

**PRA RANCANGAN PABRIK DIETANOLAMIN DARI  
AMMONIA DAN ETILEN OKSIDA DENGAN KAPASITAS  
10.000 TON/TAHUN**

**PRAPERANCANGAN PABRIK**

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



**Disusun oleh:**

**Esti Warapsari  
19521056**

**Kirey Aprillicia Indriyani  
19521074**

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

**2023**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

### PRA RANCANGAN PABRIK DIETANOLAMIN DARI AMONIA DAN ETILEN OKSIDA DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

ISLAM  
PRAPERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

**Esti Warapsari**  
19521056

**Kirey Aprillicia Indriyani**  
19521074

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.

Yogyakarta, 18 September 2023



**Esti Warapsari**  
NIM. 19521056



**Kirey Aprillicia Indriyani**  
NIM. 19521074

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK DIETANOLAMIN DARI AMONIA DAN ETILEN  
OKSIDA DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

## PRAPERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Esti Warapsari  
No. Mahasiswa : 19521056

Nama : Kirey Aprillicia Indriyani  
No. Mahasiswa : 19521074

**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, 14 November 2023**

Tim Penguji,

Venitalitya Alethea SA, S.T., M.Eng.

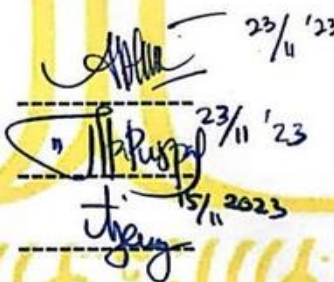
Ketua

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

Anggota I

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S. T., M.T

Anggota II

  
23/11 '23  
23/11 '23  
15/11 2023

Mengetahui:

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

**Sholeh Ma'mun , S.T, M.T.,Ph.D**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

### PRA RANCANGAN PABRIK DIETANOLAMIN DARI AMMONIA DAN ETILEN OKSIDA DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN



البیتة الاسلامیة  
الاندونسیة

(Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik-baiknya. Shalawat dan salam senantiasa dilimpahkan kepada nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan orang-orang yang memegang teguh kitab Allah dan sunnah hingga hari kiamat.

Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan dan melaksanakan tugas akhir sebagai syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia dalam mencapai studinya hingga menjadi *Engineer* yang handal. Skripsi ini berjudul “Pra Rancangan Pabrik Kimia Dietanolamin dari Ammonia dan Etilen Oksida dengan kapasitas 10.000 Ton/Tahun”.

Penyelesaian tugas akhir ini dapat berjalan dengan baik atas bantuan dan kerjasama dari beberapa pihak yang telah memberikan bimbingan, perhatian dan pengarahan dalam menjalankan penyusunan tugas akhir. Dengan demikian pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyelesaian tugas akhir ini, antara lain kepada:

1. Allah SWT, atas segala rahmat, taufiq dan hidayah serta ridha-Nya lah sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Nabi Besar Muhammad SAW, sang pencerah zaman. Sholawat dan salam semoga ter dilimpahkan kepada nnginda nabi beserta keluarga dan para sahabat-sahabatnya serta pengikutnya hingga akhir zaman.

3. Kepada kedua orang tua dan saudara atas doa, kasih sayang dan dukungannya.
4. Bapak Sholeh Ma'mun, ST., MT., Ph.D. dan Ibu Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng. selaku ketua dan sekretaris Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam proses penyusunan tugas akhir.
6. Teman-teman kami yang selalu memberikan dukungan, semangat dan kerja samanya.
7. Semua pihak yang tidak kami sebutkan satu persatu dalam membantu penyusunan tugas akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan diri pribadi. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati kami mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun demi perbaikan tugas akhir ini dan pembelajaran di masa mendatang. Semoga laporan pra rancangan ini dapat memberikan banyak manfaat bagi kita semua.

Waasalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 17 September 2023

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN .....	xv
ABSTRAK .....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Kapasitas Perancangan .....	2
1.3 Tinjauan Pustaka .....	7
1.3.1 Keunggulan Produk.....	7
1.3.2 Proses Pembuatan Dietanolamin .....	8
1.3.3 Dasar Reaksi.....	8
1.3.4 Fase Reaksi.....	9
1.3.5 Kondisi Operasi .....	9
1.4 Tinjauan Termodinamika .....	9
1.5 Tinjauan Kinetika .....	12
BAB II.....	14
PERANCANGAN PRODUK .....	14
2.1 Spesifikasi Produk.....	14
2.1.1 Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Produk .....	14
2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung.....	14
2.2.1 Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku .....	14
2.3 <i>Safety Data</i> .....	15
2.4 Pengendalian Kualitas .....	17
2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	17

2.4.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi .....	18
2.4.3 Pengendalian Waktu Produksi .....	20
2.4.4 Pengendalian Kualitas Produk .....	21
BAB III .....	22
PERANCANGAN PROSES .....	22
3.1 Diagram Alir Proses dan Material .....	22
3.1.1 Diagram Alir Kualitatif .....	22
3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif .....	23
3.2 Uraian Proses .....	24
3.2.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku .....	24
3.2.2 Tahap Pencampuran Bahan Baku .....	25
3.2.3 Tahap Pembentukan Produk .....	25
3.2.4 Tahap Pemisahan Produk .....	26
3.2.5 Tahap Penyimpanan Produk .....	27
3.3 Spesifikasi Alat .....	28
3.3.1 Unit Penyimpanan .....	28
3.3.2 Unit Transportasi Bahan .....	33
3.3.3 Unit Reaksi .....	36
3.3.4 Unit Pemisahan .....	37
3.3.5 Unit Penukar Panas .....	41
3.4 Neraca Massa .....	50
3.5 Neraca Panas .....	57
BAB IV .....	65
PERANCANGAN PABRIK .....	65
4.1 Lokasi Pabrik .....	65
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik .....	66
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....	68
4.2 Tata Letak Pabrik ( <i>Plant Layout</i> ) .....	70
4.2.1 Daerah Administrasi atau Perkantoran, Laboratorium dan Ruang Kontrol serta Fasilitas Pendukung .....	71
4.2.2 Daerah Proses dan Ruang Kontrol .....	71
4.2.3 Daerah Perdagangan, Umum, Bengkel, dan Garasi .....	71
4.2.4 Daerah Utilitas dan Pemadam Kebakaran .....	71
4.2.5 Daerah Penyimpanan Bahan Baku dan Produk .....	72



4.2.6 <i>Layout</i> Pabrik.....	73
4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses ( <i>Machines Layout</i> ) .....	74
4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk .....	74
4.3.2 Aliran Udara .....	75
4.3.3 Pencahayaan.....	75
4.3.4 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan .....	75
4.3.5 Pertimbangan Ekonomi .....	75
4.3.6 Jarak Antar Alat Proses.....	76
4.3.7 Perawatan ( <i>Maintenance</i> ) .....	76
4.3.8 <i>Layout</i> Alat Proses .....	77
4.4 Organisasi Perusahaan.....	77
4.4.1 Bentuk Perusahaan.....	77
4.4.2 Struktur Organisasi .....	79
4.4.3 Tugas dan Wewenang.....	82
4.4.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Sistem Gaji Karyawan.....	94
4.4.5 Status Karyawan .....	97
4.4.6 Jumlah dan Jadwal Kerja Karyawan.....	98
BAB V.....	101
UTILITAS.....	101
5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	101
5.1.1 Air Sanitasi (Air Domestik).....	102
5.1.2 Air <i>Steam</i> .....	103
5.1.3 Air Proses.....	104
5.1.4 Air Pendingin.....	104
5.1.5 Air Layanan Umum ( <i>Service Water</i> ).....	105
5.1.6 Pengolahan Air Sungai .....	105
5.2 Unit Pengolahan Limbah.....	110
5.3 Unit Penyedia Udara Tekan .....	111
5.4 Unit Pembangkit <i>Steam</i> .....	112
5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar .....	112
5.6 Unit Penyedia Listrik.....	112
5.7 Unit Penyedia <i>Downthrem</i> .....	113
5.8 Spesifikasi Alat Utilitas .....	116
5.8.1 Pompa Utilitas.....	116

5.8.2 Bak Utilitas .....	121
5.8.3 Tangki Utilitas .....	123
5.8.4 Spesifikasi <i>Screening</i> dan <i>Sand Filter</i> Utilitas .....	125
5.8.5 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> .....	125
5.8.6 Spesifikasi <i>Mixed Bed</i> .....	126
5.8.7 Spesifikasi <i>Daerator</i> .....	126
5.8.8 Spesifikasi <i>Blower Cooling Tower</i> .....	127
5.8.9 Spesifikasi Rangkaian Alat <i>Downthream</i> .....	127
BAB VI .....	128
EVALUASI EKONOMI .....	128
6.1 Evaluasi Ekonomi .....	128
6.2 Penaksiran Harga Alat .....	129
6.3 Dasar Perhitungan .....	132
6.4 Perhitungan Biaya .....	133
6.4.1 <i>Capital Investment</i> .....	133
6.4.2 <i>Manufacturing Cast</i> .....	133
6.4.3 <i>General Expense</i> .....	134
6.5 Analisa Kelayakan .....	134
6.5.1 Percent Return on Investment (ROI) .....	134
6.5.2 Pay Out Time (POT) .....	135
6.5.3 Break Even Point (BEP) .....	135
6.5.4 Shut Down Point (SDP) .....	136
6.5.6 Discount Cash Flow Rate (DCFR) .....	137
6.6 Hasil Perhitungan .....	138
6.7 Hasil Analisa Kelayakan .....	142
6.8 Analisa Resiko Pabrik .....	142
BAB VII .....	148
KESIMPULAN DAN SARAN .....	148
7.1 Kesimpulan .....	148
7.2 Saran .....	149
DAFTAR PUSTAKA .....	150
LAMPIRAN-1 .....	153
LAMPIRAN-2 .....	170
LAMPIRAN-3 .....	171

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Kapasitas Impor Dietanolamin di Indonesia.....	3
Tabel 1. 2 Data Kebutuhan Dietanolamin Negara ASEAN.....	3
Tabel 1. 3 Data Konsumsi Diethanolamin .....	3
Tabel 1. 4 Data Perhitungan Peluang Kapasitas.....	4
Tabel 1. 5 Perbandingan Proses Pembuatan Dietanolamin.....	8
Tabel 1. 6 Harga $\Delta H_f^\circ$ Masing-Masing Komponen.....	10
Tabel 1. 7 Harga $\Delta G_f^\circ$ Masing-Masing Komponen.....	11
Tabel 2. 1 Sifat Fisik dan Kimia Produk.....	14
Tabel 2. 2 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku.....	14
Tabel 2. 3 <i>Safety Data</i> .....	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Ammonia (T-01) .....	28
Tabel 3. 2 Spesifikasi Umum Tangki Etilen Oksida (T-02) .....	28
Tabel 3. 3 Spesifikasi Umum Tangki Monoetanolamin (T-03).....	29
Tabel 3. 4 Spesifikasi Umum Tangki Dietanolamin (T-04).....	30
Tabel 3. 5 Spesifikasi Umum Tangki Trietanolamin (T-05).....	30
Tabel 3. 6 Spesifikasi Umum <i>Accumulator</i> (ACC-01) .....	31
Tabel 3. 7 Spesifikasi Umum <i>Accumulator</i> (ACC-02) .....	31
Tabel 3. 8 Spesifikasi Umum <i>Accumulator</i> (ACC-03) .....	32
Tabel 3. 9 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 8).....	33
Tabel 3. 10 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 8).....	33
Tabel 3. 11 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 8).....	34
Tabel 3. 12 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Gas (Jumlah Alat = 1).....	35
Tabel 3. 13 Spesifikasi Umum <i>Mixer</i> (M-01) .....	36
Tabel 3. 14 Spesifikasi Umum <i>Reaktor</i> (R-01).....	36
Tabel 3. 15 Spesifikasi Umum <i>Flashdrum</i> (FD-01) .....	37
Tabel 3. 16 Spesifikasi Umum Menara Distilasi (MD-01) .....	38
Tabel 3. 17 Spesifikasi Umum Menara Distilasi (MD-02) .....	39
Tabel 3. 18 Spesifikasi Umum Menara Distilasi (MD-03) .....	40
Tabel 3. 19 Spesifikasi Umum <i>Heater</i> (HE-01).....	41
Tabel 3. 20 Spesifikasi Umum <i>Heater</i> (HE-02).....	41
Tabel 3. 21 Spesifikasi Umum <i>Cooler</i> (CL-01).....	42
Tabel 3. 22 Spesifikasi Umum <i>Cooler</i> (CL-02).....	43
Tabel 3. 23 Spesifikasi Umum <i>Cooler</i> (CL-03).....	43
Tabel 3. 24 Spesifikasi Umum <i>Cooler</i> (CL-04).....	44
Tabel 3. 25 Spesifikasi Umum <i>Cooler</i> (CL-05).....	45
Tabel 3. 26 Spesifikasi Umum <i>Condensor</i> (CD-01) .....	45
Tabel 3. 27 Spesifikasi Umum <i>Condensor</i> (CD-02) .....	46
Tabel 3. 28 Spesifikasi Umum <i>Condensor</i> (CD-03) .....	47
Tabel 3. 29 Spesifikasi Umum <i>Condensor</i> (CD-04) .....	47
Tabel 3. 30 Spesifikasi Umum <i>Reboiler</i> (RB-01) .....	48

Tabel 3. 31 Spesifikasi Umum <i>Reboiler</i> (RB-02) .....	49
Tabel 3. 32 Spesifikasi Umum <i>Reboiler</i> (RB-03) .....	49
Tabel 3. 33 Perbandingan Massa Bahan Baku .....	50
Tabel 3. 34 Data Komponen.....	51
Tabel 3. 35 Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-01) .....	51
Tabel 3. 36 Neraca Massa <i>Reaktor</i> (R-01) .....	53
Tabel 3. 37 Neraca Massa Pada <i>Flashdrum</i> (FD-01).....	54
Tabel 3. 38 Neraca Massa Pada Menara Distilasi (MD-01) .....	55
Tabel 3. 39 Neraca Massa Pada Menara Distilasi (MD-02) .....	56
Tabel 3. 40 Neraca Massa Pada Menara Distilasi (MD-03) .....	56
Tabel 3. 41 Neraca Massa Total .....	57
Tabel 4. 1 Area Bangunan Dietanolamin .....	74
Tabel 4. 2 Penggolongan Jabatan .....	94
Tabel 4. 3 Jumlah Karyawan .....	95
Tabel 4. 4 Gaji Berdasarkan Jabatan .....	96
Tabel 4. 5 Jadwal Hari dan Jam Kerja Karyawan Shift .....	99
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik .....	103
Tabel 5. 2 Kebutuhan Air <i>Steam</i> .....	103
Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Proses.....	104
Tabel 5. 4 Kebutuhan Air Pendingin.....	105
Tabel 5. 5 Kebutuhan <i>Downthrem</i> .....	115
Tabel 5. 6 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21) .....	116
Tabel 5. 7 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21) .....	117
Tabel 5. 8 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21) .....	117
Tabel 5. 9 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21) .....	118
Tabel 5. 10 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21) .....	119
Tabel 5. 11 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21) .....	120
Tabel 5. 12 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21) .....	120
Tabel 5. 13 Spesifikasi Bak Utilitas (Jumlah Alat = 7).....	121
Tabel 5. 14 Spesifikasi Bak Utilitas (Jumlah Alat = 7).....	122
Tabel 5. 15 Spesifikasi Bak Utilitas (Jumlah Alat = 7).....	122
Tabel 5. 16 Spesifikasi Tangki Utilitas (Jumlah Alat = 11).....	123
Tabel 5. 17 Spesifikasi Tangki Utilitas (Jumlah Alat = 11).....	123
Tabel 5. 18 Spesifikasi Tangki Utilitas (Jumlah Alat = 11).....	124
Tabel 5. 19 Spesifikasi Tangki Utilitas (Jumlah Alat = 11).....	124
Tabel 5. 20 Spesifikasi <i>Screening</i> .....	125
Tabel 5. 21 Spesifikasi <i>Sand Filter</i> .....	125
Tabel 5. 22 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> .....	125
Tabel 5. 23 Spesifikasi <i>Mixed Bed</i> .....	126
Tabel 5. 24 Spesifikasi <i>Daerator</i> .....	126
Tabel 5. 25 Spesifikasi <i>Blower Cooling Tower</i> .....	127
Tabel 5. 26 Spesifikasi Rangkaian Alat <i>Downthream</i> .....	127
Tabel 6. 1 Index Harga .....	130
Tabel 6. 2 <i>Pyhsical Plant Cost</i> (PPC) .....	138
Tabel 6. 3 <i>Direct Plant Cost</i> (DPC) .....	138
Tabel 6. 4 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI).....	139

Tabel 6. 5 <i>Working Capital Investment (WCI)</i> .....	139
Tabel 6. 6 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i> .....	140
Tabel 6. 7 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> .....	140
Tabel 6. 8 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> .....	141
Tabel 6. 9 <i>Manufacturing Cost (MC)</i> .....	141
Tabel 6. 10 <i>General Expense (GE)</i> .....	141
Tabel 6. 11 <i>Total Production Cost (TPC)</i> .....	141
Tabel 6. 12 <i>Fixed Cost (FA)</i> .....	144
Tabel 6. 13 <i>Variable Cost (VA)</i> .....	144
Tabel 6. 14 <i>Regulated Cost (RA)</i> .....	145
Tabel 6. 15 <i>Annual Sales Value (SA)</i> .....	145

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Peluang Kapasitas di Indonesia .....	5
Gambar 1. 2 Grafik Konsumsi Dietanolamin.....	6
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif .....	22
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif .....	23
Gambar 4. 1 Peta Lokasi Rencana Pabrik Dietanolamin .....	65
Gambar 4. 2 <i>Layout</i> Pabrik Dietanolamin.....	73
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Pabrik .....	77
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Perusahaan.....	81
Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas .....	109
Gambar 5. 2 <i>Prinsip Kerja Siklus</i> Refrigerasi.....	115
Gambar 6. 1 Grafik Indeks Harga .....	131
Gambar 6. 2 Grafik Kelayakan Ekonomi.....	147

## DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T	: Temperature, °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
$\mu$	: Viskositas, cP
$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>
$Q_{steam}$	: Kebutuhan <i>Steam</i> , kg
$M_s$	: Massa <i>Steam</i> , kg
A	: Luas Bidang Penampang, ft <sup>2</sup>
$V_t$	: Volume Tangki, m <sup>3</sup>
t	: Waktu, jam
m	: Massa, kg
v	: Laju Alir, m <sup>3</sup> /jam
P	: <i>Power Motor</i> , HP
$S_g$	: <i>Specific Gravity</i>
X	: Konversi, %
$V_s$	: Volume <i>Shell</i> , m <sup>3</sup>
$V_h$	: Volume <i>Head</i> , m <sup>3</sup>
$V_t$	: Volume Total, m <sup>3</sup>
ID	: <i>Inside Diameter</i> , in
OD	: <i>Outside Diameter</i> , in
Re	: Bilangan Reynold
E	: Efisiensi Pengelasan
f	: <i>Allowable Stress</i> , psia
r	: Jari-jari <i>Dish</i> , psia
icr	: Jari-jari Sudut Dalam, in

ts	: Tebal <i>Shell</i> , in
th	: Tebal <i>Head</i> , in
Dt	: 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 <sup>2</sup> . °F
UC	: Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh Pada Awal, Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F
Rd	: Faktor Pengotor, Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °C
Wf	: <i>Total Head</i> , in
P	: Panjang, m
l	: Lebar, m
k	: Konduktivitas Thermal, Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F
c	: Panas Spesifik, Btu/lb. °F
jH	: <i>Heat Transfer Factor</i>
hi	: <i>Inside Film Coefficient</i> , Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F
ho	: <i>Outside Film Coefficient</i> , Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F
LMTD	: <i>Long Mean Temperature Different</i> , °F
K	: Konstanta Kinetika Reaksi, L/mol.s



## ABSTRAK

Pabrik dietanolamin merupakan pabrik kimia yang dapat di pertimbangan dalam pendirian pabrik di Indonesia. Pabrik dietanolamin menggunakan bahan baku etilen oksida dan ammonia dengan kapasitas 10.000 ton/tahun yang direncanakan akan dibangun di Gresik, Jawa Timur, seluas 27.500 m<sup>2</sup>, membutuhkan tenaga kerja sebanyak 163 kayawan, yang akan direncanakan pada tahun 2030. Dietanolamin dibuat melalui reaksi etilen oksida dengan monoetanolamin. Proses produksi dietanolamin menggunakan Reaktor Alir Pipa (RAP) pada suhu 50°C dan tekanan 25 atm. Bahan baku ammonia 5.210,922 kg/jam dan etilen oksida 3.850,864 ton/jam. Untuk mendukung proses reaksi dibutuhkan air sebanyak 915,649 kg/jam dan listrik daya 160,947 kW. Utilitas yang diperlukan untuk setiap tahunnya antara lain air *steam* 5.050,131 kg/jam, air pendingin 9.347,131 kg/jam, air domestik 1.950,384 kg/jam, air proses 905,649 kg/jam, air layanan umum 589,583 kg/jam. Hasil analisis ekonomi menunjukkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 394.692.203.725 dan keuntungan sesudah pajak Rp. 315.753.762.980. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 68,13% dan setelah pajak 54,50%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 1,3 tahun dan setelah pajak selama 1,6 tahun. *Break Event Point* (BEP) sebesar 41,04% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 29,79%. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) sebesar 23,77%. Berdasarkan analisa ekonomi diatas maka pabrik dietanolamin dengan kapasitas 10.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

**Kata kunci :** Ammonia, Dietanolamin, Etilen Oksida, RAP

## ABSTRACT

*Diethanolamine plant is a chemical plant that can be considered in the establishment of factories in Indonesia. The Diethanolamine plant uses ethylene oxide and ammonia as raw materials with a capacity of 10,000 tons/year which is planned to be built in Gresik, East Java, covering an area of 27,500 m<sup>2</sup>, requiring a workforce of 163 employees, which will be planned in 2030. Diethanolamine is made through the reaction of ethylene oxide with monoethanolamine. The Diethanolamine production process uses a Pipe Flow Reactor (RAP) at a temperature of 50°C and a pressure of 25 atm. Raw materials ammonia 5,210.922 kg / hour and ethylene oxide 3,850.864 ton / hour. to support the reaction process requires water as much as 915.649 kg / hour and 160.947 kW of electricity. Utilities required for each year include steam water 5,050.131 kg / hour, cooling water 9,347.131 kg / hour, domestic water 1,950.384 kg / hour, process water 905.649 kg / hour, service water 589.583 kg / hour. the results of the economic analysis show pre-tax profits of Rp. 394,692,203,725 and after-tax profits of Rp. 315,753,762,980. Percent Return On Investment (ROI) before tax amounted to 68.13% and after tax 54.50%. Pay Out Time (POT) before tax for 1.3 years and after tax for 1.6 years. Break Event Point (BEP) of 41.04% and Shut Down Point (SDP) of 29.79%. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) of 23.77%. Based on the above economic analysis, the Diethanolamine plant with a capacity of 10,000 tons / year is feasible to establish.*

**Keywords:** *Ammonia, Diethanolamine, Ethylene Oxide, RAP*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Industri merupakan bidang yang dapat mengelola barang mentah menjadi barang konsumsi yang memiliki nilai tambah. Saat ini bidang industri di Indonesia sedang melakukan pengembangan salah satunya yaitu mendirikan pabrik industri kimia. Pembangunan pabrik kimia ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan perekonomian yang semakin meningkat khususnya dalam industri detergen, sabun, sampo, kosmetik, bahan pembersih dan tekstil. Salah satu bahan baku yang digunakan dalam industri tersebut yaitu dietanolamin.

Dietanolamin atau DEA dengan rumus kimia  $C_4H_{11}NO_2$  merupakan salah satu bahan baku yang digunakan untuk pemurnian, gas dan pelarut, sebagai bahan baku kosmetik, herbisida, dan penghambat korosi. Kebutuhan dietanolamin setiap tahunnya mengalami peningkatan, namun Indonesia sampai saat ini masih mengimpor dari negara luar karena Indonesia belum memproduksi dietanolamin. Monoetanolamin, Dietanolamin, dan Trietanolamin (MEA, DEA, TEA) merupakan golongan dari etanolamin. Masing-masing golongan tersebut memiliki kegunaan sendiri-sendiri, Monoetanolamin (MEA) digunakan sebagai absorben untuk menghilangkan  $CO_2$  dari limbah cair. Dietanolamin (DEA) digunakan sebagai bahan baku

tambahan dalam produk seperti sampo, sabun, kosmetik dan kondisioner rambut. Dietanolamin memiliki titik leleh yaitu 28°C, jika berada di bawah titik leleh maka akan berbentuk padatan putih sedangkan jika berada di atas titik leleh maka akan membentuk cairan kental. Dietanolamin dapat larut dalam air, etanol dan titik didih tinggi serta dapat menyerap karbon dioksida dari udara. Uap dietanolamin dapat menyebabkan iritasi mata, kulit dan pernapasan. Trietanolamin (TEA) digunakan sebagai bahan penambahan industri detergen dan kosmetik.

Dietanolamin memiliki peranan yang cukup besar dalam bidang industri, sehingga diperlukan pabrik dietanolamin. Pendirian pabrik dietanolamin dapat mengurangi nilai impor dan menambah devisa negara dengan melakukan ekspor, serta dapat menambah peluang untuk lapangan pekerjaan sesuai dengan bidangnya. Pada pabrik ini tidak hanya menghasilkan dietanolamin namun dapat menghasilkan trietanolamin dan monoetanolamin.

## **1.2 Kapasitas Perancangan**

Indonesia melakukan impor dietanolamin untuk memenuhi kebutuhannya. Hal ini dapat dijadikan potensi dengan adanya pabrik dietanolamin di Indonesia. Data potensi dapat dilihat pada Badan Pusat Statistik (BPS) dari nilai ekspor dan impor tiap tahunnya. Berikut nilai ekspor impor dietanolamin tahun 2017 hingga 2021 dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Data Kapasitas Impor Dietanolamin di Indonesia

Tahun	Impor (Ton/Tahun)
2017	4.207.097
2018	6.371.176
2019	5.488.985
2020	4.297.655
2021	7.502.768

(Sumber : Badan Pusat Statistik)

Tabel 1. 2 Data Kebutuhan Dietanolamin Negara ASEAN

No	Negara	Impor (Kg/Tahun)
1	Malaysia	4.879.794
2	Singapore	1.272.649
3	Thailand	2.345.730

(Sumber : Badan Pusat Statistik)

Tabel 1. 3 Data Konsumsi Diethanolamin

Tahun	konsumsi (Ton/Tahun)
2017	3.272,134
2018	3.330,572
2019	3.458,630
2020	3.711,991
2021	3.837,285

(sumber : Indonesia Commercial Newsletter)

Berikut merupakan beberapa pabrik dietanolamin yang sudah berdiri di luar negeri.

Tabel 1. 4 Pabrik Dietanolamin Di Luar Negeri

No	Industri	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1	Fushun Northern Chemical Co., Ltd	China	10.000
2	Jiangsu Yixing Yinyan Chemical Co., Ltd	China	10.000
3	Jiaying Jinyan Chemical Co., Ltd	China	30.000
4	Shanghai Fujia Fine Chemical Co., Ltd	China	12.000
5	Baoli Fattyamine Inc.	China	10.000

(Sumber : ecrobot.com, 2020)

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa kebutuhan dietanolamin di indonesia dapat dikembangkan. Proses produksi dietanolamin direncanakan akan beroperasi pada tahun 2030. Perkiraan jumlah kapasitas pabrik pada tahun 2030 dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

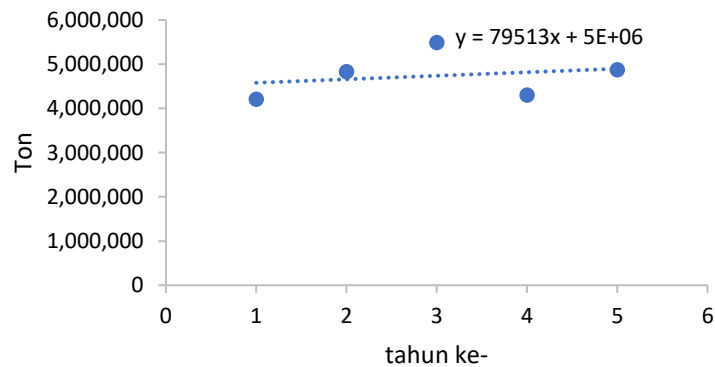
$$\text{Peluang} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$= (\text{ekspor} + \text{konsumsi dalam negeri}) - (\text{impor} + \text{produksi dalam negeri})$$

Tabel 1. 4 Data Perhitungan Peluang Kapasitas

Tahun	Tahun ke	Impor (ton/tahun)
2017	1	4.207,097
2018	2	4.831,748
2019	3	5.488,985
2020	4	4.297,655
2021	5	4.871,706

Dapat dilihat bahwa pada tahun ke-5 mengalami kenaikan yang dapat dijadikan peluang untuk membangun pabrik dietanolamin. Grafik peluang pasar dietanolamin dapat dilihat pada gambar 1.1



Gambar 1. 1 Grafik Peluang Kapasitas di Indonesia

Perhitungan produksi dietanolamin sebagai berikut :

$$y = 79513x + 5E+06$$

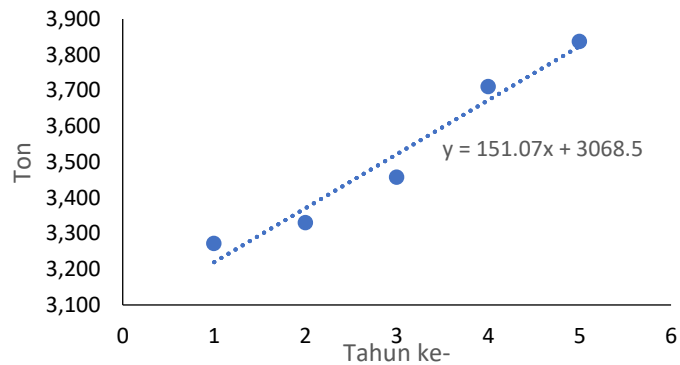
$$x = 14 \text{ (pada tahun 2030)}$$

dimana x = proyeksi tahun pabrik didirikan

$$\text{Maka, } y = (79513 \times 14) + 5.000.000$$

$$= 6.113,182 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan kebutuhan diethanolamin di indonesia pada tahun 2021 yang telah diketahui, maka didapatkan nilai *supply* diethanolamin yaitu 6.113,182 Ton.



Gambar 1. 2 Grafik Konsumsi Dietanolamin

Perhitungan produksi dietanolamin sebagai berikut :

$$y = 151,07x + 3068,5$$

$$x = 14 \text{ (pada tahun 2030)}$$

dimana x = proyeksi tahun pabrik didirikan

$$\text{Maka, } y = (151,07 \times 14) + 3068,5$$

$$= 24.218,3 \text{ ton/tahun}$$

Dari perhitungan konsumsi diethanolamin di indonesia pada tahun 2021 yang telah diketahui, maka didapatkan nilai *Demand* diethanolamin yaitu 24.218,3 Ton.

Berdasarkan proyeksi impor dan konsumsi pada tahun 2030, maka peluang pasar untuk diethanolamin dapat ditentukan dengan kapasitas perancangan pabrik sebagai berikut ;

$$\text{Peluang} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$\text{Peluang} = (24.218,300 - 6.113,182) \text{ Ton}$$

$$\text{Peluang} = 18.105 \text{ Ton}$$



Berdasarkan analisa *Demand-Supply*, Peluang kapasitas produksi dietanolamin yaitu sebesar 18.105 ton/tahun, nilai kapasitas produksi dietanolamin terkecil pada tabel 1.4 yaitu 10.000 ton/tahun dan kapasitas terbesar yaitu 30.000 ton/tahun. Maka dengan pertimbangan dari data tersebut besar kapasitas pabrik dietanolamin yang akan didirikan yaitu sebesar 10.000 Ton/tahun.

### **1.3 Tinjauan Pustaka**

#### **1.3.1 Keunggulan Produk**

Dietanolamin merupakan senyawa kimia yang memiliki rumus molekul  $C_4H_{11}NO_2$  yang digunakan untuk pemurnian, gas pelarut, sebagai bahan baku kosmetik, herbisida, dan penghambat korosi. Dalam kehidupan sehari-hari dietanolamin banyak digunakan sebagai pembuatan dietanolamin dan garam dietanolamin dari asam lemak yang diformulasikan menjadi sabun dan surfaktan yang digunakan dalam cucian piring, kosmetik, sampo dan kondisioner rambut. Di dalam kilang minyak dietanolamine di gunakan untuk menghilangkan hidrogen sulfida dari gas asam.

### 1.3.2 Proses Pembuatan Dietanolamin

Proses Pembuatan dietanolamin dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan katalis dan non katalis :

Tabel 1. 5 Perbandingan Proses Pembuatan Dietanolamin

Tinjauan	Katalis	Non-Katalis
Kondisi Operasi	T = 50 - 132°C P = 500 – 2000 Psig	T = 50 – 250°C P = 150 – 1500 Psig
Konversi	98%	95%
Yield	100%	100%
Bahan Baku	Ammonia dan Etilen Oksida	Ammonia dan Etilen Oksida
Katalis	Silika-alumina, zeolite, acid clays, atau logam oksida asam	-
Perbandingan Rasio	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O dan NH <sub>3</sub> berkisar antara 3:1 sampai 40:1	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O dan NH <sub>3</sub> berkisar antara 1:1 sampai 10:1

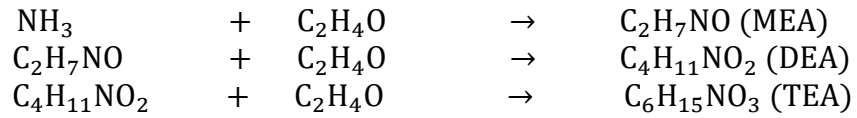
(Sumber : US Patent 4438281, US Patent 4845296)

Pada perancangan ini dipilih pembuatan diethanolamin dengan metode non-katalis dengan pertimbangan :

- Tidak memerlukan dua jenis reaktor utama dalam pembentukan dietanolamin sehingga lebih ekonomis
- Reaksi tidak memerlukan katalis sehingga lebih ekonomi
- Reaksi cair-cair lebih mudah dalam pengoperasian dan proses kontrol

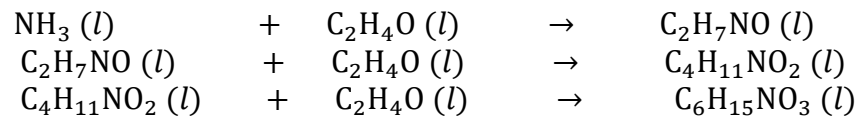
### 1.3.3 Dasar Reaksi

Reaksi proses pembentukan dietanolamine dengan cara mereaksikan kedua bahan baku yaitu ammonia dan etilen oksida sebagai berikut :



### 1.3.4 Fase Reaksi

Fase reaksi untuk reaksi antara ammonia dan etilen oksida membentuk dietanolamin adalah sebagai berikut :



### 1.3.5 Kondisi Operasi

Reaksi pembentukan dietanolamin dijalankan dalam fase cair.

## 1.4 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika bertujuan untuk menentukan sifat reaksi dan arah reaksi, sehingga perlu perhitungan dengan menggunakan panas pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ) dan juga harga gibbs pembentukan standar ( $\Delta G_f^\circ$ ).

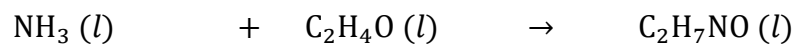
Berikut harga panas pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ) dari tiap-tiap reaktan dan produk dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. 6 Harga  $\Delta H_f^\circ$  Masing-Masing Komponen

No	Komponen	$\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)
1.	$NH_3$ (Ammonia)	-43,42
2.	$C_2H_4O$ (Ethylene Oxide)	-52,63
3.	$C_2H_7NO$ (MEA)	-210,19
5.	$C_4H_{11}NO_2$ (DEA)	-396,88
6.	$C_6H_{15}NO_3$ (TEA)	-562,08

Sumber : (Yaws, 1999)

Berdasarkan tabel diatas harga ( $\Delta H_f^\circ$ ), didapatkan harga ( $\Delta H_f^\circ$ ) 298°k dengan persamaan berikut :



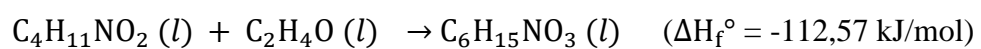
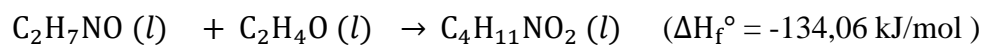
$$(\Delta H_f^\circ) = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$= \Delta H_f^\circ \text{ MEA} - \Delta H_f^\circ (\Delta H_f^\circ \text{ etilen oksida} + \Delta H_f^\circ \text{ ammonia})$$

$$= -210,19 - (-52,63 + -43,42)$$

$$= -114,14 \text{ kJ/mol}$$

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



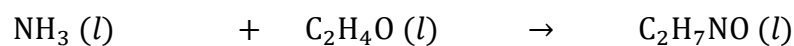
Setelah didapatkan nilai panas pembentukan pada masing-masing reaksi pembentukan MEA, DEA dan TEA maka dapat disimpulkan bahwa reaksi pembentukannya bersifat eksotermis. Sedangkan untuk harga Gibbs pembentukan standar ( $\Delta G_f^\circ$ ) dari tiap tiap reaktan dan produk dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. 7 Harga  $\Delta G_f^\circ$  Masing-Masing Komponen

No	Komponen	$\Delta G_f^\circ$ (kJ/mol)
1.	$NH_3$ (Ammonia)	-16,40
2.	$C_2H_4O$ (Ethylene Oxide)	-13,10
3.	$C_2H_7NO$ (MEA)	-106,88
4.	$C_4H_{11}NO_2$ (DEA)	-214,08
5.	$C_6H_{15}NO_3$ (TEA)	-299,93

Sumber : (Yaws, 1999)

Berdasarkan tabel diatas harga  $\Delta G_f^\circ$ , didapatkan harga  $\Delta G_f^\circ$  298K dengan persamaan berikut :



$$(\Delta G_f^\circ) = \Delta G_f^\circ \text{ produk} - \Delta G_f^\circ \text{ reaktan}$$

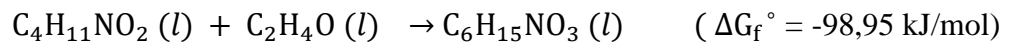
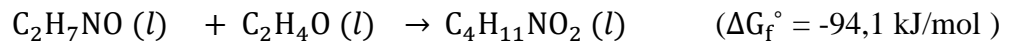
$$= \Delta G_f^\circ \text{ MEA} - \Delta G_f^\circ (\Delta G_f^\circ \text{ etilen oksida} + \Delta G_f^\circ \text{ ammonia})$$

$$= -106,88 - (-13,10 + -16,40)$$

$$= -77,38 \text{ kJ/mol}$$

Sehingga dengan menggunakan rumus yang sama, didapatkan harga reaksi

pembentukan DEA dan TEA sebagai berikut :



Setelah didapatkan nilai Gibbs pada masing-masing reaksi pembentukan MEA, DEA, dan TEA maka dapat disimpulkan bahwa reaksi pembentukannya bersifat spontan.

### 1.5 Tinjauan Kinetika

Tinjauan kinetika diperoleh melalui persamaan arrhenius dengan rumus sebagai berikut :

$$k = \frac{Ae^{-E_a}}{RT}$$

Dimana,

k = Kecepatan reaksi

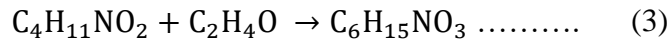
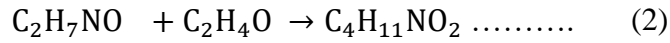
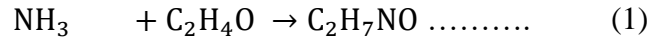
A = Faktor pra eksponensial

E<sub>a</sub> = Energi aktivasi

R = Konstanta gas

T = Temperatur absolut

Reaksi pembentukan MEA, DEA dan TEA sebagai berikut :



Laju reaksi didapatkan dari fungsi konsentrasi dari reaktan sebagai berikut :

$$r_1 = k_1 C_{\text{NH}_3} C_{\text{EO}} \quad \text{dimana } k_1 = 7845 \times \exp\left(-\frac{11500}{RT}\right)$$

$$r_2 = k_2 C_{\text{MEA}} C_{\text{EO}} \quad \text{dimana } k_2 = (8.151 - 1.051 C_w) \times K_1$$

$$r_3 = k_3 C_{\text{DEA}} C_{\text{EO}} \quad \text{dimana } k_3 = (14.181 - 0.196 C_w) \times K_1$$

Dengan,

$$R = 8,3145 \text{ J/mol.K}$$

$$T = 323,15 \text{ K}$$

$$C_w = 0,72$$

Sehingga dengan persamaan di atas didapatkan hasil sebagai berikut :

$$k_1 = 108,580 \text{ L/mol.s}$$

$$k_2 = 802,870 \text{ L/mol.s}$$

$$k_3 = 1524,450 \text{ L/mol.s}$$

(www.sciencedirect.com, (Devnarayan Devaraja, 2022))

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 2.1.1 Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Produk

Tabel 2. 1 Sifat Fisik dan Kimia Produk

Sifat Fisik dan Kimia	MEA	DEA	TEA
Rumus Molekul	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO	C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>3</sub>
Berat Molekul (gr/mol)	61,08	105,14	149,19
Titik Didih (°C)	171	286	340
Titik Beku (°C)	10	28	21
Densitas (g/cm <sup>3</sup> ) (20°C)	1016	1091,2	1124,8
Viskositas (mPa.s)	23,2	389	930
Kapasitas Panas (j/kg.K)	8481	6384	5178
Kemurnian	90%	96%	99%
Impuritas (air)	10%	4%	1%
Wujud	Cair	Cair	Cair

(Sumber : Yaws, 1999; Perry, 1999; Kirk dan Othmer 1982).

#### 2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

##### 2.2.1 Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku

Tabel 2. 2 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku

Sifat Fisik dan Kimia	Ammonia	Etilen Oksida
Rumus Molekul	NH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O
Berat Molekul (gr/mol)	17,031	44,053
Titik Didih (°C)	-33,35	10,7
Titik Beku (°C)	-77,7	-112,5
Densitas (g/cm <sup>3</sup> ) (20°C)	0,67	0,87
Viskositas (mPa.s)	1,0128 x 10 <sup>-5</sup>	5,39 x 10 <sup>-4</sup>
Kapasitas Panas (j/kg.K)	81,465	81,367
Wujud	Cair	Cair

(Sumber : Kirk dan Othmer 2004).



## 2.3 Safety Data

Tabel 2. 3 Safety Data

Senyawa	Hazard	Level	Keterangan	Pencegahan
$NH_3$	Korosif	2	Berbahaya – gunakan pelindung nafas	Jika terkena kulit: Dapatkan nasehat atauperhatian medis
	Beracun	3	Berbahaya – gunakan pelindung nafas	Jika terhirup: Pindahkan korban ke tempat berudara segar dan baringkan dengan posisi yang nyaman untuk bernafas
	Mudah Terbakar	1	Harus dipanaskan dahulu baru menyala	Jangan dinyalakan bila tidak diperlukan
Etilen Okside	Iritasi	2	Berbahaya – gunakan pelindung nafas	Jika terkena mata: Bilas secara hati-hati dengan air selama beberapa menit. Lepaskan lensa kontak jika memakainya. Dan Jika terjadi iritasi kulit: Dapatkan nasehat atau perhatian medis Jika terhirup: Pindahkan korban ke tempat berudara segar dan baringkan dengan posisi yang nyaman untuk bernafas
	Beracun	3	Sangat bahaya – gunakan pelindung	Jika terhirup: Pindahkan korban ke tempat berudara segar dan baringkan dengan posisi yang nyaman untuk bernafas

Tabel 2.3..(lanjutan)

Senyawa	Hazard	Level	Keterangan	Pencegahan
	Mudah Terbakar	1	Harus dipanaskan dahulu baru menyala	Jangan dinyalakan bila tidak diperlukan
	Berbahaya Bagi Kesehatan	1	Sedikit berbahaya	Hubungi dokter jika Anda merasa tidak sehat.
MEA	Korosif	1	Sedikit berbahaya	Jika terkena kulit: Dapatkan nasehat atau perhatian medis
	Beracun	2	Terlalu berbahaya	Jika terhirup: Pindahkan korban ke tempat berudara segar dan baringkan dengan posisi yang nyaman untuk bernafas Jangan dinyalakan bila tidak diperlukan
	Berbahaya bagi Kesehatan	1	Sedikit Berbahaya	Hubungi dokter jika Anda merasa tidak sehat.
DEA	Iritasi	2	Bahaya – gunakan pelindung nafas	Jika terkena mata: Bilas secara hati- hati dengan air selama beberapa menit. Lepaskan lensa kontak jika memakainya. Dan Jika terjadi iritasi kulit: Dapatkan nasehat atau perhatian medis Jika terhirup: Pindahkan korban ke tempat berudara segar dan baringkan dengan posisi yang nyaman untuk bernafas

Tabel 2.3..(lanjutan)

Senyawa	Hazard	Level	Keterangan	Pencegahan
	Beracun	4	Terlalu berbahaya	Jika terhirup: Pindahkan korban ke tempat berudara segar dan baringkan dengan posisi yang nyaman untuk bernafas
	Berbahaya bagi Kesehatan	1	Sedikit berbahaya	Hubungi dokter jika Anda merasa tidak sehat.
TEA	Berbahaya bagi Kesehatan	2	Menyala pada suhuagak tinggi, dibawah 93°C	Hubungi dokter jika Andamerasa tidak sehat
	Mudah terbakar	1	Harus dipanaskan dahulu baru menyala	Jangan dinyalakan bilatidak diperlukan

(Sumber : Pubchem)

## 2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*quality control*) merupakan kegiatan-kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal mutu atau standar dapat tercermin dalam hasil akhir (Sofyan Assauri, 2004).

### 2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Suatu bahan baku dapat digunakan jika bahan baku tersebut sudah memenuhi standart,yang diamati dari berbagai segi prosesnya, salah satunya dari kualitas bahan baku. Kualitas bahan baku sangat berpengaruh pada proses produksi, maka dari itu diperlukanpengendalian kualitas bahan baku sebelum memasuki proses pembuatan suatu produksi

disebuah industri. Tujuan dari pengendalian kualitas ini agar mengetahui kualitas dari sebuah bahan baku apakah sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan. Spesifikasi tersebut dapat ditetapkan dengan spesifikasi dari Amerika yaitu ASTM 1972.

#### **2.4.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi**

Proses produksi merupakan sebuah kegiatan penting dalam penjalanan produksi di semua industri (T.Hani Handoko, 2001). Perencanaan dan pengendalian setiap jenis produksi sangat beragam. Selain beragam, jenis produksi juga mempunyai kelebihan serta kekurangannya masing-masing. Pengendalian produksi sangat penting dilakukan

agar proses produksi berjalan efektif serta efisien. Untuk menghasilkan produk yang halus dan memenuhi spesifikasi diperlukan proses produksi yang terkendali, proses produksi ini akan mengontrol semua komponen penting dalam suatu industri. Untuk menjalankan proses produksi diperlukan sebuah alat kontrol otomatis yang pengaturannya berpusat di ruang kontrol. Alat kontrol tersebut memiliki indikator yang sudah ditetapkan nilainya (*set point*). Jika terjadi sebuah kesalahan, indikator tersebut akan memberikan tanda dengan menyalanya lampu atau bunyi alarm yang nantinya dikembalikan sesuai dengan kondisi awal secara otomatis. Ada beberapa alat pengendalian produksi yang digunakan pada industri seperti: *Flow Control*, *Level*

*Control, Ratio Control, Temperature Control, serta Pressure Control.*

a. *Flow Control*

*Flow Control* merupakan sebuah alat yang digunakan sebagai pengendalian terhadap laju alir agar tidak terlalu cepat maupun lambat. Berbeda dari pengendalian lainnya, pengendalian ini tidak diperlukan *positioner*. Tujuannya ialah untuk memaksimalkan kinerja pengendalian.

b. *Level control*

*Level control* merupakan alat yang dipasang pada tangki cairan. Fungsi alat ini ialah untuk mengatur tingkat ketinggian dari sebuah alat. Alat ini memanfaatkan sinyal *pneumatic* yang nantinya akan diubah menjadi arus listrik yang akan dikirimkan menuju *control valve*.

c. *Ratio Control*

*Ratio Control* merupakan alat yang berfungsi sebagai pengatur aliran yang bercabang agar ratio perbandingan tiap aliran sama. *Ratio Control* ini dihubungkan oleh *flow control* dengan memanfaatkan sinyal elektrik yang nantinya mengirimkan sebuah perintah kepada *flow control* jika terdapat gangguan.

#### d. *Temperature Control*

*Temperature Control* merupakan alat yang berfungsi sebagai pengendalian suhu, pada pengendalian suhu ini relatif lebih lambat. Pengendalian suhu ini umumnya mempunyai *gain proses* yang berbanding terbalik dengan aliran proses. *Temperature Control* ini memiliki termokopel yang terletak pada ujung depan serta berfungsi sebagai sensor.

#### e. *Pressure Control*

*Pressure Control* merupakan sebuah alat yang berfungsi sebagai pengendali tekanan, pengendali tekanan ini dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok seperti: tekanan cair, uap, dan gas. Selain digunakan sebagai pengendali alat ini juga dapat mengetahui tekanan pada operasi yang sudah ditetapkan pada alat tersebut.

### **2.4.3 Pengendalian Waktu Produksi**

Jika produktivitas kerja dan target produksi dapat dicapai, maka pabrik tersebut harus beroperasi selama 24 jam penuh. Untuk mengoperasikan pabrik tersebut selama 24 jam penuh diperlukan sumber daya manusia untuk melakukan pengawasan pada pabrik tersebut. Karena suatu pabrik tersebut beroperasi selama 24 jam penuh maka perlu

diberlakukannya sistem *shift* untuk mengoptimalkan kinerja kerja. Selain untuk mengoptimalkan kinerja kerja sumber daya manusianya, sistem *shift* ini juga dapat mengurangi tingkat kelelahan dari para pekerja.

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

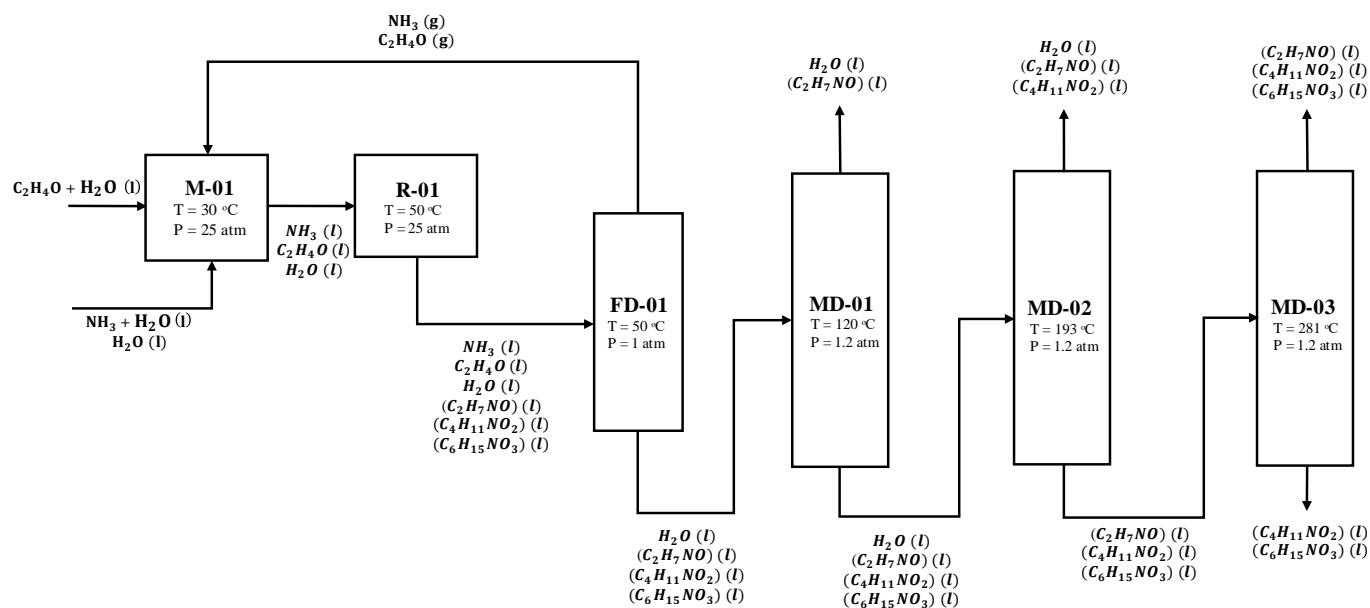
Untuk mendapatkan produk yang berkualitas standart diperlukan bahan yang berkualitas, pemantauan proses dan *control* dapat dilakukan dengan bantuan sistem *control* untuk mendapatkan produk yang berkualitas. Produk yang lulus uji sertamemenuhi standart yang digunakan untuk memungkinkan produk tersebut dipasarkan.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Diagram Alir Proses dan Material

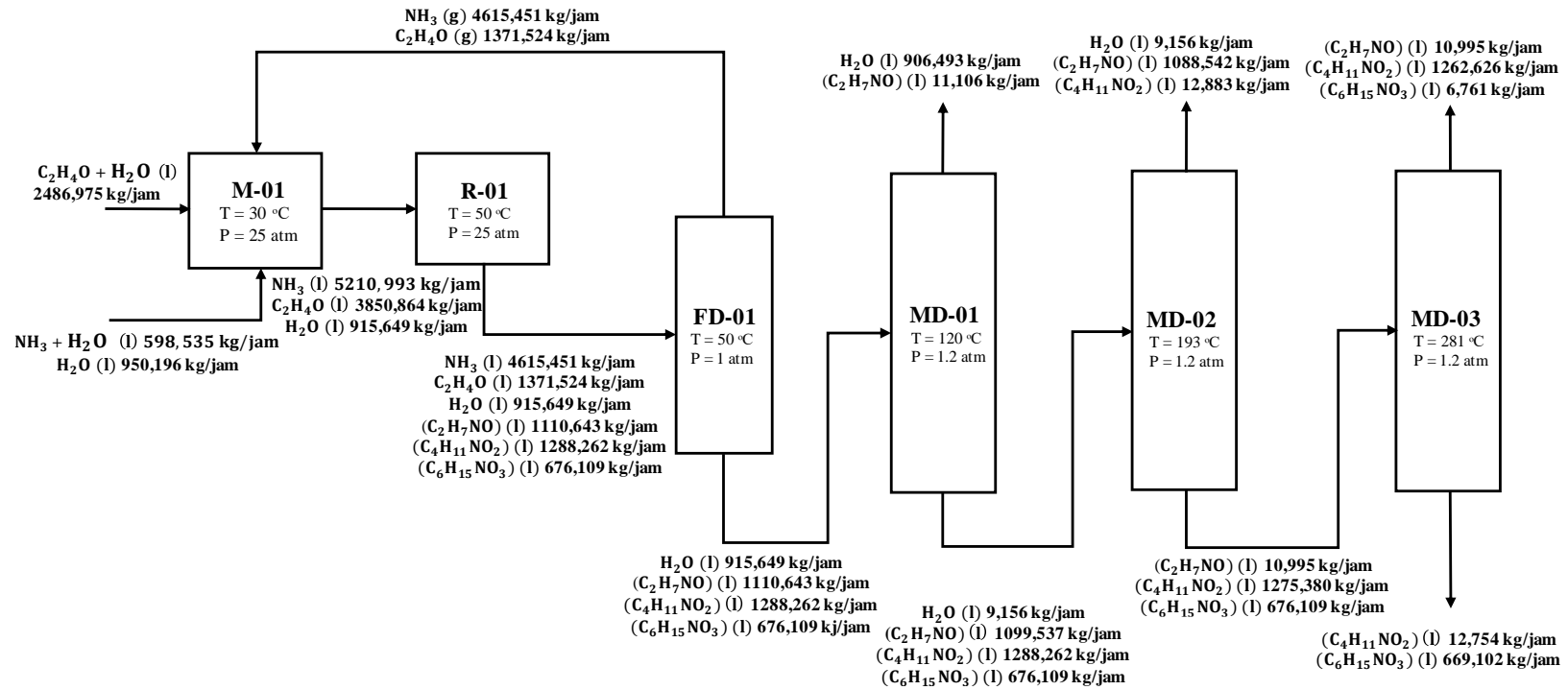
##### 3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif



### 3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif

### **3.2 Uraian Proses**

Secara keseluruhan proses pembuatan produk diethanolamine dalam fase cair dengan menggunakan bahan baku ammonia dan etilen oksida dibagi menjadi lima tahapan, yaitu :

- a. Tahap Penyiapan Bahan Baku
- b. Tahap Pencampuran Bahan Baku
- c. Tahap Pembentukan Produk
- d. Tahap Pemisahan Produk
- e. Tahap Penyimpanan Produk

#### **3.2.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku**

Pada tahap ini bertujuan untuk mempersiapkan bahan baku ammonia dan etilen oksida guna mendekati kondisi operasi pada reaktor. Pertama-tama ammonia di suplai dari PT. Petrokimia Gresik dengan sistem pemipaan kedalam tangka penyimpanan (T-01) yang berbentuk *vertical* pada suhu 30 °C dan tekanan 12 atm. Sedangkan, untuk etilen oksida sudah tersedia di dalam tangki (T-02) dimana etilen oksida ini di suplai terlebih dahulu dari PT. Polychem Indonesia. Rasio penggunaan bahan baku, ammonia dengan etilen oksida adalah 3,5:1.

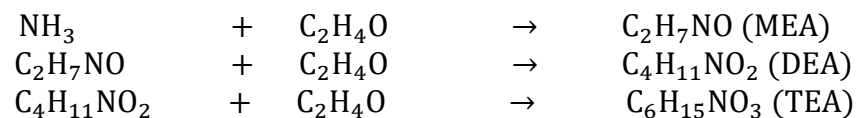
### 3.2.2 Tahap Pencampuran Bahan Baku

Selanjutnya setelah semua bahan baku di siapkan, bahan baku akan melalui tahap pencampuran dimana semua bahan baku masuk kedalam *mixer* (M-01) dengan kondisi operasi pada *mixer* suhu 30 °C dan tekanan 25 atm. Pada tahap ini bahan baku belum mendekati *temperature* reaktor (R-01) maka dari itu bahan baku terlebih dahulu masuk ke HE-01 dengan tujuan mengalami pemanasan. Masuk HE-01 pada suhu 30 °C dan setelah mentransfer panas akan mengalami kenaikan suhu menjadi 50 °C. Sehingga bahan baku dapat di masukkan ke dalam reaktor (R-01) untuk pembentukan produk.

### 3.2.3 Tahap Pembentukan Produk

Tahap ini bertujuan sebagai mereaksikan ammonia dan etilen oksida dalam Reaktor Alir Pipa (RAP) yang dilengkapi dengan jaket pendingin dan kondisi operasi suhu 50 °C dengan tekanan 25 atm tanpa katalis.

Reaksi antara ammonia dan etilen oksida adalah seperti berikut :



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

### 3.2.4 Tahap Pemisahan Produk

#### a. Pemisahan Ammonia dan Air

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan ammonia serta air di dalam campuran, pemisahan ini menggunakan alat *flashdrum* (FD-01) dimana kondisi operasi FD-01 suhu 50°C dan tekanan 1 atm ammonia dan air menguap serta naik ke atas permukaan FD-01 lalu di *recycle* menuju ke *mixer* M-01, sedangkan untuk MEA DEA TEA dan sedikit air sebagai pengotor akan turun ke bawah permukaan FD-01 menjadi liquid yang nantinya akan masuk ke dalam menara distilasi.

#### b. Pemisahan (MEA, DEA, TEA)

Tahap ini bertujuan sebagai pemisahan antara ketiga produk tersebut dan sedikit air pengotor, air pada tahap ini akan menguap di dalam menara distilasi MD-01 dan naik ke atas permukaan dengan kondisi operasi suhu 122°C dan tekanan 1,2 atm air yang menguap kemudian didinginkan dan akan dibuang ke UPL, produk MEA DEA TEA akan membentuk liquid dan turun ke dasar MD-01 yang nantinya akan masuk ke MD-02 untuk pemisahan.

Pada MD-02 terjadi pemisahan MEA, DEA, dan TEA dengan kondisi operasi suhu 194 °C dan tekanan 1,2 atm, produk MEA akan membentuk uap yang nantinya naik ke atas permukaan MD-02 MEA yang menguap kemudian didinginkan dan disimpan ke dalam tangki penyimpanan produk (T-03) pada suhu 30 dan tekanan 1 atm, serta untuk

DEA TEA akan membentuk liquid yang nantinya akan turun ke dasar MD-02 dan masuk ke dalam MD-03 untuk pemisahan.

Pada MD-03 terjadi pemisahan DEA, dan TEA dengan kondisi operasi suhu 281 °C dan tekanan 1,0 atm, produk DEA akan membentuk uap yang nantinya naik ke atas permukaan MD-03 yang menguap kemudian didinginkan disimpan ke dalam Tangki penyimpanan produk (T-04) pada suhu 30 dan tekanan 1 atm serta untuk TEA akan membentuk liquid yang nantinya akan turun ke dasar MD-03, kemudian didinginkan dan disimpan ke dalam tangki penyimpanan produk (T-05) pada suhu 30 dan tekanan 1 atm.

### **3.2.5 Tahap Penyimpanan Produk**

Penyimpanan produk dibagi menjadi 3, yaitu penyimpanan produk MEA DEA TEA. Pada menara distilasi (MD-02) produk MEA perlu didinginkan menggunakan *cooler* pada suhu 30 sebelum disimpan dalam tangki penyimpanan produk (T-03) selain itu pada menara distilasi (MD-03) produk DEA perlu didinginkan menggunakan *cooler* pada suhu 30 sebelum pada suhu 30 dan tekanan 1 atm disimpan dalam tangki penyimpanan produk (T-04). Dan produk TEA perlu didinginkan menggunakan *cooler* pada suhu 30 sebelum pada suhu 30 dan tekanan 1 atm disimpan dalam tangki penyimpanan produk (T-05).

### 3.3 Spesifikasi Alat

#### 3.3.1 Unit Penyimpanan

##### a. Tangki Ammonia (T-01)

Tabel 3. 1 Spesifikasi Tangki Ammonia (T-01)

<b>Spesifikasi Umum Tangki Ammonia (T-01)</b>	
Nama alat	: Tangki Ammonia
Kode	: T-01
Fungsi	: Untuk menyimpan bahan baku (Ammonia)
Material	: <i>Stainless steel SA-283 Grade D</i>
Jenis Tangki	: <i>Cylindrical Vertical Tank, torispherical</i>
Lama Penyimpanan	: 14 hari
Fasa	: Cair
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 12 atm
Spesifikasi :	
Kapasitas	: 404,211 m <sup>3</sup>
Diameter	: 12,192 m
Tinggi	: 7,596 m
Jumlah <i>Course</i>	: 3 buah
Tebal <i>Shell</i>	: 0,4375 in
Tebal <i>Head</i>	: 0,6250 in
Harga	: \$ 516.709

##### b. Tangki Etilen Oksida (T-02)

Tabel 3. 2 Spesifikasi Umum Tangki Etilen Oksida (T-02)

<b>Spesifikasi Umum Tangki Etilen Oksida (T-02)</b>	
Nama alat	: Tangki Etilen Oksida
Kode	: T-02
Fungsi	: Untuk menyimpan bahan baku (Etilen Oksida)
Material	: <i>Stainless steel SA-283 Grade D</i>
Jenis Tangki	: <i>Cylindrical Vertical Tank, torispherical</i>

Tabel 3.2..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Tangki Etilen Oksida (T-02)</b>	
Lama Penyimpanan	: 14 hari
Fasa	: Cair
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 5 atm
Spesifikasi :	
Kapasitas	: 1.684,213 m <sup>3</sup>
Diameter	: 18,288 m
Tinggi	: 7,315 m
Jumlah <i>Course</i>	: 3 buah
Tebal <i>Shell</i>	: 1,000 in
Tebal <i>Head</i>	: 1,375 in
Harga	: \$ 2.003.605

c. Tangki Monoetanolamin (T-03)

Tabel 3. 3 Spesifikasi Umum Tangki Monoetanolamin (T-03)

<b>Spesifikasi Umum Tangki Monoetanolamin (T-03)</b>	
Nama alat	: Tangki Monoetanolamin (MEA)
Kode	: T-03
Fungsi	: Untuk menyimpan produk (MEA)
Material	: <i>Stainless steel SA-283 Grade D</i>
Jenis Tangki	: <i>Cylindrical Vertical Tank, torispherical</i>
Lama Penyimpanan	: 14 hari
Fasa	: Cair
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi :	
Kapasitas	: 434,706 m <sup>3</sup>
Diameter	: 12,192 m
Tinggi	: 6,282 m
Jumlah <i>Course</i>	: 4 buah
Tebal <i>Shell</i>	: 0,250 in
Tebal <i>Head</i>	: 1,125 in
Harga	: \$ 533.954

d. Tangki Dietanolamin (T-04)

Tabel 3. 4 Spesifikasi Umum Tangki Dietanolamin (T-04)

<b>Spesifikasi Umum Tangki Dietanolamin (T-04)</b>	
Nama alat	: Tangki Dietanolamin (DEA)
Kode	: T-04
Fungsi	: Untuk menyimpan produk (DEA)
Material	: <i>Carbon steel SA-167 Grade 11 type 316</i>
Jenis Tangki	: <i>Cylindrical Vertical Tank, torispherical</i>
Lama Penyimpanan	: 14 hari
Fasa	: Cair
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi :	
Kapasitas	: 466,624 m <sup>3</sup>
Diameter	: 12,192 m
Tinggi	: 7,574 m
Jumlah <i>Course</i>	: 4 buah
Tebal <i>Shell</i>	: 0,375 in
Tebal <i>Head</i>	: 1,375 in
Harga	: \$ 542.896

e. Tangki Trietanolamin (T-05)

Tabel 3. 5 Spesifikasi Umum Tangki Trietanolamin (T-05)

<b>Spesifikasi Umum Tangki Trietanolamin (T-05)</b>	
Nama alat	: Tangki Trietanolamin (TEA)
Kode	: T-05
Fungsi	: Untuk menyimpan produk (TEA)
Material	: <i>Carbon steel SA-167 Grade 11 type 316</i>
Jenis Tangki	: <i>Cylindrical Vertical Tank, torispherical</i>
Lama Penyimpanan	: 14 hari
Fasa	: Cair
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 30 °C



Tabel 3.5..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Tangki Trietanolamin (T-05)</b>	
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi :	
Kapasitas	: 201,249 m <sup>3</sup>
Diameter	: 10,668 m
Tinggi	: 5,675 m
Jumlah <i>Course</i>	: 4 buah
Tebal <i>Shell</i>	: 0,250 in
Tebal <i>Head</i>	: 1,125 in
Harga	: \$ 542.896

f. *Accumulator* (ACC-01)Tabel 3. 6 Spesifikasi Umum *Accumulator* (ACC-01)

<b>Spesifikasi Umum <i>Accumulator</i> (ACC-01)</b>	
Nama alat	: <i>Accumulator</i>
Kode	: ACC-01
Fungsi	: Menampung fluida keluaran kondensor pada MD-01
Material	: <i>Steinless Steel Grade SA-283 C</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 120°C
Tekanan	: 1,2 atm
Spesifikasi :	
Diameter	: 0,498 m
Panjang	: 3,241 m
Kapasitas Tangki	: 0,613 m <sup>3</sup>
Harga	: \$ 1.737

g. *Accumulator* (ACC-02)Tabel 3. 7 Spesifikasi Umum *Accumulator* (ACC-02)

<b>Spesifikasi Umum <i>Accumulator</i> (ACC-02)</b>	
Nama alat	: <i>Accumulator</i>
Kode	: ACC-02
Fungsi	: Menampung fluida keluaran kondensor pada MD-02

Tabel 3.7..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Accumulator (ACC-02)</b>	
Material	: <i>Steinless Steel Grade SA-283 C</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 194°C
Tekanan	: 1,2 atm
Spesifikasi :	
Diameter	: 0,544 m
Panjang	: 3,545 m
Kapasitas Tangki	: 0,801 m <sup>3</sup>
Harga	: \$ 1.737

h. *Accumulator (ACC-03)*

Tabel 3. 8 Spesifikasi Umum Accumulator (ACC-03)

<b>Spesifikasi Umum Accumulator (ACC-03)</b>	
Nama alat	: <i>Accumulator</i>
Kode	: ACC-03
Fungsi	: Menampung fluida keluaran kondensor pada MD-03
Material	: <i>Steinless Steel Grade SA-283 C</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 281°C
Tekanan	: 1,2 atm
Spesifikasi :	
Diameter	: 0,190 m
Panjang	: 1,301 m
Kapasitas Tangki	: 0,034 m <sup>3</sup>
Harga	: \$ 1.737

### 3.3.2 Unit Transportasi Bahan

#### a. pompa

Tabel 3. 9 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 8)

<b>Parameter</b>	<b>P-01</b>	<b>P-02</b>	<b>P-03</b>
Spesifikasi Fungsi	: Pompa : Memompa larutan <i>Aquous Ammonia</i> dari tangki penyimpanan (T-01) <i>mixer</i> (M-01)	: Pompa : Memompa <i>Ethylene Oxide</i> dari tangki penyimpanan (T-01) <i>mixer</i> (M-01)	: Pompa : Memompa hasil distilat dari <i>condenser</i> (CD-02) ke tangki <i>accumulator</i> (ACC-01)
Kondisi Operasi :			
Kapasitas Pump <i>Head</i>	: 48,725 gpm : 23,605 ft.lbf/lbm	: 23,799 gpm : 30,275 ft.lbf/lbm	: 4,346 gpm : 10,206 ft.lbf/lbm
Suhu Fluida	: 30 °C	: 30°C	: 30°C
Jenis Pompa	: <i>Centrifugal Pump</i>	: <i>Centrifugal Pump</i>	: <i>Centrifugal Pump</i>
Dimensi :			
<i>Flow Area</i>	: 4,79 in <sup>2</sup>	: 3,35 in <sup>2</sup>	: 0,864 in <sup>2</sup>
OD	: 2,88 in	: 2,38 in	: 1,32 in
ID	: 2,469 in	: 2,067 in	: 1,049 in
IPS	: 2,5 in	: 2 in	: 1 in
No. Sch	: 40	: 40	: 40
Power Motor	: 1 Hp (Standar NEMA)	: 1 Hp (Standar NEMA)	: 1/12Hp (Standar NEMA)
Material	: <i>Carbon Steel</i>	: <i>Carbon Steel</i>	: <i>Carbon Steel</i>
<i>Specific Speed</i>	: 5561 rpm	: 3224 rpm	: 3115 rpm
Harga	: \$ 4.854	: \$ 4.088	: \$ 4.088

Tabel 3. 10 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 8)

<b>Parameter</b>	<b>P-04</b>	<b>P-05</b>	<b>P-06</b>
Spesifikasi Fungsi	: Pompa : Memompa hasil <i>distilat</i> dari <i>condenser</i> (CD-03) ke tangki <i>accumulator</i> (ACC-02)	: Pompa : Memompa hasil <i>distilat</i> dari <i>condenser</i> (CD-04) ke tangki <i>accumulator</i> (ACC-03)	: Pompa : Memompa hasil <i>bottom</i> dari <i>reboiler</i> (RB-01) ke menara distilasi (MD-02)

Tabel 3.10..(lanjutan)

<b>Parameter</b>	<b>P-04</b>	<b>P-05</b>	<b>P-06</b>
Kondisi Operasi :			
Kapasitas	: 6,682 gpm	: 7,546 gpm	: 16,157 gpm
Pump Head	: 10,703 ft.lbf/lbm	: 10,089 ft.lbf/lbm	: 10,789 ft/lbf/lbm
Suhu Fluida	: 30	: 30	:30
Jenis Pompa	: <i>Centrifugal Pump</i>	: <i>Centrifugal Pump</i>	: <i>Centifugal Pump</i>
Dimensi :			
Flow Area	: 0,864 in <sup>2</sup>	: 1,5 in <sup>2</sup>	: 2,04 in <sup>2</sup>
OD	: 1,32 in	: 1,66 in	: 1,9 in
ID	: 1,049 in	: 1,38 in	: 1,61 in
IPS	: 1	: 1 ¼	: 1 ½
No. Sch	: 40	: 40	: 40
Power Motor	: 1/8 Hp (Standar NEMA)	: 1/8 Hp (Standar NEMA)	: 1/3 Hp (Standar NEMA)
Material	: <i>Carbon Steel</i>	: <i>Carbon Steel</i>	: <i>Carbon Steel</i>
Specific Speed	: 3227 rpm	: 4140 rpm	: 5761 rpm
Harga	: \$ 4.088	: \$ 4.152	: \$ 4.088

Tabel 3. 11 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 8)

<b>Parameter</b>	<b>P-07</b>	<b>P-08</b>
Spesifikasi	: Pompa	: Pompa
Fungsi	: Memompa hasil <i>bottom</i> dari <i>reboiler</i> (RB-02) ke menara distilasi (MD-03)	: Memompa hasil <i>bottom</i> dari <i>reboiler</i> (RB-03) ke <i>cooler</i> (CL- 04)
Kondisi Operasi :		
Kapasitas	: 11,392 gpm	: 4,072 gpm
Pump Head	: 9,944 ft.lbf/lbm	: 10,116 ft.lbf/lbm
Suhu Fluida	: 30	:30
Jenis Pompa	: <i>Centrifugal Pump</i>	: <i>Centrifugal Pump</i>
Dimensi :		
Flow Area	: 3,35 in <sup>2</sup>	: 0,864 in <sup>2</sup>
OD	: 2,38 in	: 1,32 in
ID	: 2,067 in	: 1,049 in
IPS	: 2	: 1
No. Sch	: 40	: 40

Tabel 3.11..(lanjutan)

<b>Parameter</b>	<b>P-07</b>	<b>P-08</b>
Power Motor	: 1/6 Hp (Standar NEMA)	: 1/8 Hp (Standar NEMA)
Material	: <i>Carbon Steel</i>	: <i>Carbon Steel</i>
<i>Specific Speed</i>	: 5142 rpm	: 3035 rpm
Harga	: \$ 4.088	: \$ 4.088

a. *Compressor* (CP-01)

Tabel 3. 12 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Gas (Jumlah Alat = 1)

<b>Parameter</b>	<b>CP-01</b>
Spesifikasi	: <i>Compressor</i>
Fungsi	: Menaikkan tekanan fluida gas aliran <i>recycle</i>
Bahan	: <i>Cast Iron</i>
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>
Jumlah	: 1
Tekanan operasi	: 1 atm
Temperatur operasi	: 50 °C
Laju alir massa	: 5986,97 kg/jam
Tenaga motor	: 1/2 Hp
<i>Efisiensi</i> motor	: 85%
Harga	: \$ 1.312

### 3.3.3 Unit Reaksi

#### a. Mixer (M-01)

Tabel 3. 13 Spesifikasi Umum Mixer (M-01)

<b>Spesifikasi Umum Mixer (M-01)</b>	
Kode	: M-01
Fungsi	: Untuk mencampurkan bahan baku (Ammonia, Etilen Oksida) dengan bahan <i>recycle</i>
Bahan	: <i>Sainless steel SA-283 Grade D</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 25 atm
Spesifikasi :	
Diameter (ID) <i>Shell</i>	: 1,321 m
Tinggi	: 2,649 m
Tebal <i>Shell</i>	: 1,125 in
Tinggi <i>Shell</i>	: 2,264 in
Tebal <i>Head</i>	: 1,125 in
Pengaduk :	
Diameter Pengaduk	: 0,440 m
Kecepatan Pengaduk	: 199,333 rpm
Power Pengaduk	: 25 Hp
Harga	: \$ 17.334

#### b. Reaktor (R-01)

Tabel 3. 14 Spesifikasi Umum Reaktor (R-01)

<b>Spesifikasi Umum Reaktor (R-01)</b>	
Kode	: R-01
Fungsi	: Sebagai tempat berlangsungnya reaksi antara ammonia dengan etilen oksida menjadi monoetanolamin, dietanolamin, serta trietanolamin
Jenis	: Reaktor Alir Pipa (RAP)
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-283 Grade D</i>
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 50 °C
Tekanan	: 25 atm

Tabel 3.14..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Reaktor (R-01)</b>	
Spesifikasi :	
Diameter	: 2,133 m
Panjang	: 8,500 m
Jenis <i>Head</i>	: <i>torispherical head</i>
Tebal <i>Head</i>	: 1,875 in
Volume	: 39,251 liter
Pendingin :	
Fungsi	: Menyerap panas untuk mempertahankan suhu reaktor 50 °C ( <i>Isothermal</i> )
Jenis Pendingin	: <i>Coil</i> Pendingin
Media Pendingin	: Air
Panjang <i>Coil</i>	: 5 m
Tebal <i>Coil</i>	: 1,05 in
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 23.760

### 3.3.4 Unit Pemisahan

#### a. *Flashdrum* (FD-01)

Tabel 3. 15 Spesifikasi Umum *Flashdrum* (FD-01)

<b>Spesifikasi Umum <i>Flashdrum</i> (FD-01)</b>	
Kode	: FD-01
Fungsi	: Untuk mengupkan sebagian besar bahan baku untuk kemudian di <i>recycle</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel SA-283 Grade D</i>
Jenis	: <i>Silinder Vertical</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi :	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi :	
Cair	: 0,0013 m <sup>3</sup> /s
Uap	: 0,4696 m <sup>3</sup> /s
Tinggi	: 7,971 m
Diameter	: 1,404 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>Head</i>	: 0,1875 in
Harga	: \$ 18.778

b. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 3. 16 Spesifikasi Umum Menara Distilasi (MD-01)

<b>Spesifikasi Umum Menara Distilasi (MD-01)</b>	
Kode	: MD-01
Fungsi	: Memisahkan H <sub>2</sub> O dalam campuran
Jenis	: <i>Multistage Distillation</i>
Tipe	: Tray
Material	: <i>Stainless steel SA-283 Grade C</i>
Kondisi Operasi :	
Umpan :	
Suhu	: 120°C
Tekanan	: 1,2 atm
Distilat :	
Suhu	: 107°C
Tekanan	: 1,19 atm
<i>Bottom :</i>	
Suhu	: 193°C
Tekanan	: 1,21 atm
Spesifikasi :	
<i>Shell :</i>	
Diameter	: 0,650 m
Tinggi	: 8,332 m
Tebal	: 0,188 m
<i>Head:</i>	
Tinggi	: 6,317 m
Tebal	: 0,188 m
<i>Tray :</i>	
Jenis Tray	: <i>Sieve tray</i>
<i>Feed plate</i>	: 4 (dihitung dari atas menara)
Jumlah <i>plate actual</i>	: 13
Diameter <i>hole</i>	: 0,007 m
Diameter Tray	: 0,847 m
Tray <i>spacing</i>	: 0,50 m
Tray <i>thickness</i>	: 0,005 m
Jumlah Lubang	: 722,279 buah
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 70.257



c. Menara Distilasi (MD-02)

Tabel 3. 17 Spesifikasi Umum Menara Distilasi (MD-02)

<b>Spesifikasi Umum Menara Distilasi (MD-02)</b>	
Kode	: MD-02
Fungsi	: Memisahkan MEA dalam campuran
Jenis	: <i>Multistage Distillation</i>
Tipe	: Tray
Material	: <i>Stainless steel SA-283 Grade C</i>
Kondisi Operasi :	
Umpan :	
Suhu	: 193°C
Tekanan	: 1,2 atm
Distilat :	
Suhu	: 181°C
Tekanan	: 1,19 atm
<i>Bottom :</i>	
Suhu	: 281°C
Tekanan	: 1,21 atm
Spesifikasi :	
<i>Shell :</i>	
Diameter	: 1,000 m
Tinggi	: 8,059 m
Tebal	: 0,313 m
<i>Head:</i>	
Tinggi	: 6,690 m
Tebal	: 0,500 m
<i>Tray :</i>	
Jenis <i>Tray</i>	: <i>Sieve tray</i>
<i>Feed plate</i>	: 3 (dihitung dari atas menara)
Jumlah <i>plate actual</i>	: 12
Diameter <i>hole</i>	: 0,007 m
Diameter <i>Tray</i>	: 0,826 m
<i>Tray spacing</i>	: 0,50 m
<i>Tray thickness</i>	: 0,005 m
Jumlah Lubang	: 481,447 buah
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 61.954

d. Menara Distilasi (MD-03)

Tabel 3. 18 Spesifikasi Umum Menara Distilasi (MD-03)

<b>Spesifikasi Umum Menara Distilasi (MD-03)</b>	
Kode	: MD-03
Fungsi	: Memisahkan DEA dan TEA dalam campuran
Jenis	: <i>Multistage Distillation</i>
Tipe	: Tray
Material	: <i>Stainless steel SA-283 Grade C</i>
Kondisi Operasi :	
Umpan :	
Suhu	: 281°C
Tekanan	: 1,2 atm
Distilat :	
Suhu	: 267°C
Tekanan	: 1 atm
<i>Bottom :</i>	
Suhu	: 346°C
Tekanan	: 1,3 atm
Spesifikasi :	
<i>Shell :</i>	
Diameter	: 1,000 m
Tinggi	: 9,839 m
Tebal	: 0,188 m
<i>Head:</i>	
Tinggi	: 7.971 m
Tebal	: 0.188 m
<i>Tray :</i>	
Jenis Tray	: <i>Sieve tray</i>
Feed plate	: 4 (dihitung dari atas menara)
Jumlah plate actual	: 15
Diameter hole	: 0,007 m
Diameter Tray	: 0,607 m
Tray spacing	: 0,50 m
Tray thickness	: 0,005 m
Jumlah Lubang	: 641,973 buah
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 57.100

### 3.3.5 Unit Penukar Panas

#### a. Heater (HE-01)

Tabel 3. 19 Spesifikasi Umum Heater (HE-01)

<b>Spesifikasi Umum Heater (HE-01)</b>		
Fungsi	: Untuk memanaskan fluida dari 30 C menjadi 50 mixer (M-01) menuju reaktor (R-01)	
Jenis	: <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Stainless steel SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 30 °C	: 350 °C
Suhu Keluar	: 50 °C	: 350 °C
Tekanan	: 25 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 20 ft	
Hairpin	: 1 buah	
ID	: 4,026 in	: 3,068 in
OD	: 4,5 in	: 3,5 in
A	: 12,820 ft <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 6,938 psi	: 3,05E-04 psi
Rd	: 0.003 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 19.417	

#### b. Heater (HE-02)

Tabel 3. 20 Spesifikasi Umum Heater (HE-02)

<b>Spesifikasi Umum Heater (HE-02)</b>		
Fungsi	: Untuk memanaskan fluida dari 50 C menjadi 116 dari keluaran flashdrum (FD-01) menuju menara distilasi (MD-01)	
Jenis	: <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Stainless steel SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 50 °C	: 350 °C
Suhu Keluar	: 120 °C	: 350 °C
Tekanan	: 1,0 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>

Tabel 3.19..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Heater (HE-01)</b>		
Panjang	: 20 ft	
Hairpin	: 1 buah	
ID	: 4,026 in	: 3,068 in
OD	: 4,5 in	: 3,5 in
A	: 28,911 ft <sup>2</sup>	
Pressure Drop	: 1,650 psi	: 3,73E-04 psi
Rd	: 0,003 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 20.438	

## c. Cooler (CL-01)

Tabel 3. 21 Spesifikasi Umum Cooler (CL-01)

<b>Spesifikasi Umum Cooler (CL-01)</b>		
Fungsi	: Mendinginkan fluida (MEA) dari keluaran atas MD-02 ke T-03 (MEA)	
Jenis	: <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Stainless steel SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 25 °C	: 181 °C
Suhu Keluar	: 70 °C	: 30 °C
Tekanan	: 1,193 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 25 ft	
Hairpin	: 6 buah	
ID	: 4,026 in	: 3,068 in
OD	: 4,5 in	: 3,5 in
A	: 175,726 ft <sup>2</sup>	
Pressure Drop	: 0,030 psi	: 1,50E-09 psi
Rd	: 0,007 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 12.446	

d. Cooler (CL-02)

Tabel 3. 22 Spesifikasi Umum Cooler (CL-02)

<b>Spesifikasi Umum Cooler (CL-02)</b>		
Fungsi	: Mendinginkan fluida (DEA) dari keluaran atas MD-03 ke T-04 (DEA)	
Jenis	: <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 25 °C	: 269 °C
Suhu Keluar	: 70 °C	: 149 °C
Tekanan	: 1,300 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 25 ft	
Hairpin	: 6 buah	
ID	: 4,026 in	: 3,068 in
OD	: 4,5 in	: 3,5 in
A	: 26,668 ft <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 0,027 psi	: 8,34E-10 psi
Rd	: 0,114 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 13.732	

e. Cooler (CL-03)

Tabel 3. 23 Spesifikasi Umum Cooler (CL-03)

<b>Spesifikasi Umum Cooler (CL-03)</b>		
Fungsi	: Mendinginkan fluida (produk) dari keluaran atas MD-03 ke T-04 (DEA)	
Jenis	: <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 25 °C	: 149 °C
Suhu Keluar	: 70 °C	: 30 °C
Tekanan	: 1,300 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 25 ft	
Hairpin	: 6 buah	
ID	: 4,026 in	: 3,068 in

Tabel 3.22..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Cooler (CL-03)</b>		
OD	: 4,5 in	: 3,5 in
A	: 142,562 ft <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 0,074 psi	: 6,44E-10 psi
Rd	: 0,012 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 13.732	

## f. Cooler (CL-04)

Tabel 3. 24 Spesifikasi Umum Cooler (CL-04)

<b>Spesifikasi Umum Cooler (CL-04)</b>		
Fungsi	: Mendinginkan fluida (produk) dari keluaran bawah MD-03 ke T-05 (TEA)	
Jenis	: <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Carbon Stell SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 25 °C	: 335 °C
Suhu Keluar	: 70 °C	: 168 °C
Tekanan	: 1,300 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 25 ft	
Hairpin	: 6 buah	
ID	: 4,026 in	: 3,068 in
OD	: 4,5 in	: 3,5 in
A	: 178,794 ft <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 0,009 psi	: 6,32E-10 psi
Rd	: 0,185 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 13.732	

g. Cooler (CL-05)

Tabel 3. 25 Spesifikasi Umum Cooler (CL-05)

<b>Spesifikasi Umum Cooler (CL-05)</b>		
Fungsi	: Mendinginkan fluida (produk) dari keluaran bawah MD-03 ke T-05 (TEA)	
Jenis	: <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 25 °C	: 168 °C
Suhu Keluar	: 70 °C	: 30 °C
Tekanan	: 1,300 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 25 ft	
Hairpin	: 6 buah	
ID	: 4,026 in	: 3,068 in
OD	: 4,5 in	: 3,5 in
A	: 178,794 ft <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 0,009 psi	6,32E-10 psi
Rd	: 0,185 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 13.732	

i. Condensor (CD-01)

Tabel 3. 26 Spesifikasi Umum Condensor (CD-01)

<b>Spesifikasi Umum Condensor (CD-01)</b>		
Fungsi	: Untuk mencairkan fluida gas pada aliran <i>recycle</i>	
Jenis	: <i>Shell and Tube Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Stainless steel SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 246 °C	: 30 °C
Suhu Keluar	: 30 °C	: 35 °C
Tekanan	: 1,007 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 16 ft	
<i>Passes</i>	: 1	: 2
ID	: 27 in	: 0,902 in

Tabel 3.26..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Condensor (CD-01)</b>		
OD	: 1,00 in	: 1,00 in
A	: 1.329,970 ft <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 0,076 psi	: 0,048 psi
Rd	: 0,042 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 40.494	

## j. Condensor (CD-02)

Tabel 3. 27 Spesifikasi Umum Condensor (CD-02)

<b>Spesifikasi Umum Condensor (CD-02)</b>		
Fungsi	: Mengembunkan uap (hasil atas) menjadi liquid dari MD-01	
Jenis	: <i>Shell and Tube Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Steinless Stell SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 120 °C	: 30 °C
Suhu Keluar	: 107 °C	: 35 °C
Tekanan	: 1.192 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 12 ft	
<i>Passes</i>	: 1	: 2
ID	: 31 in	: 0.620 in
OD	: 0,75 in	: 0,75 in
A	: 1.483,406 ft <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 1,60E-05 psi	: 0,054 psi
Rd	: 0,060 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 40.494	



k. *Condensor* (CD-03)

Tabel 3. 28 Spesifikasi Umum *Condensor* (CD-03)

<b>Spesifikasi Umum <i>Condensor</i> (CD-03)</b>		
Fungsi	: Mengembunkan uap (hasil atas) menjadi liquid dari MD-02	
Jenis	: <i>Shell and Tube Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Steinless Stell SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 193 °C	: 30 °C
Suhu Keluar	: 181 °C	: 35 °C
Tekanan	: 1,193 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 12 ft	
<i>Passes</i>	: 1	: 2
ID	: 31 in	: 0.620 in
OD	: 0,75 in	: 0,75 in
A	: 267,554 ft <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 6,73E-04 psi	: 0,019 psi
Rd	: 0,098 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 40.494	

l. *Condensor* (CD-04)

Tabel 3. 29 Spesifikasi Umum *Condensor* (CD-04)

<b>Spesifikasi Umum <i>Condensor</i> (CD-04)</b>		
Fungsi	: Mengembunkan uap (hasil atas) menjadi liquid dari MD-03	
Jenis	: <i>Shell and Tube Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Steinless Stell SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 281 °C	: 224 °C
Suhu Keluar	: 267 °C	: 275 °C
Tekanan	: 1,300 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 12 ft	
<i>Passes</i>	: 1	: 2
ID	: 15,25 in	: 0,510 in

Tabel 3.29..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Condensor (CD-04)</b>		
OD	: 0,75 in	: 0,75 in
A	: 206,102 ft <sup>2</sup>	
Pressure Drop	: 0,001 psi	: 0,0230 psi
Rd	: 0,193 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 40.494	

m. *Reboiler* (RB-01)Tabel 3. 30 Spesifikasi Umum *Reboiler* (RB-01)

<b>Spesifikasi Umum Reboiler (RB-01)</b>		
Fungsi	: Menguapkan sebagian liquid (hasil bawah) keluaran dari MD-01	
Jenis	: <i>Shell and Tube Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Steinless Stell SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 120 °C	: 300 °C
Suhu Keluar	: 193 °C	: 215 °C
Tekanan	: 1,208 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 12 ft	
Passes	: 1	: 2
ID	: 29 in	: 1,01 in
OD	: 1,25 in	: 1,25 in
A	: 1.176,190 ft <sup>2</sup>	
Pressure Drop	: 0,192 psi	: 0,192 psi
Rd	: 0,042 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 20.822	

m. *Reboiler* (RB-02)

Tabel 3. 31 Spesifikasi Umum *Reboiler* (RB-02)

<b>Spesifikasi Umum <i>Reboiler</i> (RB-02)</b>		
Fungsi	: Menguapkan sebagian liquid (hasil bawah) keluaran dari MD-02	
Jenis	: <i>Shell and Tube Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Steinless Stell SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 193 °C	: 255 °C
Suhu Keluar	: 281 °C	: 240 °C
Tekanan	: 1,207 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 12 ft	
<i>Passes</i>	: 1	: 2
ID	: 21,25 in	: 1,01 in
OD	: 1,25 in	: 1,25 in
A	: 364,560 ft <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 0,192 psi	: 0,192 psi
Rd	: 0,020 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 20.822	

n. *Reboiler* (RB-03)

Tabel 3. 32 Spesifikasi Umum *Reboiler* (RB-03)

<b>Spesifikasi Umum <i>Reboiler</i> (RB-03)</b>		
Fungsi	: Menguapkan sebagian liquid (hasil bawah) keluaran dari MD-03	
Jenis	: <i>Shell and Tube Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Steinless Stell SA-283 Grade C</i>	
Kondisi Operasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk	: 281 °C	: 275 °C
Suhu Keluar	: 346 °C	: 245 °C
Tekanan	: 1,300 atm	
Spesifikasi :		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Panjang	: 12 ft	
<i>Passes</i>	: 1	: 2
ID	: 13,25 in	: 1,04 in

Tabel 3.32..(lanjutan)

OD	: 1,25 in	: 1,25 in
A	: 218,790 ft <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 8,44E-07 psi	: 0,144 psi
Rd	: 0,030 Btu/jam. ft <sup>2</sup> . °F	
Harga	: \$ 20.822	

### 3.4 Neraca Massa

Produk	: Dietanolamin
Kapasitas Produksi	: 10.000 ton/tahun
Waktu Operasi per Tahun	: 330 hari
Waktu Operasi per Hari	: 24 jam
Kapasitas Produksi DBP	: 10.000 ton/tahun = 1.262,626 kg/jam

#### Kemurnian Bahan Baku Utama

Ammonia : 99,5%

Etilen Oksida : 99,7%

#### Perbandingan Massa Bahan Baku

Tabel 3. 33 Perbandingan Massa Bahan Baku

NH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O
3,5	1

Tabel 3. 34 Data Komponen

No	Komponen	Rumus Kimia	Berat Molekul
1	Ammonia	NH <sub>3</sub>	17,031
2	Etilen Oksida (EO)	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	44,05
3	Air	H <sub>2</sub> O	18,015
4	Monoetanolamin (MEA)	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO	61,08
5	Dietanolamin (DEA)	C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	105,14
6	Trietanolamin (TEA)	C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>3</sub>	149,19

a. Neraca Massa Pada *Mixer* (M-01)

Fungsi : Untuk menghomogenkan bahan baku segar dengan bahan baku *recycle*

Kondisi operasi : Suhu = 30 °C  
Tekanan = 25 atm

Tabel 3. 35 Neraca Massa *Mixer* (M-01)**MIXER**

Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 3	Arus 2	Arus 6	Arus 4
Ammonia	595,542			4.651,451	5.210,993
Etilen Oksida			2.479,340	1.371,524	3.850,864
Air	2,993	905,196	7,460		915,649
<b>Total</b>	<b>598,535</b>	<b>905,196</b>	<b>2.486,801</b>	<b>5.986,975</b>	<b>9.977,639</b>

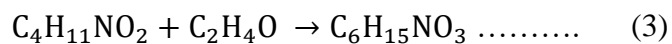
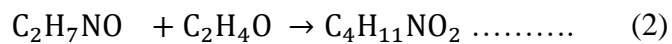
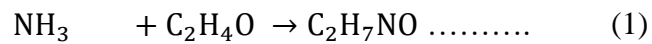
b. Neraca Massa Pada Reaktor (R-01)

Fungsi : Untuk mereaksikan ammonia dan etilen oksida menjadi monoetanolamin, dietanolamin dan trietanolamin.

Kondisi operasi : Suhu = 50 °C  
Tekanan = 25 atm

Konversi : Monoetanolamin = 40%  
Dietanolamin = 32%  
Trietanolamin = 27%

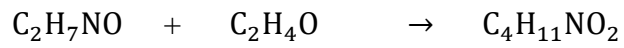
Reaksi yang terjadi :



Reaksi 1 :

	$\text{NH}_3$	+	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	→	$\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}$
Awal :	5.210,993		3.850,864		-
Reaksi :	595,542		1.540,364		2.135,853
	4.615,451		2.310,519		2.135,853

Reaksi 2 :



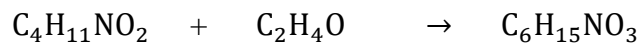
Awal : 2.135,853      2.310,519      -

Reaksi : 1.025,209      739,366      1.764,743

---

1.110,643      1.571,153      1.764,743

Reaksi 3 :



Awal : 1.764,743      1.571,153      -

Reaksi : 476,481      199,629      676,109

---

1.288,262      1.271,524      676,109

Tabel 3. 36 Neraca Massa Reaktor (R-01)

<b>REAKTOR</b>		
<b>Komponen</b>	<b>Input (kg/jam)</b>	<b>Output (kg/jam)</b>
	<b>Arus 4</b>	<b>Arus 5</b>
Ammonia	5.210,993	4.615,451
Etilen Oksida	3.850,864	1.371,524
Air	915,649	915,649
MEA		1.110,643
DEA		1.288,262
TEA		676,109
<b>Total</b>	<b>9.977,639</b>	<b>9.977,639</b>

c. Neraca Massa Pada *Flashdrum* (FD-01)

Fungsi : Untuk menguapkan bahan baku yang kemudian di *recycle* kembali ke dalam *mixer*

Kondisi Operasi: Suhu = 50 °C

Tekanan = 1 atm

Tabel 3. 37 Neraca Massa Pada *Flashdrum* (FD-01)

**FLASHDRUM**

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 6	Arus 7
Ammonia	4.615,451	4.615,451		
Etilen Oksida	1.371,524	1.371,524		
Air	915,649			915,649
MEA	1.110,643			1.110,643
DEA	1.288,262			1.288,262
TEA	676,109			676,109
<b>Total</b>	<b>9.977,639</b>		<b>5.986,975</b>	<b>3.990,664</b>
			<b>9.997,639</b>	



d. Neraca Massa Pada Menara Distilasi (MD-01)

Fungsi : Untuk memisahkan air dalam campuran  
 Kondisi Operasi : Suhu = 120 °C  
 Tekanan = 1.2 atm

Tabel 3. 38 Neraca Massa Pada Menara Distilasi (MD-01)  
**MENARA DISTILASI 1**

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
Air	915,694	906,493	9,156
MEA	1.110,643	11,106	1.099,537
DEA	1.288,262		1.288,262
TEA	676,109		676,109
<b>Total</b>	<b>3.990,709</b>	<b>917,599</b>	<b>3.073,065</b>
		<b>3.990,709</b>	

e. Neraca Massa Pada Menara Distilasi (MD-02)

Fungsi : Untuk memisahkan MEA dalam campuran  
 Kondisi Operasi : Suhu = 193 °C  
 Tekanan = 1.2 atm

Tabel 3. 39 Neraca Massa Pada Menara Distilasi (MD-02)

**MENARA DISTILASI 2**

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 9	Arus 10	Arus 10	Arus 11
Air	9,156		9,156	0,000
MEA	1.099,537		1.088,542	10,995
DEA	1.288,262		12,883	1.275,380
TEA	676,109			676,109
<b>Total</b>	<b>3.073,065</b>		<b>1.111,580</b>	<b>1.962,485</b>
				<b>3.071,725</b>

## f. Neraca Massa Pada Menara Distilasi (MD-03)

Fungsi : untuk memisahkan DEA dan TEA dalam campuran

Kondisi Operasi : Suhu = 281 °C

Tekanan = 1 atm

Tabel 3. 40 Neraca Massa Pada Menara Distilasi (MD-03)

**MENARA DISTILASI 3**

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 11	Arus 12	Arus 12	Arus 13
MEA	10,995		10.995	0,00
DEA	1.275,380		1.262,626	12,754
TEA	676,109		6,761	669,348
<b>Total</b>	<b>1.962,485</b>		<b>1.280,383</b>	<b>682,102</b>
				<b>1.962,485</b>

g. Neraca Massa Total

Tabel 3. 41 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)		
	Arus 1	Arus 3	Arus 2	Arus 18	Arus 10	Arus 12	Arus 13
Ammonia	595,542						
Etilen Oksida			2.479,340				
Air	2,993	905,196	7,460	906,493	9,156		
MEA				11,106	1.088,542	10,995	
DEA					12,883	1.262,626	12,754
TEA						6,761	669,348
<b>Total</b>	<b>598,535</b>	<b>905,196</b>	<b>2.486,801</b>	<b>917,599</b>	<b>1.110,581</b>	<b>1.280,383</b>	<b>682,102</b>
		<b>3.990,664</b>			<b>3.990,664</b>		

### 3.5 Neraca Panas

a. Mixer (M-01)

Tabel 3.42 Neraca Panas Mixer (M-01)

Neraca Panas Mixer (M-01)		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in 1</i>	14.862,046	
<i>Q in 2</i>	25.345,309	
<i>Q in 3</i>	18.935,503	
<i>Q in 4</i>	128.629,900	
<i>Q out</i>		187.772,760
<b>Total</b>	<b>187.772,760</b>	<b>187.772,760</b>

b. Reaktor (R-01)

Tabel 3. 43 Neraca Panas Reaktor (R-01)

<b>Neraca Panas Reaktor (R-01)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	997.979,993	
<i>Q out</i>		977.929,360
$\Delta H_f$	-550.373,964	
Q Pendingin		-530.323,330
Total	447.606,029	447.606,029

c. Compressor (CP-01)

Tabel 3. 44 Neraca Panas Compressor (CP-01)

<b>Neraca Panas Compressor (CP-01)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	288.082,453	
<i>Q out</i>		3.045,387,896
<i>Q Steam</i>	2.757.305,443	
Total	3.045,387,896	3.045,387,896

d. Heater (HE-01)

Tabel 3. 45 Neraca Panas Heater (HE-01)

<b>Neraca Panas Heater (HE-01)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	182.188,037	
<i>Q out</i>		936.673,462
<i>Q Steam</i>	754.485,425	
Total	936.673,462	936.673,462

e. *Heater* (HE-02)

Tabel 3. 46 Neraca Panas *Heater* (HE-02)

<b>Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-01)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	301.229,152	
<i>Q out</i>		1.168.785,605
<i>Q Steam</i>	867.556,453	
Total	1.168.785,605	1.168.785,605

f. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 3. 47 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)

<b>Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
$\Delta H$ umpan	1.170.599,749	
$\Delta H$ distilat		313.029,515
$\Delta H$ <i>condenser</i>		3.961.277,410
$\Delta H$ <i>bottom</i>		8.490.606,172
$\Delta H$ <i>reboiler</i>	11.594.313,349	
Total	12.764.913,098	12.764.913,098

g. Menara Distilasi (MD-02)

Tabel 3. 48 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-02)

<b>Neraca Panas Menara Distilasi (MD-02)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
$\Delta H$ umpan	1.461.486,397	
$\Delta H$ distilat		589.674.130
$\Delta H$ <i>condenser</i>		784.398,134
$\Delta H$ <i>bottom</i>		1.297.929,741
$\Delta H$ <i>reboiler</i>	1.210.515,608	
Total	2.672.002,005	2.672.002,005

h. Menara Distilasi (MD-03)

Tabel 3. 49 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-03)

<b>Neraca Panas Menara Distilasi (MD-03)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
$\Delta H$ umpan	1.298.158,530	
$\Delta H$ distilat		773.346,363
$\Delta H$ <i>condenser</i>		35.870,340
$\Delta H$ <i>bottom</i>		616.151,534
$\Delta H$ <i>reboiler</i>	127.209,707	
Total	1.425.368,237	1.425.368,237

i. *Condensor* (CD-01)

Tabel 3. 50 Neraca Panas *Condensor* (CD-01)

<b>Neraca Panas <i>Condensor</i> (CD-01)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
$Q$ <i>in</i>	33.335.129,340	
$Q$ <i>out</i>		128,629,901
$Q$ Pendingin	-33.206.499,439	
Total	128,629,901	128,629,901

j. *Condensor* (CD-02)

Tabel 3. 51 Neraca Panas *Condensor* (CD-02)

<b>Neraca Panas <i>Condensor</i> (CD-02)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
$Q$ <i>in</i>	866.392,874	
$Q$ <i>out</i> gas		192.774,861
$Q$ <i>out</i> cair		312.451,146
$Q$ Pendingin		361.166,867
Total	866.392,874	866.392,874

k. *Condensor* (CD-03)

Tabel 3. 52 Neraca Panas *Condensor* (CD-03)

<b>Neraca Panas <i>Condensor</i> (CD-03)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	1.474.556,533	
<i>Q out gas</i>		373.477,415
<i>Q out cair</i>		589.062,093
Q Pendingin		512.017,026
Total	1.474.556,533	1.474.556,533

l. *Condensor* (CD-04)

Tabel 3. 53 Neraca Panas *Condensor* (CD-04)

<b>Neraca Panas <i>Condensor</i> (CD-04)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	2.050.909,352	
<i>Q out gas</i>		799.074,041
<i>Q out cair</i>		772.813,083
Q Pendingin		479.022,228
Total	2.050.909,352	2.050.909,352

m. *Reboiler* (RB-01)

Tabel 3. 54 Neraca Panas *Reboiler* (RB-01)

<b>Neraca Panas <i>Reboiler</i> (RB-01)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	848.786,044	
<i>Q out gas</i>		28.252,879
<i>Q out cair</i>		1.466.431,970
<i>Q Steam</i>	645.898,806	
Total	1.494.684,849	1.494.684,849

n. *Reboiler* (RB-02)

Tabel 3. 55 Neraca Panas *Reboiler* (RB-02)

<b>Neraca Panas <i>Reboiler</i> (RB-02)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	840.919,467	
<i>Q out gas</i>		14.746,714
<i>Q out cair</i>		1.297.308,815
<i>Q Steam</i>	471.136,063	
Total	1.312.055,530	1.312.055,530

o. *Reboiler* (RB-03)

Tabel 3. 56 Neraca Panas *Reboiler* (RB-03)

<b>Neraca Panas <i>Reboiler</i> (RB-03)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	497.525,808	
<i>Q out gas</i>		1.733,858
<i>Q out cair</i>		615.820,319
<i>Q Steam</i>	136.228,369	
Total	633.754,177	633.754,177

p. *Cooler* (CL-01)

Tabel 3. 57 Neraca Panas *Cooler* (CL-01)

<b>Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-01)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	589.147,492	
<i>Q out</i>		17.597,169
Q Pendingin		571.550,323
Total	589.147,492	589.147,492



q. *Cooler* (CL-02)

Tabel 3. 58 Neraca Panas *Cooler* (CL-02)

<b>Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-02)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	779.446,086	
<i>Q out</i>		377.757,818
Q Pendingin		401.688,268
Total	779.446,086	779.446,086

r. *Cooler* (CL-03)

Tabel 3. 59 Neraca Panas *Cooler* (CL-03)

<b>Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-03)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	377.757,818	
<i>Q out</i>		14.577,948
Q Pendingin		363.179,870
Total	377.757,818	377.757,818

s. *Cooler* (CL-04)

Tabel 3. 60 Neraca Panas *Cooler* (CL-04)

<b>Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-04)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	590.936,283	
<i>Q out</i>		255.562,043
Q Pendingin		335.374,240
Total	590.936,283	590.936,283

t. *Cooler* (CL-05)

Tabel 3. 61 Neraca Panas *Cooler* (CL-05)

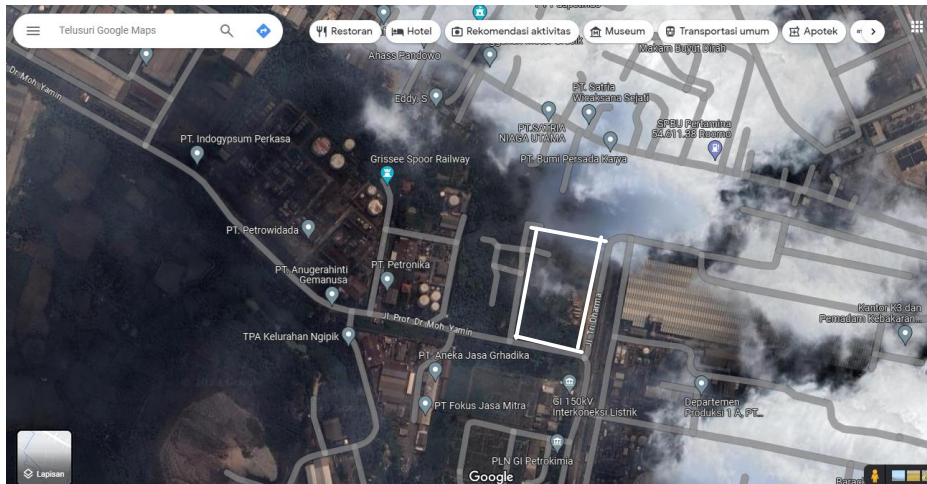
<b>Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-05)</b>		
Komponen	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar (kJ/jam)
<i>Q in</i>	255.562,043	
<i>Q out</i>		8.573,735
Q Pendingin		246.988,308
Total	255.562,043	255.562,043

## BAB IV

# PERANCANGAN PABRIK

### 4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik merupakan unsur yang kuat dalam menunjang atau tidaknya suatu industri. Diperlukan pertimbangan yang mendalam dari berbagai faktor disaat sedang memilih lokasi pabrik. Faktor utama yang harus diperhatikan adalah suatu pabrik harus dilokasikan sedemikian rupa sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin serta memiliki kemungkinan yang baik untuk dikembangkan.



Gambar 4. 1 Peta Lokasi Rencana Pabrik Dietanolamin

Pada pabrik dietanolamin ini direncanakan akan didirikan di sebuah kawasan industri di daerah Gresik, Jawa Timur dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut :

#### **4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik**

Faktor primer termasuk kedalam faktor utama yang mempengaruhi secara langsung tujuan utama pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk. Faktor utamanya dibagi menjadi beberapa seperti :

a. Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu faktor penting dalam pemilihan lokasi pabrik. Pabrik harus didirikan pada suatu daerah di mana bahan baku diperoleh, seperti di daerah Gresik, Jawa Timur dimana terdapat PT. Petrokimia Gresik yang menghasilkan Ammonia sebagai bahan baku proses produksi pabrik. Sedangkan untuk bahan baku Etilen Oksida didapatkan dari PT. Polychem Indonesia Tbk. Serang, Banten.

b. Pemasaran

Lokasi pabrik diusahakan cukup dekat dengan lokasi pemasaran, atau paling tidak tersedia sarana transportasi yang cukup untuk mengangkut produk ke konsumen karena produk pabrik ini sebagian besar digunakan dalam industri.

c. Transportasi

Untuk pembelian bahan baku dan pendistribusian produk hasil produksi melalui tiga jalur, yaitu jalur darat, laut dan udara. Kondisi pabrik dietanolamin berada di daerah Gresik ini cukup memadai sehingga mendukung dan mempermudah penggunaan fasilitas transportasi.

d. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi. Selain itu, padatnya penduduk Indonesia membuat banyak tenaga kerja yang membutuhkan pekerjaan, sehingga dengan didirikannya pabrik ini di harapkan dapat membuka lapangan pekerjaan baru dan membantu perekonomian Indonesia terlebih di daerah tersebut.

e. Utilitas

Utilitas merupakan fasilitas yang sangat penting keberadaannya dalam menunjang kelancaran proses produksi. Faktor penunjang lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi berjalan sesuai yang diharapkan. Selain itu, faktor penunjang suatu produksi didalam pabrik yaitu penyedia utilitas. Penyedia utilitas ini sebagai berikut :

1. Unit Pembangkit Listrik
2. Unit Penyedia Bahan Bakar
3. Unit Pembangkit *Steam*
4. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air
5. Unit Pengadaan Udara Tekan

f. Keamanan

Pabrik harus didirikan di daerah yang aman dan baik. Aman secara alami maupun dilihat dari sosial politik. Pabrik juga harus didirikan di daerah stabil, tidak rawan gempa, kekuatan angin, tekstur tanah kuat, dan aman dari bencana alam lain. Selain itu secara politik harus aman dari kerusuhan masyarakat.

g. Letak Daerah, Kondisi Iklim dan Keadaan Geografis

Pabrik harus didirikan di daerah kawasan industri yang cukup jauh dari pemukiman penduduk, sehingga masyarakat tidak terganggu oleh limbah dan polusi yang di timbulkan oleh pabrik.

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

a. Perluasan Pabrik dan Kamungkinan Penambahan Bangunan

Sebelum mendirikan suatu pabrik, sebaiknya perlu mempertimbangkan rencana perluasan pabrik dalam jangka waktu 10

atau 15 tahun ke depan. Fungsi dari perencanaan ini supaya tidak kesulitan mencari lahan apabila akan dilakukan perluasan area pabrik.

b. Perijinan

Sebelum mendirikan suatu pabrik perlu adanya perijinan dari pemerintah setempat guna melegalkan pabrik. Selain untuk melegalkan pabrik suatu berdirinya pabrik, perijinan ini berfungsi sebagai perwujudan kebijakan pemerintah mengenai pengembangan industri dan pemerataan kesempatan kerja. Faktor lain yang mempengaruhi perijinan dalam berdirinya suatu pabrik yaitu dampak sosial, karakteristik lingkungan dan iklim.

c. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana dan fasilitas sosial merupakan area penunjang aktifitas dalam pemenuhan kepentingan pekerja. Prasarana dan fasilitas sosial tersebut seperti :

1. Tempat Parkir
2. Tempat Ibadah
3. Kantin
4. Pos Keamanan
5. Area Pengolahan Limbah
6. Klinik

## 4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik berhubungan dengan segala proses perencanaan dan pengaturan letak daripada mesin, peralatan, aliran bahan dan pekerja di masing-masing wilayah kerja yang ada. Tata letak pabrik yang baik dari segala fasilitas produksi dalam suatu pabrik adalah dasar dalam membuat operasi kerja menjadi lebih efektif dan efisien, serta keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keselamatan proses.

Untuk mencapai kondisi yang optimal, maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah :

- a. pabrik ini merupakan pabrik baru (bukan pengembangan) sehingga penentuan *layout* tidak dibatasi oleh bangunan yang ada.
- b. Kemungkinan perluasan pabrik sebagai pengembangan pabrik di masa depan.
- c. Faktor keamanan sangat diperlukan untuk bahaya kebakaran dan ledakan maka perencanaan *layout* selalu diusahakan jauh dari sumber api, bahan panas dan bahan yang mudah meledak, juga jauh dari asap atau gas beracun.
- d. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *outdoor* untuk menekan biaya bangunan dan gedung serta karena iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara *outdoor*.
- e. Lahan terbatas sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan ruangan atau lahan.

(Vilbrant, 1959)



#### **4.2.1 Daerah Administrasi atau Perkantoran, Laboratorium dan Ruang Kontrol serta Fasilitas Pendukung**

Daerah Administrasi atau Perkantoran, Laboratorium dan Ruang Kontrol serta Fasilitas Pendukung merupakan daerah inti kegiatan administrasi pabrik yang mengatur guna kelancaran proses. Laboratorium dan ruang kontrol berfungsi sebagai pusat pengendali proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses, produk yang akan dijual serta fasilitas-fasilitas bagi para pekerja seperti : poliklinik, kantin, masjid, serta garasi.

#### **4.2.2 Daerah Proses dan Ruang Kontrol**

Daerah proses dan ruang kontrol merupakan daerah dimana alat proses diletakan dan proses berlangsung, serta dilengkapi dengan ruang kontrol yang berfungsi sebagai pengendali proses.

#### **4.2.3 Daerah Perdagangan, Umum, Bengkel, dan Garasi**

Daerah pergudangan, umum, bengkel, dan garasi merupakan daerah untuk menampung bahan-bahan yang diperlukan oleh pabrik untuk keperluan perawatan proses.

#### **4.2.4 Daerah Utilitas dan Pemadam Kebakaran**

Daerah utilitas dan pemadam kebakaran merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan bahan pendukung proses berlangsung dipusatkan seperti

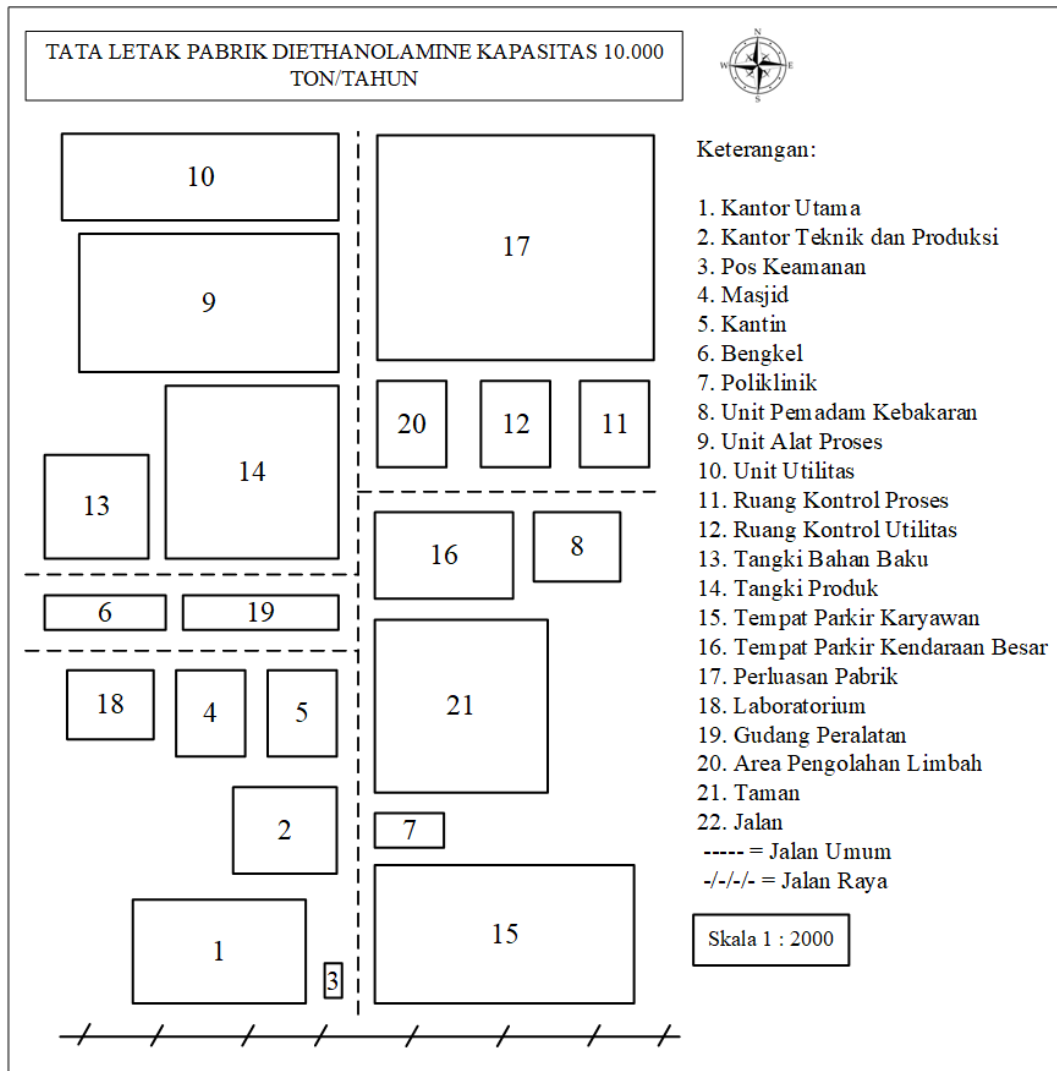
penyediaan air steam, air pendingin, tenaga listrik dan lain-lain yang menunjang suatu proses, serta daerah pemadam kebakaran yang bertujuan sebagai alat jika terjadi kebakaran dalam pabrik.

#### **4.2.5 Daerah Penyimpanan Bahan Baku dan Produk**

Daerah penyimpanan bahan baku dan produk merupakan daerah untuk tangki bahan baku dan produk

(Vilbrant, 1959)

#### 4.2.6 Layout Pabrik



Gambar 4. 2 *Layout* Pabrik Dietanolamin

Tabel 4. 1 Area Bangunan Dietanolamin

No	Bangunan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Kantor Utama	50	30	1500
2	Kantor Teknik dan Produksi	30	25	750
3	Pos Keamanan	5	10	50
4	Masjid	20	25	500
5	Kantin	20	25	500
6	Bengkel	35	10	350
7	Poliklinik	20	10	200
8	Unit Pemadam Kebakaran	25	20	500
9	Unit Alat Proses	75	40	3500
10	Unit Utilitas	80	25	2000
11	Ruang Kontrol Proses	20	25	500
12	Ruang Kontrol Utilitas	20	25	500
13	Tangki Bahan Baku	30	30	1500
14	Tangki Produk	50	50	2500
15	Tempat Parkir Karyawan	75	40	3000
16	Tempat Parkir Kendaraan Besar	40	25	1000
17	Perluasan Pabrik	80	65	5200
18	Laboratorium	25	20	500
19	Gudang Perlatan	45	10	450
20	Area Pengolahan Limbah	20	25	500
21	Taman	50	50	1000
22	Jalan	50	50	1000
Luas Tanah				27500
Luas Bangunan				16300
Luas Total				43800

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

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

#### 4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk

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

#### **4.3.2 Aliran Udara**

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

#### **4.3.3 Pencahayaan**

Penerangan pada keseluruhan pabrik harus memadai. Terlebih pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

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

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

#### **4.3.5 Pertimbangan Ekonomi**

Dalam mempertimbangkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta

keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

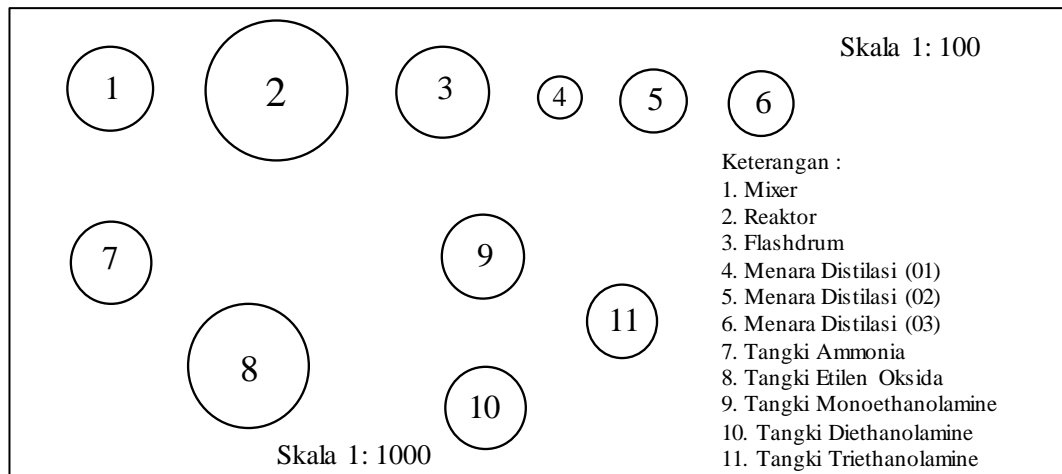
#### **4.3.6 Jarak Antar Alat Proses**

Alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya. Sehingga, apabila terjadi darurat pada alat tersebut tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.

#### **4.3.7 Perawatan (*Maintenance*)**

Perawatan atau *maintenance* bertujuan untuk menjaga sarana fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar proses dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan mencapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan

### 4.3.8 Layout Alat Proses



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Pabrik

## 4.4 Organisasi Perusahaan

Pabrik dietanolamin yang akan didirikan direncanakan mempunyai :

1. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
2. Lokasi Perusahaan : Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur
3. Kapasitas : 10.000 Ton/Tahun
4. Produk : Dietanolamin
5. Tahun Pendirian : 2030

### 4.4.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada pabrik dietanolamin ini yaitu berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham

dimana ditetapkan dalam UU No. 1 Tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT). Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal pada perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan.

Alasan dalam pemilihan bentuk perusahaan ini yaitu beberapa faktor, sebagai berikut :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pemimpin perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh oleh berhentinya pemegang saham, direksi beserta staf dan karyawan perusahaan.
5. Efisiensi manajemen. Dimana para pemegang saham duduk dalam dewan komisaris dapat memilih dewan direksi, diantaranya direktur utama yang cakap dan berpengalaman.



6. Lapangan usaha lebihluas yaitu dalam perseroan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini perseroan terbatas dapat memperluas usahanya.

(Widjaja, 2003).

#### 4.4.2 Struktur Organisasi

Dalam perusahaan, struktur organisasi berperan penting untuk menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi dalam perusahaan dan terbentuknya Kerjasama yang baik bagi karyawan. Sistem organisasi memiliki beberapa manfaat, salah satunya adalah menjelaskan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab serta wewenang.

Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik, maka diperlukan beberapa azas yang dijadikan pedoman, yaitu :

- a. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas.
- b. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi.
- c. Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi.
- d. Adanya kesatuan arah (*unity of direction*) dan perintah (*unity of command*).
- e. Adanya koordinasi.
- f. Struktur organisasi disusun sederhana.

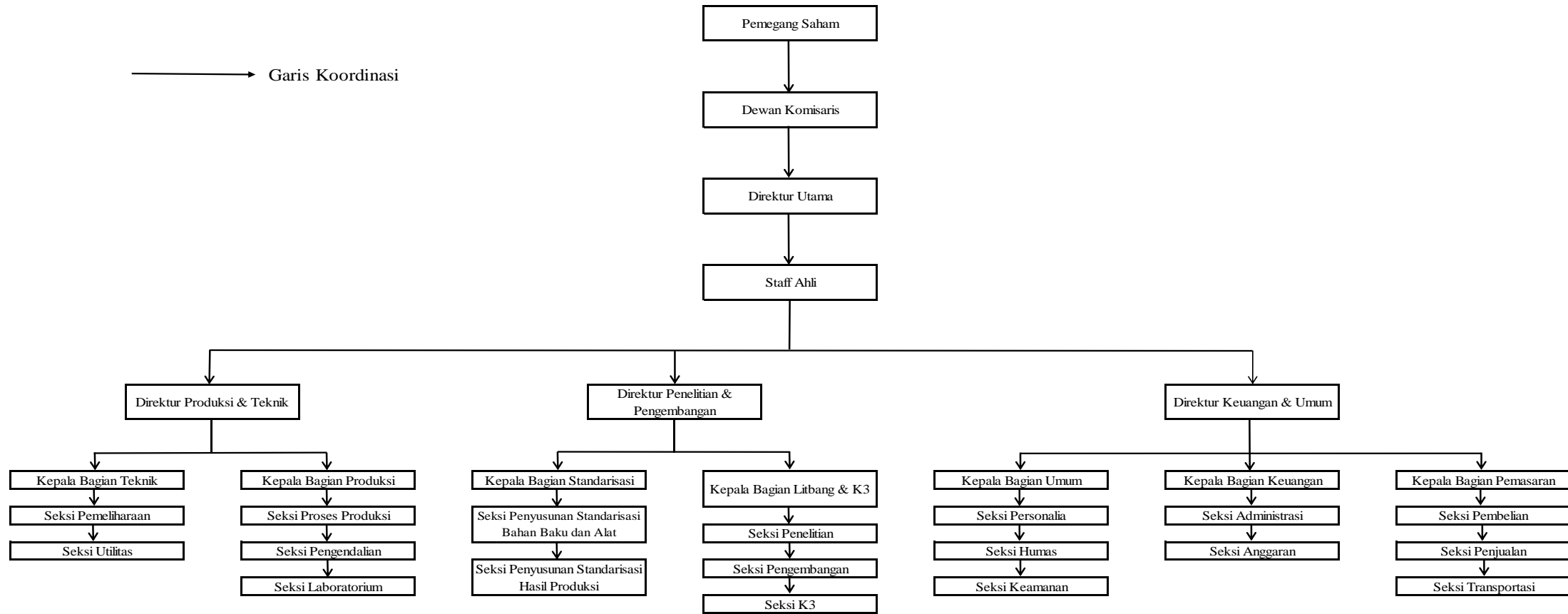
- g. Pola dasar struktur organisasi harus relative permanen.
- h. Adanya jaminan jabatan (*unity of tenure*).
- i. Penempatan orang harus sesuai dengan keahliannya.

Manfaat adanya struktur organisasi perusahaan yaitu :

- a. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembagian tugas, tanggung jawab, wewenang dan lainnya.
- b. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- c. Penyusunan program pengembangan manajemen.
- d. Mengatur kembali langkah dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar
- e. Penempatan pegawai yang lebih tepat.

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 4.4 Dibawah ini

Gambar Struktur Organisasi Perusahaan



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Perusahaan

#### 4.4.3 Tugas dan Wewenang

Pemegang saham, dewan komisaris, dewan direksi, staf ahli, kepala bagian dan kepala seksi memiliki tugas dan wewenang masing-masing guna meujudkan keutuhan perusahaan.

##### A. Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendiriandan berjalannya operasi perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum pemegang sahan (RUPS) tersebut pemegang saham berwenang:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur.
3. Gesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

##### B. Dewan Komisaris

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

1. Menilai dan menyetujui rencana direktur tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan perusahaan.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur.

3. Membantu direktur dalam hal-hal penting.

#### C. Direktur Utama

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

1. Mengkoordinir Kerjasama dengan Direktur Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.
2. Melaksanakan *policy* perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.
3. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
4. Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat umum pemegang saham.

Tugas Direktur Produksi dan Teknik, antara lain :

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, dan Teknik.

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

Tugas Direktur Penelitian dan Pengembangan, antara lain :

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang penelitian dan pengembangan serta K3.
2. Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum, antara lain :

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

#### D. Staff Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Direktur Utama dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan Teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahlian masing-masing.

Tugas dan wewenang staf ahli meliputi :

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

#### E. Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur bersama-sama dengan staf ahli. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari :

##### 1. Kepala Bagian Produksi

Tugas Kepala Bagian Produksi, antara lain :

- a. Bertanggung jawab kepala direktur produksi dan teknik dalam bidang mutu dan kelancaran produksi K3.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Produksi membawahi :

- a. Seksi Proses
- b. Seksi Pengendalian
- c. Seksi Laboratorium

## 2. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik, antara lain :

- a. Bertanggung jawab kepala direktur produksi dan teknik dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi :

- a. Seksi Pemeliharaan dan Pengadaan
- b. Seksi Utilitas

## 3. Kepala Bagian Standarisasi

Tugas Kepala Bagian Standarisasi, antara lain :

- a. Bertanggung jawab kepada direktur produksi dan teknik dalam bidang Litbang & K3.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Standarisasi membawahi :

- a. Seksi Penyusunan Standarisasi Bahan Baku dan Alat.
- b. Seksi Penyusunan Standarisasi Hasil Produksi.

## 4. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (LITBANG) & Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Tugas Kepala Bagian Litbang & K3, antara lain :



- a. Bertanggung jawab kepala direktur produksi dan teknik dalam bidang Litbang & K3.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Litbang & K3 membawahi :

- a. Seksi Penelitian (*research*)
- b. Seksi Pengembangan (*development*)
- c. Seksi K3

#### 5. Kepala Bagian Keuangan

Tugas Kepala Bagian Keuangan, antara lain :

- a. Bertanggung jawab kepala direktur produksi dan teknik dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi :

- a. Seksi Administrasi
- b. Seksi Anggaran

#### 6. Kepala Bagian Umum

Tugas Kepala Bagian Umum, antara lain :

- a. Bertanggung jawab kepala direktur produksi dan teknik dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi :

- a. Seksi Personalia
- b. Seksi Hubungan Masyarakat (Humas)
- c. Seksi Keamanan

#### 7. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab pada Direktur Utama Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- a. Seksi Pembelian
- b. Seksi Penjualan

#### F. Kepala Seksi

Kepala Seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

##### 1. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses Produksi, antara lain :

- a. Mengawasi jalannya proses dan produksi.

- b. Menjalankan Tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

## 2. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian, antara lain :

- a. Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja.
- b. Mengurangi potensi bahaya yang ada.

## 3. Kepala Seksi Laboratorium

Tugas Kepala Seksi Laboratorium, antara lain :

- a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pendukung.
- b. Mengawasi dan menganalisa mutu produksi.
- c. Mengawasi hal yang berhubungan dengan buangan pabrik.
- d. Membuat laporan berkala Kepala Bagian Produksi.

## 4. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas Kepala Seksi Pemeliharaan, antara lain :

- a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

#### 5. Kepala Seksi Utilitas

Tugas Kepala Seksi Utilitas yaitu melaksanakan dan mengatur sara utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air, dan tenaga listrik.

#### 6. Kepala Seksi Penyusunan Standarisasi Bahan Baku dan Alat

Tugas Kepala Seksi Penyusunan Standarisasi Bahan Baku dan Alat, antara lain :

- a. Menyusun standarisasi bahan baku
- b. Menetapkan alat sesuai standart kebutuhan

#### 7. Kepala Seksi Penyusunan Standarisasi Hasil Produksi

Tugas Kepala Seksi Penyusunan Standarisasi Hasil Produksi yaitu menetapkan standart kualitas hasil produksi.

#### 8. Kepala Seksi Penelitian

Tugas Kepala Seksi Penelitian yaitu mempertinggi mutu produk tanpa menambah biaya.

#### 9. Kepala Seksi Pengembangan

Tugas Kepala Pengembangan, antara lain :

- a. Memperbaiki proses dari pabrik/perencanaan alat dan pengembangan produksi.

b. Mempertinggi efisiensi kerja.

#### 10. Kepala Seksi K3

Tugas Kepala K3, antara lain :

- a. Merencanakan dan menyusun program K3 perusahaan.
- b. Mengontrol kondisi lingkungan kerja, mulai dari pengecekan kondisi mesin, menganalisa sifat pekerjaan, hingga mengawasi proses produksi yang sedang berjalan.

#### 11. Kepala Seksi Administrasi

Tugas Kepala Seksi Administrasi yaitu menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

#### 12. Kepala Seksi Anggaran

Tugas Kepala Seksi Anggaran, antara lain :

- a. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat perkiraan tentang keuangan masa yang akan datang.
- b. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.

### 13. Kepala Seksi Personalia

Tugas Kepala Seksi Personalia, antara lain :

- a. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerjanya serta dengan lingkungannya agar tidak pemborosan waktu dan biaya.
- b. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
- c. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

### 14. Kepala Seksi Humas

Tugas Kepala Seksi Humas yaitu mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat diluar lingkungan perusahaan dan membangun citra perusahaan agar penilaian masyarakat terhadap perusahaan tetap positif.

### 15. Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kepala Seksi Keamanan, antara lain :

- a. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan.
- b. Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan ataupun non-karyawan.

- c. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan internal perusahaan.

#### 16. Kepala Seksi Pembelian

Tugas Kepala Seksi Pembelian, antara lain :

- a. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan oleh perusahaan.
- b. Mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

#### 17. Kepala Seksi Penjualan

Tugas Kepala Seksi Penjualan, antara lain :

- a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- b. Mengatur distribusi barang dari gudang.

#### 18. Kepala Seksi Transportasi

Tugas Kepala Seksi Transportasi, antara lain :

- a. Melakukan pengaturan, pemeliharaan, dan pengawasan jaringan transportasi di pengadaan dan pengiriman hasil produksi.
- b. Memastikan bahwa sarana transportasi memenuhi standart keselamatan dan keamanan yang ditetapkan.

- c. Melakukan koordinasi dengan pihak-pihak terkait, seperti operator kapal, pihak keamanan, dan masyarakat dalam rangka meningkatkan keselamatan dan keamanan.

G. Ketua Tim

Ketua Tim pada perusahaan memiliki tugas untuk memastikan kerja dari setiap karyawan *shift* pada saat kepala bagian ataupun kepala seksi sedang tidak berada ditempat.

#### 4.4.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Sistem Gaji

##### Karyawan

a. Penggolongan Jabatan

Masing-masing jabatan dan struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang Pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari lulusan SMA hingga Sarjana S-2. Penggolongan jabatan berdasarkan Pendidikan dapat dilihat pada Tabel 4.2 Dibawah ini :

Tabel 4. 2 Penggolongan Jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
1.	Direktur Utama	S2
2.	Direktur Teknik dan Produksi	S2
3.	Direktur Penelitian & Pengembangan	S2
3.	Direktur Keuangan dan Umum	S2
4.	Staff Ahli	S1
5.	Kepala Bagian Teknik	S1
6.	Kepala Bagian Produksi	S1



Tabel 4.2..(lanjutan)

No	Jabatan	Pendidikan
7.	Kepala Bagian Pemasaran	S1
8.	Kepala Bagian Keuangan	S1
9.	Kepala Bagian Administrasi & Umum	S1
10.	Kepala Bagian Standarisasi	S1
11.	Kepala Bagian Litbang & K3	S1
12.	Kepala Seksi	S1
13.	Staff atau Karyawan	D-3/S-1
14.	Perawat	D-3/S-1
15.	<i>Cleaning Service</i>	SMA/Sedejarajat
16.	Satpam	SMA/Sedejarajat
17.	Supir	SMA/Sedejarajat
18.	Operator	SMA/Sedejarajat

## b. Jumlah Karyawan

Tabel 4. 3 Jumlah Karyawan

No	Jabatan	Jumlah
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Teknik dan Produksi	1
3.	Direktur Penelitian & Pengembangan	1
3.	Direktur Keuangan dan Umum	1
4.	Staff Ahli	1
5.	Kepala Bagian Teknik	1
6.	Kepala Bagian Produksi	1
7.	Kepala Bagian Pemasaran	1
8.	Kepala Bagian Keuangan	1
9.	Kepala Bagian Administrasi & Umum	1
10.	Kepala Bagian Standarisasi	1
11.	Kepala Bagian Litbang & K3	1
12.	Kepala Seksi	1
13.	Staff atau Karyawan	61
14.	Perawat	2
15.	<i>Cleaning Service</i>	8
16.	Satpam	6
17.	Supir	5
18.	Operator	51

### c. Sistem Gaji Karyawan

sistem gaji perusahaan 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 dibesarkan sesuai dengan peraturan perusahaan.

Penggolongan Gaji berdasarkan Jabatan :

Tabel 4. 4 Gaji Berdasarkan Jabatan

No	Jabatan	Gaji/Bulan
1.	Direktur Utama	Rp.55.000.000,00
2.	Direktur Teknik dan Produksi	Rp.43.000.000,00
3.	Direktur Penelitian & Pengembangan	Rp.43.000.000,00
3.	Direktur Keuangan dan Umum	Rp.43.000.000,00
4.	Staff Ahli	Rp.40.000.000,00
5.	Kepala Bagian Teknik	Rp.32.000.000,00
6.	Kepala Bagian Produksi	Rp.32.000.000,00
7.	Kepala Bagian Pemasaran	Rp.32.000.000,00
8.	Kepala Bagian Keuangan	Rp.32.000.000,00
9.	Kepala Bagian Administrasi & Umum	Rp.32.000.000,00
10.	Kepala Bagian Standarisasi	Rp.32.000.000,00
11.	Kepala Bagian Litbang & K3	Rp.32.000.000,00
12.	Kepala Seksi	Rp.28.500.000,00
13.	Staff atau Karyawan	Rp.12.500.000,00
14.	Perawat	Rp.8.200.000,00

Tabel 4.4..(lanjutan)

No	Jabatan	Gaji/Bulan
15.	<i>Cleaning Service</i>	Rp.7.200.000,00
16.	Satpam	Rp.7.200.000,00
17.	Supir	Rp.7.200.000,00
18.	Operator	Rp.9.500.000,00

#### 4.4.5 Status Karyawan

Pada pabrik dietanolamin yang akan didirikan ini pemberian gaji karyawan berbeda-beda tergantung status karyawan, kedudukan, tanggung jawab serta keahlian. Menurut status karyawan dibedakan menjadi tiga bagian, antara lain :

a. Karyawan tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapatkan gaji bulanan dengan kedudukan, keahlian selama masa kerja.

b. Karyawan harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh dewan direksi tanpa surat keputusan, dan mendapat upah harian yang akan diberikan setiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

Karyawan borongan adalah karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan Borongan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan atau proyek.

#### 4.4.6 Jumlah dan Jadwal Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan (*Maintenance*). Sedangkan pembagian jam kerja karyawan pada pabrik ini terbagi menjadi dua (2), antara lain karyawan *shift* dengan karyawan *non-shift*.

a. Karyawan *shift*

Karyawan *shift* merupakan karyawan yang berlangsung menangani proses produksi atau mengatur bagian tertentu dari pabrik yang memiliki hubungan dengan keamanan serta kelancaran produksi. Bagian yang termasuk karyawan *shift* adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang, dan bagian-bagian yang harus siap siaga demi menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Para karyawan bekerja secara bergantian dalam sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi menjadi 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut: Jadwal kerja karyawan *shift* dibagi menjadi:

1. *Shift* pagi : 08.00-16.00
2. *Shift* sore : 16.00-24.00
3. *Shift* malam : 24.00-08.00

Pembagian regu dan *shift* dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Jadwal Hari dan Jam Kerja Karyawan *Shift*

		Hari Ke-														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A				I	I	II	II	II	II	I	I	II	II	II	II	
B		II	II			I	I	II	II	II	II	I	I			I
C		II	II	II	II			I	I	II	II			II	II	II
D		I	I	II	II	II	II					II	II	I	I	II

		Hari Ke-														
		1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
		6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
A					II	II	I	I	II	II	II	II	I	I	II	II
B		I	II	II			II	II	I	I	II	II	II	II		
C		II	I	I	II	II			II	II	I	I			I	I
D		II	II	II	I	I	II	II					II	II	II	II

b. Karyawan *non-shift*

Karyawan *non-shift* merupakan karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan *non-shift* adalah: Direktur, Staff Ahli, Kepala Bagian serta staff-staff yang berada di kantor. Karyawan *non-shift* dalam seminggu bekerja selama 5 hari, dengan pembagian jam kerja sebagai berikut :

Hari= Senin - Kamis

Pukul 08.00-12.00 (Jam Kerja)

Pukul 12.00-13.00 (Jam Istirahat)

Pukul 13.00-16.00 (Jam Kerja)

Hari= Jum'at

Pukul 08.00-11.30 (Jam Kerja)

Pukul 12.30-13.00 (Jam Istirahat)

Pukul 13.00-16.00 (Jam Kerja)

Hari= Sabtu, Minggu dan Hari besar libur

## **BAB V**

### **UTILITAS**

Unit utilitas merupakan unit yang memegang peran penting dalam pengoperasian sebuah pabrik. Pabrik tidak dapat dijalankan tanpa adanya unit utilitas dalam proses produksi. Selain itu, utilitas memegang peranan penting dalam sebuah pabrik antara lain : menjaga kondisi operasi pabrik agar tetap stabil sesuai yang diinginkan, menjaga mesin-mesin produksi tetap beroperasi dengan normal serta menjaga aspek *safety* pada proses produksi terlaksana dengan baik. Adapun unit utilitas yang terdapat dalam perencanaan pabrik dietanolamin ini antara lain :

#### **5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air**

Unit Pengadaan dan Pengolahan Air bertujuan untuk menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air di suatu pabrik, seperti air untuk proses produksi, fasilitas umum, sanitasi (domestik), air pendingin, sebagai *steam*, bahkan air untuk umpan boiler. Pada pabrik dietanolamin akan menggunakan sumber air yang terdekat seperti, berasal dari Air Sungai Bengawan Solo. Air yang digunakan untuk mendirikan pabrik dietanolamin yaitu:

### 5.1.1 Air Sanitasi (Air Domestik)

Air sanitasi atau yang biasa disebut air domestik merupakan air yang dimanfaatkan manusia untuk dikonsumsi pada kehidupan sehari-hari. Selain itu, air sanitasi juga digunakan sebagai *treatment* air minum. Adapun syarat-syarat yang harus dipenuhi pada air sanitasi adalah :

a. Syarat Kimia :

1. Suhu tidak mengandung zat organik maupun anorganik
2. Air tidak beracun

b. Syarat Fisika :

1. Warna air jernih
2. Air tidak berasa
3. Air tidak berbau
4. Suhu air dibawah suhu udara luar

c. Syarat Biologis :

Air tidak mengandung bakteri berbahaya seperti, bakteri pantogen yang meliputi : bakteri *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Escherichia Coli* dan lain sebagainya.

Berdasarkan WHO, kebutuhan air per orang berkisar antara 100-120 liter per hari. Untuk suatu pabrik atau kantor, kebutuhan air setiap orang memerlukan 100 liter per hari (Sularse, 2001). Jumlah karyawan pada pabrik



dietanolamin ini berjumlah 163 karyawan. Sehingga total kebutuhan air domestik sebesar :

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik

No	Keterangan	Jumlah Kebutuhan (Kg/Jam)
1	Karyawan	1.950,384
	Total	1.950,384

### 5.1.2 Air Steam

Kebutuhan *steam* bertujuan untuk alat-alat proses yang memerlukan *heat exchanger*. Adapun alat yang membutuhkan *steam* pada pabrik dietanolamin ini adalah :

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Steam

No	Nama Alat	Kode	Kebutuhan Steam (Kg/Jam)
1	<i>Heater</i>	HE-01	294,308
2	<i>Heater</i>	HE-02	338,415
3	<i>Reboiler</i>	RB-01	3.941,863
4	<i>Reboiler</i>	RB-02	429,919
5	<i>Reboiler</i>	RB-03	45,626
	Total		5.050,131

Perancangan dibuat *over design* sebanyak 20% sehingga menjadi 6.060,157 kg/jam. Pada saat proses berlangsung, air *steam* mengalami *blowdown* serta menguap pada setiap alat proses maka diperlukan air *make-up*. Setelah dilakukan perhitungan kebutuhan air *make-up* sebesar 1.454,438 kg/jam.

### 5.1.3 Air Proses

Air proses merupakan salah satu bahan baku tambahan yang digunakan dalam pembuatan dietanolamin, aktifitas utama air proses ini sebagai pengolahan (*processing*). Dampak buruk dapat terjadi pada proses serta kualitas hasil akhir apabila prosedur pengolahan air kurang memadai pada proses industri ini, air digunakan sebagai pencampuran, pelarutan bahkan pengenceran suatu proses.

Adapun alat yang membutuhkan air proses pada pabrik dietanolamin ini adalah :

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Proses

No	Nama Alat	Kode	Kebutuhan Proses (Kg/Jam)
1	<i>Mixer</i>	M-01	905,196
	Total		905,196

### 5.1.4 Air Pendingin

Air pendingin meliputi sistem pendingin yang merupakan rangkaian untuk mengatasi terjadinya *over heating* (panas yang berlebih) di dalam suatu alat proses agar dapat bekerja secara maksimal. Air pendingin berasal dari air limbah yang digunakan untuk penghilang panas dan tidak berkontak langsung dengan bahan baku. Adapun beberapa parameter penting yang terdapat pada sistem air pendingin:

- a. pH, menunjukkan indikasi dari tingkat keasaman atau kebasaan dari air.
- b. Konduktifitas mengindikasikan jumlah *dissolved* mineral dalam air.
- c. *Hardness* / kesadahan, menunjukkan jumlah ion kalsium dan magnesium yang ada pada air.

Adapun alat yang membutuhkan air pendingin pada pabrik dietanolamin ini adalah :

Tabel 5. 4 Kebutuhan Air Pendingin

No	Nama Alat	Kode	Kebutuhan Pendingin (Kg/Jam)
1	<i>Condensor</i>	CD-01	7.939,365
2	Reaktor	R-01	1.408,766
Total			9.347,131

### 5.1.5 Air Layanan Umum (*Service Water*)

Air layanan Umum (*Service Water*) merupakan air bertujuan untuk memenuhi kebutuhan layanan umum seperti : laboratorium, kantin, bengkel, dan fasilitas umum lainnya. Syarat-syarat air dapat digunakan kedalam *service water* sama seperti air sanitasi (domestik). Kebutuhan air *service* pada pabrik dietanolamin diperkirakan sekitar 589,583 kg/jam.

### 5.1.6 Pengolahan Air Sungai

Penggunaan air sungai ini juga tidak sembarangan langsung di gunakan tetapi harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat yang ditentukan. Pengolahan air sungai ini dapat meliputi secara fisik maupun kimia. Berikut tahapan-tahapan pengolahan air sungai :

a. Pengendapan

Air sungai yang telah di filter, kemudian dialirkan ke bak pengendapan awal untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari penyaringan awal (*screen*). Kemudian dialirkan ke bak pengendapan yang dilengkapi dengan pengaduk.

b. Penggumpalan dan *Clarifier*

Setelah melewati bak pengendapan awal, air dialirkan ke dalam bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan yang tidak mengendap di dalam bak pengendapan dengan cara menambahkan senyawa kimia. Senyawa kimia yang di tambahkan niasanya berupa :

1.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , berfungsi sebagai flokulan.
2.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , berfungsi sebagai flokulan

Kemudian, air diumpankan ke dalam tangki dan diaduk dengan putaran tinggi, setelah itu, air bersih akan keluar dari pinggir *clarifer* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara *gravitasi* dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

c. Penyaringan

Air yang keluar dari *clarifier* diumpankan ke kolam *sand filter* untuk penyaringan partikel-partikel *solid* yang terbawa Bersama air dan *clarifier*. Kemudian air tersebut dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*). Air yang keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang akan disalurkan sebagai air perumahan/perkantoran, air umpan *boiler*, air pendingin dan air proses.

d. *Deminerlisasi*

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi standart serta bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Maka dari itu, dibutuhkan proses *deminerlisasi* yang bertujuan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water*. Adapun tahapan proses *deminerlisasi* sebagai berikut :

1. *Cation Exchanger*

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

2. *Anion Exchanger*

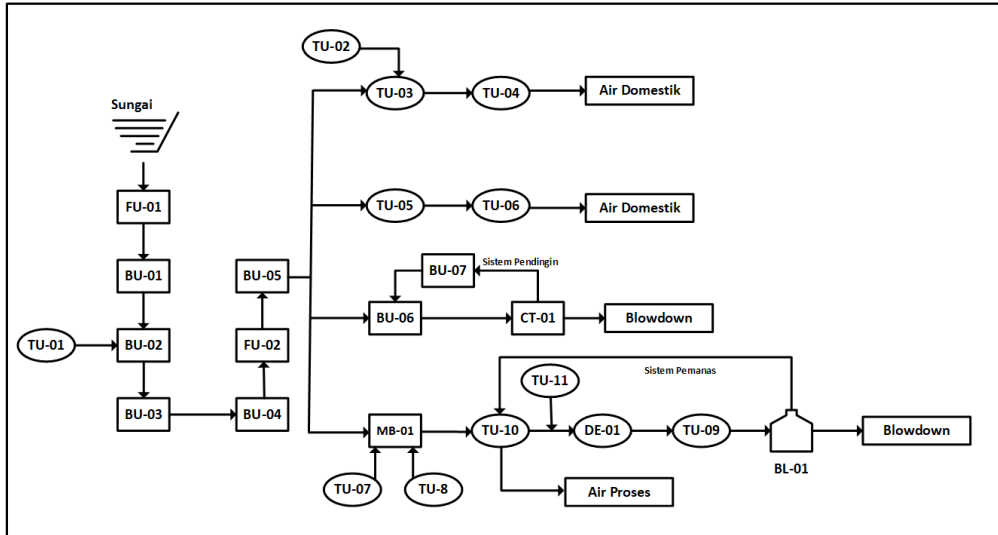
Air dari tangki *cation exchanger* kemudian di umpankan ke dalam tangki *anion exchamger*. Tangki ini berfungsi sebagai

pengikat ion-ion negatif (*anion*) yang terlarut di dalam air dengan resin yang bersifat basa.

e. *Daerasi*

Air yang telah mengalami *demineralisasi* kemudian dipompakan menuju *daerator*. Pada pengolahan air untuk *boiler* tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut terutama yang dapat menimbulkan korosi. Unit *daerator* bertujuan sebagai penghilang gas  $O_2$  dan  $CO_2$  yang dapat menimbulkan korosi. Di dalam *daerator* diinjeksikan hidrazin ( $N_2H_4$ ) sebagai pengikat oksigen yang terkandung di dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Berikut diagram alir utilitas dapat dilihat pada gambar 5.1 Dibawah ini :



Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas

Keterangan :

No	Nama	Kode
1	Screening/Saringan	FU-01
2	Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi	BU-01
3	Bak Penggumpal	BU-02
4	Tangki Larutan Alum	TU-01
5	Bak Pengendapan I	BU-03
6	Bak Pengendapan Ii	BU-04
7	Sand Filter	FU-02
8	Bak Penampungan Sementara	BU-05
9	Tangki Kloronasi	TU-03
10	Tangki Kaporit	TU-02
11	Tangki Air Bersih	TU-04
12	Tangki Air Service	TU-05
13	Tangki Air Bertekanan	TU-06
14	Bak Air Pendingin I	BU-06
15	Cooling Tower Air	CT-01
16	Bak Air Pendingin Ii	BU-07
17	Mixed Bed	MB-01

Keterangan...(lanjutan)

No	Nama	Kode
18	Tangki Nacl	TU-07
19	Tangki Naoh	TU-08
20	Tangki Demin	TU-10
21	<i>Daerator</i>	DE-01
22	Tangki N <sub>2</sub> h <sub>4</sub>	TU-11
23	Tangki Umpan Boiler	TU-09
24	Boiler	BO-01

## 5.2 Unit Pengolahan Limbah

Pabrik dietanolamin menghasilkan beberapa jenis limbah seperti : limbah gas dan limbah cair.

### a. Limbah Gas

limbah gas yang dihasilkan berupa gas buang sisa hasil pembakaran *boiler* yang Sebagian besar berupa gas CO<sub>2</sub>. Penanganan yang dilakukan dengan mengaborsi gas CO<sub>2</sub> sehingga kadarnya menurun dan bisa dibuang langsung ke lingkungan.

### b. Limbah Cair

#### 1. Reaksi Samping dari Proses Produksi

Reaksi samping dari pembuatan dietanolamin dari etilen oksida dengan ammonia menghasilkan monoetanolamin dan trietanolamin. Senyawa ini di



pisahkan terlebih dahulu dari produk utama dan di simpan didalam tangki. Pada senyawa ini mempunyai manfaat dan kegunaan di bidang lain sehingga senyawa ini dapat dijual ke pasar masyarakat.

## 2. Limbah Domestik

Limbah domestik berasal dari air buangan toilet, kantor, kantin, dan lain sebagainya. Untuk penanganan sebelum dibuang ke lingkungan limbah domestik dimasukkan ke dalam unit pengolahan limbah terlebih dahulu agar sesuai dengan bahan baku mutu air yang telah diterapkan oleh Pemerintah (Kementrian Lingkungan).

## 3. Limbah Laboratorium

Limbah laboratorium mengandung zat-zat kimia berbahaya, sehingga sebelum dibuang ke lingkungan limbah ini harus diolah terlebih dahulu agar sesuai dengan standart.

### **5.3 Unit Penyedia Udara Tekan**

Udara tekan diperlukan sebagai pemakaian alat instrumentasi dan kontrol (*pneumatic control*). Daya yang digunakan untuk menjalankan proses Udara tekan yaitu sebesar 3,386 Hp.

#### **5.4 Unit Pembangkit *Steam***

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*). Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O<sub>2</sub>, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Kemudian umpan dimasukkan ke dalam *economizer* dan selanjutnya umpan masuk ke dalam boiler. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

#### **5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar**

Unit ini bertujuan sebagai penyedia bahan bakar yang nantinya akan digunakan untuk *generator diesel* cadangan pembangkit listrik dan bahan pembakaran untuk *boiler*. *Fuel oil* yang dibutuhkan untuk pembakaran *boiler* sebesar 102,312 m<sup>3</sup>/hari. Dan bahan bakar solar untuk *generator diesel* sebesar 10,394 lt/jam.

#### **5.6 Unit Penyedia Listrik**

Unit ini bertujuan untuk menyediakan kebutuhan daya listrik pada pabrik yang meliputi :

- a. Listrik keperluan alat proses dan utilitas = 94,675 kW

- b. Listrik keperluan alat kontrol = 23,669 kW
- c. Listrik keperluan peralatan kantor = 14,201 kW
- d. Listrik keperluan penerangan = 14,201 kW
- e. Listrik keperluan laboratorium dan bengkel = 14,201 kW

Maka dari itu total kebutuhan listrik sebesar 160,947 kW. Dengan faktor daya 80% maka kebutuhan listrik total sebesar 201 kW. Kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan *generator* sebagai cadangan.

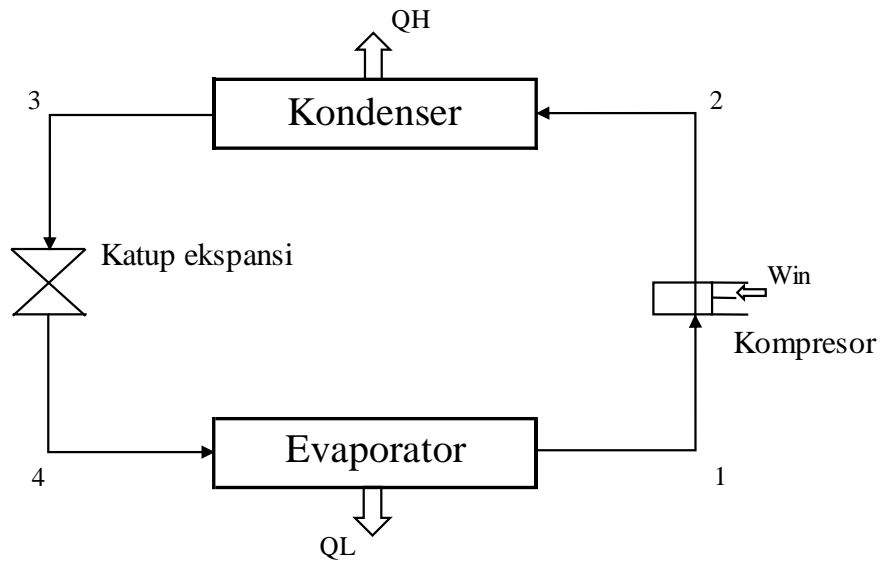
### **5.7 Unit Penyedia *Downthrem***

Unit ini bertujuan sebagai penyedia *downthrem* yang digunakan sebagai media pendingin untuk *cooler* dan *condenser*. Dimana *downthrem* yang digunakan merupakan *downthream A* dengan pertimbangan bahwa jenis *downthrem* ini mampu bekerja pada suhu tinggi sehingga lebih efektif jika dibandingkan dengan penggunaan air pendingin biasa yang dimungkinkan ikut menjadi panas dan menguap terlebih dahulu sebelum proses pendinginan berakhir. *Downthrem A* ini terdiritas 2 senyawa yaitu *dipenil eter* dan *bipenil eter* yang dapat digunakan dalam fase cair dan uap dengan kisaran aplikasi pada rentang 15-400 C dengan tekanan 1-10,6 bar. Jumlah *downthrem* yang digunakan sebesar 12.057,629 kg/jam dengan *over design* sebesar 20%, *downthrem* ini diperoleh dari PT. Samiraschem Indonesia, Jakarta Timur.

Untuk mendinginkan *downthrem* menggunakan siklus *refrigerasi*. Prinsip kerja mesin *refrigerasi* adalah mengalirkan *refrigeran* di dalam sebuah sistem

untuk menyerap kalor dari udara yang ada di sekitarnya. *Refrigeran* yang ada di dalam sistem tersebut akan mengalami perubahan fase dari gas ke cair atau sebaliknya selama siklus berlangsung. Pada kompresor, uap *refrigeran* dinaikkan tekanannya. Kemudian uap panas tersebut didinginkan pada kondensor agar menjadi cairan. Untuk menurunkan tekanan dari *refrigeran* cair dalam kondenser agar mudah menguap digunakan alat ekspansi. Pada evaporator, cairan akan menguap dan menyerap kalor dari udara yang ada di sekitarnya. Dalam bentuk uap tekanan rendah, *refrigeran* dihisap lagi oleh kompresor, sehingga proses tersebut akan terus berulang. Dalam sistem *refrigerasi* jumlah *refrigeran* adalah tetap meskipun mengalami perubahan fase, sehingga dalam sistem tidak perlu ditambahkan *refrigeran* jika tidak terjadi kebocoran.

Masing - masing dari keempat komponen siklus *refrigerasi* kompresi uap yaitu, kompresor, kondenser, alat ekspansi dan evaporator mempunyai sifat - sifat yang tersendiri. Pada waktu yang sama masing - masing komponen dipengaruhi oleh kondisi yang disebabkan komponen lainnya, Prinsip kerja siklus *refrigerasi* dapat dilihat pada gambar 5.2 dibawah ini:



Gambar 5. 2 Prinsip Kerja Siklus Refrigerasi

Adapun alat yang membutuhkan *downtrem* pada pabrik dietanolamin ini adalah:

Tabel 5. 5 Kebutuhan *Downtrem*

No	Nama Alat	Kode	Kebutuhan Pendingin (Kg/Jam)
1	Condensor 02	CD-02	9.500,209
2	Condensor 03	CD-03	2.191,046
3	Condensor 04	CD-04	362,974
4	Cooler 01	CL-01	1,013
5	Cooler 02	CL-02	0,712
6	Cooler 03	CL-03	0,643
7	Cooler 04	CL-04	0,594
8	Cooler 05	CL-05	0,438
Total			12.057,629

## 5.8 Spesifikasi Alat Utilitas

Di unit utilitas terdapat alat-alat untuk menjalankan fungsinya maka di butuhkan alat-alat penunjang sebagai berikut :

### 5.8.1 Pompa Utilitas

Tabel 5. 6 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21)

<b>Parameter</b>	<b>PU-01</b>	<b>PU-02</b>	<b>PU-03</b>
Spesifikasi Fungsi	: Pompa : Mengalirkan air dari sungai menuju <i>Screening</i> (FU-01)	: Pompa : Mengalirkan air sungai dari <i>screening</i> (FU-01) menuju Bak Pengendapan Awal (BU-01)	: Pompa : Mengalirkan air sungai dari Bak Sedimentasi (BU-01) menuju Bak Penggumpal (BU-02)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>		
Bahan	: <i>Comercial steel, Mixed flow impellers</i>		
Konstruksi			
Spesifikasi :			
Kapasitas	: 133 gal/min	: 126 gal/min	: 120 gal/min
<i>Rate Volumetrik</i>	: 0,295 ft <sup>3</sup> /s	: 0,281 ft <sup>3</sup> /s	: 0,267 ft <sup>3</sup> /s
Kecepatan Aliran	: 3,349 ft/s	: 3,181 ft/s	: 3,022 ft/s
IPS	: 4 in	: 4 in	: 4 in
<i>Flow Area</i>	: 12,1 in <sup>2</sup>	: 12,1 in <sup>2</sup>	: 12,1 in <sup>2</sup>
OD	: 4,5 in	: 4,5 in	: 4,5 in
ID	: 4,026 in	: 4,026 in	: 4,026 in
Efisiensi	: 62 %	: 60 %	: 60 %
Pompa			
<i>Power</i>	: 0,500 HP	: 0,500 HP	: 2 HP
Motor			
Harga	: \$ 4.678	: \$ 4.678	: \$ 4.678

Tabel 5. 7 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21)

<b>Parameter</b>	<b>PU-04</b>	<b>PU-05</b>	<b>PU-06</b>
Spesifikasi Fungsi	: Pompa : Mengalirkan air dari Tangki Alum (TU-01) menuju ke Bak Penggumpal (BU-02)	: Pompa : Mengalirkan air dari Bak Penggumpal (BU-02) menuju ke Bak Pengendapan I (BU-03)	: Pompa : Mengalirkan air dari Bak Pengendapan I (BU-03) menuju ke Bak Pengendapan II (BU-04)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>		
Bahan Kontruksi	: <i>Comercial steel, Radial flow impellers</i>	: <i>Comercial steel, Mixed flow impellers</i>	: <i>Comercial steel, Mixed flow impellers</i>
Spesifikasi : Kapasitas	: 7,78E-03 gal/min	: 114 gal/min	: 108 gal/min
<i>Rate Volumetrik</i>	: 1,73E-05 ft <sup>3</sup> /s	: 0,253 ft <sup>3</sup> /s	: 0,241 ft <sup>3</sup> /s
Kecepatan Aliran	: 0,043 ft/s	: 2,871 ft/s	: 2,728 ft/s
IPS	: 0,125 in	: 4 in	: 4 in
<i>Flow Area</i>	: 0,058 in <sup>2</sup>	: 12,1 in <sup>2</sup>	: 12,1 in <sup>2</sup>
OD	: 0,405 in	: 4,5 in	: 4,5 in
ID	: 0,269 in	: 4,026 in	: 4,026 in
Efisiensi	: 42 %	: 60 %	: 60 %
Pompa			
<i>Power</i>	: 0,050 HP	: 0,333 HP	: 0,333 HP
Motor			
Harga	: \$ 4.678	: \$ 4.678	: \$ 4.678

Tabel 5. 8 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21)

<b>Parameter</b>	<b>PU-07</b>	<b>PU-08</b>	<b>PU-09</b>
Spesifikasi Fungsi	: Pompa : Mengalirkan air dari Bak Pengendapan II (BU-04) menuju ke <i>Sand Filter</i> (FU-01)	: Pompa : Mengalirkan air dari <i>Sand Filter</i> (FU-01) menuju ke Bak Penampungan Sementara (BU-05)	: Pompa : Mengalirkan air dari Bak Penampungan Sementara (BU-05) menuju ke area kebutuhan air
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>		

Tabel 5.8..(lanjutan)

<b>Parameter</b>	<b>PU-07</b>	<b>PU-08</b>	<b>PU-09</b>
Bahan	: <i>Comercial steel, Mixed flow impellers</i>		
Konstruksi			
Spesifikasi :			
Kapasitas	: 108 gal/min	: 133 gal/min	: 133 gal/min
<i>Rate</i>	: 0,241 ft <sup>3</sup> /s	: 0,295 ft <sup>3</sup> /s	: 0,295 ft <sup>3</sup> /s
<i>Volumetrik</i>			
Kecepatan	: 2,728 ft/s	: 3,349 ft/s	: 3,349 ft/s
Aliran			
IPS	: 4 in	: 4 in	: 4 in
<i>Flow Area</i>	: 12,1 in <sup>2</sup>	: 12,1 in <sup>2</sup>	: 12,1 in <sup>2</sup>
OD	: 4,5 in	: 4,5 in	: 4,5 in
ID	: 4,026 in	: 4,026 in	: 4,026 in
Efisiensi	: 60 %	: 63 %	: 63 %
Pompa			
<i>Power</i>	: 0,333 HP	: 1,250 HP	: 1,250 HP
Motor			
Harga	: \$ 4.678	: \$ 4.678	: \$ 4.678

Tabel 5. 9 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21)

<b>Parameter</b>	<b>PU-10</b>	<b>PU-11</b>	<b>PU-12</b>
Spesifikasi	: Pompa	: Pompa	: Pompa
Fungsi	: Mengalirkan kaporit dari Tangki Kaporit (TU-02) menuju Tangki Klorinasi (TU-03)	: Mengalirkan air dari Tangki Klorinasi (TU-02) menuju Tangki air bersih (TU-04)	: Mengalirkan air dari Tangki air bersih (TU-04) menuju kebutuhan domestik
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>		
Bahan	: <i>Comercial steel, Radial flow impellers</i>	: <i>Comercial steel, Mixed flow impellers</i>	: <i>Comercial steel, Mixed flow impellers</i>
Spesifikasi :			
Kapasitas	: 3,08E-08 gal/min	: 10 gal/min	: 10 gal/min
<i>Rate</i>	: 6,87E-11 ft <sup>3</sup> /s	: 0,022 ft <sup>3</sup> /s	: 0,022 ft <sup>3</sup> /s
<i>Volumetrik</i>			
Kecepatan	: 1,70E-07 ft/s	: 2,155 ft/s	: 2,155 ft/s
Aliran			
IPS	: 0,125 in	: 1,25 in	: 1,25 in
<i>Flow Area</i>	: 0,058 in <sup>2</sup>	: 1,500 in <sup>2</sup>	: 1,500 in <sup>2</sup>



Tabel 5.9..(lanjutan)

<b>Parameter</b>	<b>PU-10</b>	<b>PU-11</b>	<b>PU-12</b>
OD	: 0,405 in	: 1,66 in	: 1,66 in
ID	: 0,269 in	: 1,380 in	: 1,380 in
Efisiensi	: 41 %	: 44 %	: 44 %
Pompa			
OD	: 0,405 in	: 1,66 in	: 1,66 in
Power	: 0,050 HP	: 0,050 HP	: 0,050 HP
Motor			
Harga	: \$ 4.678	: \$ 4.678	: \$ 4.678

Tabel 5. 10 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21)

<b>Parameter</b>	<b>PU-13</b>	<b>PU-14</b>	<b>PU-15</b>
Spesifikasi	: Pompa	: Pompa	: Pompa
Fungsi	: Mengalirkan air dari Tangki air service (TU-05) menuju Tangki Air Bertekanan (TU-06)	: Mengalirkan air dari Tangki Air Bertekanan (TU-06) menuju Area kebutuhan service	: Mengalirkan air dari Bak Air Pendingin (BU-06) menuju <i>Cooling Tower</i> (CT-01)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>		
Bahan	: <i>Comercial steel, Radial flow impellers</i>	: <i>Comercial steel, Radial flow impellers</i>	: <i>Comercial steel, Mixed flow impellers</i>
Spesifikasi :			
Kapasitas	: 3 gal/min	: 3 gal/min	: 58 gal/min
Rate			
Volumetrik	: 0,007 ft <sup>3</sup> /s	: 0,007 ft <sup>3</sup> /s	: 0,129 ft <sup>3</sup> /s
Kecepatan Aliran	: 1,131 ft/s	: 1,131 ft/s	: 2,519 ft/s
IPS	: 1 in	: 1 in	: 3 in
Flow Area	: 0,864 in <sup>2</sup>	: 0,864 in <sup>2</sup>	: 7,38 in <sup>2</sup>
OD	: 1,32 in	: 1,32 in	: 3,50 in
ID	: 1,049 in	: 1,049 in	: 3,068 in
Efisiensi	: 44 %	: 44 %	: 43 %
Pompa			
Power	: 0,050 HP	: 0,050 HP	: 0,050 HP
Motor			
Harga	: \$ 4.678	: \$ 4.678	: \$ 4.678

Tabel 5. 11 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21)

<b>Parameter</b>	<b>PU-16</b>	<b>PU-17</b>	<b>PU-18</b>
Spesifikasi Fungsi	: Pompa : Mengalirkan air dari <i>Cooling Tower</i> (CT-01) menuju <i>Recycle</i> dari Bak Air Dingin	: Pompa : Mengalirkan air dari Tangki Penampungan NaCL (TU-07) menuju <i>Mixed Bed</i> (MB-01)	: Pompa : Mengalirkan air dari <i>Mixed Bed</i> (MB-01) menuju Tangki Air Demin (TU-10)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>		
Bahan	: <i>Comercial steel, Mixed flow impellers</i>		
Konstruksi			
Spesifikasi :			
Kapasitas	: 58 gal/min	: 31 gal/min	: 31 gal/min
<i>Rate</i>	: 0,129 ft <sup>3</sup> /s	: 0,070 ft <sup>3</sup> /s	: 0,070 ft <sup>3</sup> /s
<i>Volumetrik</i>			
Kecepatan Aliran	: 2,519 ft/s	: 2,998 ft/s	: 2,998 ft/s
IPS	: 3 in	: 2 in	: 2 in
<i>Flow Area</i>	: 7,38 in <sup>2</sup>	: 3,35 in <sup>2</sup>	: 3,35 in <sup>2</sup>
OD	: 3,50 in	: 2,38 in	: 2,38 in
ID	: 3,068 in	: 2,067 in	: 2,067 in
Efisiensi Pompa	: 43 %	: 41 %	: 42 %
<i>Power</i>			
Motor	: 10 HP	: 0,083 HP	: 0,167 HP
Harga	: \$ 4.678	: \$ 4.678	: \$ 4.678

Tabel 5. 12 Spesifikasi Pompa Utilitas (Jumlah Alat = 21)

<b>Parameter</b>	<b>PU-19</b>	<b>PU-20</b>	<b>PU-21</b>
Spesifikasi Fungsi	: Pompa : Mengalirkan air dari Tangki Air Demin (TU-10) Menuju Tangki <i>Deaerator</i> (DE-01)	: Pompa : Mengalirkan air dari Tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (TU-11) menuju Tangki <i>Deaerator</i> (DE-01)	: Pompa : Mengalirkan air dari <i>Deaerator</i> (DE-01) ke <i>Boiler</i> (BO-01)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>		
Bahan	: <i>Comercial steel, Mixed flow impellers</i>		
Konstruksi			
Spesifikasi :			
Kapasitas	: 31 gal/min	: 31 gal/min	: 31 gal/min

Tabel 5.12..(lanjutan)

<b>Parameter</b>	<b>PU-19</b>	<b>PU-20</b>	<b>PU-21</b>
<i>Rate Volumetrik</i>	: 0,070 ft <sup>3</sup> /s	: 0,070 ft <sup>3</sup> /s	: 0,070 ft <sup>3</sup> /s
Kecepatan Aliran	: 2,998 ft/s	: 2,998 ft/s	: 2,998 ft/s
IPS	: 2 in	: 2 in	: 2 in
<i>Flow Area</i>	: 3,35 in <sup>2</sup>	: 3,35 in <sup>2</sup>	: 3,35 in <sup>2</sup>
OD	: 2,38 in	: 2,38 in	: 2,38 in
ID	: 2,067 in	: 2,067 in	: 2,067 in
Efisiensi Pompa	: 42 %	: 42 %	: 42 %
<i>Power Motor</i>	: 0,083 HP	: 0,083 HP	: 0,083 HP
Harga	: \$ 4.678	: \$ 4.678	: \$ 4.678

### 5.8.2 Bak Utilitas

Tabel 5. 13 Spesifikasi Bak Utilitas (Jumlah Alat = 7)

<b>Parameter</b>	<b>BU-01</b>	<b>BU-02</b>	<b>BU-03</b>
Spesifikasi Fungsi	: Bak Utilitas : Mengendapkan kotoran yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi	: Bak Utilitas : Mengendapkan kotoran yang berupa dispesi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan yang berfungsi untuk menggumpalkan kotoran	: Bak Utilitas : Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi)
Jenis Bahan	: Bak persegi dengan beton	: Bak silinder tegak dengan beton	: Bak silinder tegak dengan beton
Panjang	: 7,056 m	-	: 6,819 m
Lebar	: 7,056 m	-	: 6,819 m
Tinggi	: 3,528 m	: 1,908 m	: 3,410 m
Diameter	-	: 1,908 m	-
Harga	: \$ 40,877	: \$ 10,858	: \$ 6,515

Tabel 5. 14 Spesifikasi Bak Utilitas (Jumlah Alat = 7)

<b>Parameter</b>	<b>BU-04</b>	<b>BU-05</b>
Spesifikasi	: Bak Utilitas	: Bak Utilitas
Fungsi	: Mengedapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari flokulasi (menghilangkan flokulasi)	: Bak penampung sementara setelah disaring <i>sand filter</i>
Jenis Bahan	: Bak persegi dengan beton	: Bak persegi dengan beton dan dilapisi porselin
Panjang	: 6,704 m	: 25,372 m
Lebar	: 6,704 m	: 25,372 m
Tinggi	: 3,352 m	: 12,686 m
Diameter	-	-
Harga	: \$ 24,526	: \$ 10,730

Tabel 5. 15 Spesifikasi Bak Utilitas (Jumlah Alat = 7)

<b>Parameter</b>	<b>BU-06</b>	<b>BU-07</b>
Spesifikasi	: Bak Utilitas	: Bak Utilitas
Fungsi	: Menampung kebutuhan air pendingin	: Menampung air <i>make up</i> dan air pendingin proses yang sudah didinginkan
Jenis Bahan	: Bak persegi Panjang	: Bak persegi Panjang
Panjang	: 8,645 m	: 2,441 m
Lebar	: 8,645 m	: 2,441 m
Tinggi	: 4,322 m	: 1,220 m
Diameter	-	-
Harga	: \$ 6,387	: \$ 7,026

### 5.8.3 Tangki Utilitas

Tabel 5. 16 Spesifikasi Tangki Utilitas (Jumlah Alat = 11)

<b>Parameter</b>	<b>TU-01</b>	<b>TU-02</b>	<b>TU-03</b>
Spesifikasi Fungsi	: Tangki Utilitas Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 % untuk satu minggu	: Tangki Utilitas Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki Klorinasi (TU-03)	: Tangki Utilitas Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga
Jenis Bahan	: <i>Silinder</i> tegak	: <i>Silinder</i> tegak	: <i>Silinder</i> tegak berpengaduk
Tinggi	: 1,856 m	: 0,199 m	: 1,439 m
Diameter	: 0,928 m	: 0,199 m	: 1,439 m
Volume	: 1,254 m <sup>3</sup>	: 0,006 m <sup>3</sup>	: 2,340 m <sup>3</sup>
Harga	: \$ 830	: \$ 4,471	: \$ 511

Tabel 5. 17 Spesifikasi Tangki Utilitas (Jumlah Alat = 11)

<b>Parameter</b>	<b>TU-04</b>	<b>TU-05</b>	<b>TU-06</b>
Spesifikasi Fungsi	: Tangki Utilitas Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga	: Tangki Utilitas Menampung air untuk keperluan layanan umum	: Tangki Utilitas Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum
Jenis Bahan	: <i>Silinder</i> tegak	<i>Silinder</i> tegak	<i>Silinder</i> tegak
Tinggi	: 4,152 m	: 2,786 m	: 2,786 m
Diameter	: 4,152 m	: 2,786 m	: 2,786 m
Volume	: 56,171 m <sup>3</sup>	: 16,980 m <sup>3</sup>	: 16,980 m <sup>3</sup>
Harga	: \$ 136,810	: \$ 15,840	: \$ 4,599

Tabel 5. 18 Spesifikasi Tangki Utilitas (Jumlah Alat = 11)

<b>Parameter</b>	<b>TU-07</b>	<b>TU-08</b>	<b>TU-09</b>
Spesifikasi Fungsi	: Tangki Utilitas : Menampung larutan NaCL yang akan digunakan untuk meregenerasi <i>Anion exchanger</i>	: Tangki Utilitas : Menampung larutan NaCL yang akan digunakan untuk meregenerasi <i>Anion exchanger</i>	: Tangki Utilitas : Mencampur kondensat sirkulasi dan <i>make up</i> air umpan <i>boiler</i> sebelum dibangkitkan sebagai <i>steam</i> dalam <i>boiler</i>
Jenis Bahan	: <i>Silinder</i> tegak	: <i>Silinder</i> tegak	: <i>Silinder</i> tegak
Tinggi	: 1,244 m	: 0,994 m	: 2,100 m
Diameter	: 1,244 m	: 0,994 m	: 2,100 m
Volume	: 1,513 m <sup>3</sup>	: 0,770 m <sup>3</sup>	: 7,272 m <sup>3</sup>
Harga	: \$ 5,365	: \$ 44,709	: \$ 9,197

Tabel 5. 19 Spesifikasi Tangki Utilitas (Jumlah Alat = 11)

<b>Parameter</b>	<b>TU-10</b>	<b>TU-11</b>
Spesifikasi Fungsi	: Tangki Utilitas : Menampung air bebas mineral sebagian air proses dan air umpan <i>boiler</i>	: Tangki Utilitas Menyimpan larutan N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Jenis Bahan	: <i>Silinder</i> tegak	: <i>Silinder</i> tegak
Tinggi	: 6,058 m	: 2,112 m
Diameter	: 6,058 m	: 2,112 m
Volume	: 174,533 m <sup>3</sup>	: 7,392 m <sup>3</sup>
Harga	: \$ 129,018	: \$ 140,514

#### 5.8.4 Spesifikasi *Screening* dan *Sand Filter* Utilitas

Tabel 5. 20 Spesifikasi *Screening*

<b>Parameter</b>	<b>FU-01</b>
Spesifikasi	: <i>Screening</i>
Fungsi	: Menyaring kotoran
Material	: Alumunium
Lebar	: 8 ft
Panjang	: 10 ft
Diameter	: 1 cm
Harga	: \$ 37,811

Tabel 5. 21 Spesifikasi *Sand Filter*

<b>Parameter</b>	<b>FU-02</b>
Spesifikasi	: <i>Sand Filter</i>
Fungsi	: Menyaring partikel-partikel halus yang ada di air sungai
Jenis Bahan	: Bak berbentuk balok
Material	: <i>Spheres</i>
Panjang	: 9,560 m
Lebar	: 9,560 m
Tinggi	: 4,780 m
Harga	: \$ 4,088

#### 5.8.5 Spesifikasi *Cooling Tower*

Tabel 5. 22 Spesifikasi *Cooling Tower*

<b>Parameter</b>	<b>CT-01</b>
Spesifikasi	: <i>Cooling Tower</i>
Fungsi	: Mendinginkan air pendingin setelah digunakan
Jenis Bahan	: <i>Cooling tower induced draft</i>
Lebar	: 1,150 m
Tinggi	: 1,766 m
Harga	: \$ 124,674

### 5.8.6 Spesifikasi *Mixed Bed*

Tabel 5. 23 Spesifikasi *Mixed Bed*

<b>Parameter</b>	<b>MB-01</b>
Spesifikasi	: <i>Mixed Bed</i>
Fungsi	: Menghilangkan kesadahan yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg serta anion Cl, SO <sub>4</sub> , dan NO <sub>3</sub>
Jenis Bahan	: Tangki <i>silinder</i> tegak
Resin	: <i>Zeolite</i>
Diameter	: 0,795 m
Tinggi	: 0,914 m
Volume <i>Bed</i>	: 0,378 m <sup>3</sup>
Volume Bak Resin	: 2.283,737 m <sup>3</sup>
Tebal	: 1,875 in
Harga	: \$ 56,100

### 5.8.7 Spesifikasi *Daerator*

Tabel 5. 24 Spesifikasi *Daerator*

<b>Parameter</b>	<b>DE-01</b>
Spesifikasi	: <i>Daerator</i>
Fungsi	: Menghilangkan gas CO <sub>2</sub> dan O <sub>2</sub> yang terikat dalam <i>feed water</i> yang menyebabkan kerak pada <i>reboiler</i> .
Jenis Bahan	: Tangki <i>silinder</i> tegak
Tinggi	: 2,100 m
Volume	: 7,272 m <sup>3</sup>
Harga	: \$ 12,391



### 5.8.8 Spesifikasi *Blower Cooling Tower*

Tabel 5. 25 Spesifikasi *Blower Cooling Tower*

<b>Parameter</b>	<b>BW-01</b>
Spesifikasi	: <i>Blower Cooling Tower</i>
Fungsi	: Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan
Jenis Bahan	: <i>Centrifugal blower</i>
Material	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Kapasitas	: 329.194,880 ft <sup>3</sup> /jam
Efisiensi	: 80 %
Power	: 0,25 in
Harga	: \$ 20,950

### 5.8.9 Spesifikasi Rangkaian Alat *Downthream*

Tabel 5. 26 Spesifikasi Rangkaian Alat *Downthream*

<b>Parameter</b>	<b>Rangkaian alat <i>downthream</i></b>
Spesifikasi	: Rangkaian alat <i>downthream</i>
Fungsi	: Mendinginkan <i>dowtherm A</i> setelah digunakan
Harga	: \$ 124,674

## BAB VI

### EVALUASI EKONOMI

Pada perancangan pabrik dietanolamin diperlukan analisa ekonomi sebagai perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya keuntungan yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang direncanakan berdiri dapat menguntungkan dana layak atau tidak didirikan.

#### 6.1 Evaluasi Ekonomi

Dalam penentuan kelayakan dari suatu rancangan pabrik kimia diperlukan estimasi profitabilitas. Estimasi profitabilitas meliputi beberapa faktor yang ditinjau yaitu :

- a. *Return On Investment* (ROI)
- b. *Pay Out Time* (ROI)
- c. *Break Even Point* (BEP)
- d. *Shut Down Point* (SDP)
- e. *Discount Cash Flow Rate* (DCFR)

Terdapat beberapa analisa yang diperlukan sebelum melakukan estimasi probabilitas dari suatu rancangan pabrik kimia. Analisa tersebut terdiri dari penentuan modal industri (*Capital Investment*) dan pendapatan modal. Penentuan modal industri terdiri dari :

- a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b. Modal Kerja
- c. Biaya Produksi Total

Analisa pendapatan modal berfungsi untuk mengetahui titik impas atau *Break Even Point* (BEP) dari suatu rancangan pabrik kimia. Analisa pendapatan modal terdiri atas :

- a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya Variabel (*Variable Cost*)
- c. Biaya Mengambang (*Regulated*)

## **6.2 Penaksiran Harga Alat**

Harga peralatan proses selalu 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 sekarang ialah :

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

Dimana,

$E_x$  = harga alat pada tahun X

$E_y$  = harga alat pada tahun Y

$N_x$  = nilai indeks tahun X

$N_y$  = nilai indeks tahun Y

(Aries & Newton P.16. 1995)

Jadi indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost*

*Index* dari web [www.chemengonline.com/pci](http://www.chemengonline.com/pci).

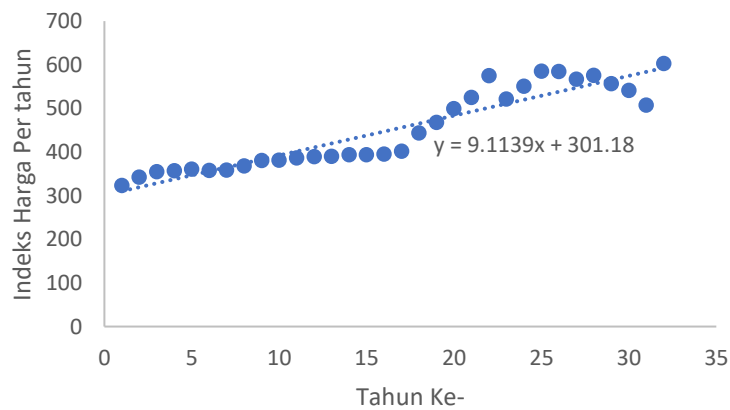
Tabel 6. 1 Index Harga

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

Tabel 6.1..(lanjutan)

No	(Xi)	Index (Yi)
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 akan terbentuk grafik seperti pada gambar 6. 1 dibawah ini :



Gambar 6. 1 Grafik Indeks Harga

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

Dimana,

Ea = Harga alat dengan kapasitas diketahui

$E_b$  = Harga alat dengan kapasitas dicari

$C_a$  = Kapasitas alat A

$C_b$  = Kapasitas alat B

$X$  = Eksponen

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

### **6.3 Dasar Perhitungan**

Kapasitas Produksi : 10.000 ton/tahun

Satu Tahun Produksi : 330 hari

Umur Pabrik : 10 tahun

Pabrik Berdiri : 2030

Kurs Mata Uang : 1 US\$ = 15.330 (KR, 21 Agustus 2023)

Harga Monoetanolamin : Rp. 1.577.689.233.120/tahun

Harga Dietanolamin : Rp. 1.269.999.735.840/tahun

Harga Trietanolamin : Rp. 402.893.948.160/tahun

UMR Gresik (tahun 2030) : Rp. 7.183.760,00

## **6.4 Perhitungan Biaya**

### **6.4.1 *Capital Investment***

*Capital investment* / Modal Investasi adalah sejumlah biaya yang digunakan untuk Pembangunan / pemasangan fasilitas-fasilitas produksi beserta biaya pengoperasiannya.

*Capital investment* terbagi menjadi :

- a. *Fixed Capital*/Modal Tetap adalah biaya yang diperlukan untuk investasi peralatan-peralatan produksi, bangunan-bangunan, fasilitas-fasilitas pembantu, dan rekayasa yang terlibat dalam pendirian suatu pabrik.
- b. *Working Capital*/Modal Kerja adalah biaya yang dikeluarkan sebagai cadangan pengganti material yang tersimpan dalam *storage* bahan baku, alat-alat, serta *storage* produk.

### **6.4.2 *Manufacturing Cost***

*Manufacturing Cost* adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan.

*Manufacturing Cost* terbagi menjadi :

- a. *Direct Manufacturing Cost*/Biaya pengolahan langsung merupakan biaya-biaya yang berpengaruh langsung pada kapasitas produksi
- b. *Indirect Manufacturing Cost*/Biaya pengolahan tidak langsung merupakan biaya-biaya yang tidak langsung berpengaruh pada kapasitas produksi

- c. *Fixed Manufacturing Cost*/Biaya pengolahan tetap merupakan biaya tetap yang tidak terpengaruh oleh kapasitas produksi

### 6.4.3 *General Expense*

*General Expense* adalah pengeluaran rutin yang tidak langsung berhubungan dengan proses produksi. *General Expense* terdiri dari Administrasi, sales dan promosi, *finance*, serta penelitian dan pengembangan.

## 6.5 Analisa Kelayakan

### 6.5.1 Percent Return on Investment (ROI)

*Percent Return on Investment* (ROI) adalah nilai keuntungan tahunan yang diperoleh dengan tujuan untuk mengembalikan modal investasi. Secara matematis ROI dapat dihitung dengan membandingkan keuntungan tahunan dengan modal investasi dalam satuan persen.

- ROI Sebelum Pajak

$$ROI_{\text{before tax}} = \frac{\text{Keuntungan Sebelum Pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

- ROI Sesudah Pajak

$$ROI_{\text{after tax}} = \frac{\text{Keuntungan Sesudah Pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

(Aries, 1955)



### 6.5.2 Pay Out Time (POT)

*Pay Out Time* (POT) didefinisikan sebagai jumlah tahun dimana modal investasi dapat dikembalikan dari keuntungan yang dihitung sebelum dilakukan pengurangan dengan depresiasi.

- POT Sebelum Pajak

$$POT_{\text{before tax}} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit Before Taxes} + 0,1\text{FCI})} \times 100\%$$

- POT Sesudah Pajak

$$POT_{\text{after tax}} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit Before Taxes} + 0,1\text{FCI})} \times 100\%$$

(Aries, 1955)

### 6.5.3 Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* (BEP) adalah titik dimana penjualan / *sales* hanya mampu menutup biaya operasi sehingga pabrik tidak “untung” ataupun tidak “rugi”. Ketika kapasitas produksi turun di bawah BEP, pabrik tetap dioperasikan dengan harapan ketika kondisi pasar membaik maka kapasitas produksi dapat ditingkatkan. BEP dapat dihitung sebagai berikut :

$$BEP = \frac{F_a + 0,3R_a}{S_a - V_a - 0,7R_a} \times 100\%$$

Dimana,

BEP = *break even point*

Fa = *annual fixed expense*

$R_a = \text{annual regulated expense}$

$V_a = \text{annual variable expense}$

$S_a = \text{annual sales value expense}$

(Aries, 1955)

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

*Shut Down Point* (SDP) adalah suatu titik kapasitas produksi dimana pada kondisi ini menutup pabrik akan lebih menguntungkan daripada tetap mengoperasikannya.

SDP dapat dihitung sebagai berikut :

$$SDP = \frac{0.3R_a}{S_a - V_a - 0,7R_a} \times 100\%$$

Dimana,

$SDP = \text{shut down point}$

$F_a = \text{annual fixed expense}$

$R_a = \text{annual regulated expense}$

$V_a = \text{annual variable expense}$

$S_a = \text{annual sales value expense}$

(Aries, 1955)

### 6.5.6 Discount Cash Flow Rate (DCFR)

*Discount Cash Flow Rate* (DCFR) merupakan pendekatan untuk mengevaluasi keuntungan dengan mempertimbangkan *time value* (nilai atas waktu) dari uang berdasarkan jumlah investasi yang belum terkembalikan pada masing-masing akhir tahun selama umur pabrik. DCFR terkadang juga disebut dengan IRR (*Internal Rate of Return*).

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

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

Dimana,

FC = *fixed capital*

WC = *working capital*

SV = *salvage value*

C = *cashflow*

n = umur pabrik (10 tahun)

i = nilai DCFR

(Peters & Timmerhause, 2003)

## 6.6 Hasil Perhitungan

### a. Total *Capital Investment*

Total *Capital Investment* merupakan total biaya pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas penunjang serta operasi pabrik. Total *Capital Investment* terdiri dari :

#### 1. *Fixed Capital Investment*

*Fixed Capital Investment* merupakan total biaya pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

Tabel 6. 2 *Pyhsical Plant Cost* (PPC)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	97.905.814.775	6.386.550
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	24.476453.694	1.596.638
3	Instalasi <i>Cost</i>	15.207.433.671	992.005
4	Pemipaan	53.105.048.605	3.464.126
5	Instrumentasi	24.329.481.930	1.587.050
6	Insulasi	3.630.579.763	236.828
7	Listrik	14.685.872.216	957.983
8	Bangunan	69.275.000.000	4.518.917
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	110.000.000.000	7.175.473
<b>Total</b>		<b>412.615.684.654</b>	<b>26.915.570</b>

Tabel 6. 3 *Direct Plant Cost* (DPC)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Engineering and Constrution</i>	82.523.136.931	5.383.114
2	<i>Direct Plant Cost</i>	495.138.821.585	32.298.684
<b>Total</b>		<b>577.661.958.516</b>	<b>37.681.798</b>

Tabel 6. 4 *Fixed Capital Investment* (FCI)

<b>No</b>	<b>Jenis</b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Direct Plant Cost</i>	495.138.821.585	32.298.684
2	<i>Cotractor's fee</i>	34.659.717.511	2.260.908
3	<i>Contingency</i>	49.513.882.158	3.229.868
	<b>Total</b>	<b>579.312.421.254</b>	<b>37.789.460</b>

2. *Working Capital Investment*

*Working Capital Investment* merupakan total biaya pengeluaran untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu atau yang di tentukan.

Tabel 6. 5 *Working Capital Investment* (WCI)

<b>No</b>	<b>Jenis</b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Raw Material Inventory</i>	170.879.288.980	11.146.725
2	<i>Inproses Onventory</i>	103.804.473.942	6.771.329
3	<i>Product Inventory</i>	207.608.947.883	13.542.658
4	<i>Extended Credit</i>	295.507.537.920	19.276.421
5	<i>Available Cash</i>	207.608.947.883	13.542.658
	<b>Total</b>	<b>985.409.196.608</b>	<b>64.279.791</b>

b. *Total Production Cost*

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah *direct*, *indirect*, dan *fixed manufacturing cost* yang terikat dalam pembuatan suatu pabrik.

1. *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

*Direct Manufacturing Cost* (DMC) merupakan total biaya pengeluaran yang berkaitan khusus dalam pembuatan suatu pabrik.

Tabel 6. 6 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

<b>No</b>	<b>Jenis</b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Raw Material</i>	1.879.672.178.782	122.613.971
2	<i>Labor</i>	28.334.400.000	1.848.297
3	<i>Supervision</i>	2.833.440.000	184.830
4	<i>Maintenance</i>	34.758.745.275	2.267.368
5	<i>Plant Supplies</i>	5.213.811.791	340.105
6	<i>Royalty and Patents</i>	32.505.829.171	2.120.406
7	<i>Utilities</i>	41.289.461.076	2.693.376
<b>Total</b>		<b>2.024.607.866.096</b>	<b>132.068.354</b>

2. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

*Indirect Manufacturing Cost (IMC)* merupakan total biaya pengeluaran yang berkaitan khusus dalam pembuatan suatu pabrik.

Tabel 6. 7 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

<b>No</b>	<b>Jenis</b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Payroll Overhead</i>	4.250.160.000	277.245
2	<i>Laboratory</i>	2.833.440.000	184.830
3	<i>Plant Overhead</i>	14.167.200.000	924.149
4	<i>Packaging and Shipping</i>	162.529.145.856	10.602.032
<b>Total</b>		<b>183.779.945.856</b>	<b>11.988.255</b>

3. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

*Fixed Manufacturing Cost* merupakan biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat beroperasi maupun tidak beroperasi atau pengeluaran yang memiliki sifat tetap, tidak tergantung pada waktu maupun tingkat jumlah produksi.

Tabel 6. 8 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	57.931.242.125	3.778.946
2	<i>Property taxes</i>	11.586.248.425	755.789
3	<i>Insurance</i>	5.793.124.213	377.895
<b>Total</b>		<b>75.310.614.763</b>	<b>4.912.630</b>

Tabel 6. 9 *Manufacturing Cost (MC)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	2.024.607.866.096	132.068.354
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	183.779.945.856	11.988.255
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	76.310.614.763	4.912.630
<b>Total</b>		<b>2.283.698.426.715</b>	<b>149.969.239</b>

4. *General Expense (GE)*

*General Expense (GE)* merupakan pengeluaran secara umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi dari Perusahaan yang tidak termasuk dalam *manufacturing cost*.

Tabel 6. 10 *General Expense (GE)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	68.510.952.801	4.469.077
2	<i>Sales Expense</i>	342.554.764.007	22.345.386
3	<i>Research</i>	114.184.921.336	7.448.462
4	<i>Finance</i>	46.941.648.536	3.062.078
<b>Total</b>		<b>572.192.286.680</b>	<b>37.325.002</b>

Tabel 6. 11 *Total Production Cost (TPC)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	2.283.698.426.715	148.969.239
2	<i>General Expenses (GE)</i>	572.192.286.680	37.325.002
<b>Total</b>		<b>2.855.890.713.395</b>	<b>186.294.241</b>

## 6.7 Hasil Analisa Kelayakan

Dalam menentukan suatu pabrik mempunyai risiko yang tinggi maupun risiko yang rendah dapat dilihat dengan meninjau beberapa aspek. Pada prarancangan pabrik ini terdapat 2 aspek tinjauan dalam menentukan risiko pabrik. Pertama yaitu dari aspek sifat bahan-bahan yang terlibat dalam proses produksi, dan yang kedua yaitu dari aspek kondisi operasi alat yang digunakan pada saat proses produksi. Berdasarkan tinjauan dari semua sifat bahan-bahan yang terlibat serta kondisi operasi alat yang tinggi maka prarancangan pabrik dietanolamin ini memiliki risiko yang tinggi (*high risk*).

## 6.8 Analisa Resiko Pabrik

### a. *Return On Investment* (ROI)

Pada pabrik dietanolamin termasuk pabrik yang *high risk*, sehingga batas minimal ROI sebesar 44%.

- Profit : *Sales Price – Total Product Cost*
- Pajak : 20% (*PP No. 30 tahun 2020*)
- Hasil Penjualan : Rp. 3.250.582.917.120
- Biaya Produksi : Rp. 2.855.890.713.395
- Keuntungan Sebelum Pajak : Rp. 394.692.203.725
- Pajak : Rp. 78.938.440.745
- Keuntungan Sesudah Pajak : Rp. 315.753.762.980



- ROI Sebelum Pajak

$$\text{ROI}_{\text{before tax}} = \frac{\text{Keuntungan Sebelum Pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

$$= 68,13\%$$

- ROI Sesudah Pajak

$$\text{ROI}_{\text{after tax}} = \frac{\text{Keuntungan Sesudah Pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

$$= 54,50\%$$

b. *Pay Out Time* (POT)

Pada pabrik dietanolamin termasuk pabrik yang *high risk*, sehingga batas maksimum POT yaitu 2 tahun.

- POT Sebelum Pajak

$$\text{POT}_{\text{before tax}} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit Before Taxes} + 0,1\text{FCI})} \times 100\%$$

$$= 1,3 \text{ tahun}$$

- POT Sesudah Pajak

$$\text{POT}_{\text{after tax}} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit Before Taxes} + 0,1\text{FCI})} \times 100\%$$

$$= 1,6 \text{ tahun}$$

c. *Break Even Point* (BEP)

Harga BEP pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas. BEP terdiri dari :

- *Fixed Cost* (FA)

*Fixed Cost* (FA) merupakan sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya baik pabrik produksi ataupun tidak memproduksi.

Tabel 6. 12 *Fixed Cost* (FA)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depresiasi</i>	57.931.242.125	3.778.946
2	<i>Proerty Taxes</i>	11.586.248.425	755.789
3	<i>Asuransi</i>	5.793.124.213	377.895
<b>Total</b>		<b>75.310.614.763</b>	<b>4.912.630</b>

- *Variable Cost* (VA)

*Variable Cost* (VA) merupakan sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya yang besarnya dipengaruhi total kapasitas produksi.

Tabel 6. 13 *Variable Cost* (VA)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material</i>	1.879.672.178.782	122.613.971
2	<i>Packaging and Shipping</i>	162.529.145.856	10.602.032
3	<i>Utilities</i>	41.289.461.076	2.693.376
4	<i>Royalty &amp; Patent</i>	32.505.829.171	2.120.406
<b>Total</b>		<b>2.115.996.614.885</b>	<b>138.029.786</b>

- *Regulated Cost* (RA)

*Regulated Cost* (RA) merupakan sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya yang besarnya proposional dengan total kapasitas

produksi. Biaya-biaya tersebut bisa menjadi biaya tetap atau menjadi biaya variabel.

Tabel 6. 14 *Regulated Cost (RA)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Gaji Karyawan	28.334.400.000	1.848.297
2	<i>Payroll Overhead</i>	4.250.160.000	277.245
3	<i>Supervision</i>	2.833.440.000	184.830
4	<i>Plant Overhead</i>	14.167.200.000	924.149
5	Laboratorium	2.833.440.000	184.830
6	<i>General Expense</i>	572.192.286.680	37.325.002
7	<i>Maintenance</i>	34.758.745.275	2.267.368
8	<i>Plant Supplies</i>	5.213.811.791	340.105
<b>Total</b>		<b>664.583.483.747</b>	<b>43.351.825</b>

- *Annual Sales Value (SA)*

Tabel 6. 15 *Annual Sales Value (SA)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Annual Sales Value</i>	3.250.582.917.120	212.040.634
<b>Total</b>		<b>3.250.582.917.120</b>	<b>212.040.634</b>

Dengan menggunakan data yang sudah didapatkan pada tabel diatas, maka nilai BEP sebesar : 41,04%

d. *Shut Down Point (SDP)*

$$SDP = \frac{0,3R_a}{S_a - V_a - 0,7R_a} \times 100\%$$

$$= 29,79\%$$

e. *Discount Cash Flow Rate (DCFR)*

- *Salvage Value* = 10% x FCI  
= Rp. 57.931.242.125
- *Cash Flow* = *Annual Profit* + *Depreciation* + *Finance*  
= Rp. 362.699.190.462
- *Discount Cash Flow Rate* dihitung secara *trial error*,  
R = Rp. 13.203.319.446.869  
S = Rp. 13.203.319.446.869  
R-S = 0

Dari *trial and error* diperoleh :

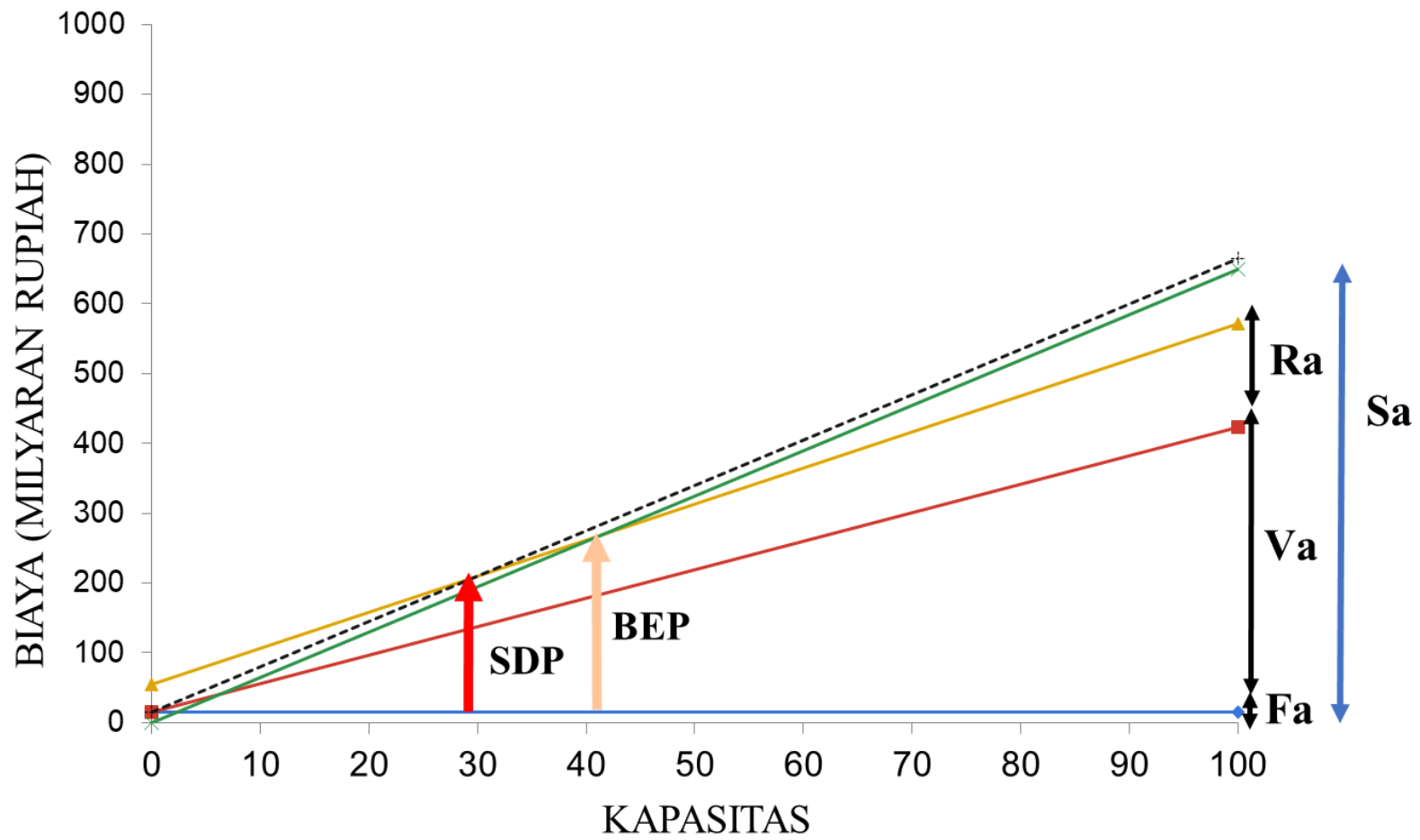
Harga i = 23,77%

Sehingga DCFR = 0,2377

Bunga bank Indonesia = 8,63%

DCFR = 23,77%

Hasil kalkulasi kelayakan ekonomi pendirian pabrik dietanolamin dari ammonia dan etilen oksida ditampilkan sebagai berikut :



Gambar 6. 2 Grafik Kelayakan Ekonomi

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisa, dalam pra perancangan pabrik dietanolamin dari ammonia dan etilen oksida dengan kapasitas 10.000 ton/tahun dapat disimpulkan :

1. Produk dietanolamin digunakan sebagai pemurnian, gas dan pelarut, sebagai bahan baku kosmetik, herbisida, dan penghambat korosi.
2. Pabrik dietanolamin didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, sehingga dapat mengurangi ketergantungan import, memberikan lapangan pekerjaan dan meningkatkan ekonomi.
3. Perancangan produk dietanolamin dirancang berdasarkan variabel utama yaitu : spesifikasi bahan baku, dan spesifikasi produk.
4. Produk dietanolamin akan didirikan dengan kapaistas 10.000 ton/tahun, dengan bahan baku ammonia sebanyak 5.210,992 kg/jam dan etilen oksida sebanyak 3.850,864 kg/jam.
5. Berdasarkan analisis ekonomi, didapatkan hasil sebagai berikut :
  - *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 68,13% dan setelah pajak 54,50%.
  - *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 1,3 tahun tahun dan setelah pajak selama 1,6 tahun.
  - *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,04% dimana nilai standar BEP berada diantara 40% dan 60%.

- *Shut Down Point* (SDP) sebesar 29,79% dimana nilai SDP berada diantara 20% dan 30%.
- *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 23,77% dimana nilai standar minimal DCF adalah 8,63%

## **7.2 Saran**

Dalam perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pabrik diantaranya:

1. Pemilihan alat proses dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga lebih mengoptimalkan.
2. Hasil produk perlu diperhatikan sehingga dapat mengoptimalkan keuntungan.
3. Produk dietanolamin dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dimasa mendatang.

## DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S., and Newton R.D. 1955. Chemical Engineering Cost Estimation. Mc Graw Hill Handbook Co., Inc. New York

Badan Pusat Statistik. 2019. Statistic Indonesia. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). Diakses pada tanggal 15 November 2022 pukul 10.30 WIB

Brown, G.G. 1978. Unit Operations. John Wiley and Sons Inc. New York.

Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, Process Equipment Design, Vessel Design, John Wiley and Sons Inc., New York.

Carl L.Yaws. (1997). Handbook of Chemical Compound Data for Process Safety. Gulf Publishing Company.

Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 2005, Chemical Engineering, Volume 6, Pergamon Press, Oxford.

Devnarayan Devaraja, A. A. (2022). Chemical Engineering and Processing - Process Intensification.

Geankoplis, C.J., 2003, Transport Processes and Separation Process Principles 4th edition, Prentice Hall, New Jersey.

Hartanto, Y. (2017). Simulasi Absorpsi Gas  $\text{CO}_2$  Dengan Pelarut Dietanolamina (Dea) Menggunakan Simulator Aspen Hysys. Jurnal Integrasi Proses, 6(3).

Kern, D.Q. 1950. Process Heat Transfer. Mc. GrawHill International Book Company Inc. New York.



Kirk, R.E., and Othmer, V.R. 1982. Encyclopedia of Chemical of Technology, John Wiley & Sons Inc. New York

Kirk, R.E., and Othmer, V.R. 2004. Encyclopedia of Chemical Engineering Technology, 5th Edition, Volume 22, The Interscience Publisher Division of John Wiley & Sons Inc. New York

Matche. 2020. equipment cost. <http://www.matche.com/>. Diakses pada tanggal 10 September 2023 pukul 15.25 WIB

McCabe, WL, Smith, JC, & Harriot, P, 2005, Unit Operations of Chemical Engineering, McGraw-Hill Inc, Singapore

Nastiti, H. (2014). Analisis pengendalian kualitas produk dengan metode statistical quality control (Studi kasus: pada PT “X” Depok). *Sustainable Competitive Advantage (SCA)*, 4(1).

Perry, RH., & Green, DW., 2008, Perry’s Chemical Engineers Handbook 8th edition, McGraw-Hill Companies Inc, United States of America.

Peters, MS. & Timmerhaus, KD., 2004, Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5th edition, McGraw-Hill Book Co, Singapore.

Vilbrant, F.C. and Dryden, C.E., 1959, Chemical Engineering Plant Design, 4th ed., McGraw-Hill Book Co., Inc., Tokyo

Wang, M., Joel, A. S., Ramshaw, C., Eimer, D., & Musa, N. M. (2015). Process intensification for post-combustion CO<sub>2</sub> capture with chemical absorption: A critical review. *Applied Energy*, 158, 275–291.

Yaws, C. L. (1999). Chemical Properties Handbook. In McGRAW-HILL (Vol. 5, Issue 3).

Yildirim, Ö., Kiss, A. A., Hüser, N., Leßmann, K., & Kenig, E. Y. (2012). Reactive absorption in chemical process industry: A review on current activities. Chemical Engineering Journal, 213, 371–391.

US Patent 4845296

US Patent 4438281

## LAMPIRAN-1

### PERANCANGAN REAKTOR

Perancangan reaktor pada pra rancangan pabrik dietanolamin dari ammonia dan etilen oksida menggunakan reaktor alir pipa (RAP). Pada proses kondisi operasi yang digunakan yaitu :

Suhu = 50°C

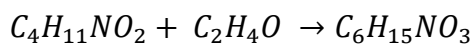
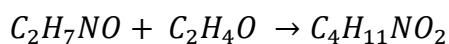
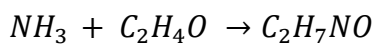
Tekanan = 25 atm

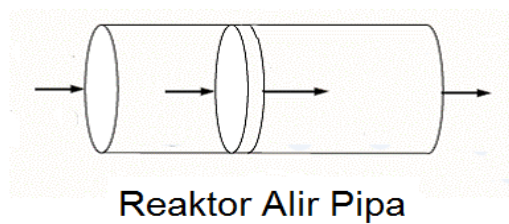
Jenis reaktor = Reaktor Alir Pipa

Pemilihan reaktor alir pipa ini karena memiliki beberapa pertimbangannya diantaranya adalah

- Reaksi berlangsung secara cepat
- Dapat digunakan untuk reaksi homogen dan heterogen
- Prosesnya berlangsung secara *continuous*
- Konversi yang dihasilkan lebih tinggi
- Dapat digunakan untuk reaksi cair-cair

Proses kimia yang terjadi yaitu :





### Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk		keluar	
	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam
NH <sub>3</sub>	305,971	5210,992	271,002	4615,450
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	87,420	3850,864	31,135	1371,523
H <sub>2</sub> O	50,827	915,649	50,827	915,649
C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO	0,000	0,000	18,183	1110,643
C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	0,000	0,000	12,252	1288,262
C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>3</sub>	0,000	0,000	4,531	676,109
Total	436,780	9977,639	380,495	9843,639

#### 1. Menentukan densitas campuran

Komponen	A	B	n	Tc
NH <sub>3</sub>	0,23689	0,25471	0,2887	405,65
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	0,31402	0,26089	0,28253	469,15
H <sub>2</sub> O	0,3471	0,274	0,28571	647,13

Menentukan rumus densitas dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$\text{density} = AB^{-(1-T/Tc)^n}$$

Sehingga didapatkan nilai densitasnya sebagai berikut

Komponen	Laju alir (kg/jam)	Xf	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	p.xf (kg/m <sup>3</sup> )
NH <sub>3</sub>	5210,992	0,52	561,79	293,41
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	3850,864	0,39	825,21	318,49
H <sub>2</sub> O	915,649	0,09	1004,29	92,16
Total	9977,639	1,00		704,06

Laju volumetrik tiap komponen adalah :

Komponen	Fv	Fv
	m <sup>3</sup> /jam	L/jam
NH <sub>3</sub>	17,76	17.760
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	12,09	12.090
H <sub>2</sub> O	9,93	9.934
Total	39,79	39.786

Perancangan Reaktor Alir Pipa

Komponen yang bereaksi

A = Etilen Oksida

B = Ammonia

C = Monoetanolamin

D = Dietanolamin

E = Trietanolamin

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

$$F_A I_V - F_A I_{V+\Delta V} - (-r_1 - r_2 - r_3)\Delta V = 0$$

$$\lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{F_A I_{V+\Delta V} - F_A I_V}{\Delta V} = -(-r_1 - r_2 - r_3)$$

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

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

$$F_A = C_A \cdot F_V$$

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

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

Keterangan :

A = Etilen Oksida

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 :

$$-r_1 = k_1 C_{NH_3} C_{C_2H_4O}$$

$$-r_2 = k_2 C_{C_2H_7NO} C_{C_2H_4O}$$

$$-r_3 = k_3 C_{C_4H_{11}NO_2} C_{C_2H_4O}$$

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

$$\frac{dC_A}{dz} = \frac{(k_1 C_{NH_3} C_{C_2H_4O} + k_2 C_{C_2H_7NO} C_{C_2H_4O} + K_3 C_{C_4H_{11}NO_2} C_{C_2H_4O})}{-Fv} \times \pi r^2$$

$$\frac{dC_B}{dz} = \frac{(k_1 C_{NH_3} C_{C_2H_4O})}{-Fv} \times \pi r^2$$

$$\frac{dC_C}{dz} = \frac{-(k_1 C_{NH_3} C_{C_2H_4O}) + (-k_2 C_{C_2H_7NO} C_{C_2H_4O})}{-Fv} \times \pi r^2$$

$$\frac{dC_D}{dz} = \frac{-(k_2 C_{C_2H_7NO} C_{C_2H_4O}) + (K_3 C_{C_4H_{11}NO_2} C_{C_2H_4O})}{-Fv} \times \pi r^2$$

$$\frac{dC_E}{dz} = \frac{-(K_3 C_{C_4H_{11}NO_2} C_{C_2H_4O})}{-Fv} \times \pi r^2$$

Perancangan menggunakan metode runge kutta orde 4 yang sudah tersedia dalam fungsi di matlab dengan nama fungsi ode45 dengan logaritma script sebagai berikut :

Fungsi dan syntax di matlab :

```
%-----%  
  
clc  
  
clear  
  
global k1 k2 k3 z z0 zf r Fv r2 phi  
  
%INISISASI KONSENTRASI MASING-MASING ZAT  
  
Ca0 = 2.197255;%mol/L  
  
Cb0 = 7.690394;%mol/L  
  
Cc0 = 0; %mol/L  
  
Cd0 = 0; %mol/L  
  
Ce0 = 0; %mol/L  
  
%INISIASI NILAI K PADA MASING-MASING REAKSI  
  
k1 = 108.5809443; %L/mol.s  
  
k2 = 805.160276; %L/mol.s  
  
k3 = 1524.889065; %L/mol.s  
  
%INISISASI 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 = 8.5;

z = z0:0.5:zf;

Fv = 39.79;

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_CaCbCc
CdCe = [z CaCbCcCdCe]

plot(z,CaCbCcCdCe(1:end,1),'b',z,CaCbCcCdCe(1:end,2),'g
',z,CaCbCcCdCe(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

```

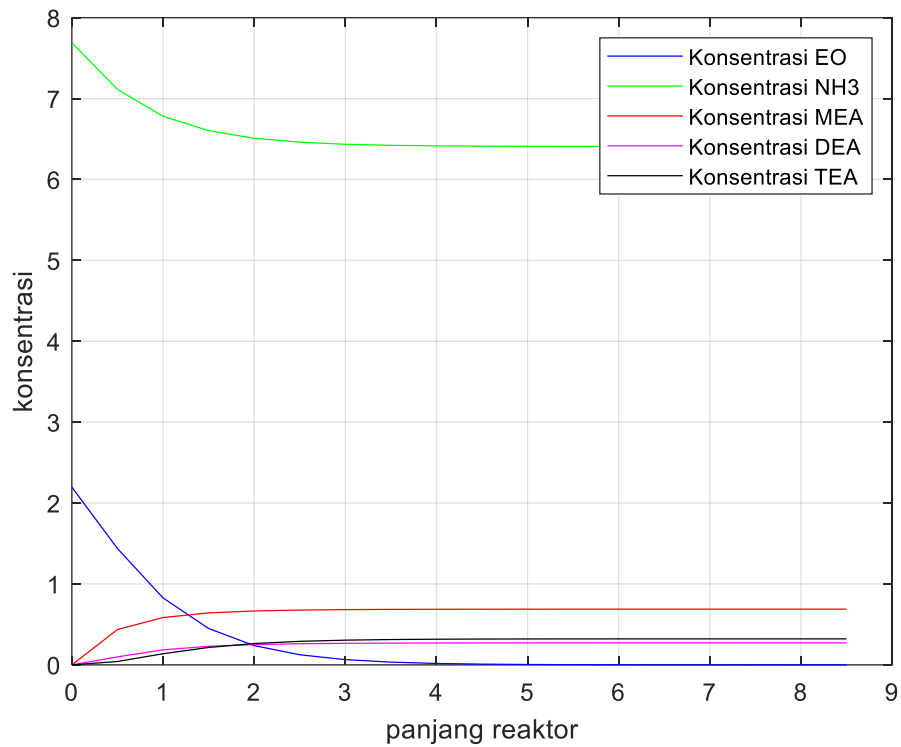
hasil dari perhitungan simultan tersebut adalah :

Hasil grafik konsentrasi terhadap panjang reaktor ditunjukkan sebagai berikut :

z\_CaCbCcCdCe =

0	2.1973	7.6904	0	0	0
0.5000	1.4386	7.1137	0.4364	0.0988	0.0416
1.0000	0.8283	6.7820	0.5852	0.1859	0.1373

1.5000	0.4501	6.6035	0.6420	0.2296	0.2153
2.0000	0.2383	6.5097	0.6663	0.2507	0.2637
2.5000	0.1249	6.4609	0.6775	0.2611	0.2909
3.0000	0.0651	6.4355	0.6830	0.2664	0.3054
3.5000	0.0338	6.4224	0.6858	0.2691	0.3131
4.0000	0.0176	6.4155	0.6872	0.2705	0.3172
4.5000	0.0091	6.4120	0.6879	0.2712	0.3193
5.0000	0.0047	6.4101	0.6883	0.2716	0.3204
5.5000	0.0024	6.4092	0.6885	0.2718	0.3209
6.0000	0.0013	6.4087	0.6886	0.2719	0.3212
6.5000	0.0007	6.4085	0.6887	0.2719	0.3214
7.0000	0.0003	6.4083	0.6887	0.2719	0.3215
7.5000	0.0002	6.4083	0.6887	0.2720	0.3215
8.0000	0.0001	6.4082	0.6887	0.2720	0.3215
8.5000	0.0000	6.4082	0.6887	0.2720	0.3215



gambar 1.1 Profil Konsentrasi Komponen

Sehingga dapat disimpulkan bahwa panjang reaktor adalah 8.5 meter .

Geometri reaktor

- a. Menentukan diameter reaktor

$$\text{Volume total} = \frac{\pi}{4} D^2 x z$$

$$39.79 \text{ m}^3 = 0,785 D^2 x 8,5$$

$$D^3 = 5,962 \text{ m}$$

$$D = 1,987 \text{ m}$$

$$D = 6,520 \text{ ft}$$

- b. Menghitung tebal OD,ID

Digunakan material *Stainless steel*

Tegangan maksimum yang diizinkan, F	= 18750
Faktor pengelasan <i>single welded butt joint</i>	= 0.8
Faktor korosi, C	= 0.125 in
Tekanan desain (Pi)	= 367,398 psi
Jari-jari, ri	= 39,125 in

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 t_s &= \frac{P_d r_i}{f E - 0,6 P_d} + C \\
 &= \frac{14374,574}{14779,561} + 0.125 \\
 &= 1,097 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Digunakan  $t_s$  standar = 1 1/8 in  
= 0,028 m

Mencari OD :

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= \text{ID} + 2t_s \\
 &= 1,987 + (2 * 0,028) \\
 &= 2,045 \text{ m} \\
 &= 80,501 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Digunakan OD standar = 84 in

$$\begin{aligned}
 \text{ID standar} &= \text{OD std} - 2 t_s \\
 &= 84 - (2 * 1,125) \\
 &= 81,75 \text{ in} \\
 &= 2,076 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c. Menghitung tebal tutup atas dan tutup bawah

Tutup atas dan bawah std *Disshead*, sehingga dapat diasumsikan tutup atas sama dengan tuutp bawah . berdasarkan brownell, tabel 5.7, hal 89 ditentukan

$$\text{OD std} = 84 \text{ in}$$

$$= 2,133 \text{ m}$$

$$\text{Icr} = 5,13 \text{ in} = 0,130 \text{ m}$$

$$\text{Rc} = 78 \text{ in} = 1,980 \text{ m}$$

$$w = \frac{1}{4} x \left( 3 + \sqrt{\frac{rc}{icr}} \right)$$

$$= 1,725 \text{ in}$$

Tebal tutup tangki =

$$t_h = \frac{P \cdot r_c \cdot w}{2fe - 0,2P} + C$$

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

$$= 1,875 \text{ in (standarisari)}$$

Berdasarkan tabel 5.6 Brownell, untuk  $T_h = 2,7 \text{ in}$ , maka  $sf = 1,5 \text{ in}$  dan

$icr = 8,25 \text{ in}$  .

$$A = \text{ID}/2$$

$$= 40,875 \text{ in}$$

$$\text{AB} = a - icr$$

$$= 35,75 \text{ in}$$

$$\text{BC} = r - icr$$

$$= 72,88 \text{ in}$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{0,5}$$

$$= 63,504 \text{ in}$$

$$b = r-AC$$

$$= 144,496 \text{ in}$$

$$OA \text{ (tinggi head)} = th + b + sf$$

$$= 17,871 \text{ in}$$

$$= 1,489 \text{ ft}$$

$$= 0,453 \text{ m}$$

### **Kondisi operasi cooling water (Dingin)**

$$\text{Laju alir massa} = 1.407,7660 \text{ kg/jam} = 3103,589 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Suhu masuk} = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 86 \text{ }^\circ\text{F} = 303,15 \text{ K}$$

$$\text{Suhu keluar} = 40 \text{ }^\circ\text{C} = 104^\circ\text{F} = 313,15 \text{ K}$$

$$Q = 530.323 \text{ kJ/jam} = 502.647 \text{ btu/jam}$$

### **Penentuan beda suhu sebenarnya ( $\Delta T$ )**

$$LMTD = \frac{T_2 - T_1}{\ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right)}$$

$$= 94,715 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$= 52,619 \text{ K}$$

### **Perhitungan bilangan reynold (Nre)**



$$\text{Nre} = \frac{\rho ID V}{\mu}$$

$$= 534616,1 \text{ (Turbulen)}$$

Menentukan J dari gambar 20.2 (Kern,1985) diperoleh J = 900

$$\left(\frac{c \times \mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{1,086 \times 0,406}{1,0373}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 0,1415$$

**Menghitung Hi =**

$$hi = j \times \left(\frac{k}{Di}\right) \times \left(\frac{c \cdot \mu}{k}\right)^{\frac{1}{3}} \times \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0.14}$$

$$hi = 900 \times \left(\frac{1,0373}{10,708}\right) \times 0,141 \times 1$$

$$= 12,342 \text{ btu/jam}$$

$$hio = 12,015 \text{ btu/jam}$$

**Menghitung Uc :**

$$Uc = \frac{hi \times hio}{hi + hio}$$

$$= 6,088 \text{ btu/jam.ft}^2 \cdot \text{°f}$$

$$Rd = 0,002$$

$$Hd = \frac{1}{Rd} = \frac{1}{0,002} = 500$$

$$Ud = \frac{6,088 \times 500}{6,088 + 500}$$

$$= 6,015$$

$$A = \frac{Q}{Ud \times \Delta T}$$

$$= 882,236 \text{ ft}^2$$

Untuk menentukan jumlah lilitan pada coil, diambil spesifikasi pipa pada tabel 11

(kern,1983) sebagai berikut :

Dipilih pipa nominal dengan spesifikasi

*Nominal pipe size* (NPS) = 0,75 in (standarisasi)

*Schedule* (sch) = 40

Diameter luar (OD) = 1,05 in = 0,0875 ft

Diameter dalam (ID) = 0,824 in = 0,0686 ft

= 0,020 m

*Surface outside* (AO) = 0,275 ft

*Surface inside* (Ai) = 0,216 ft

Panjang *coil*

$$L = \frac{A}{A_o} = \frac{882,236}{0,275} = 3208,131 \text{ ft}$$

Volume *coil*

$$v = \frac{\pi}{4} \times OD^2 \times l$$

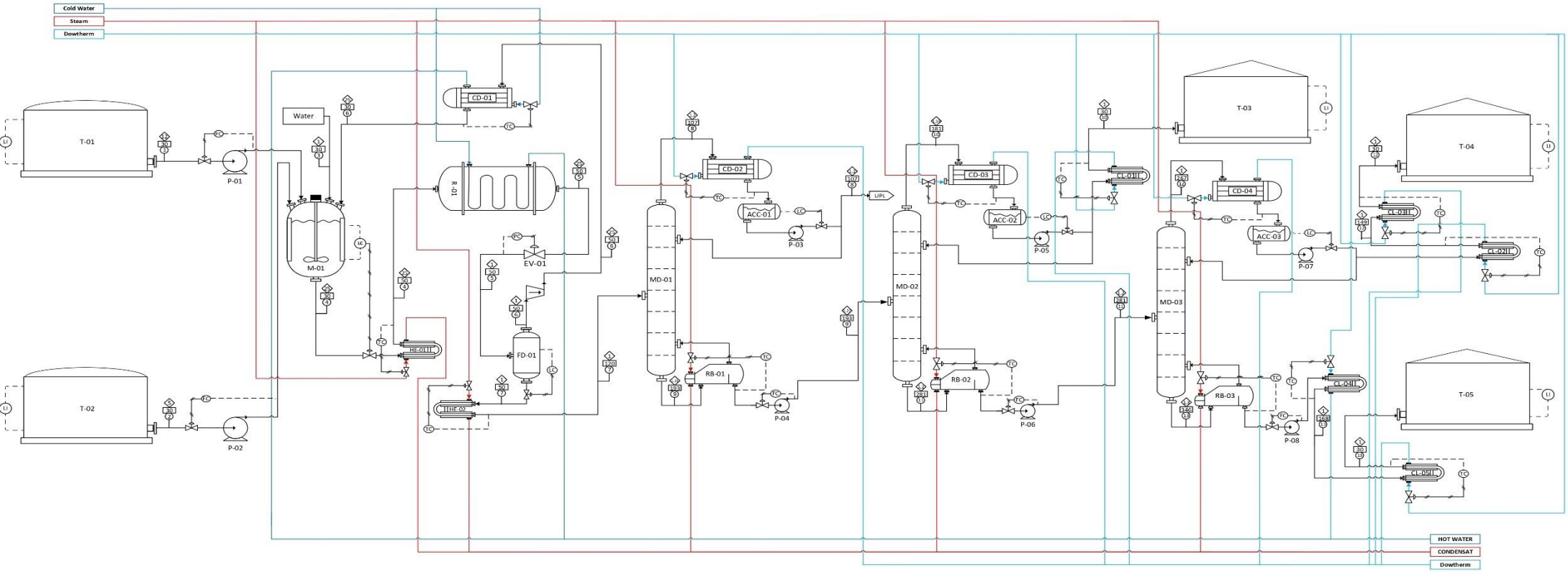
$$= 2776,517 \text{ ft}^3$$

<b>Resume</b>				
T masuk	50	°C	363,15	K
T keluar	50	°C	363,15	K
Z	8,5	m	334,645	in
V, reaktor			39,79 m <sup>3</sup>	
P masuk			25 atm	
P keluar			25 atm	
OD			84 in	
ID	81,75	in	2,076	m
Sch			40	
ts			1,084 in	

# PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

## PRA RANCANGAN PABRIK DIETANOLAMIN DARI AMMONIA DAN ETILEN OKSIDA

### KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN



KOMPOSISI	Nomor Arus (kg/jam)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
NH <sub>3</sub>	595,542			5210,993	4615,451	4615,451							
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O(OE)		2479,340		3850,864	1371,524	1371,524							
H <sub>2</sub> O	2,993	7,460	905,196	915,649	915,649		915,649	906,493	9,156	9,156			
C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO				1110,643	1110,643		1110,643	11,106	1099,537	1088,542	10,995	10,995	
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>				1288,262	1288,262		1288,262	12,883	1288,262	1275,380	1262,262	12,754	
C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>				676,109	676,109		676,109	676,109	676,109	676,109	6,761	669,348	
<b>Total</b>	<b>598,535</b>	<b>2486,801</b>	<b>905,196</b>	<b>9977,639</b>	<b>9977,639</b>	<b>5986,975</b>	<b>3990,664</b>	<b>917,599</b>	<b>3073,065</b>	<b>1111,580</b>	<b>1962,485</b>	<b>1280,383</b>	<b>682,102</b>

Keterangan Instrumen	
FC	Flow Control
LC	Level Control
LI	Level Indicator
TC	Temperature Control
PC	Pressure Control

Keterangan Alat	
ACC	Accumulator
CL	Cooler
CD	Condensor
FD	Flash Drum
HE	Heat Exchanger
MD	Menara Destilasi
R	Reaktor
RB	Reboiler
T	Tangki
P	Pompa
EV	Expansion Valve
M	Mixer
K	Kompressor

Keterangan Instrumen	
◇	Tekanan (atm)
□	Temperature (°C)
○	Nomor Arus
⊗	Control Valve
—	Sinyal Pneumatic
- - -	Sinyal Elektrik
—	Piping



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**2023**

---

**PRA RANCANGAN PABRIK DIETANOLAMIN**  
**DARI AMMONIA DAN ETILEN OKSIDA**  
**KAPASITAS 10.000 TON TAHUN**

---

**DISUSUN OLEH :**  
 Esti Warapsari (19521056)  
 Kirey Aprillicia Indriyani (19521074)

---

**DOSEN PEMBIMBING :**  
 Venitalitya Alethea SA, S.T., M.Eng

## LAMPIRAN-3




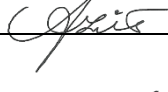

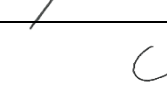




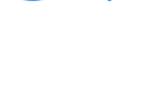
### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN














1. Nama Mahasiswa : Esti Warapsari  
No. MHS 19521056
2. Nama Mahasiswa : Kirey Aprillicia Indriyani  
No. MHS 19521074

Judul Prarancangan : Pra Rancangan Pabrik Diethanolamin Dari Etilen Oksida dan Ammonia Dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 9 April 2023

Batas Akhir Bimbingan : 6 Oktober 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	12-10-22	Perkenalan dan diskusi mengenai judul yang akan dipilih	
2	20-10-22	Diskusi mengenai judul yang sudah dipilih	
3	10-11-22	Penentuan kapasitas pabrik	
4	1-12-22	Diskusi terkait pemilihan proses	
5	5-12-22	Diskusi terkait pemilihan proses dan msds	
6	14-12-22	Diskusi terkait pemilihan proses dan msds	
7	23-1-23	Diskusi tentang pemilihan proses, spesifikasi bahan, dan diagram alir (luaran 2,3,4)	
8	18-3-23	Diskusi tentang kinetika reaksi	
9	12-6-23	Diskusi tentang neraca massa, memulai pengerjaan reaktor	
10	7-7-23	Diskusi tentang reaktor	
11	15-7-23	Diskusi tentang menara distilasi	

12	20-7-23	Diskusi tentang reaktor	
13	27-7-23	Diskusi revisian neraca massa	
14	3-8-23	Fixsasi kapasitas pabrik, mixer, reaktor, dan lanjut pengerjaan alat	
15	10-8-23	Diskusi hasil pengerjaan alat	
16	26-8-23	Diskusi hasil pengerjaan alat dan penentuan lokasi pabrik	
17	4-09-23	Penyerahan luaran (reaktor, neraca panas, lokasi pabrik, utilitas)	
18	13-09-23	Penyerahan luaran 15 (evaluasi teknik)	
19	18-09-23	Penyerahan luaran 8 (PEFD)	
20	21-09-23	Penyerahan revisi luaran 15 (evaluasi teknik)	
21	22-09-23	Penyerahan revisi luaran 8 (PEFD)	
22	25-09-23	Konsultasi reaktor	
23	29-09-23	Penyerahan revisi luaran 6 (Reaktor)	
24	04-10-23	Penyerahan full naskah	

Disetujui draft penulisan :

Yogyakarta, 4 Oktober 2023

Pembimbing



Venitalitya Alethea SA, S.T., M.Eng.