Bentuk Perusahaan

Setiap organisasi perusahaan didirikan dengan tujuan untuk mempersatukan arah dan kepentingan semua unsur yang berkaitan dengan kepentingan perusahaan. Tujuan yang ingin dicapai adalah sebuah kondisi yang lebih baik dari sebelumnya. Faktor yang berpengaruh terhadap tercapainya tujuan yang diinginkan adalah kemampuan manajemen dan sifat-sifat dari tujuan itu sendiri.

Pabrik *ethanolamine* ini direncanakan didirikan pada tahun 2027 dengan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Faktor-faktor yang mendasari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah :

- Modal mudah didapat, yaitu dari penjualan saham perusahaan kepada masyarakat.

- Dari segi hukum, kekayaan perusahaan jelas terpisah dari kekayaan pribadi pemegang saham.
- Kontinuitas perusahaan lebih terjamin karena perusahaan tidak tergantung pada satu pihak sebab kepemilikan dapat berganti.
- Effisiensi Manajemen. para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan direksi yang cakap dan berpengalaman.
- Pemegang saham menanggung resiko perusahaan hanya sebatas sebesar dana yang disertakan di perusahaan.
- Lapangan usaha lebih luas Dengan adanya penjualan saham, usaha dapat dikembangkan lebih luas.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas antara lain :

- Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum dagang.
- Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
- Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham
- Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham.
- Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.4.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan-hubungan yang menyatakan seluruh kegiatan untuk mencapai suatu sasaran. Secara fisik, struktur organisasi dapat dinyatakan dalam bentuk grafik yang memperlihatkan hubungan unit-unit organisasi dan garis-garis wewenang yang ada.

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah stuktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan dalam perusahaan tersebut. karena hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan, demi tercapainya hubungan kerja yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain perumusan tugas perusahaan dengan jelas, pendeiegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab. sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Sistem strukstur organisasi perusahaan ada tiga yaitu *line,* lini dan *staff*. serta sistem fungsional Dengan berpedoman terhadap asas-asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line/*lini dan *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. Sedangkan untuk

mencapai kelancaran produksi. maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat nengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line* dan *staff* ini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan yang disebut lini dan orang-orang yang menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional dan disebut staf.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris. sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Kepala Bidang Produksi serta Kepala Bidang Keuangan dan Umum. Kepala Bidang membawahi beberapa Kepala Seksi, yang akan bertanggung jawab membawahi seksi-seksi dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Kepala Bidang Produksi membawahi Seksi Operasi dan Seksi Teknik Sedangkan Kepala Bidang Keuangan dan Umum yang membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran, membawahi Seksi Umum, Seksi Pemasaran, dan Seksi Keuangan & Administrasi. Masing-masing Kepala Seksi akan membawahi Koordinator Unit atau langsung membawahi karyawan. Unit koordinator untuk mengkoordinasi dan mengawasi karyawan yang ada di unitnya.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan diperoleh beberapa keuntungan, antara lain :

- Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembagian tugas, tanggungjawab, wewenang, dan Iain-lain.
- Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- Penyusunan program pengembangan manajemen perusahaan akan lebih terarah.
- Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
- Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

4.4.3. Tugas dan Wewenang

4.4.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah rapat umum pemegang saham (RUPS) Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham bertugas untuk :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur

3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan

4.4.3.2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggung jawab terhadap pemilik saham Tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui Direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan , alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
2. Mengawasi tugas direksi
3. Membantu direksi dalam hal yang penting

4.4.3.3. Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap maju mundurnva perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain :

1. Melakukan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.

2. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat untuk pemegang saham.
4. Mengkoordinasi kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Keuangan dan Umum. serta Personalia.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain :

1. Bertanggungjawab pada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain :

1. Bertanggungjawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum, K3 dan litbang serta pemasaran.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

4.4.3.4. *Staff* Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknis maupun administrasi. *Staff* ahli bertanggungjawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang *Staff* ahli antara lain:

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran dalam bidang hukum.

4.4.3.5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, 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 bertanggungjawab kepada direktur masing-masing.

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian membawahi :

- Seksi proses.
- Seksi pengendalian.
- Seksi laboratorium

b. Kepala Bagian Teknik

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya.

Kepala bagian teknik membawahi :

- Seksi pemeliharaan
- Seksi utilitas

c. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- Seksi pembelian
- Seksi pemasaran/penjualan

d. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Keuangan membawahi :

- Seksi administrasi
- Seksi kas

e. Kepala Bagian Umum

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi :

- Seksi personalia

- Seksi humas
- Seksi Keamanan

4.4.3.6. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing supaya diperoleh hasil yang niaksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggungjawab kepada kepala bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

a. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

Seksi Proses :

Tugas seksi proses antara lain :

- Mengawasi jalannya proses dan produksi
- Menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

b. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses

produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

Seksi Pengendalian :

Tugas seksi pengendalian antara lain :

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.
- Bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi peralatan. karyawan. dan lingkungan (inspeksi)

c. Kepala Seksi Laboratorium

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal pengawasan dan analisa produksi.

Seksi Laboratorium :

Tugas seksi Laboratorium antara lain :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa mutu produksi.
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik.
- Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

d. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas Kepala Seksi pemeliharaan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan.. inspeksi dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada seksi operasi.

Seksi Pemeliharaan :

Tugas seksi Pemeliharaan antara lain :

- merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

e. Kepala Seksi Utilitas

Tugas seksi Utilitas antara lain :

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga kerja.

f. Kepala Seksi Penelitian

Tugas kenala seksi penelitian adalah bertanggung jawab kepada Kepala Bagian R&D dalam hal mutu produk.

Seksi Penelitian :

Tugas seksi Penelitian antara lain :

- Melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk

g. Kepala Seksi Pengembangan

Tugas Kepala Seksi Pengembangan adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian R&D dalam hal pengembangan produksi.

Seksi Pengembangan :

Tugas seksi Pengembangan antara lain :

- Mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat dan mempertinggi efisiensi kerja
- Mempertinggi mutu suatu produk, memperbaiki proses pabrik/perencanaan alat dan pengembangan produksi

h. Kepala Seksi Administrasi

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal administrasi.

Seksi Administrasi :

Tugas seksi Administrasi antara lain :

- Menyeienggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

i. Kepala Seksi Keuangan

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal keuangan/anggaran.

Seksi Keuangan :

Tugas seksi Keuangan antara lain :

- Menghitung penggunaan uang perusahaan.
- Mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan.
- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.

j. Kepala Seksi Penjualan

Tugas Kepala Seksi Penjualan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran daiam bidang pemasaran hasil produksi.

Seksi Penjualan :

Tugas seksi Penjualan antara lain :

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

k. Kepala Seksi Pembelian

Tugas Kepala Seksi Pembelian bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang penyediaan bahan baku dan peralatan.

Seksi Pembelian :

Tugas seksi pembelian antara lain :

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan. serta mengetahui harga

pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuk nya bahan dan alat dari gudang.

l. Kepala Seksi Personalia

Tugas Kepala Seksi Personalia bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal sumber daya manusia.

Seksi Personalia :

Tugas seksi Personalia antara lain :

- Mengelola sumber daya manusia dan manajemen.
- Membina tenaga kerja dan menciptakana suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

m. Kepala Seksi Humas

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal hubungan masyarakat.

Seksi Humas :

Tugas seksi Humas antara lain :

- Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

n. Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik.

Seksi Keamanan :

Tugas seksi Keamanan antara lain :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- Mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik.
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

4.4.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik *ethanolamine* ini sistem gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain :

1. Karyawan Tetap

   Yaitu karvawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan Harian

   Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir pekan

3. Karyawan Borongan

   Yaitu karyawan yang dikaryakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.4.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Jadwal kerja di perusahaan ini di bagi menjadi dua bagian, yaitu jadwal kerja kantor (jadwal *non shift*) dan jadwal kerja pabrik (jadwal *shift*).

4.4.5.1. Jadwal Non Shift

Jadwal ini berlaku untuk karyawan kantor (*office*). Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam dengan perincian sebagai berikut :

- Senin - Jum'at : 08.00 – 16.30 WIB
- Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB
- Coffe Break I : 09.45 – 10.00 WIB
- Coffe Break II : 14.45 – 15.00 WIB
- Sabtu : 08.00 – 13.30 WIB
- Istirahat Sabtu : 12.00 – 12.30 WIB

4.4.5.2. Jadwal Shift

Jadwal kerja ini diberlakukan kepada karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya bagian produksi, mekanik, laboratorium, Genset dan elektrik dan instrumentasi. Jadwal kerja pabrik ini dibagi dalam 3 shift, yaitu :

- Shift I : 24.00 – 08.00 WIB
- Shift II : 08.00 – 16.00 WIB
- Shift III : 16.00 – 24.00 WIB

Setelah dua hari masuk shift II, dua hari shift III, dan dua hari shift I, maka karyawan shift ini mendapat libur selama dua hari. Setiap masuk kerja shift, karyawan diberikan waktu istirahat selama 1 jam secara bergantian.

Diluar jam kerja kantor maupun pabrik tersebut, apabila karyawan masih dibutuhkan untuk bekerja, maka kelebihan jam kerja tersebut akan diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*) dengan perhitungan gaji yang tersendiri. Untuk hari besar (hari libur nasional), karyawan kantor diliburkan. Sedangkan karyawan pabrik tetap masuk kerja sesuai jadwalnya dengan perhitungan lembur.

4.4.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.4.6.1. Penggolongan Jabatan

Tabel 4.1. Penggolongan Jabatan

No	Jabatan	Pendidikan

1	Direktur Utama	Sarjana Teknik/Ekonomi/Hukum
2	Direktur Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
5	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Elektro
6	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi
7	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi/Teknik
8	Kepala Bagian Umum	Sarjana Hukum
9	Kepala Seksi	Sarjana Muda
10	Operator	STM/SMU/Sederajat
11	Sekretaris	Sarjana Muda Sekretaris
12	Staff	Sarjana Muda / D III
13	Medis	Dokter
14	Paramedis	Perawat
15	Lain-lain	SD/SMP?Sederajat

4.4.6.2. Perincian Jumlah Karyawan

Tabel 4.2. Perincian Jumlah Karyawan

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Produksi	1
3	Direktur Keuangana dan Umum	1
4	Staff Ahli	1
5	Litbang	2
6	Sekretaris	3
7	Kepala Bagian Umum	1

8	Kepala Bagian Pemasaran	1
9	Kepala Bagian Keuangan	1
10	Kepala Bagian Teknik	1
11	Kepala Bagian Produksi	1
12	Kepala Seksi Personalia	1
13	Kepala Seksi Humas	1
14	Kepala Seksi Keamanan	1
15	Kepala Seksi Pembelian	1
16	Kepala Seksi Pemasaran	1
17	Kepala Seksi Administrasi	1
18	Kepala Seksi Kas/Anggaran	1
19	Kepala Seksi Proses	1
20	Kepala Seksi Pengendalian	1
21	Kepala Seksi Laboratorium	1
22	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
23	Kepala Seksi Utilitas	1
24	Karyawan Personalia	4
25	Karyawan Humas	2
26	Karyawan Keamanan	8
27	Karyawan Pembelian	2
28	Karyawan Pemasaran	2
29	Karyawan Administrasi	2
30	Karyawan Kas/Anggaran	2
31	Karyawan Proses	25
32	Karyawan Pengendalian	6
33	Karyawan Laboratorium	5
34	Karyawan Pemeliharaan	3
35	Karyawan Utilitas	5

36	Medis	1
37	Paramedis	1
38	Sopir	3
39	Cleaning Service	3
Total		100

4.4.6.3. Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

   Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

   Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian

3. Gaji Lembur

   Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Penggolongan Gaji berdasarkan Jabatan

Tabel 4.3. Gaji Berdasarkan Jabatan

Golongan	Jabatan	Gaji/Bulan
1	Direktur Utama	Rp. 50.000.000,00
2	Direktur Utama	Rp. 30.000.000,00
3	Staff Ahli dan Litbang	Rp. 15.000.000,00
4	Kepala Bagian	Rp. 8.000.000,00
5	Kepala Seksi	Rp. 4.500.000,00
6	Sekretaris	Rp.1.800.000,00

7	Dokter	Rp. 4.000.000,00
8	Paramedis	Rp. 1.500.000,00
9	Karyawan	Rp. 1.500.000,00
10	Satpam	Rp. 1.200.000,00
11	Sopir	Rp. 900.000,00
12	*Cleaning Service*	Rp. 500.000,00

4.4.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Semua karyawan dan staff di perusahaan ini akan mendapat

A. *Salary*

- *Salary*/Bulan
- Bonus per tahun untuk staff min 2 kali *basic salary*
- THR per tahun untuk semua staff 1 kali *basic salary*
- Natal per tahun untuk semua staff 1 kali *basic salary*
- Jasa per tahun untuk semua staff 1 kali *basic salary*

B. Jaminan sosial dan pajak pendapatan

- Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan
- Jamsostek : 3,5 % kali *basic salary*
  : 1,5 % tanggungan perusahaan
  : 2 % tanggungan karyawan

C. *Medical*

- *Emergency* : tersedia poliklinik pengobatan gratis
- Tahunan : pengobatan untuk staff dan keluarga bebas ditanggung perusahaan

D. Perumahaan

Untuk staff dan mess

E. Rekreasi dan lahraga
    - Rekreasi : Setiap 1 tahun sekali karyawan + keluarga bersama-sama mengadakan tour atas biaya perusahaan
    - Olahraga : tersedia lapangan tennis dan bulu tangkis
F. Kenaikan gaji dan promosi
    - Kenaikan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi,prestasi kerja dan lain-lain.
    - Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja dan lain-lain.
G. Hak cuti dan ijin
    - Cuti tahunan : setiap karyaan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun kelima mendapatkan 2 hari (total 20 hari).
    - Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada.
H. Pakaian kerja dan sepatu. Setiap tahun mendapat jatah 2 stel

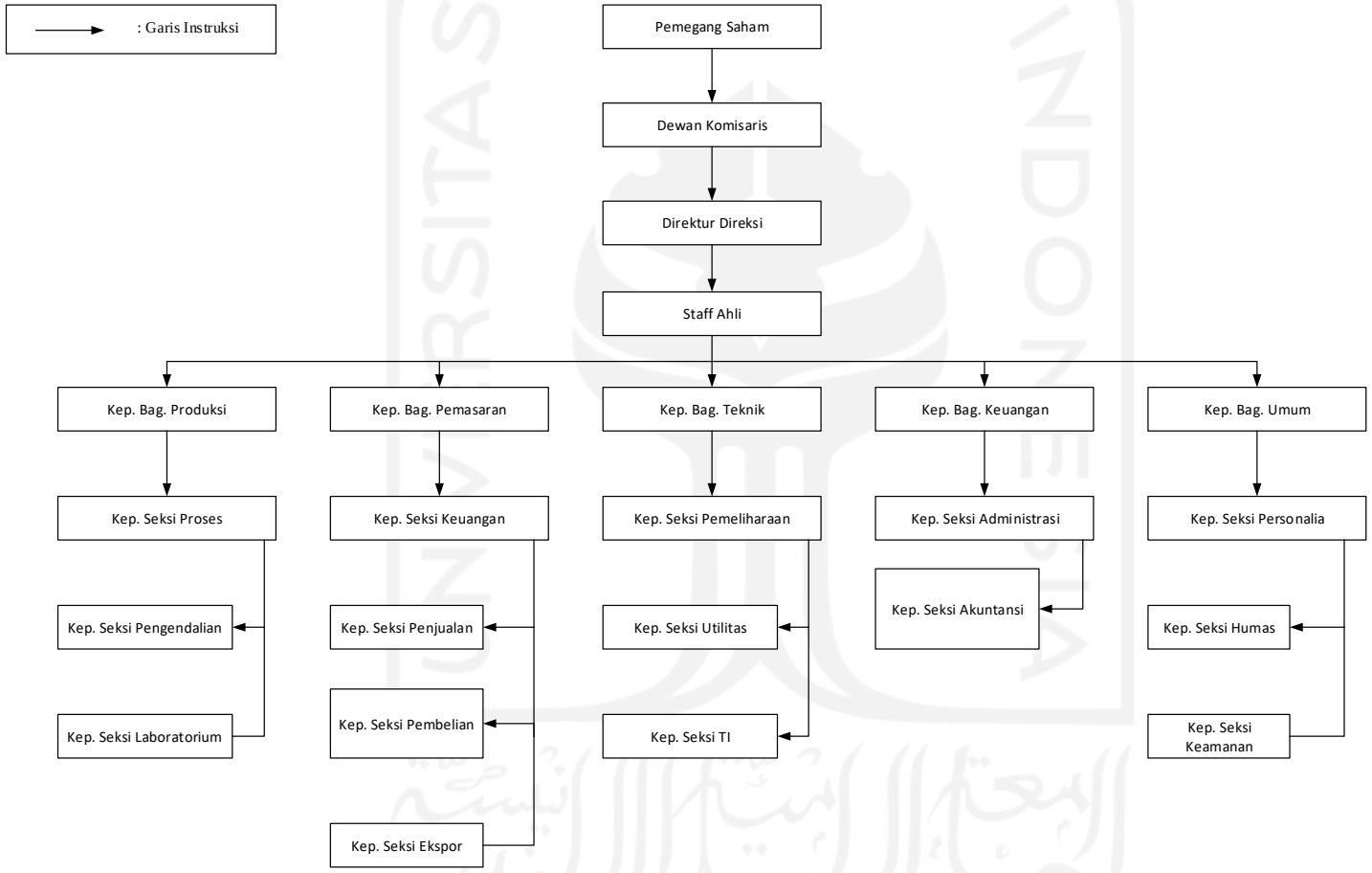
4.4.8. Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dengan manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur

penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan manajemen pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dana pengendalian produksi adalah mengusahakan akan diperoleh kualitas produk sesuai dengan rencana dan dalam waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindari terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali. Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat segera diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

Gambar Struktur Organisasi Perusahaan



Gambar 4.3. Struktur Organisasi Perusahaan

BAB V

UTILITAS

5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik *ethanolamine* ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai. Penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan :

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari.
2. Pengolahan air sungai relatif mudah dan sederhana serta biaya pengolahannya relatif murah.

Kebutuhan air tawar diperoleh dari sungai Bengawan Solo yang terletak tidak jauh dari pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik yang berasal dari air laut digunakan untuk :

1. Air pendingin

   Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut:

   a. Air merupakan mated yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
   b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.

c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.

d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.

e. Tidak terdekomposisi

2. Sebagai pemadam kebakaran dan alat pemadam lain

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik yang berasal dari air tawar 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, H_2S dan NH_3O_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 biasanva berupa garam-garam karbonat dan silica

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 alkalinitas tinggi.

2. Air Sanitasi

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

a. Syarat fisika, meliputi :
   - Suhu : dibawah suhu udara
   - Warna : jernih
   - Rasa : tidak berasa
   - Bau : tidak berbau
b. Syarat kimia, meliputi :
   - Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
   - Tidak mengandung bakteri

3. Air Minum

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai dengan mengolah terlebih dulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat meliputi pengolahan secara fisik dan kimia.

Tahapan-tahapan pengolahan air sebagai berikut :

a. Penyaringan

Penyaringan air dari sumber untuk mencegah terikutnya kotoran berukuran besar yang masuk ke dalam bak pengendapan awal.

b. Pengendapan secara fisis

Mula-mula air dialirkan ke bak penampungan atau pengendapan awal (BU-01) setelah melalui penyaringan dengan memasukkan alat penyaring. *Level Control System* (LCS) yang terdapat di bak penampung berfungsi untuk mengatur aliran masuk sehingga sesuai dengan keperluan pabrik Dalam bak pengendapan awal kotoran-kotoran akan mengendap karena gaya berat. Waktu tinggal dalam bak ini berkisar 4-24 jam (Powell.ST hal 14).

c. Pengendapan secara kimia

Kotoran-kotoran yang tersuspensi dalam air digumpalkan dan diendapkan dalam bak penampung sementara (BU-02). Tapi sebelum ke bak penampung sementara maka masuk ke premix tank (TU-01) dan clarifier (CLU) Premix tank berfungsi mencampur air dengan menambahkan bahan bahan tawas 5% dan CaOH 5%. Sehingga didapatkan air berada dalam range pH 6,5-7,5. Waktu yang diperlukan 5 menit. Clarifier (CLU) berfungsi mengendapkan flok-flok yang terbentuk dalam pencampuran di *Premix tank.* Waktu tinggal dalam *Clarifier* ini berkisar 2-8 jam (Powell.ST hal 47). Didalam *Clarifer* kotoran

yang telah mengendap di *blow down* , sedangkan air yang keluar dari bagian atas dialirkan ke bak penampung sementara (BU-02) dengan waktu tinggal 0,5 jam. Dari bak penampung sementara (BU-02) lalu dialirkan ke *sand filter* atau bak saringan pasir (FU), yang berfungsi untuk menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukura kecil yang tidak dapat mengendap di Clarifer. Air dari bak penyaring pasir ini dapat digunakan langsung untuk *make up* air pendingin, sedangkan air untuk perkantoran, pabrik dan air umpan boiler perlu diolah terlebih dahulu.

d. Unit pengolahan air untuk perumahan dan perkantoran

Air ini digunakan untuk keperluan sehari-hari. Air dari *sand filter* dialirkan ke bak penampung sementara (BU-03). Selanju.nya air masuk ke tangki klorinator (TU-02) Dalam tangki ini betugas mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk membunuh kuman sebelum ditampung dalam bak distribusi (BU-04). yang kemudian di distribusikan untuk kebutuhan sehari-hari di kantor dan perumahan pabrik

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

Unit pengolahan air untuk umpan boiler

Dalam unit ini meliputi :

a. Unit Demineralisasi air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca, Mg^{2}, SO_4^{2-}, Cl^{-} dan lain-lain dengan mengunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (*Boiler Feed Water*). Demineralisasi air ini diperlukan karena air umpan reboiler harus memenui syarat-syarat sebagai berikut :

- Tidak menimbulkan kerak pada *heat exchanger* jika steam digunakan sebagai pemanas karena hal ini akan mengakibatkan turunnya efiiensi operasi boiler atau *heat exchanger* bahkan bisa mengakibatkan tidak beroperasi sama sekali.
- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2

Air dari bak penampung sementara (BU-03) berfungsi sebagai *make up* umpan boiler. Selanjutnya air diumpankan ke tangki *kation exchanger* (KEU), untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2-}, Mg^{2+}, Fe^{2-}, Mn^{2-}, Al^{3-}. Air yang keluar dari *kation exchanger* (KEU) kemudian diumpankan ke *anion exchanger* (AEU) untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Jenis anion yang ada adalah HCO_3, CO_3^{2-}, SiO_3^{2-}. Air yang keluar dari

unit ini diharapkan mempunyai pH sekitar 6,1 – 6,2 kemudian dialirkan ke unit deaerator

b. Unit Deaerator

Air vang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama O_2 dan CO_2, gas tersebut dihilangkan lebih dahulu, karena dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator berfungsi untuk menghilangkan gas ini. Di dalam deaerator diinjeksikan bahan-bahan kimia, bahan tersebut adalah :

- Hidrazin berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut

  $2\ N_2H_2 + O_2 \longleftrightarrow 2\ N_2 + 2\ H_2O$

  Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama-sama dengan gas lain seperti CO_2 dihilangkan melalui stripping dengan uap air bertekanan rendah.

- Dari deaerator, ke dalam air umpan ketel kemudian diinjeksikan larutan phospat ($Na_3PO_4H_2O$) untuk mencegah terbentuknya kerak silica dan kalsium pada *steam drum* dan *tube boiler*. Sebelum diumpankan ke boiler air diberi dispersan agar tidak terjadi penggumpalan

Air pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air pendingin yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan pada *cooling tower* . Kehilangan air karena penguapan, terbawa tetesan oleh udara maupun dilakukannya blow down di *cooling tower* diganti dengan air yang disediakan oleh tangki penampung sementara (BU-03). Air yang telah digunakan pada cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*.

Kebutuhan air dapat dibagi menjadi :

a. Kebutuhan air pendingin

Tabel 5.1. Kebutuhan Air Pendingin

No	Alat	Kode	Jumlah (Kg/jam)
1	Cooler	CL-01	1.933,47
2	Cooler	CL-01	1.933,47
3	Kondenser	CD-01	2.786,05
4	Kondenser	CD-02	2.786,05
5	Kondenser	CD-03	2.786,05
6	Reaktor	R-01	1.909,01
Jumlah			14.134,10

5.2. Unit Pembangkit Steam

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesiflkasi:

Kapasitas : 904,29 kg/jam

Tekanan : 14,7 psi

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

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

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica. (K Ca, Mg yang mungkin masih terikut, dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam boiler *feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10.5 - 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosititasnya 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 100 -102(^{o}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.

5.3. Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan akan tenaga listrik dipabrik ini sebesar 376,31 Kw Sudah termasuk penerangan, laboratorium, rumah tangga, perkantoran, pendingin ruangan (AC) dan kebutuhan lainnya. Untuk mencukupi kebutuhan tersebut, pabrik *ethanolamine* menggunakan listrik dari PLN, dan untuk cadangan listrik digunakan generator diesel dengan kapasitas 470,38 kW jika pasokan listrik kurang. Spesifikasi generator diesel yang digunakan adalah :

- Kapasitas : 470,38 Kw
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari generator diesel 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 didistiibusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik 50% dan diesel 50% Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi :

a. Listrik untuk keperluan proses

- Peralatan proses

Tabel 5.2. Kebutuhan Listrik Proses

No	Alat	Kode	Hp	Jumlah	Total Hp

1	Pompa	P-01	5	1	5
2	Pompa	P-02	3	1	3
3	Pompa	P-03	3	1	3
4	Pompa	P-04	5	1	5
5	Pompa	P-05	5	1	5
6	Pompa	P-06	3	1	3
7	Pompa	P-07	3	1	3
8	Pompa	P-08	3	1	3
9	Pompa	P-09	5	1	5
10	Pompa	P-10	3	1	3
11	Pompa	P-11	3	1	3
12	Pompa	P-12	5	1	5
13	Mixer	M-01	1,5	1	1,5
Jumlah					47,50

- Peralatan utilitas

Tabel 5.3. Kebutuhan Listrik Utilitas

No	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
				@	Total
1	Bak Penggumpal	BU-02	1	2	2
2	*Cooling Tower*	CT-01	1	207,5	207,5
3	Pompa	PU-01	1	0,7	0,7
4	Pompa	PU-02	1	1,5	1,5
5	Pompa	PU-03	1	1,8	1,8
6	Pompa	PU-04	1	0,01	0,01
7	Pompa	PU-05	1	1,5	1,5
8	Pompa	PU-06	1	1,5	1,5

9	Pompa	PU-07	1	0,7	0,7
10	Pompa	PU-08	1	1,1	1,1
11	Pompa	PU-09	1	1,1	1,1
12	Pompa	PU-10	1	0,01	0,01
13	Pompa	PU-11	1	0,1	0,1
14	Pompa	PU-12	1	0,05	0,05
15	Pompa	PU-13	1	0,01	0,01
16	Pompa	PU-14	1	3	3
17	Pompa	PU-15	1	2	2
18	Pompa	PU-16	1	0,05	0,05
19	Pompa	PU-17	1	0,05	0,05
20	*Compressor*	CPU-01	1	3	3
Total					225,68

Kebutuhan listrik untuk utilitas = 225,68 Hp

Total kebutuhan listrik untuk keperluan proses

35,42 Kw + 168,29 Kw = 203,71 Kw

Diambil angka keamanan 10 % = 224,08 Kw

b. Listrik untuk keperluan alat control dan penerangan

- Alat kontrol diperkirakan sebesar 25 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 50,93 Kw
- Laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan Iain-lain diperkirakan 15 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu 30,56 Kw

Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar

= 376,31 Kw

Over Design 25 %

Sehingga keseluruhan kebutuhan listrik = 470,38 Kw

5.4. 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 (IDO) yang diperoleh dari PT. Pertamina dengan Supplier Solar Industri sebagai distributornya. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah Medium Furnace Oil yang juga diperoleh dari PT. Pertamina dengan Supplier Solar Industri sebagai distributornya. Unit ini menyimpan kebutuhan bahan bakar di Boiler sebesar 904,29 kg/jam. Sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar untuk generator sebesar 26,58 kg/jam.

Alat untuk penyediaan bahan bakar berupa tangki bahan bakar yang berbentuk tangki silinder dengan *Connical Roof dan Flat Bottomed*

5.5. Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat pneumatic control. Daya yang digunakan untuk menjalankan proses Udara Tekan adalah sebesar 3 HP

5.6. Unit Pengolahan Limbah

Pabrik *ethanolamine* menghasilkan limbah berupa air dan hydrogen fluoride dalam skala kecil. Pengolahan air limbah adalah pengolahan limbah pabrik yang belum memenuhi persyaratan (BOD, COD, dan Iain-lain) secara

mikrobioloois sehingga air yang keluar dari pabrik memenuhi persyaratan Undang-Undang Lingkungan Hidup.

a. Bak Netralisasi (*Neutralizing Pond*)

Bak ini digunakan untuk menetralkan pH dari limbah HF yang terikut didalam proses pencucian bakal produk. Limbah mempunyai pH 4 dan suhu sekitar 35 °C. Penetralan limbah dilakukan dengan menambahkan natrium hidroksida (NaOH) sehingga terbentuk garam natrium fluorida sehingga aman untuk dibuang ke lingkungan.

HF + NaOH NaF + H20

b. Kolam Pengendapan

Kolam ini ditujukan untuk mengendapkan zat-zat padat yang dikandung cairan yang berasal dari Kolam pengendapan dapat menampung cairan limbah selama 15 hari olahan. Apabila terjadi pendangkalan karena pengendapan zat-zat padat maka dilakukan pembersihan / pengurasan.

c. Kolam Aerobik (*Aerobic Pond*)

Kolam mi ditujukan untuk memberikan kesempatan cairan dari kolam pengendapan untuk menyerap lebih banyak oksigen dari udara. Kolam ini dapat menampung limbah untuk 15 hari olahan. Kolam ini merupakan kolam terakhir dalam proses penanganan air limbah pabrik *ethanolamine*. Dari kola mini limbah yang telah diolah tersebut dapat

dialirkan ke lahan aplikasi atau overflow kolam ini dapat dibuang ke sungai.

5.7. Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

1. *Screener* / Penyaringan (FU-01)

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar

Kapasitas : 23,89 m3/jam

Jenis : Bak balok yang diperkuat beton bertulang

2. Bak Pengendap Awal (BU- 01)

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai

Kapasitas : 19.891 Kg/jam

Bahan : Alumunium

Jenis : Bak balok yang diperkuat beton bertulang

Spesifikasi :

- Ukuran lubang, D: 1 cm
- Lebar : 8 ft
- Panjang : 10 ft

3. Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi) (BU-02)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa disperse koloid dalam air dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan kotoran

Kapasitas : 23,87 m^3

Jenis : Digunakan tawas $Al_2(SO_4)_3$, $18H_2O$, Na_2CO_3 sebagai penggumpal

Spesifikasi :

- Diameter : 3,12 m
- Tinggi : 3,12 m

Jumlah Impeller : 1 buah

Power Motor : 2 HP

4. Tangki Larutan Alum (TU-01)

Fungsi : Menyiapkan dan menyiapkan larutan alum (kaporit) 5% untuk 2 minggu operasi

Kapasitas : 24,09 m^3

Jenis : Tangki silinder tegak

Spesifikasi :

- Diameter : 0,80 m
- Tinggi : 1,61 m

5. Bak Pengendap 1 (BU-03)

Fungsi : Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi

Kapasitas : 23,89 m^3

Jenis : Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Spesifikasi :

- Tinggi : 2,52 m
- Panjang : 7,55 m
- Lebar : 5,03 m

6. Bak Pengendap 2 (BU-04)

Fungsi : Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (flokulasi ke-2)

Kapasitas : 23,89 m^3

Jenis : Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Spesifikasi :

- Tinggi : 2,52 m
- Panjang : 7,55 m
- Lebar : 5,03 m

7. *Sand Filter* (FU-02)

Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai

Jenis : Material *Spheres*

Kapasitas : 2,54 m^3

Spesifikasi :

- Tinggi : 0,75 m
- Panjang : 2,25 m

- Lebar : 1,50 m

8. Bak Penampungan Sementara (BU-05)

Fungsi : Menampung sementara *raw water* setelah disaring di *sand filter*

Kapasitas : 23,87 m^3

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselin

Spesifikasi :

- Tinggi : 1,58 m
- Panjang : 4,75 m
- Lebar : 3,17 m

9. Tangki Klorinasi (TU-02)

Fungsi : Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga

Kapasitas : 1,43 m^3

Jenis : Tangki silinder tegak

Spesifikasi :

- Diameter : 1,22 m
- Tinggi : 1,22 m

10. Tangki Kaporit (TU-03)

Fungsi : Menampung kebutuhan kaporit selama 1 bulan yang akan dimasukkan ke dalam tangki klorinasi (TU-02)

Kebutuhan kaporit : 6,15 Kg/bulan

Jenis : Tangki silinder tegak

Spesifikasi :

- Diameter : 0,16 m
- Tinggi : 0,16 m

11. Tangki Air Bersih (TU-04)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Kapasitas : 3,20 m^3

Jenis : Tangki silinder tegak

Spesifikasi :

- Diameter : 3,52 m
- Tinggi : 3,52 m

12. Tangki *Service Water* (TU-05)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan umum

Kapasitas : 0,16 m^3/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Spesifikasi :

- Diameter : 1,80 m

- Tinggi : 1,80 m

13. Bak Air Pendingin (BU-06)

Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin

Kapasitas : 14,67 m^3/jam

Jenis : Bak persegi panjang

Spesifikasi :

- Tinggi : 1,43 m
- Panjang : 4,29 m
- Lebar : 2,86 m

14. *Cooling Tower* (CTU)

Fungsi : Mendinginkan kembali air pendingin yang telah digunakan oleh alat proses dengan media pendingin udara

Kapasitas : 74,43 gpm

Jenis : Bak prsegi yang diperkuat beton bertulang

Diameter :

- Tinggi : 1,86 m
- Lebar : 1,24 m

Power motor : 7,5 Hp

15. Boiler (BLU)

Fungsi : Membuat *steam* jenuh pada tekanan 18 atm

Jenis : *Fire tube boiler*

Kondisi operasi :

- Tekanan : 14,7 Psi
- Suhu air umpan boiler : 186,8 F
- Suhu steam jenuh :212 F

Kebutuhan bahan bakar : 27,7787 kg/jam

Spesifikasi tube :

- OD : 2 in
- ID :1,834 in
- BWG : 16
- Panjang : 20 ft
- Jumlah :409 tube

16. Blower (BWU)

Fungsi : Mengalirkan udara segar ke dalam Boiler (BLU)

Jenis : *Centrifuge Blower*

Kapasitas : 166,029,3197 kg/jam

Power motor : 400 Hp

17. Kompressor (CPU)

Fungsi : Menyediakan udara tekan dengan menaikkan tekanan udara

Jenis : *Single Stage Centrifugal Compressor*

Kapasitas : 20,90 ft^3/menit

Power motor : 3 Hp

18. Generator (GU)

Fungsi : Membangkitkan Listrik untuk keperluan proses ,utilitas, dan umum apabila listrik dari PLN padam.

Jenis : Generator diesel

Jumlah : 1 buh

Kapasitas : 470.38 Kw

Kebutuhan bahan bakar : 24,30 lt/jam

19. Tangki Bahan Bakar (TU-04)

Fungsi : Menyimpan kebutuhan bahan bakar

Kapasitas : 9,80 m^3

Jenis : Tangki Silinder tegak

Dimensi :

- Diameter : 2,32 m
- Tinggi : 2,32 m

20. Pompa Utilitas 01 (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air dari sungai menuju *screener* (FU-01)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 102,74 gpm

Head : 7,47 m

Tenaga pompa : 0,5 Hp

Tenaga motor : 0,7 Hp

21. Pompa Utlitas 02 (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air dari screener ke bak pengendap (BU-01)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 102,74 gpm

Head : 12,44 m

Tenaga pompa : 1,2 Hp

Tenaga motor : 1,5 Hp

22. Pompa Utilitas 03 (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari (BU-01) menuju bak penggumpal (BU-02)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 102,74 gpm

Head : 14,43 m

Tenaga pompa : 1,5 Hp

Tenaga motor : 1,8 Hp

23. Pompa Utilitas 04 (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan larutan alum (TU-01) ke bak penggumpal (BU-02)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,019 gpm

Head : 5,28 m

Tenaga pompa : 0,01 Hp

Tenaga motor : 0,01 Hp

24. Pompa Utilitas 05 (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penggumpal (BU-02) ke bak pengendap 1 (BU-01)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 102,74 gpm

Head : 12,26 m

Tenaga pompa : 1,2 Hp

Tenaga motor : 1,5 Hp

25. Pompa Utilitas 06 (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap 1 (BU-03) ke bak pengendap 2 (BU-04)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 102,74 gpm

Head : 12,44 m

Tenaga pompa : 1,2 Hp

Tenaga motor : 1,4 Hp

26. Pompa Utilitas 07 (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap 2 (BU-04) ke *sand filter* (FU-02)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 102,74 gpm

Head : 6,47 m

Tenaga pompa : 0,5 Hp

Tenaga motor : 0,7 Hp

27. Pompa Utilitas 08 (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air dari *sand filter* (FU-02) ke bak penampungan sementara (BU-05)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 102,74 gpm

Head : 9,20 m

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 1,1 Hp

28. Pompa Utilitas 09 (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung sementara (BU-05) ke area kebutuhan air

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 102,74 gpm

Head : 9,90 m

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga motor : 1,1 Hp

29. Pompa Utilitas 10 (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan kaporit dari tangki kaporit (TU-03) ke tangki klorinasi (TU-02)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,019 gpm

Head : 0,52 m

Tenaga pompa : 0,01 Hp

Tenaga motor : 0,01 Hp

30. Pompa Utilitas 11 (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki klorinasi (TU-02) ke tangki air bersih (TU-04)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 6,13 gpm

Head : 12,60 m

Tenaga pompa : 0,1 Hp

Tenaga motor : 0,1 Hp

31. Pompa Utilitas 12 (PU-12)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air bersih (TU-04) ke area domestik

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 6,13 gpm

Head : 4,34 m

Tenaga pompa : 0,05 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp

32. Pompa Utilitas 12 (PU-13)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air servis (TU-05) ke area kebutuhan servis

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,82 gpm

Head : 3,88 m

Tenaga pompa : 0,01 Hp

Tenaga motor : 0,01 Hp

33. Pompa Utilitas 14 (PU-14)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air dingin (BU-06) ke cooling tower (CT-01)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 75,78 gpm

Head : 38,39 m

Tenaga pompa : 2,5 Hp

Tenaga motor : 3 Hp

34. Pompa Utilitas 15 (PU-15)

Fungsi : Mengalirkan air dari cooling tower (CT-01) ke recycle dari bak air pendingin (BU-06)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 75,78 gpm

Head : 25,27 m

Tenaga pompa : 1,6 Hp

Tenaga motor : 2 Hp

35. Pompa Utilitas 16 (PU-16)

Fungsi : Mengalirkan air ke bak air pemanas (BU-07)

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 20,02 gpm

Head : 3,29 m

Tenaga pompa : 0,05 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp

36. Pompa Utilitas 17 (PU-17)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangka air pemanas (BU-07) ke alat proses

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan : *Comercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 20,02 gpm

Head : 3,29 m

Tenaga pompa : 0,05 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

6.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses sealu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat seakrang adalah :

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

(Aries & Newton P.16. 1995)

Dalam hubungan ini.

Ex = harga alat pada tahun X

Ey = harga alat pada tahun Y

Nx = nilai indeks tahun X

Ny = nilai indeksi tahun Y

Jenis indeksi yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari web www. chemengonline.com/pci

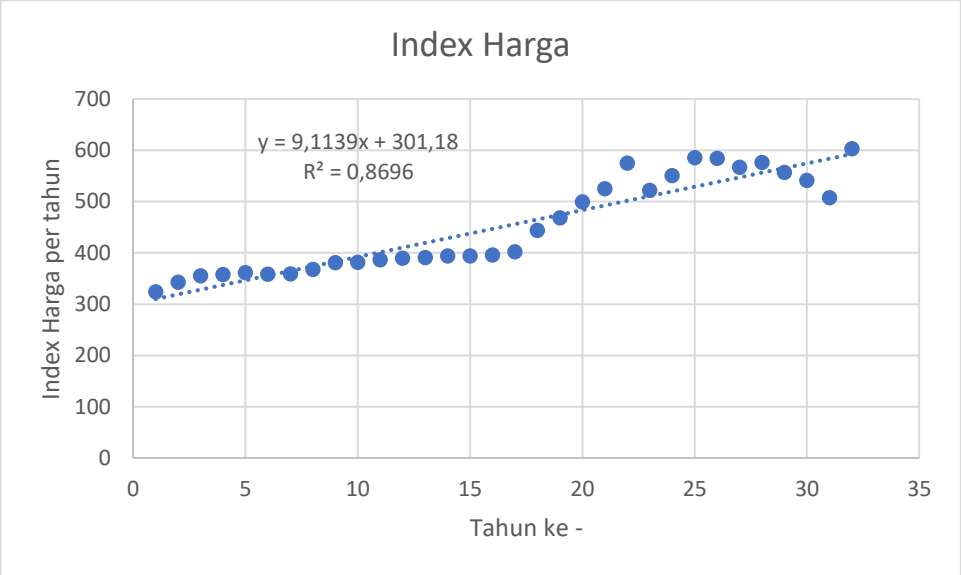
Tabel 6.1. Index Harga

No	(Xi)	Index (Yi)
1	1987	323,8
2	1988	342,5
3	1989	355,4

4	1990	357,6
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
30	2016	541,7
31	2017	507,5

32	2018	603,1

Dengan metode “Regresi Linear” maka dibuat grafik :



Gambar 6.1. Grafik Index Harga

Sehingga didapatkan nilai index harga pada tahun yang diinginkan :

Tabel 6.2. Index Harga Regresi

No	Tahun	Index
1	2016	566,76
2	2017	575,87
3	2018	584,98
4	2019	594,09
5	2020	603,20
6	2021	612,31
7	2022	621,42
8	2023	630,53
9	2024	639,64
10	2025	648,75

11	2026	657,86
12	2027	666,97

$$Eb = Ea\ (\frac{Ch}{Ca})^{x}$$

Dimana,

Ea = Harga alat dengan kapasitas diketahui

Eb = Harga alat dengan kapasitas dicari

Ca = Kapasitas alat A

Cb = Kapasitas alat B

X =Eksponen

Besarnya harga eksponen bermacam-macam, tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Peter & Timmerhause 2th edition, halaman 170

6.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi : 6.800 ton/tahun

Satu tahun Opeasi : 330 hari

Umur Pabrik : 10 tahun

Pabrik didirikan : 2027

Kurs mata uang :1 US$ = 15.150 (KR, 14 Januari 2023)

6.3. Perhitungan Biaya

6.3.1. Capital Investment

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya. *Capital investment* meliputi :

- *Fixed Capital Investment* adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya.
- *Working Capital* adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

6.3.2. Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah direct, indirect dan fixed manufacturing cost yang berkaitan dengan produk.

- *Direct Cost* adalah adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.
- *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap. tidaktergantung waktu maupun tingkat produksi.

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

6.3.3. General Expense

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk manufacturing cost.

6.4. Analisa Kelayakan

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

6.4.1. Percent Return of Investment (ROI)

Return of Investment adalah biaya *fixed capital* yang kembali pertahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$P_{ra} = \frac{P_a r_a}{I_F} \qquad P_{rb} = \frac{P_b r_a}{I_F}$$

Dengan :

Prb = % ROI sebelum pajak

Pra = % ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

IF = *fixed capital investment*

(Aries, 1955)

6.4.2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Ttme adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan sebuah penenmaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya capital investment dengan prof,, sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{fixed\ capital\ investment}{(keuntungan\ tahunan + depresiasi)}$$

(Aries, 1955)

6.4.3. Discounted Cash Flow of Return (DCFR)

Evaluasi keuntungan dengan cara discounted cash flow uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (present value).

$$umur\ pabrik\ (n) = \frac{FCI - SV}{Depresiasi}$$

$$(FC + WC)(1+i)^n = (WC + SV) + [(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \cdots + 1]xc$$

(Peters & Timmerhaus, 2003)

Dimana :

FC = *Fixed Capital*

WC= *Working Capital*

SV = *Salvage Value*

C = *Cashflow*

n = Umur pabrik (10 tahun)

i = Nilai DCFR

6.4.4. Break Event Point (BEP)

Break event point, adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabnk pada saat safes value sama dengan total cost. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi diatasnya.

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

Fa : *Annual Fixed Expense*

Ra : *Annual Regulated Expense*

Va : *Annual Variable Expense*

Sa : *Annual Sales Value Expense*

(Aries, 1955)

6.4.5. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

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

(Aries, 1955)

6.5. Hasil Perhitungan

6.5.1. *Physical Plant Cost* (PPC)

Tabel 6.3. *Physical Plant Cost* (PPC)

No.	*Type of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Purchased Equipment Cost*	Rp53.804.927.668	$3.551.480,37

2	*Delivered Equipment Cost*	Rp13.451.231.917	$887.870,09
3	Instalasi *Cost*	Rp6.780.500.536	$447.557,79
4	Pemipaan	Rp27.361.054.064,35	$1.806.010,17
5	Instrumentasi	Rp13.074.799.857,62	$863.023,09
6	Insulasi	Rp1.748.828.844,52	$115.434,25
7	Listrik	Rp8.070.739.150,15	$532.722,06
8	Bangunan	Rp286.425.000.000,00	$18.905.940,59
9	*Land & Yard Improvement*	Rp400.000.000.000,00	$26.402.640,26
Physical Plant Cost (PPC)		Rp810.717.082.037	$53.512.678,68

6.5.2. *Direct Plan Cost* (DPC)

Tabel 6.4. *Direct Plant Cost* (DPC)

No	*Type of Capital Investment*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Engineering and Construction*	Rp162.143.416.407,47	$10.702.535,74

6.5.3. *Fixed Capital Investment* (FCI)

Tabel 6.5. *Fixed Capital Investment* (FCI)

No	*Fixed Capital*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Plant Cost*	Rp972.860.498.444,80	$64.215.214,42
2	*Contractor's Fee*	Rp97.286.049.844,48	$6.421.521,44
3	*Contingency*	Rp243.215.124.611,20	$16.053.803,60
Fixed Capital Investment (FCI)		Rp1.313.361.672.900,48	$86.690.539,47

6.5.4. *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

Tabel 6.6. *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

No	*Type of Expenses*	Biaya (Rp)	Biaya ($)

1	*Raw Material*	Rp2.594.775.305.239	$171.272.297,38
2	*Labor*	Rp17.724.000.000	$1.169.900,99
3	*Supervision*	Rp1.772.400.000,00	$116.990,10
4	*Maintenance*	Rp39.400.850.187,01	$2.600.716,18
5	*Plant Supplies*	Rp5.910.127.528,05	$390.107,43
6	*Royalty and patents*	Rp506.137.260.000,00	$33.408.400,00
7	*Utilities*	Rp200.263.783.452	$13.218.731,58
Direct Manufacturing Cost (DMC)		Rp3.365.983.726.406	$222.177.143,66

6.5.5. *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

Tabel 6.7. *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

No	*Type of Expenses*	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Payroll Overhead*	Rp2.658.600.000,00	$175.485,15
2	*Laboratory*	Rp1.772.400.000,00	$116.990,10
3	*Plant Overhead*	Rp8.862.000.000,00	$584.950,50
4	*Packaging and Shipping*	Rp506.137.260.000,00	$33.408.400,00
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		Rp519.430.260.000,00	$34.285.825,74

6.5.6. *Fixed Manufacturing Cost* (FMC)

Tabel 6.8. *Fixed Manufacturing Cost* (FMC)

No	*Type of Expenses*	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Depreciation*	Rp131.336.167.290,05	$8.669.053,95
2	*Property Taxes*	Rp13.133.616.729,00	$866.905,39
3	*Insurance*	Rp13.133.616.729,00	$866.905,39
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		Rp157.603.400.748,06	$10.402.864,74

6.5.7. *Manufacturing Cost* (MC)

Tabel 6.9. *Manufacturing Cost* (MC)

No	*Type of Expenses*	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Direct Manufacturing Cost* (DMC)	Rp3.365.983.726.406	$222.177.143,66
2	*Indirect Manufacturing Cost* (IMC)	Rp519.430.260.000,00	$34.285.825,74
3	*Fixed Manufacturing Cost* (FMC)	Rp157.603.400.748,06	$10.402.864,74
Manufacturing Cost (MC)		Rp4.043.017.387.155	$266.865.834,14

6.5.8. *Working Capital* (WC)

Tabel 6.10. *Working Capital* (WC)

No	*Type of Expenses*	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Raw Material Inventory*	Rp78.629.554.704,22	$5.190.069,62
2	*Inproses Inventory*	Rp61.257.839.199,31	$4.043.421,73
3	*Product Inventory*	Rp85.760.974.879,04	$5.660.790,42
4	*Extended Credit*	Rp306.749.854.545,46	$20.247.515,15
5	*Available Cash*	Rp367.547.035.195,87	$24.260.530,38
Working Capital (WC)		Rp899.945.258.523,89	$59.402.327,30

6.5.9. *General Expense* (GE)

Tabel 6.11. *General Expense* (GE)

No	*Type of Expenses*	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Administration*	Rp121.290.521.614,64	$8.005.975,02
2	*Sales Expense*	Rp202.150.869.357,73	$13.343.291,71
3	*Research*	Rp141.505.608.550,41	$9.340.304,19
4	*Finance*	Rp44.266.138.628,49	$2.921.857,34
General Expense (GE)		Rp509.213.138.151,26	$33.611.428,26

6.5.10. *Total Production Cost* (TPC)

Tabel 6.12. *Total Production Cost* (TPC)

No	*Type of Expense*	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Manufacturing Cost* (MC)	Rp4.043.017.387.155	$266.865.834,14
2	*General Expence* (GE)	Rp509.213.138.151,26	$33.611.428,26
Total Production Cost (TPC)		Rp4.552.230.525.306	$300.477.262,40

6.5.11. *Fixed Cost* (Fa)

Tabel 6.13. *Fixed Cost* (Fa)

No	*Type of Expense*	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	Depresiasi	Rp131.336.167.290,05	$8.669.053,95
2	*Property Taxes*	Rp13.133.616.729,00	$866.905,39
3	Asuransi	Rp13.133.616.729,00	$866.905,39
Fixed Cost (Fa)		Rp157.603.400.748,06	$10.402.864,74

6.5.12. *Variable Cost* (Va)

Tabel 6.14. *Variable Cost* (Va)

No	Type of Expense	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	*Raw Material*	Rp2.594.775.305.239	$171.272.297,38
2	*Packaging and Shipping*	Rp506.137.260.000,00	$33.408.400,00
3	*Utilities*	Rp200.263.783.452	$13.218.731,58
4	*Royalty and Patent*	Rp506.137.260.000,00	$33.408.400,00
Variable Cost (Va)		Rp8.907.313.608.691,00	$ 587.941.492,32

6.5.13. *Regulated Cost* (Ra)

Tabel 6.15. *Regulated Cost* (Ra)

No	Type of Expense	Biaya (Rp)	Biaya ($)
1	Gaji Karyawan	Rp17.724.000.000	$1.169.900,99
2	*Payroll Overhead*	Rp2.658.600.000,00	$116.990,10
3	*Supervision*	Rp1.772.400.000,00	$116.990,10
4	*Plant Overhead*	Rp8.862.000.000,00	$584.950,50
5	Laboratorium	Rp1.772.400.000,00	$116.990,10
6	*General Expense*	Rp509.213.138.151,26	$33.611.428,26
7	*Maintenance*	Rp39.400.850.187,01	$2.600.716,18
8	*Plant Supplies*	Rp5.910.127.528,05	$390.107,43
Regulated Cost (Ra)		Rp587.313.515.866	$38.708.073,65

Keuntungan (*Profit*)

Keuntungan = Total Penjualan Produk - Total Biaya Produksi Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

Total Penjualan Produk = Rp10.122.745.200.000

Total Biaya Produksi = Rp9.337.589.770.236

Pajak keuntungan sebesar 30%.

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp785.155.429.764

Keuntungan Setelah Pajak = Rp549.608.800.835

6.6. Analisa Kelayakan

1. ***Percent Return of Investment*** **(ROI)**

$$\text{ROI} = \frac{Profit}{FCI}\ x\ 100\%$$

- ROI sebelum pajak : 59,78 %
- ROI setelah pajak : 41,85 %

2. ***Pay Out Time*** **(POT)**

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan+Depresiasi}}\ x\ 100\%$$

- POT sebelum Pajak = 1,43 tahun
- POT setelah Pajak = 1,93 tahun

3. ***Break Event Point*** **(BEP)**

Fixed Manufacturing Cost (Fa) = Rp157.603.400.748,06

Variabel Cost (VA) = Rp8.907.313.608.691,00

Regulated Cost (Ra) = Rp587.313.515.866

Penjualan Produk (Sa) = Rp10.122.745.200.000

BEP = (Fa + 0,3Ra)/(Sa-Va-0,7Ra) x 100%

BEP = 41,50 %

4. ***Shut Down Point*** **(SDP)**

SDP = 0,3Ra/(Sa-Va-0,7Ra) x100 %

SDP = 21,91 %

5. ***Discounted Cash Flow*** **(DCF)**

Umur Pabrik =10 tahun

Fixed Capital (FC) = Rp1.313.361.672.900,48

Working Capital (WC) = Rp880.090.713.069,3

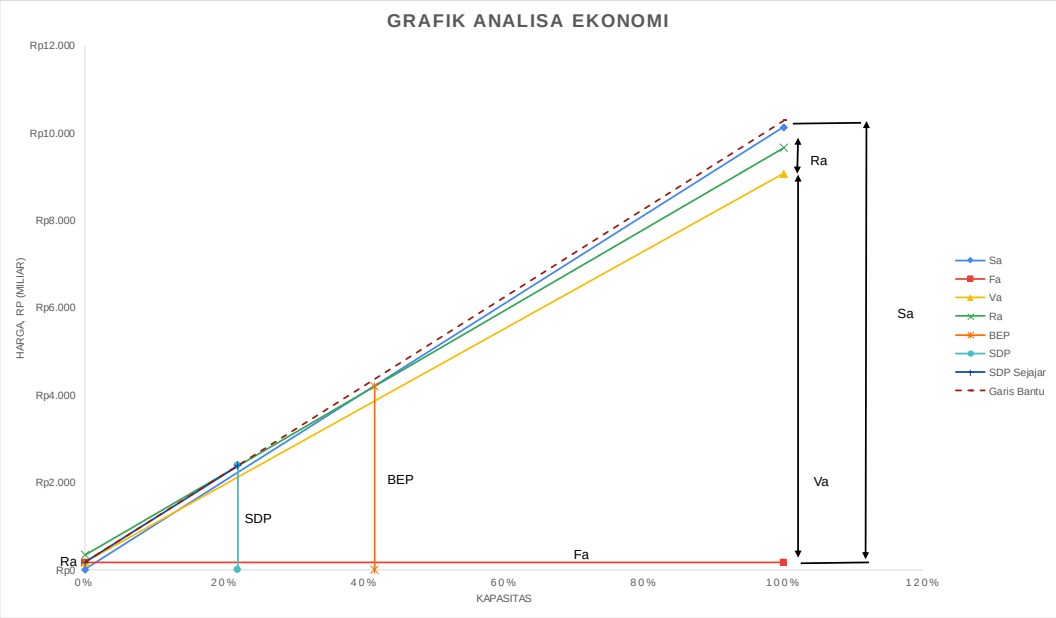
Cash Flow (CF) = Rp969.948.161.299

Salvage Value (SV) = Rp131.336.167.290,05

DCFR = 33,22 %

Bunga Bank rata-rata saat ini = 7% sampai 9%

Evaluasi ekonomi didasarkan pada grafik berikut ini :



Gambar 6.2. Grafik Analisa Ekonomi

BAB VII

PENUTUP

7.1. Kesimpulan

Dalam pra perancangan pabrik *ethanolamine* dari *ammonia* dan *ethylene oxide* dengan kapasitas 6.800 ton/tahun dapat disimpulkan :

1. Produk *ethanolamine* digunakan sebagai bahan baku pembuatan *ethanolamida* sebagai *foam stabilizer*, *aid cleaning* dalam detergen, cairan untuk pencuci, shampoo, dan kosmetik. *Ethanolamida* juga digunakan sebagai *antitastic agent*, pelapis kaca, *demulsifer*, dan dalam pertambangan sebagai *miiling flotation.*
2. Perancangan produk *ethanolamine* dirancang berdasarkan variable utama yaitu : spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pendukung, dan spesifikasi produk. Serta dilakukan perancangan yang tepat agar prosesnya lebih efektif dan efisien untuk mendapatkan kualitas produk *ethanolamine* yang diinginkan
3. Pabrik *ethanolamine* berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang didirikan di Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Dibangun di atas tanah seluas 30 Ha dengan jumlah karyawan 100 orang dan beroperasi selama 330 hari/tahun.
4. Ditinjau dari segi proses sifat bahan baku dan kondisi operasinya maka pabrik *Ethanolamine* ini digolongkan dalam pabrik beresiko rendah.
5. Dari analisa ekonomi yang dilakukan dapat diketahui

- *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 59,78 % dimana nilai minimal standar untuk ROI pada pabrik beresiko rendah adalah 11%
- *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,43 tahun dimana nilai maksimal standar untuk POT pada pabrik beresiko rendah adalah 5 tahun
- *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,50 % dimana nilai standar BEP berada diantara 40% dan 60%
- *Shut Down Point* (SDP) sebesar 21,91 % dimana nilai standar SDP berada diantara 20% dan 30%
- *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 33,22 % dimana nilai standar minimal DCF adalah 5,25%

Dengan demikian pendirian pabrik *ethanolamine* dari *ammonia* dan *ethylene oxide* dengan kapasitas 6.800 ton/tahun cukup menarik untuk dipertimbangkan.

7.2. 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 *ethanolamine* dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

Aries,R.S. and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw Hill International Book Company. New York

Badan Pusat Statistik. 1998-2001. Data Impor Indonesia 1998 (-2001). BPS Indonesia.

Branan,C.R. 1994. *Rules of Thumb for Chemical Engineers*. Gulf Publishing Company. Houston.

Brown, G.G. 1978. *Unit Operation*. 3ed edtions. McGraw Hill International Book Company. Tokyo

Brownell, L.E. and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design*. 1st edition. John Wiley & Sons Inc. New York

Chopey, N.P. 1994. *Handbook of Chemical Engineering Calculations*. 2th edition. McGraw-Hill,Inc. United States.

Cocuzza, et.al. 1979. *Process For Preparation and Recovery Of Ethanolamine*. US Patent No.4.169.856.

Coulson, J.M. and Richardson, J.F. 1983. *An Introduction to Chemical Engineering*. Allyn and Bacon Inc. Massachusetts.

Evans, F.C. 1994. *Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plants.* Gulf Publishing Inc. Houston

Foust, A. S. 1960. *Principles of Unit Operation*. 2 d edition. John Wiley and Sons Inc. New York.

Geankoplis, C.J.and J.F. Richardson. *Design Transport Process and Unit Operation.* 1989. Pegamon Press. Singapore

Goyal, O.P. 1985. *Guidelines on Exchangers*. Hydrocarbon Processing. August 1985.p. 55.

Hammer, et.al. 1996. *Production OfEthanolamines*. US Patent No. 5.545.757.

Kern, D.Q. 1983. Process Heat Transfer. McGraw Hill International Book Company.Tokyo.

Kirk, R.E. & Othmer, D. F. 1983. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Vol. 2 dan 9,3rd edition. A Wiley Interscience Publisher Inc. New York.

Levenspiel, O. 1972. *Chemical Reaction Engineering*. 2nd edition. John Wiley and Sons Inc. Singapore.

Mc Cabe, W.L and Smith, J.C. 1985. *Unit Operation of Chemical Engineering*. 4th edition. McGraw Hill Book Company. Singapore.

Perry, R.H. and Green, D.W. 1984. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. 6th edition. McGraw Hill Book Company. Singapore.

Perry, J.H. and Green, D.W. 1950. *Chemical Engineers'* Handbook. 3th edition. McGraw Hill Book Company. Tokyo.

Powell, Sheppard T. 1954. *Water Conditioning for Industry*. McGraw Hill International Book Company Inc. Tokyo.

Ruehl, C. et.al. 1997. *Design Of A System OfEthanolamine Reactors*. CENG 403. Dr Davis.

Sauselein, Theodore B. 1981. *Boiler Operaotor's Exam Preparation Guide.* 3ed edtions. McGraw Hill International Book Company. Tokyo.

Sediawan,W.B dan Prasetya, A.1997. *Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris Dalam Teknik Kimia*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.

Smith, J.M and Van Ness, H.C. 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. 5th edition. McGraw Hill International Book Company. Tokyo.

Stephanopoulus, G.1984. *Chemical Process Control*. Prentice/Hall International. Inc. Massachusetts.

Timmerhauss, K.D. and Peters, M.S. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineering*. 3ed edtions. McGraw Hill International Book Company. Singapore.

Treyball, R.E. 1978. *Mass Transfer Operation*. 2ed edition. McGraw Hill International Book Company. Singapore.

Tsuchiya. 1978. *Process And Reactor For Preparing Ethanolamine*. US Patent No. 4.119.670.

Tsuneki, et.al. 2001. *Process For Producing Dialkanolamines*. US Patent No. 6.169.207.

Ulmann. 1999. *Industrial Organic Chemicals*. Vol. 4. Wiley-VCH. Germany.

Ulrich, G.D 1984. *A Guide To Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons Inc. Kanada.

Vilbrandt. F.C and Dryden, C.E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*. 4th edition. McGraw Hill International Book Company. Kogakusha ltd. Tokyo.

Willis, Jr.et.al. 1982. *Process For Ethanolamine*. United States Patent No. 4.355.181.

Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw Hill Company. New York.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Perancangan Reaktor

Pemilihan reaktor pada proses pra rancangan pabrik *Ethanolamine* dari *Ethylene Oxide* dan *Ammonia* menggunakan reaktor alir pipa atau *plug flow reactor (PFR)*. pertimbangan pemilihan reaktor ini karena reaktor alir pipa memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah

- Reaksi yang terjadi berlangsung cepat
- Dapat digunakan untuk reaksi homogen maupun heterogen
- Proses berlangsung terus-menerus atau *continous*
- Konversi yang dihasilkan lebih tinggi
- Dapat digunakan untuk reaksi cair-cair

Mereaksikan *Ethylene Oxide* dengan *Ammonia*

Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk		Keluar	
	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam
NH_3	192,01	3.270,04	160,00	2.725,04
C_2H_4O	64,00	2.819,28	0,00	0,00
H_2O	82,24	1.481,59	82,24	1481,59
C_2H_7NO	0,00	0,00	12,80	781,85
$C_4H_{11}NO_2$	0,00	0,00	6,40	672,91
$C_6H_{15}NO_3$	0,00	0,00	12,80	1909,68

Total	**338,25**	**7.571,07**	**274,25**	**7571,07**

Mencari nilai densitas

Komponen	A	B	N	Tc
NH_3	0,24	0,25	0,29	405,65
C_2H_4O	0,31	0,26	0,28	469,15
H_2O	0,35	0,27	0,29	647,13

(Yaws, 1999)

Setelah mendapatkan data-data maka mencari densitas dengan rumus berikut:

$$density = A\,B^{-(1-T/T_c)^n}$$

Sehingga didapatkan nilai densitasnya sebagai berikut

Komponen	Laju alir (kg/jam)	Xf	Densitas (kg/m^3)	p.xf (kg/m^3)
NH_3	3.270,04	0,43	0,51	505,47
C_2H_4O	2.819,28	0,37	1,19	1.189,26
H_2O	1.481,59	0,20	0,98	975,49
Total	7.570,91	1,00		852,08

Laju volumetrik tiap-tiap komponen adalah :

Komponen	Fv	Fv
	m^3/jam	L / jam
NH_3	14,98	14.978,04
C_2H_4O	6,37	6.366,08
H_2O	7,76	7.761,11
Total	**29,11**	**29.105,23**

Perancangan Reaktor Alir Pipa

Komponen-komponen yang bereaksi pada reaksi 1-3

A = *Ethylene Oxide*

B = *Ammonia*

C = *Ethanolamine*

D = *Diethanolamine*

E = *Triethanolamine*

Menyusun persamaan untuk perubahan konsentrasi masing-masing komponen pada reaktor alir pipa.

$$F_A|_V - F_A|_{V+\Delta V} - (-r_1 - r_2 - r_3)\Delta V = 0$$

$$\lim_{\Delta V \to 0} \frac{F_A|_{V+\Delta V} - F_A|_V}{\Delta V} = -(-r_1 - r_2 - r_3)$$

$$-\frac{dF_A}{dV} = (-r_1 - r_2 - r_3)$$

$$F_A = C_A . F_V$$

$$-F_V . \frac{dC_A}{dV} = (-r_1 - r_2 - r_3)$$

$$\frac{dC_A}{dV} = \frac{(-r_1 - r_2 - r_3)}{-F_V}$$

Dengan cara yang sama maka didapatkan untuk masing-masing konsentrasi komponen adalah sebagai berikut

$$\frac{dC_A}{dV} = \frac{(-r_1 - r_2 - r_3)}{-F_V}$$

$$\frac{dC_B}{dV} = \frac{(-r_1)}{-F_V}$$
$$\frac{dC_C}{dV} = \frac{-(-r_1) + (-r_2)}{-F_V}$$
$$\frac{dC_D}{dV} = \frac{-(-r_2) + (-r_3)}{-F_V}$$
$$\frac{dC_E}{dV} = \frac{-(-r_3)}{-F_V}$$

Mensubstitusi nilai dari tiap-tiap kecepatan reaksi yang sudah didapat dalam kinetika reaksi sebagai berikut

$$-r_1 = k_1 C_{NH3} C_{C_2H_40}$$
$$-r_2 = k_2 C_{C_2H_7NO} C_{C_2H_40}$$
$$-r_3 = k_3 C_{C_4H_{11}NO_2} C_{C_2H_40}$$

Persamaan-persamaan sebelumnya dapat digunakan untuk mencari konsentrasi terhadap panjang reaktor, sehingga mendapatkan konsentrasi sekaligus dimensi reaktor, sehingga persamaan dirubah sebagai berikut,

$$\frac{dC_A}{dz} = \frac{\left(k_1 C_{NH3} C_{C_2H_40} + k_2 C_{C_2H_7NO} C_{C_2H_40} + k_3 C_{C_4H_{11}NO_2} C_{C_2H_40}\right)}{-F_V} \; x\; \pi r^2$$

$$\frac{dC_B}{dz} = \frac{\left(k_1 C_{NH3} C_{C_2H_40}\right)}{-F_V} \; x\; \pi r^2$$

$$\frac{dC_C}{dz} = \frac{-\left(k_1 C_{NH3} C_{C_2H_40}\right) + \left(-k_2 C_{C_2H_7NO} C_{C_2H_40}\right)}{-F_V} \; x\; \pi r^2$$

$$\frac{dC_D}{dz} = \frac{-\left(k_2 C_{C_2H_7NO} C_{C_2H_40}\right) + \left(k_3 C_{C_4H_{11}NO_2} C_{C_2H_40}\right)}{-F_V} \; x\; \pi r^2$$

$$\frac{dC_E}{dz} = \frac{-\left(k_3 C_{C_4H_{11}NO_2} C_{C_2H_40}\right)}{-F_V} \; x\; \pi r^2$$

Lalu menggunakan metode runge kutta orde 4 yang sudah tersedia dalam fungsi di matlab dengan nama fungsi ode45 dengan algoritma *script* sebagai berikut,

Fungsi dan syntax di matlab:

```
%-------------------------------------------------------------------------%

clear
clc

global k1 k2 k3 z Fv r2 phi

% INISIASI KONSENTRASI MASING MASING ZAT

Ca0 = 2.198978421;  % mol / L
Cb0 = 6.596935262;  % mol / L
Cc0 = 0;            % mol / L
Cd0 = 0;            % mol / L
Ce0 = 0;            % mol / L
```

```
% INISIASI NILAI K PADA MASING-MASING REAKSI

k1 = 156.1929864;   %L / mol . s
k2 = 1223.881384;   %L / mol . s
k3 = 2205.788593;   %L / mol . s



% INISIASI PERSAMAAN - PERSAMAAN

   % dCa/dV = (k1CNH3CEO + k2CMEACEO + k3CDEACEO)(phi*r2) /
     -Fv

   % dCb/dV = (k1CNH3CEO)*(phi*r2) / -Fv

   % dCc/dV = -(k1CNH3CEO) + (k2CMEACEO)*(phi*r2) / -Fv

   % dCd/dV = -(k2CMEACEO) + (K3CDEACEO)*(phi*r2) / -Fv

   % dCe/dV = -(k3CDEACEO)*(phi*r2) / -Fv

% INISIASI FUNCTION

% INISIASI PANJANG REAKTOR

   z0 = 0;
   zf = 5;
   z = z0:0.5:zf;

   Fv = 29.10522629;
   phi = 22/7;
   r = 0.1; %meter
   r2 = r*r;

% PENGGABUNGAN CACBCCCDCE AWAL

   konsentrasi_awal_matrik = [Ca0 Cb0 Cc0 Cd0 Ce0];

% Fungsi Utama

   [z, CaCbCcCdCe] = ode45(@pdo_simultan,z,konsentrasi_awal_matrik);
   z_CaCbCcCdCe = [z CaCbCcCdCe]

   plot(z,CaCbCcCdCe(1:end,1),'b',z,CaCbCcCdCe(1:end,2),'g',z,CaCbCc
    CdCe(1:end,3),'r',z,CaCbCcCdCe(1:end,4),'m',z,CaCbCcCdCe(1:end,5)
    ,'k')
```

```
title('profil konsentrasi komponen');
xlabel('panjang reaktor');
ylabel('konsentrasi');
legend('Konsentrasi EO','Konsentrasi NH3', 'Konsentrasi MEA',
'Konsentrasi DEA', 'Konsentrasi TEA');
grid('on');

function dCaCbCcCdCedz = pdo_simultan(z,konsentrasi_awal_matrik)
global k1 k2 k3 r2 phi Fv

Ca = konsentrasi_awal_matrik(1);
Cb = konsentrasi_awal_matrik(2);
Cc = konsentrasi_awal_matrik(3);
Cd = konsentrasi_awal_matrik(4);
Ce = konsentrasi_awal_matrik(5);


dCadz = (k1*Cb*Ca + k2*Cc*Ca + k3*Cd*Ca)*(phi*r2) / -Fv;
dCbdz = (k1*Cb*Ca)*(phi*r2) / -Fv;
dCcdz = (-(k1*Cb*Ca) + (k2*Cc*Ca))*(phi*r2) / -Fv;
dCddz = (-(k2*Cc*Ca) + (k3*Cd*Ca))*(phi*r2) / -Fv;
dCedz = -(k3*Cd*Ca)*(phi*r2) / -Fv;


dCaCbCcCdCedz = [dCadz dCbdz dCcdz dCddz dCedz]';

end
```

Hasil dari perhitungan secara simultan tersebut adalah:

z_CaCbCcCdCe =

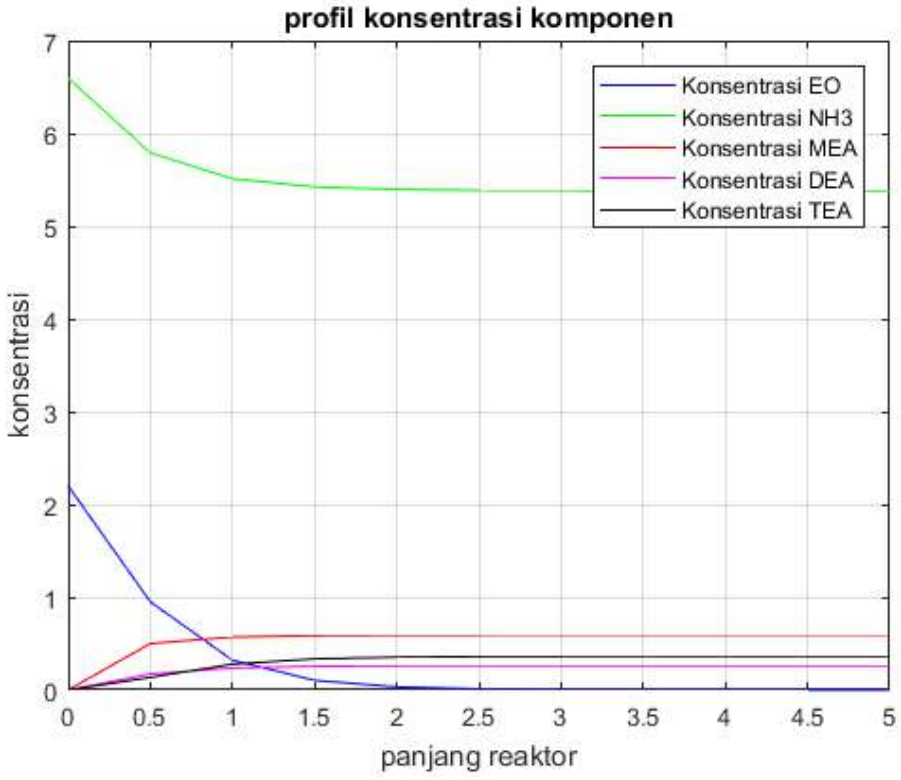
Columns 1 through 4

0	2.1990	6.5969	0
0.5000	0.9497	5.7898	0.4999
1.0000	0.3201	5.5115	0.5702
1.5000	0.1027	5.4234	0.5852
2.0000	0.0325	5.3956	0.5893
2.5000	0.0103	5.3868	0.5906
3.0000	0.0032	5.3841	0.5910
3.5000	0.0010	5.3832	0.5911
4.0000	0.0003	5.3829	0.5911
4.5000	0.0001	5.3828	0.5911
5.0000	0.0000	5.3828	0.5911

Columns 5 through 6

0	0
0.1724	0.1349
0.2368	0.2783
0.2539	0.3344
0.2590	0.3531
0.2605	0.3590
0.2610	0.3609
0.2612	0.3615
0.2612	0.3617
0.2612	0.3618
0.2612	0.3618

Dan grafik konsentrasi terhadap panjang reaktor ditujukan sebagai berikut:



Sehingga dapat disimpulkan bahwa panjang reaktor adalah 5 m dengan jari-jari 0,1 m.

Geometri Reaktor

Mencari tebal minimal pipa

$$t_s = \frac{p_i . d_o}{2(fE + 0{,}4\,pi)} + C$$

Design Reaktor

Pi = 25 atm

= 14,70 psi

DO = 24 in

f = 1300 psi

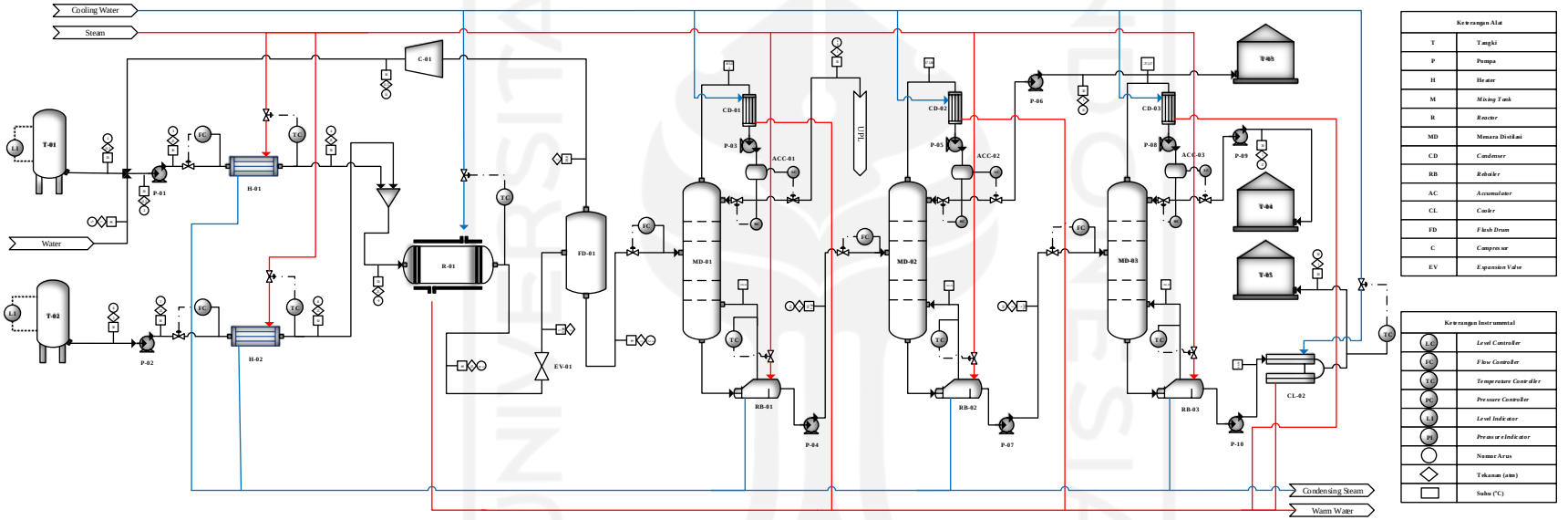
E = 1

C = 0,13 in

Ts = 0,26 in

Resume				
T masuk	50	C	363	K
T keluar	50	C	363	K
Z	5	m	197	in
V, reaktor	29,10		liter	
P masuk	25		atm	
P keluar	20		atm	
OD	24		in	
ID	0,2	m	7,87	in
Sch	120			
ts	0,26		in	

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK *ETHANOLAMINE* DARI *AMMONIA* DAN *ETHYLENE OXIDE*
DENGAN KAPASITAS 6.800 TON/TAHUN



Keterangan Alat	
T	Tangki
P	Pompa
H	Heater
M	*Mixing Tank*
R	*Reactor*
MD	Menara Distilasi
CD	*Condenser*
RB	*Reboiler*
AC	*Accumulator*
CL	*Cooler*
FD	*Flash Drum*
C	*Compressor*
EV	*Expansion Valve*

Keterangan Instrumental	
LC	*Level Controller*
FC	*Flow Controller*
TC	*Temperature Controller*
PC	*Pressure Controller*
LI	*Level Indicator*
PI	*Pressure Indicator*
	Nomor Arus
	Tekanan (atm)
	Suhu (°C)

Komponen	Nomor Arus (kg/jam)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NH_3	572,25	3.270,04	3.270,04	3.270,04	-	-	-	-	3.270,04	2.725,04	2697,79	27,25	27,25	-	-	-	-	-
C_2H_4O	-	-	-	-	-	2.819,28	2.819,28	2.819,28	2.819,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H_2O	2,88	8.042,46	8.042,46	8.042,46	7958,88	28,48	28,48	28,48	8.070,94	8.070,94	80,71	7990,23	7910,33	79,90	79,90	-	-	-
C_2H_7NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	781,85	-	781,85	7,82	774,03	766,29	7,74	7,74	-
$C_4H_{11}NO_2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	672,91	-	672,91	-	672,91	6,73	666,18	659,52	6,66
$C_6H_{15}NO_3$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1909,68	-	1909,68	-	1909,68	-	1.909,68	19,10	1890,58
Total	575,13	11.340,98	11.340,98	11.340,98	7958,88	2847.76	2847.76	2847.76	14160,42	14160,42	2778,50	11381.92	7945,40	3436,52	852,92	2583,60	686,36	1897,24
T	30°C	30°C	30°C	50°C	30°C	30°C	30°C	50°C	50°C	50°C	30°C	45°C	30°C	201,56°C	30°C	295,7°C	30°C	30°C
P	11,5 atm	11,5 atm	25 atm	25 atm	1 atm	5 atm	25 atm	25 atm	25 atm	25 atm	11,5 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK ETHANOLAMINE DARI AMMONIA DAN ETHYLENE OXIDE
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 6.800 TON/TAHUN

Disusun Oleh:

1. Fatkhur Rohman Khakiki (18521097)
2. Izaz Ramadhan Nur Arkhan (18521137)

Dosen Pembimbing:

1. Suharno Rusdi, Ph.D
2. Cholila Tamzsi, S.T., M.Eng.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Fatkhur Rohman Khakiki
   No. Mhs : 18521097
2. Nama Mahasiswa : Izaz Ramadhan Nur Arkhan
   No. Mhs : 18521137

Judul Prarancangan : Prarancangan Pabrik *Ethanolamine* Dari *Ammonia* Dan *Ethylene Oxide* Kapasitas 6.800 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 13 Mei 2022

Batas Akhir Bimbingan : 09 Mei 2023

NO	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	15 Juni 2022	Bimbingan pertama dan pengarahan	
2	8 Agustus 2022	Konsultasi progres	
3	12 September 2022	Konsultasi dan Persetujuan Luaran 1	
4	10 Oktober 2022	Konsultasi dan Persetujuan Luaran 2-3	
5	1 Desember 2022	Konsultasi progres	
6	13 Desember 2022	Persetujuan Luaran 4-6	
7	21 Desember 2022	Konsultasi progress	
8	17 Januari 2023	Persetujuan luaran 7-13	
9	23 Januari 2023	Persetujuan Naskah	

Disetujui Draft Penulisan :
Yogyakarta, 23 Januari 2023

Pembimbing,

Suharno Rusdi, Ph.D.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Fatkhur Rohman Khakiki
   No. Mhs : 18521097
2. Nama Mahasiswa : Izaz Ramadhan Nur Arkhan
   No. Mhs :18521137

Judul Prarancangan : Prarancangan Pabrik *Ethanolamine* Dari *Ammonia* Dan *Ethylene Oxide* Kapasitas 6.800 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 13 Mei 2022

Batas Akhir Bimbingan : 09 Mei 2023

NO	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	16 Juni 2022	Bimbingan pertama dan pengarahan	
2	26 Juni 2022	Konsultasi data kapasitas export dan import	
3	6 Juli 2022	Penentuan kapasitas Produksi	
4	9 Agustus 2022	Konsultasi Pemilihan Proses	
5	16 Agustus 2022	Diskusi Spesifikasi Bahan	
6	31 Agustus 2022	Revisi kinetika dan termodinamika	
7	12 September 2022	Persetujuan Luaran 1	
8	30 September 2022	Diskusi dan Konsultasi Diagram alir	
9	10 Oktober 2022	Persetujuan Luaran 2-3	
10	20 Oktober 2022	Diskusi neraca massa	
11	8 November 2022	Konsultasi progres neraca massa	
12	16 November 2022	Diskusi Reaktor alir pipa	

13	30 November 2022	Diskusi menggunakan matlab	
14	6 Desember 2022	Konsultasi progres menara distilasi	
15	28 Desember 2022	Lanjut progres md 1 dan md 2	
16	9 Januari 2023	Review pengerjaan md dan dilanjut progress lainnya	
17	16 Januari 2023	Review progress alat dan PEFD	
18	18 Januari 2023	Persetujuan MD dan PEFD	
19	19 Januari 2023	Progres luaran	
20	19 Januari 2023	Persetujuan luaran 7-13	
21	23 Januari 2023	Persetujuan naskah	

Disetujui Draft Penulisan :
Yogyakarta, 23 Januari 2023

Pembimbing,

Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng.