TA/TK/2007/308

PRA RANCANGAN PABRIK ETHANOLAMINE DARI ETHYLENE OXIDE DAN AMMONIA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Disusun oleh :

Sri Utami Ningsih Asri 03 521 184

Djella Pita Rediana 03 521 176

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2007

TA/TK/2007/308

PRA RANCANGAN PABRIK ETHANOLAMINE DARI ETHYLENE OXIDE DAN AMMONIA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Disusun oleh :

Sri Utami Ningsih Asri 03 521 184

Djella Pita Rediana 03 521 176

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ETHANOLAMINE
DARI ETHYLENE OKSIDE DAN AMMONIA
KAPASITAS 25.000 TON PER TAHUN

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Sri Utami Ningsih Asri
No.Mhs : 03 521 184

Nama : Djella Pita Rediana
No.Mhs : 03 521 176

Yogyakarta, September 2007

Dosen Pembimbing I

(Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS.)

Dosen Pembimbing II

(Ratna Sri Harjanti,ST.)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

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

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Sri Utami Ningsih Asri
NIM. 03 521 184

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 25 September 2007

Tim Penguji,

1. Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS ( )
2. Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc ( )
3. Ariany Zulkania, ST.,M.Eng ( )

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR
PRA RANCANGAN PABRIK ETHANOLAMINE
DARI ETHYLENE OXIDE DAN AMMONIA
DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Sri Utami Ningsih Asri	Djella Pita Rediana
NIM. 03 521 184	NIM. 03 521 176

Menyatakan bahwa seluruh hasil perancangan pabrik saya ini adalah karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya saya ini adalah bukan hasil karya saya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

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

Yogyakarta, September 2007

(Sri Utami Ningsih Asri)	(Djella Pita Rediana)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT Tuhan semesta alam yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya hingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini sampai penyusunan laporan resmi, Shalawat serta salam ditujukan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat-sahabatnya yang telah memberikan suri tauladan kepada para pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas akhir (TA) adalah salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia dalam mencapai studinya hingga nantinya mahasiswanya dapat menjadi *"Chemical Engineer"* yang handal.

Kami tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang banyak membantu kami baik dalam mengerjakan tugas pra rancangan ini, antara lain kepada :

1. Fathul Wahid, ST., M.Sc., selaku Dekan FTI.
2. Dra. Hj. Kamariah Anwar MS, sebagai Ketua Jurusan Teknik Kimia , Universitas Islam Indonesia dan sebagai dosen pembimbing TA kami.
3. Ratna Sri Harjanti,ST sebagai dosen pembimbing TA kami.
4. Kepada kedua orang tua dan saudara atas doa, kasih sayang dan dukungangnya.
5. Dosen – dosen Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia

6. Teman - teman Teknik Kimia - Tekstil 2002, 2003, 2004
7. Buat orang-orang yang tidak bisa kami sebutkan. Terima kasih atas do'a dan semangat yang telah kalian berikan.

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

Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, 25 September 2007

Penyusun

MOTTO

"Sesungguhnya sesudah kesukaran terdapatlah kemudahan"

"Allah SWT tidak akan merubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu merubah nasibnya sendiri dengan berusaha"

"Allah pasti akan mengangkat orang-orang yang beriman dan berpengetahuan beberapa tingkat lebih tinggi"

"Manusia yang paling baik adalah manusia yang dapat memberikan manfaat bagi orang lain"

"Barang siapa pandai bersyukur atas nikmat yang telah diberikan kepadanya maka Allah SWT akan menambah nikmatnya, sedangkan orang yang kufur kepada-Nya maka Allah SWT akan menambah siksa pedihnya"

"kesuksesan tanpa batas bermula dari kemenangan diri dan perubahan dari dalam diri sendiri"

"semua yang telah terjadi, janganlah melihat kebelakang. Tetaplah berjalan ke depan jika berhenti sejenak melihat masa lalu jangan membuat kita mundur tapi jadikanlah kesalahan kita satu tangga menuju kemuliaan"

"kekecewaan itu manusiawi tapi jangan biarkan kekecewaan tersebut berkembang menjadi keputusasaan"

DAFTAR ISI

Halaman Judul..... i

Halaman Pengesahan Pembimbing..... ii

Halaman Pengesahan Penguji..... iii

Halaman Pernyataan..... iv

Kata Pengantar..... v

MOTTO..... vii

Halaman Persembahan..... viii

Daftar Isi..... xv

Daftar Tabel..... xix

Daftar Gambar..... xx

Abstraksi..... xxi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik..... 1

1.2 Kapasitas Perancangan..... 4

1.3 Tinjauan Pustaka..... 6

BAB II. PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk..... 19

2.2 Konsep Proses..... 21

2.3 Pengendalian Kualitas..... 25

BAB III. PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses..... 22

3.2 Spesifikasi Alat Proses..... 26

3.3 Perencanaan Produksi 69

BAB IV. PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik..... 77

4.2 Tata Letak Pabrik..... 80

4.3 Tata Letak Alat Proses..... 89

4.4 Pelayanan Teknik (Utilitas)..... 90

4.4.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air..... 90

4.4.2 Unit Pembangkit Steam..... 98

4.4.3 Unit Pembangkit Listrik..... 100

4.4.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar..... 103

4.4.5 Unit penyediaan Udara Tekan..... 104

4.4.6 Unit Pengolahan Limbah..... 119

4.4.7 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas..... 105

4.6 Laboratorium..... 127

4.6..1 Kegunaan Laboratorium..... 127

4.6.2 Program Kerja Laboratorium..... 128

4.6.3 Alat-Alat Utama Laboratorium..... 131

4.7 Organisasi Perusahaan..... 131

4.7.1 Bentuk Perusahaan..... 131

4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan..... 133
4.7.3 Tugas dan Wewenang..... 135
4.7.3.1 Pemegang Saham..... 135
4.7.3.2 Dewan Komisaris..... 136
4.7.3.3 Dewan Direksi..... 136
4.7.3.4 Staff Ahli..... 137
4.7.3.5 Kepala Bagian..... 138
4.7.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji..... 165
4.7.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan..... 166
4.7.5.1 Jadwal Non Shift..... 166
4.7.5.2 Jadwal Shift..... 167
4.7.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji..... 147
4.7.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan..... 153
4.7.8 Manajemen Produksi..... 155
4.8 Analisa Ekonomi..... 157
4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan..... 158
4.8.2 Dasar Perhitungan 160
4.8.3 Perhitungan Biaya..... 161
4.8.3.1 *Capital Investment*..... 161
4.8.3.2 *Manufacturing Cost*..... 161
4.8.3.3 *General Expense*..... 162
4.8.4 Analisa Kelayakan..... 162

4.8.4.1 *Percent Return of Investment (ROI)*..... 162

4.8.4.2 *Pay Out Time (POT)*..... 163

4.8.4.3 *Discounted Cash Flow of Return (DCFR)*..... 163

4.8.4.4 *Break Even Point (BEP)*..... 163

4.8.4.5 *Shut Down Point (SDP)*..... 164

4.8.5 Hasil Perhitungan..... 164

4.8.5.1 Penentuan *Total Capital Investment*..... 164

4.8.5.2 Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)..... 166

4.8.5.3 Keuntungan (*Profit*)..... 167

4.8.5.4 Analisa Kelayakan 167

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan..... 189

DAFTAR PUSTAKA..... 193

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Ethanolamine Indonesia 3

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik 83

Tabel 4.2. Kebutuhan Air Pendingin 98

Tabel 4.3 Kebutuhan Steam 99

Tabel 4.4 Kebutuhan Listrik Alat Proses 101

Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas 102

Tabel 4.6 Penggolongan Jabatan 149

Tabel 4.7 Jumlah karyawan masing-masing bagian 150

Tabel 4.8 Perincian Golongan dan Jabatan 152

Tabel 4.9 Indeks Harga alat pada berbagai tahun 158

Tabel 4.10 Fixed Capital Investment 164

Tabel 4.11 Working Capital 165

Tabel 4.12 Manufacturing Cost 166

Tabel 4.13 General Expense 167

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Import Monoethanolamine Indonesia..... 5

Gambar 1.2 Grafik Import Diethanolamine Indonesia 5

Gambar 1.3 Grafik Import Triethanolamine Indonesia 6

Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif 76

Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif 77

Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik *Ethanolamine*..... 83

Gambar 4.2 Tata Letak Peralatan Pabrik *Ethanolamine*..... 88

Gambar 4.3 Pengolahan Air dan *Steam*..... 97

Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan..... 189

.Gambar 4.5 Grafik Indeks Harga..... 156

Gambar 4.6 Nilai BEP dan SDP..... 170

ABSTRACT

Preliminary design of monoethanolamine using raw matrial of ethylene oxide and ammonia with annual capacities of 25,000 ton is planned to be founded in industrial area of Bontang, East Kalimantan, about land for the width of 30,000 m^2, requiring labours amount of 100 people, planned on 2010.

Reactions in continous stirred tank reactor, with conditions 2.5 atm and 50 ^0C. Raw material of ethylene oxide 5980.16226 Kg/hour and ammonia 9452.93126 Kg/hour. To support process needed by water counted 352652.1128 Kg/hour, electric power 304.5865 KW .

Economic analisys show that chemical plant need to convered by fixed capital of about Rp 323.576.332.288 , working capital of about Rp. 183.572.185.088 and total product cost of about Rp 504.469.913.600. The profit before tax is Rp 215.667.113.984 while after tax is Rp 107.833.556.992. Percent return of investment (ROI) before and after tax are 66.651 % and 33.32554 %, for the Pay Out Time (POT) before tax is 1.304 years and after tax is 2.308 years. Break Even Point (BEP) 40.98 % capacity, Shut Down Point (SDP) 13.48 % and Discounted Cash Flow of Return (DCFR) is 47.09977 %. From an economic evaluation result, it can be concluded that Monoethanolamine plant is visible and excite to built.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pembangunan industri sebagai bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang yaitu struktur ekonomi dengan titik berat industri maju. Indonesia dewasa ini tengah memasuki era globalisasi dalam segala bidang yang menuntut tangguhnya sektor industri dan bidang-bidang saling menunjang. Hal ini tentunya memacu kita untuk labih efisien dan melakukan terobosan-terobosan baru sehingga produk yang dihasilkan mempunyai pangsa pasar, daya saing, efektif, dan efisien disamping harus ramah atau akrab terhadap lingkungan.

Salah satu modal untuk mencapai tujuan tersebut dalah kekuatan sumber daya alam dan sumber daya manusia. Berdasarkan modal utama tersebut maka pengembangan industri diarahkan untuk pendalaman dan pemantapan struktur industri serta dikaitkan dengan sektor ekonomi lain.

Pengembangan industri yang perlu mendapatkan perhatian pemerintah adalah pengembangan industri kimia dasar. Dengan berkembangnya industri ini diharapkan dapat merangsang pertumbuhan ekonomi di Indonesia, di samping itu akan membuka

lapangan kerja baru bagi rakyat Indonesia sehingga dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat Indonesia.

Indonesia merupakan negara penghasil *Ammonia* dengan kapasitas produksi yang cukup besar. Pemanfaatan *Ammonia* sebagian besar untuk pembuatan pupuk. Bahan kimia berbahan baku *Ammonia* yang tidak kalah pentingnya untuk kebutuhan industri adalah *Ethanolamine*. *Ethanolamine* merupakan hasil reaksi antara *Ethylene oxide* dengan *Ammonia*. Dari reaksi tersebut dihasilkan *Monoethanolamine*, *Diethanolamine* dan *Triethanolamine*. Ketersediaan bahan baku *Ethylene oxide* di dunia yang mulai berkembang, menjadi jaminan dalam pemenuhan kebutuhan bahan baku pembuatan *Ethanolamine*.

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

Indonesia mengimpor *Ethanolamine* berupa *Monoethanolamine* (MEA), *Diethanolamine* (DEA) dan *Triethanolamine* (TEA). Data impor *Ethanolamine* Indonesia dari tahun 1998 – Juli 2001 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel I.1. Data impor *Ethanolamine* Indonesia

	2000	2001	2002	2003
MEA jumlah (Kg)	537.949	799.237	894.639	905.860
Harga (US $)	1.642.432	3.386.246	2.808.706	3.536.662
DEA jumlah (Kg)	1.194.116	1.106.112	1.475.291	2.300.649
Harga (US $)	1.508.162	1.179.224	1.644.951	3.987.228
TEA jumlah (Kg)	1.011.911	600.659	635.437	365.838
Harga (US $)	936.532	669.965	656.123	338.052

(Sumber BPS Indonesia)

Kapasitas total dunia untuk *Ethanolamine* pada tahun 1985 mencapai 600.000 ton per tahun. Dari total produksi *Ethanolamine* sekitar 50 % produksi adalah *Monoethanolamine*, 30-35 % *Diethanolamine*, dan 15-20 % *Triethanolamine*. United States mempunyai kapasitas produksi separuh dari kapasitas dunia. Ekspor *Ethanolamine* United States mengalami pertumbuhan rata-rata sebesar 11 % per tahun selama tahun 80-an. Penjualan United States untuk *Ethanolamine* mengalami kenaikan rata-rata sebesar 6 % per tahun sejak tahun 1970. Hal ini dapat digunakan sebagai representasi bahwa kebutuhan *Ethanolamine* dari tahun ke tahun semakin meningkat dan diprediksikan kebutuhan *Ethanolamine* di tahun-tahun yang akan datang masih terus meningkat. Ditinjau dari makin bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan dunia maka perlu untuk menambah jumlah produksi *Ethanolamine* untuk memenuhi kebutuhan pasar dunia yang makin meningkat.

Dengan didirikannya pabrik ini maka diharapkan dapat terpenuhinya kebutuhan dalam negeri dan membantu mencukupi kebutuhan *Ethanolamine* pasar dunia sehingga dapat membantu peningkatan ekonomi Indonesia. Selain itu dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat merangsang berdirinya pabrik-pabrik lain

yang berbahan baku *Ethanolamine* ataupun pabrik yang menghasilkan produk sebagai bahan baku pembuatan *Ethanolamine*

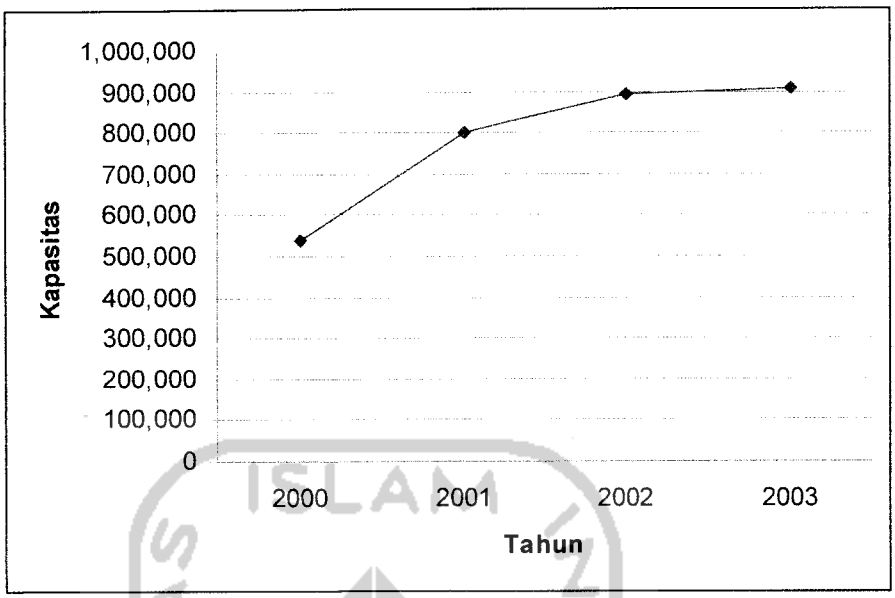
I.2. Kapasitas Perancangan

Dari data statistik, impor *Ethanolamine* Indonesia (Tabel 1.) dapat dikatakan bahwa kebutuhan *Ethanolamine* Indonesia tidak begitu besar sedangkan kebutuhan dunia relatif besar, sehingga kapasitas produksi yang besar diperlukan untuk membantu mencukupi kebutuhan dunia setelah terpenuhinya kebutuhan dalam negeri.

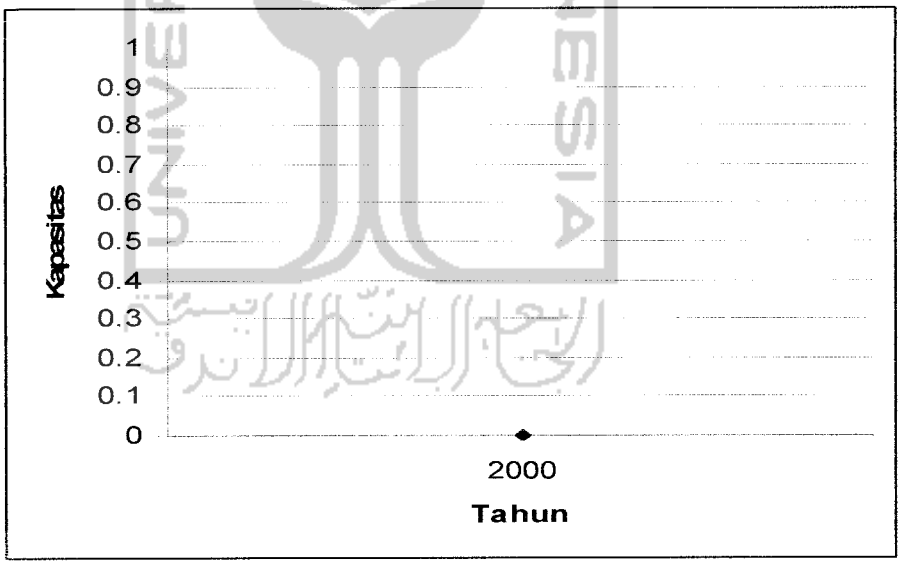
Ditinjau dari bahan baku yang digunakan, Indonesia memiliki pabrik-pabrik penghasil *Ammonia* seperti PT. Pupuk Kaltim dan PT. Petrokimia Gresik yang mempunyai kapasitas produksi yang cukup besar.

Pabrik *Ethanolamine* di China, Fushun Beifang Chemical Co,Ltd yang terletak di Northeast China memproduksi *Ethanolamine* dengan kapasitas 20.000 ton per tahun dengan pendapatan sebesar 34,6 juta USD pertahun.

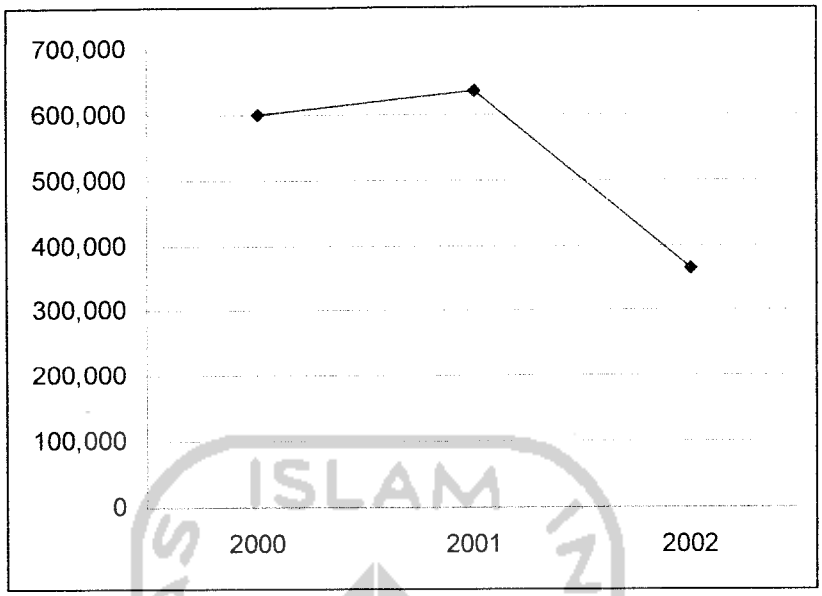
Berdasarkan data kebutuhan dalam negeri dan dunia, ketersediaan bahan baku dan referensi kapasitas pabrik *Ethanolamine* yang sudah ada maka kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah sebesar 25.000 ton per tahun *Ethanolamine*.



Gambar 1.1 Grafik Import *Monoethanolamine* Indonesia



Gambar 1.2 Grafik Import *Diethanolamine* Indonesia



Gambar 1.3 Grafik Import *Triethanolamine* Indonesia

Dalam menentukan kapasitas produksi yang menguntungkan digunakan beberapa pertimbangan yaitu proyeksi konsumsi *Ethanolamine* nasional, jumlah produksi yang sudah dipenuhi produsen luar negeri, dan ketersediaan bahan baku.

I.3. Tinjauan Pustaka

I.3.1. Proses Pembuatan *Ethanolamine*

Preses produksi pembuatan MEA ada dua macam, yaitu proses yang dijalankan dengan fase gas dan proses yang dijalankan dengan fase cair.

A. Macam-macam proses

1. Proses Fasa Gas

Dalam proses ini dilakukan dua langkah. Langkah pertama pembentukkan *Ethilene oxide* drngan proses oksidasi, bahan bakunya adalah *Ethilene oxide* dengan

oksigen. Reaksinya merupakan reaksi eksothermis yang dilakukan dalam reaktor *Fixed bed multitube* dengan bantuan katalis perak. (Ferrero, berbe, flame, 1947) Reaksi pembentukan *Ethanolamine* dengan proses amonolisis antara *Ethylene oxide* dan *Ammonia* dalam fase gas sesuai persamaan berikut :

$NH_{3(g)} + C_2H_4O_{(g)} \longrightarrow C_2H_7NO\ (MEA)_{(g)}$

$C_2H_7NO_{2(g)} + C_2H_4O_{(g)} \longrightarrow C_4H_{11}NO_2\ (DEA)_{(g)}$

$C_4H_{11}NO_{2(g)} + C_2H_4O_{(g)} \longrightarrow C_6H_{15}NO_3\ (TEA)_{(g)}$

Reaksi antara *Ethilene Oxide* dan *Ammonia* antuk pembentukan *Ethanolamine* menggunakan proses amonolisis yaitu proses pembentukan senyawa amina dengan mereaksikan suatu zat organik dengan ammoniak, yaitu merupakan reaksi orde dua, reaksi nonadiabatis non isothermal dan berlangsung sangat cepat dengan reaktor multitube .

Kisaran suhu reaktor 200-275 ^{0}C dan tekanan atmosferik 3-8 atm. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi irreversible dimana *yield* 95% dan konversi *Ethylene oxide* 98% dengan perbandingan mol reaktan *Ethilene Oxide* dan *Ammonia* 1:4 sehingga menghasilkan *Ethanolamine* dengan distribusi *MEA* 72% (% berat), *DEA* 23, 4 % (% berat), *TEA* 4,6 % (% berat).

2. Proses Fasa Cair

Merupakan raksi antara *Ethilene oxide* dan *Ammonia* dalam fase cair sesuai persamaan berikut :

$NH_{3(l)} + C_2H_4O_{(l)} \longrightarrow C_2H_7NO\ (MEA)_{(l)}$

$C_2H_7NO_{2(l)} + C_2H_4O_{(l)} \longrightarrow C_4H_{11}NO_2\ (DEA)_{(l)}$

$$C_4H_{11}NO_{2(l)} + C_2H_4O_{(l)} \longrightarrow C_6H_{15}NO_3\ (TEA)_{(l)}$$

Reaksi antara *Ethylene oxide* cair dan *Ammonia* cair untuk pembentukan *Ethanolamine* merupakan reaksi eksothermis yang dilakukan dalam reaktor RATB tanpa katalis. Suhu operasi ditetapkan 50 ^{0}C dan tekanan 2,5 atm dengan pertimbangan bahwa kondisi ini kedua reaktan dalam fase cair.

(Faith Keyes)

Pada perancangan ini dipilih pembuatan *Ethanolamine* dengan proses fae cair dari *Ethilene oxide* dan *Ammonia* dengan pertimbangan:

1) Tidak memerlukan dua jenis reaktor utama untuk pembentukan *Ethilene Oxide* dan reaksi pembentukan *Ethanolamine* sehingga dapat lebih ekonomis
2) Reaksi tidak memerlukan katalis sehingga lebih ekonomis
3) Reaksi antara cair-cair lebih mudah dalam pengoperasian dan proses kontrol
4) Lebih sederhana dalam pengoperasian dan lebih aman karena tekanan operasi tidak terlalu tinggi.

I.3.2. Kegunaan Produk

Ethanolamine banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga maupun kebutuhan industri. *Nonionic* surfaktan (*Ethanolamida*) dapat diperoleh dari reaksi antara *Ethanolamine* dengan asam lemak pada temperatur tinggi, yang berfungsi sebagai *foam stabilizer*, *aid cleaning* dalam detergen, cairan untuk pencuci, shampo,

kosmetik. *Ethanolamida* juga digunakan sebagai *antistatic agent*, pelapis kaca, *demulsifier*, dan dalam pertambangan sebagai *mining flotation*.

Reaksi antara *Ethanolamine* dengan asam lemak dalam temperatur ruangan membentuk *Ethanolamine soap* yang banyak ditemukan didalam kosmetik, pelitur, tekstil, produk-produk untuk tanaman, pembersih, *metalworking fluid*, dan farmasi. Garam-garam dari *Ethanolamine* dan asam anorganik penting sebagai bahan kimia *intermediete* dan juga digunakan sebagai bahan pencegah/penghambat korosi, *antistatic agent*, pelapisan kaca, *electroplating*, tinta, *metalworking*, kontrol debu dalam pertambangan dan tekstil.

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

I.3.3. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

I.3.3.1. Bahan baku

I.3.3.1.1. *Ammonia*

Sifat Fisis :

Berat molekul	: 17,031
Titik didih, ^oC	: -33,35

Titik beku, ^oC		: -77,7
Temperatur kritis, ^oC		: 133
Tekanan kritis, kPa		: 11,425
Kapasitas panas, J/(kg.K) pada:	0 ^oC	: 2097,2
	100 ^oC	: 2226,2
Panas pembentukan gas ΔH_f, kJ/mol,	0 K	: -39,222
	298 K	: -46,222
Densitas, kg/L, pada 15 ^oC		: 0,618
Kelarutan dalam air, % berat, pada 20 ^oC		: 33,1
Tekanan uap, kPa, pada 20 ^oC		: 900 (Kirk&Othmer,1983)

Gas *Ammonia* mudah terserap di dalam air, membentuk larutan *Ammonia*. Batas terbakarnya *Ammonia* dalam udara adalah sekitar 16-25 % volum, dengan kandungan oksigen 15-79 %. Temperatur nyala adalah sekitar 650 ^oC.

Sifat Kimia :

- *Ammonia* stabil pada temperatur sedang, tetapi terdekomposisi menjadi hidrogen dan nitrogen pada temperatur yang tinggi. Pada tekanan atmosfer dekomposisi terjadi pada 450 – 500 ^oC.
- Oksidasi *Ammonia* pada temperatur yang tinggi menghasilkan nitrogen dan air.
- Reaksi antara *Ammonia* dengan karbondioksida menghasilkan *Ammonium carbamat*, reaksinya sebagai berikut :

$$2\ NH_3 + CO_2 \longrightarrow NH_2CO_2NH_4$$

Ammonium carbamat kemudian terdekomposisi menjadi urea dan air.

- *Ammonia* bereaksi dengan uap *Phospor* pada panas yang tinggi menghasilkan nitrogen dan *Phospine*

$$2\ NH_3 + 2\ P \longrightarrow 2\ PH_3 + N_2$$

Ammonia bereaksi dengan uap belerang menghasilkan *Ammonium sulfat* dan nitrogen. Belerang dan *anhydrous Ammonia* cair bereaksi menghasilkan Nitrogen sulfida.

$$10\ S + 4\ NH_3 \longrightarrow 6\ H_2S + N_4S_4$$

- Pemanasan *Ammonia* dengan logam yang reaktif seperti *Magnesium* menghasilkan nitrit :

$$3\ Mg + 2\ NH_3 \longrightarrow Mg_3N_2 + 3\ H_2$$

- Reaksi antara *Ammonia* dengan air bersifat reversibel reaksinya adalah sebagai berikut :

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

Kelarutan *Ammonia* turun dengan cepat dengan naiknya temperatur

- Halogen bereaksi dengan *Ammonia*. Klorin dan Bromin melepaskan nitrogen dari *Ammonia* yang berlebihan untuk menghasilkan garam-garam amonium.
- Reaksi antara *Ammonia* dengan *Ethylene oxide* akan membentuk *mono-*, *di-* dan *triethanolamine*. (Kirk & Othmer, Vol.2)

I.3.3.1.2. *Ethylene oxide*

Sifat Fisis :

Berat molekul	: 44,05
Titik didih, °C, pada 101.3 kPa	: 10.4
Titik beku, °C	: -111,7
Temperatur kritis, °C	: 195,8
Tekanan kritis, Mpa	: 7,19
Kapasitas panas, J/(kg.K), pada 20 °C	: 2008
Panas pembentukan, kJ/mol,pada 298 K	: -52,63
Densitas, kg/L, pada 20 °C	: 0,8697
Viskositas, cP, pada 20 °C	: 0,26
Tekanan uap, kPa, pada 20 °C	: 145,8
Kelarutan dalam air, % vol, 101 kPa, 20 °C	: 195 (Kirk&Othmer,1983)

Ethylene oxide merupakan gas yang tidak berwarna yang terkondensasi pada temperatur rendah menjadi cairan yang dapat bergerak, mudah larut dalam air, alkohol, eter dan kebanyakan pelarut organik. Uap *Ethylene oxide* mudah terbakar dan mudah meledak.

Sifat kimia :

Ethylene oxide merupakan senyawa yang sangat reaktif.

- Reaksi antara *Ethylene oxide* dengan air pada suhu yang tinggi akan membentuk *Ethylene glycol*.

- Reaksi antara *Ethylene oxide* dengan alkohol juga akan dihasilkan *Ethylene glycol.*
- Rantai *carboxyl* dari asam organik akan bereaksi dengan *Ethylene oxide* membentuk *Ethylene glycol monoesther* dan produk ini dapat bereaksi kembali dengan *Ethylene oxide* membentuk *polyethylene glycol.* Reaksi langsung antara *Ethylene oxide* dengan asam *anhydride* akan menghasilkan *Ethylene glycol diesters.*
- Reaksi antara *Ethylene oxide* dengan *Ammonia* akan menghasilkan *mono-, di-* dan *triethanolamine. Diethylamine* dan *Ethylene oxide* akan bereaksi membentuk *Diethylaminoethanol. Dialkylaminoethanol* dapat bereaksi dengan *Ethylene oxide* membentuk *amino poly(ethylene glycols).*
- *Ethylene oxide* bereaksi dengan *hydrogen sulfide* membentuk 2-*mercaptoethanol* dan *thiodiglycol.*
- *Ethylene oxide* bereaksi dengan Grignard *reagents*, RMgX membentuk dua karbon homolog, RCH_2CH_2OH.
- *Ethelene oxide* bereaksi dengan *acetyl chloride* pada suhu sedang dengan bantuan *Hydrogen chloride* akan menghasilkan asetat dari *Ethylene chlorohydrin.*
- *Ethylene oxide* termasuk sebagai polutan lingkungan. Autodekomposisi dari uap *ethylene oxide* pada suhu sekitar 500 ^{o}C pada 1 atm akan terbentuk *methane, Carbon monoxide, hydrogen,* dan *ethane.*

(Kirk & Othmer,Vol.9)

I.3.3.1.3. Air

Sifat Fisis :

Berat molekul	: 18,02
Titik didih, °C, pada 101.3 kPa	: 100
Titik beku, °C	: 0
Temperatur kritis, °C	: 374
Tekanan kritis, bar	: 220,55
Kapasitas panas, J/(kg.K), pada 20 °C	: 4185
Panas pembentukan, kJ/mol,pada 298 K	: 6.002
Densitas, kg/L, pada 20 °C	: 0,99823
Viskositas, cP, pada 20 °C	: 1,0050
Tekanan uap, kPa, pada 20 °C	: 2,338

I.3.3.2. Produk

Monoethanolamine dan *Triethanolamine* bersifat *viscous*, tak berwarna dan higroskopis pada suhu ruangan. Semua *Ethanolamine* menyerap air dan karbon dioksida dalam udara, dan larut dalam air serta alkohol.

I.3.3.2.1. *Monoethanolamine*

Sifat Fisis :

Berat molekul	: 61,08
Titik didih, °C, pada 101,3 kPa	: 170,3
Titik beku, °C	: 10,53

Temperatur kritis, °C	: 365
Tekanan kritis, bar	: 68,7
Kapasitas panas, J/(kg.K), pada 20 °C	: 2720
Densitas, kg/L, pada 20 °C	: 1,0157
Viskositas, cP, pada 20 °C	: 23,2
Panas penguapan, kJ/kg pada 101.3 kPa	: 848,1 (Ulmann's, 1999)

I.3.3.2.2. *Diethanolamine*

Sifat Fisis :

Berat molekul	: 105,14
Titik didih, °C, pada 101,3 kPa	: 268,5
Titik beku, °C	: 27,4
Temperatur kritis, °C	: 442
Tekanan kritis, bar	: 32,7
Kapasitas panas, J/(kg.K), pada 20 °C	: 2730
Densitas, kg/L, pada 30 °C	: 1,0912
Viskositas, cP, pada 30 °C	: 389
Panas penguapan, kJ/kg pada 101.3 kPa	: 638,4

(Ulmann's, 1999)

I.3.3.2.3. *Triethanolamine*

Sifat Fisis :

Berat molekul	: 149,19
Titik didih, °C, pada 101.3 kPa	: 336.1
Titik beku, °C	: 21,6
Temperatur kritis, °C	: 514
Tekanan kritis, bar	: 24,5
Kapasitas panas, J/(kg.K), pada 20 °C	: 2330
Densitas, kg/L, pada 20 °C	: 1,1248
Viskositas, cP, pada 20 °C	: 930
Panas penguapan, kJ/kg pada 101.3 kPa	: 517,8

(Ulmann's, 1999)

Sifat kimia *mono-*, *di-* dan *triethanolamine* :

- Reaksi antara *Ethanolamine* dengan asam akan membentuk garam.
- Dengan bantuan air, *Monoethanolamine,* dan *Diethanolamine* bereaksi dengan CO_2 membentuk *carbamate*, sedangkan *Triethanolamine* tidak bisa membentuk *carbamate*.
- *Mono-* dan *Diethanolamine* bereaksi dengan asam atau asam klorida membentuk *amides*.
- *Formaldehyde* bereaksi dengan *mono-* dan *Diethanolamine* membentuk *Hydroximethyl compounds*.

- *Monoethanolamine* bereaksi dengan *carbon disulfide* membentuk 2-*Mercaptothiazoline*.
- Reaksi antara *Triethanolamine* dengan *Ethylene oxide* menghasilkan *alkaline quaternary compounds* yang tidak stabil dan *ether* yang stabil. (Ulmann,1999)

I.3.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Kondisi operasi pembentukkan *Ethanolamine* ditetapkan pada fase cair, suhu 50^0C dan tekanan 2,5 atm, tanpa menggunakan katalis dengan perbandingan *Ethilene oxide* dan *Ammonia* 1:10 (perbandingan mol) dan konversi 95%. Dalam perancangan ini distribusi produk yang diinginkan adalah 75% *Monoethanolamine*, 21% *Diethanolamine*, dan 4% *Triethanolamine* (% berat) (Faith & Keyes, 1961)

Suhu operasi ditetapkan 50^0C dan tekanan 2,5 atm dengan pertimbangan bahwa pada kondisi ini kedua reaktan pada fase cair. Karena reaksi berlangsung dalam fase cair dan tekanan operasi rendah maka reaktor yang dipilih adalah jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB).

Reaksi pembentukan *Ethanolamine* fase cair reaksi yang terjadi dapat dijelaskan sebagai berikut :

$$NH_3\,(l) \quad + \quad C_2H_4O\,(l) \longrightarrow C_2H_7NO\,(l) \quad \Delta H{:}\text{-}24{,}681 \text{ kj/mol}$$

Kemudia produk *Monoethanolamine* yang terbentuk akan bereaksi lebih lanjut dengan *Ethilene oxide* membentuk *Diethanolamine* dan *Triethanolamine* menurut reaksi berikut :

$$C_2H_7NO_2\ (l) + C_2H_4O\ (l) \longrightarrow C_4H_{11}NO_2\ (l)$$

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

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

Ethylene oxide dari tangki penyimpanan *dan ammonia* akan masuk reaktor dengan perbandingan mol antara *Ammonia* dan *Ethylene oxide* yang sudah ditentukan. Produk yang dihasilkan keluar reaktor kemudian masuk ke dalam *Flash drum*. *Ammonia* sebagai hasil atas kemudian masuk ke kondenser dan selanjutnya dicampur dengan *Ammonia fresh* sebelum dikembalikan ke reaktor, sedangkan hasil bawah yang terdiri dari *Ammonia* sisa, air dan produk masuk ke kolom distilasi. Sisa *ammonia* akan menguap dan kemudian dikondensasikan untuk *recycle*, sedangkan air dan produk diumpankan ke distilasi yang kedua. Dari distilasi kedua ini air akan menjadi hasil atas dan kemudian akan dibuang ke UPL sedangkan produk didistilasi lagi sebanyak dua kali untuk mendapatkan masing-masing produk *Mono-* , *di-*, dan *triethanolamine*.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku

1. Ammonia

- Bentuk : cair
- Warna : tidak berwarna
- Kemurnian : 99,8 % berat
- Impuritas : Air 0,02 % berat
- Densitas : 0,618 g/cm^3 pada 15 ^oC
- Viskositas : 0,12 cP pada 20 ^oC (www.qafco.com)

2. Ethylene oxide

- Bentuk : cair
- Warna : tidak berwarna
- Kemurnian : 99 % berat
- Impuritas : Air 0,03 % berat
- Densitas : 0,8969 g/cm^3 pada 20 ^oC
- Viskositas : 0,26 cP pada 20 ^oC (Kirk&Othmer,1999)

2.1.2. Spesifikasi Produk

1. *Monoethanolamine* (MEA)

- Bentuk : cair
- Warna : tidak berwarna
- Kemurnian : 99,22 % berat
- Impuritas : DEA 0,64 % berat
  Air 0,14 % berat
- Densitas : 1,0157 g/cm^3 pada 20 ^oC
- Viskositas : 23,2 cP pada 20 ^oC (www.arak.com)

2. *Diethanolamine* (DEA)

- Bentuk : cair
- Warna : tidak berwarna
- Kemurnian : 99,1 % berat
- Impuritas : MEA 0,8 % berat
  TEA 0,1 % berat
  Air 0 % berat
- Densitas : 1.0912 g/cm^3 pada 30 ^oC
- Viskositas : 389 cP pada 30 ^oC (www.arak.com)

3. *Triethanolamine* (TEA)

- Bentuk : cair
- Warna : tidak berwarna

- Kemurnian : 93 % berat
- Impuritas : DEA 7 % berat
  Air 0 % berat
- Densitas : 1,1248 g/cm^3 pada 20 ^oC
- Viskositas : 930 cP pada 20 ^oC (www.arak.com)

2.2. Konsep Proses

2.2.1 Dasar Reaksi

Reaksi pembuatan *Ethanolamine* (MEA,DEA dan TEA) dengan menggunakan bahan baku *Ammonia* dan *Ethylene oxide* adalah sebagai berikut :

$NH_3 + C_2H_4O\ (EO) \longrightarrow C_2H_7NO$ (MEA)

$C_2H_7NO_2 + C_2H_4O \longrightarrow C_4H_{11}NO_2$ (DEA)

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

(Ulmann's,1999)

2.2.2 Mekanisme Reaksi

Mekanisme reaksi yang terjadi untuk pembentukan *Ethanolamine* dari *Ammonia* dan *Ethylene oxide* adalah sebagai berikut :

$$NH_3 + H_2C\text{-}CH_2 \xrightarrow{k1} H_2N - CH_2CH_2 - OH$$

$$H_2N - CH_2CH_2 - OH + H_2C\text{-}CH_2 \xrightarrow{k2} HN(CH_2CH_2\text{-}OH)_2$$

$$HN(CH_2CH_2 - OH)_2 + H_2C - CH_2 \xrightarrow{k3} N(CH_2CH_2 - OH)_3$$

(Ulmann's, 1999)

2.2.3. Fase Reaksi

Fase reaksi untuk reaksi antara *Ammonia* dan *Ethylene oxide* membentuk *Ethanolamine* adalah sebagai berikut :

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

$C_2H_7NO_2\ (l) + C_2H_4O\ (l) \longrightarrow C_4H_{11}NO_2\ (l)$

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

Reaksi secara keseluruhan berada dalam fase cair.

2.2.4. Kondisi Operasi

Reaksi dijalankan di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang dioperasikan pada tekanan 2,5 atm dan suhu 50 °C. Reaksi antara *Ammonia* dan *Ethylene oxide* bersifat eksotermis yang mengeluarkan panas cukup besar, oleh karena itu dibutuhkan jaket pendingin agar temperatur reaktor Stabil. Sebagai media pendingin digunakan air.

2.2.5. Sifat Reaksi

1. Tinjauan Termodinamika

Reaksi pembentukan *Ethanolamine* dari *Ammonia* dan *Ethylene oxide* bersifat eksotermis.

$\Delta H_f\ NH_3$ pada 298 K = -45,9 kJ/mol

ΔH_f EO pada 298 K = -52,63 kJ/mol

ΔH_f MEA pada 298 K = -210,19 kJ/mol

ΔH_f DEA pada 298 K = -396,88 kJ/mol

ΔH_f TEA pada 298 K = -562,08 kJ/mol

Reaksi 1 : NH3 + EO $\longrightarrow$ MEA

$\Delta H^o_{reaksi} = \Delta H_{f\ produk} - \Delta H_{f\ reaktan}$

= -210,19 – (-45,9 – 52,63)

= -111,66 kJ/mol

Reaksi 1 : MEA+ EO $\longrightarrow$ DEA

ΔH^o_{reaksi} = -396,88 – (-210,19 – 52,63)

= -134,06 kJ/mol

Reaksi 1 : DEA + EO $\longrightarrow$ TEA

ΔH^o_{reaksi} = -562,08 – (-396,88 – 52,63)

= -112,57 kJ/mol

Dari harga ΔH^o_{reaksi} diatas dapat dilihat bahwa reaksi pembentukan *ethanolamine* bersifat eksotermis.

2. Tinjauan Kinetika

Persamaan konstanta kecepatan reaksi pembentukan *ethanolamine* adalah sebagai berikut :

$k1 = (4{,}1 + 4\ [H_2O]^2).102.\exp(-11.000/RT)$

$k2 = (\ 7{,}2 - 0{,}042\ [H_2O]\ )\ .k1$

$k3 = (16 - 0{,}22\ [H_2O])\ .k1$ (Chris Ruehl, et al,CENG 403,1997)

Dengan :

k1,k2,k3 : konstanta kecepatan reaksi 1,2 dan 3, cm^3/mol.min

$[H_2O]$: konsentrasi H_2O, mol/cm3

T : suhu, K

R : konstanta gas ideal = 82,05 atm.cm^3/mol.K

dapat dilihat bahwa semakin besar suhu dan konsentrasi air yang digunakan maka reaksi akan berlangsung semakin cepat. Akan tetapi pada reaksi pembentukan *Ethanolamine* suhu tidak boleh terlalu tinggi dan harus dibatasi karena bila reaksi dijalankan pada suhu > 150 ^{0}C reaksi akan tergeser oleh pembentukan *Mono-, Di-,* dan *Triethanol glikol.* Selain itu bila suhu dinaikkan secara *thermodinamika* harga k akan menjadi sangat kecil sehingga reaksi akan berubah menjadi reversible.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi 3 bagian :

1. Laboratorium Pengamatan.
2. Laboratorium Analitik
3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan
4. Laboratorium Lindungan Lingkungan.

1. Laboratorium Pengamatan

Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua *steam* yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta

mengeluarkan *"certificate of quality"* untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium Analitik

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah untuk melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, kadar air dan bahan kimia yang digunakan (*adictive*, bahan-bahan injeksi, dan lain-lain).

3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Tugas utama dari seksi ini adalah untuk menguji kualitas bahan selama proses produksi yang sedang berlangsung yaitu mengatur komponen bahan baku, sehingga didapatkan produk dengan kualitas yang diinginkan dengan melakukan pengujian terhadap bahan baku dengan menggunakan analisa kimia. Penelitian dan pengembangan yang dilakukan pada Pabrik *Monoethanolamine* dilakukan oleh Seksi Penelitian dan Seksi Pengembangan.

Tugas Bagian Penelitian dan Pengembangan ini adalah meneliti dan memeriksa bahan baku, bahan penolong, dan bahan penunjang yang akan digunakan untuk proses.

2.3 Pengendalian Produksi

Pengawasan dan pengendalian produksi perlu dilaksanakan agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses pengendalian kualitas diharapkan dapat

menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar, dan jumlah produksi yang sesuai rencana serta waktu yang tepat sesuai dengan jadwal.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengendalian produksi yaitu:

1. Pengendalian Kualitas

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

2. Pengendalian Kuantitas

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

3. Pengendalian Waktu

   Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian Bahan Proses

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

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

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

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atau mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan penolong, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Tugas laboratorium antara lain:

1. Memeriksa bahan baku dan bahan penolong yang akan digunakan.
2. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan.
3. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi.
4. Memeriksa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada bangunan pabrik.

2.3.1. Program Kerja Laboratorium

Dalam upaya pengendalian mutu produk pabrik *Monoethanolamine* ini, maka akan dioptimalkan aktivitas laboratorium untuk pengujian mutu.

Adapun analisa pada proses pembuatan *Monoethanolamine* ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku yang berupa *Ethylene oxide* dan *Ammmonia* yang dianalisa meliputi warna, densitas, viskositas, *specific gravity*, titik didih dan kemurnian masing-masing bahan baku.

1. Produk yang dianalisa meliputi berat jenis *Monoethanolamine,* Meneliti dan memeriksa produk yang akan dipasarkan.
2. Melakukan penelitian untuk pengembangan pabrik.

   Diethanolamine dan *Triehanolamine* kadar air dan impuritas lainnya (jika ada).Laboratorium penelitian dan uji mekanik / listrik / elektronik bertugas memeriksa kelayakan peralatan yang berhubungan dengan operasi pabrik.

4. Laboratorium Lingkungan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material terkait dalam proses untuk meningkatkan hasil akhir.

Dalam melaksanakan tugasnya, juga senantiasa melakukan penelitian terhadap kondisi lingkungan serta mengadakan pengembangannya.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

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

1. Tahap penyiapan proses
2. Tahap pembentukan produk
3. Tahap pemurnian produk

3.1.1. Tahap penyiapan bahan baku

Tahap ini bertujuan untuk mempersiapkan kondisi bahan baku yaitu *Ethilene oxide* dan *Ammonia* mendekati kondisi reaktor. *Ammonia* disuplai dari PT. Pupuk Kaltim dengan sistem pemipaan disimpan pada tangki penyimpan (T-01) yang berbentuk vertikal suhu 30^0 C dan tekanan 10,95 atm. Konsentrasi *Ammonia* sebelum masuk reaktor ditetapkan 30%(% Berat), oleh karena itu *Ammonia* diencerkan dengan pertambahan air yang dipompa oleh (P-05) bersama-sama dengan *Ammonia recycle, ammonia mixed feed* dimasukan kedalam *Mixer* (M-01) agar konsentrasinya menjadi 30%. Panas pelarutan yang di timbulkan dari proses *mixing* ini akan menyebabkan suhu *Ammonia* sedikit naik.

Agar suhu *Ammonia* mendekati temperatur reaktor sebelum dipompa dengan P-04 masuk ke reaktor *Ammonia* dilewatkan pada HE-02 dengan tujuan mengalami pemanasan pendahuluan. Masuk HE-02 pada suhu $33{,}2^0$ C dan setelah menstransfer sejumlah panas akan mengalami kenaikkan suhu menjadi 50^0C. Sementara itu, *Ethilane oxide* berat disimpan dalam tangki penyimpan *Ethilene oxide* yang berbentuk silinder horizontal (T-02) pada kondisi cair dengan suhu 30^0C tekanan 2,05 atm. *Ethilene oxide* dilewatkan pada HE-01 agar mengalami proses pemanasan pendahuluan sehingga temperatur naik menjadi 50^0 C sebelum masuk ke reaktor (R-01)

3.1.2 Tahap pembentukan *Ethanolamine* (Reaksi polimerisasi)

Tahap ini bertujuan untuk mereaksikan *Ethilene oxide* dengan *Ammonia* dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang dilengkapi dengan jaket pendingin dan kondisi operasinya 50^0C tekanan 2,5 atm tanpa katalis.

Reaksi antara *Ethilene oxide* dan *Ammonia* adalah sebagai berikut

1. Reaksi utama

$$NH_3 + C_2H_4O \longrightarrow C_2H_7NO \quad \Delta H = -24{,}68 \text{ kj/kmol}$$

2. Reaksi samping

$$C_2H_7NO_2 + C_2H_4O \longrightarrow C_4H_{11}NO_2 \quad \Delta H = -134{,}06 \text{ kj/kmol}$$

$$C_4H_{11}NO_2 + C_2H_4O \longrightarrow C_6H_{15}NO_3 \quad \Delta H = -276{,}81 \text{ kj/kmol}$$

Reaksi bersifat eksotermis, sehingga membebaskan sejumlah panas oleh karena itu untuk mempertahankan suhu operasi konstan, reaktor dilengkapi jaket pendingin dan air sebagai media pendingin yang dipompa dengan (P-05)

.3.1.3 Tahap pemisahan dan pemurnian produk

1. Pemisahan *Ammonia*

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan NH_3 memisahkan produk hasil reaksi pada *Flash Drum* dengan hasil atas berupa NH_3 dan air yang akan di *recycle* menuju *mixer* (M-01) dan hasil bawahnya akan dimasukkan ke dalam menara distilasi (MD-01) sedangkan fase cair sebagian besar adalah air dan *Ethanolamine*. *Ammonia* yang terpisahkan pada tahap *flashing* ini adalah sekitar 90 % berat dari NH_3 masuk. Hasil bawah *Flash drum* yang berfase cair yang masih mengandung NH_3 kemudian masuk ke Menara Distilasi-01 (MD-01) pada bagian atas menara.Pada tahap ini bisa dikatakan semua NH_3 dan sedikit air bisa teruapkan dan kemudian diumpankan kembali ke reaktor.

2. Pemisahan Air

Memisahkan produk hasil reaksi pada Menara Distilasi-02 (MD-02) dengan hasil atas berupa *Monoethanolamine* dan air pembuangan. Hasil bawah akan dimasukkan ke dalam Menara Distilasi-03 (MD-03).

3 Tahap Pemisahan masing-masing produk.

Pada tahap ini akan dipisah kan antara MEA, DEA dan TEA yang diinginkan dijual secara terpisah. *Ethanolamine* yang keluar sebagai hasil bawah MD-02 180 ^{0}C dan tekanan 1 atm kemudian masuk ke Menara Distilasi-03 (MD-03). Sebagian besar

MEA dan air semua akan teruapkan sedangkan DEA dan TEA sebagai hasil bawah. MEA keluar sebagai distilat pada suhu 274 ^{0}C dan tekanan 1.2 atm untuk kemudian didinginkan dan selanjutnya masuk ke Tangki MEA (T-03) untuk disimpan pada suhu 30 ^{0}C dan tekanan 1 atm.

Setelah keluar dari MD-03, hasil bawah yang sebagian besar terdiri dari DEA dan TEA pada suhu 265 ^{0}C dan tekanan 1 atm masuk ke Menara Distilasi-04 (C-04). Pada menara ini semua MEA dan sebagian besar DEA akan teruapkan sedangkan sebagian besar TEA akan menjadi hasil bawah. Produk DEA keluar sebagai hasil atas pada suhu 337 ^{0}C dan tekanan 1,2 atm untuk kemudian didinginkan dan disimpan ke Tangki DEA (T-04) pada suhu 30 ^{0}C dan tekanan 1 atm. Hasil bawah keluar pada suhu 332,9 ^{0}C dan tekanan 1,1 atm untuk selanjutnya disimpan di Tangki TEA (T-05) pada suhu 30 ^{0}C dan tekanan 1 atm.

3.2 SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

1. Tangki Penyimpan NH_3 (TP - 01)

Tugas : Menyimpan bahan baku amoniak pada suhu 30 ^{0}C dan tekanan 10,9513 atm

Jenis : Tangki Silinder Horizontal

Kondisi : 30 ^{0}C, 10,95 atm

Spesifikasi :

- Diameter : 4.55 m
- Tinggi : 18,18 m

Bahan : Stainless steel SA 299

Jumlah : 2 buah

2. Tangki Penyimpan C_2H_4O (TP – 0 2)

Tugas : Menyimpan bahan baku Ethilene Oxide pada suhu 30 ^{0}C dan tekanan 2,0759 atm15 hari

Jenis : Tangki silinder horizontal

Kondisi : 30 ^{0}C ; 2,0759 atm

Spesifikasi :

- Diameter : 5,48 m
- Tinggi : 18,96 m

Bahan : Carbon steel SA - 299 grade C

Jumlah : 2 buah

3. Tangki Penyimpan MEA (TP – 0 3)

Tugas : Menyimpan hasil proauk *Monoethanolamine* pada suhu 30 ^{0}C dan tekanan 1 atm

Jenis : Tangki silinder tegak.

Kondisi : 30 ^{0}C, 1 atm

Spesifikasi :

- Diameter : 17,64161 m
- Tinggi : 6,615603 m

Bahan : Carbon steel SA - 283 grade C

Jumlah : 1 buah

4. Tangki Penyimpan Produk DEA(TP-04)

Tugas : Menyimpan produk *Diiethanolamine* pada suhu 30 ^{0}Cdan takanan 1 atm selama 15 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dengan atap berbentuk *conical.*

Kondisi : 30 ^{0}C ; 1 atm

Spesifikasi :

- Diameter : 13,80155 m
- Tinggi : 5,175583 m

Bahan : Carbon steel SA - 283 grade C

Jumlah : 1 buah

5. Tangki Penyimpan Produk TEA (TP-05)

Tugas : Menyimpan produk *Triethanolamine* pada suhu 30 ^{0}C selama 15 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dengan atap berbentuk *conical.*

Kondisi : 30 ^{0}C, 1 atm

Spesifikasi :

- Diameter : 10,36002 m
- Tinggi : 3,885009 m

7. Reaktor (R-01)

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

Type : Reaktor Tangki Alir Berpengaduk (RATB).

Spesifikasi :

- Kondisi : Suhu : 50 ^{o}C.
  Tekanan : 2,5 atm.
- Dimensi : Diameter : 6,94 m.
  Tinggi : 2,75 m
  Tebal Shell : 1/4 in.
  Lebar Baffle : 0,07 m.
- Pengaduk : Jenis : 6 blade flat turbin impeller
  Diameter : 0,70 m.
  Lebar : 0,71 m.
  Tinggi : 0,09 m.
  Kecepatan : 2,53 rps.
  Power : 2,5 Hp.
- Head : Jenis : *torispherical*
  Tebal : 0,125 in.

Volume tiap reaktor : 22,80 m^3.

Bahan konstruksi : *stainless steel* SA-283.

Pendingin : fungsi : menyerap panas untuk mempertahankan suhu reaktor 50 ^{0}C (isothermal).

Type : Jaket pendingin.

Media Pendingin : air.

Tinggi jaket : 3,55 m

Tebal jaket : 0,0625 m.

Jumlah : 3 buah.

8. Flash Drum (FD-01)

Tugas : Memguapkan sebagian besar fraksi amoniak dalam campuran hasil reaksi R-03 untuk kemudian direcycle kembali sebanyak 4269,748 Kg/jam

Jenis : Tangki silinder vertikal.

Kondisi : 80 °C ; 19 atm.

Ukuran :

- Diameter : 1,080115 m.
- Tinggi : 3,7050197 m.
- Tebal : 0,1875 inci.

Bahan : Stainless steel SA 167 grade 11.

Jumlah : 1 buah.

9. Menara Distilasi (MD – 01)

Tugas : memisahkan amoniak, *Ethylene oxide*, dan air dari larutan hasil bawah *flash drum* sebanyak 1522,42 kg/jam.

Type : *Sieve tray distillation column.*

Kondisi operasi :

- Puncak menara : Suhu : 100 ^{0}C.
  Tekanan : 1,1 atm.
- Umpan menara : Suhu : 90 ^{0}C.
  Tekanan : 1,4 atm.
- Dasar menara : Suhu : 138,5 ^{0}K.
  Tekanan : 1,6 atm.

Spesifikasi :

shell

- Diameter : 1,2023 m
- Tinggi : 7,2637 m
- Tebal : 0,1947 in

tray

- jenis : *sieve tray*
- jumlah : 27 buah

Head

- Tebal *head* : 0,1947 in.
- Tinggi *head* : 9,84 in
- Jenis : *Eliptical dishead head*

Bahan konstruksi : *Carbon steel* SA - 283 grade C

Jumlah : 1 buah

10. Menara Distilasi (MD – 02)

Tugas : memisahkan *Ammonia* dan sedikit air dari larutan hasil bawah MD-01.

Type : *Sieve tray distilation column*

Kondisi operasi :

- Puncak menara : Suhu : 106.4 ^{0}C.
  Tekanan : 1,2 atm.
- Umpan menara : Suhu : 114.6 ^{0}C
  Tekanan : 1 atm.
- Dasar menara : Suhu : 183,8 ^{0}C.
  Tekanan : 1,1 atm.

Spesifikasi :

shell

- Diameter : 1,20 m
- Tinggi : 4,02m
- Tebal : 0,19 in

tray

- jenis : *sieve tray*
- jumlah : 9 buah

Head

- Tebal *head* : 0,19 in.
- Tinggi *head* : 8,03 in

Bahan konstruksi : Carbon steel SA - 283 grade C

Jumlah : 1 buah

11. Menara Distilasi (MD – 03)

Tugas : memisahkan *Ammonia* dan sedikit air dari larutan hasil bawah MD-01.

Type : *Sieve tray distilation column.*

Kondisi operasi :

- Puncak menara : Suhu : 274 ^{0}C

Tekanan : 1,2 atm.

- Umpan menara : Suhu : 180 ^{0}K.
  Tekanan : 1 atm.
- Dasar menara : Suhu : 175 ^{0}C.
  Tekanan : 1,1 atm.

Spesifikasi :

shell

- Diameter : 1,0311 m
- Tinggi : 9,5555 m
- Tebal : 0,19 in

tray

- jenis : *sieve tray*
- jumlah : 9 buah

Head

- Tebal *head* : 0,19 in.
- Tinggi *head* : 8,03 in

Bahan konstruksi : *Carbon steel* SA - 283 grade C

Jumlah : 1 buah

11. **Menara Distilasi (MD – 04)**

Tugas : memisahkan *Triethanolamine* dari larutan yang keluar dari hasil bawah MD-03 berdasarkan titik didihnya sebanyak 616,78 kg/jam.

Type : *Sieve tray distllation column*

Kondisi operasi :

- Puncak menara : Suhu : 337,247 ^{0}C
  Tekanan : 1,2 atm.

▪ Umpan menara : Suhu : 265,858 ^{0}C
Tekanan : 1 atm.
▪ Dasar menara : Suhu : 267,885 ^{0}C
Tekanan : 1,1 atm.

Spesifikasi :

shell

▪ Diameter : 0,9531 m
▪ Tinggi : 9,55 m
▪ Tebal : 0,19 in

tray

▪ jenis : *sieve tray*
▪ jumlah : 20 buah

Head

• Tebal *head* : 0,19 in.
• Tinggi *head* : 8,28 in

Bahan konstruksi : *Carbon steel* SA - 283 grade C
Jumlah : 1 buah

12. KONDENSOR (CD -01)

Tugas : mengembunkan uap yang keluar dari puncak *flash drum* (FD-01)
Type : *horizontal shell and tube*
Jumlah : 1 buah.
Spesifikasi : *Carbon steel* SA - 283 grade C
Kondisi operasi : Suhu : 90 ^{0}C
Tekanan : 1 atm

• *Tube side* : OD : 1/4 in.

	BWG	: 16 in.
	Panjang tube, L	: 16 ft.
	Pitch	: 15/16 in, *Triangular pitch.*
	Jumlah pipa, Nt	: 22 buah
	Passes	: 1
• *Shell side*	ID	: 35 in.
	Baffle space	: 17,5 in
	Passes shell	: 1.

13. KONDENSOR (CD -02)

Tugas :mengembunkan uap yang keluar dari puncak Menara Destilasi (MD-1)

Type : *horizontal shell and tube*

Spesifikasi : *Carbon steel* SA - 283 grade C

Kondisi operasi : Suhu : 100 ^{0}C

Tekanan : 1.2 atm

Tube side	: OD	: 0,75 in.
	BWG	: 18 in.
	Panjang tube,L	: 8 ft.
	Pitch	: 15/16 in, *Triangular pitch.*
	Jumlah pipa, Nt	: 167 buah
	Passes	: 2
• *Shell side*	ID	: 17,5 in.
	Baffle space	: 1 in
	Passes shell	: 1.

Jumlah : 1 buah.

14. KONDENSOR (CD -03)

Tugas : mengembunkan uap yang keluar dari puncak Menara Destilasi (MD-2)

Type : *horizontal shell and tube*

Spesifikasi : *Carbon steel* SA - 283 grade C

Kondisi operasi : Suhu : 106.4 ^{0}C

Tekanan : 1.2 atm

- *Tube side*
  - OD : 1 in.
  - BWG : 14 in.
  - Panjang tube,L : 8 ft.
  - Pitch : 15/16 in, *Triangular pitch.*
  - Jumlah pipa, Nt : 189 buah
  - *Passes* : 2
- *Shell side*
  - ID : 37 in.
  - *Baffle space* : 1 in
  - *Passes shell* : 1.

Jumlah : 1 buah.

15. KONDENSOR (CD -04)

Tugas : mengembunkan uap yang keluar dari puncak Menara Destilasi (MD-3)

Type : *horizontal shell and tube*

Spesifikasi : *Carbon steel* SA - 283 grade C

Kondisi operasi : Suhu : 274 ^{0}C

Tekanan : 1,2 atm

Tube side : OD : 0,75 in.
BWG : 10 in.
Panjang tube, L : 8 ft.
Pitch : 15/16 in, *Triangular pitch.*
Jumlah pipa, Nt : 608 buah
Passes : 1

- *Shell side*
  ID : 4 in.
  Baffle space : 4 in
  Passes shell : 1.

Jumlah : 1 buah.

16. KONDENSOR (CD -05)

Tugas : mengembunkan uap yang keluar dari puncak Menara Destilasi (MD-4)

Type : *horizontal shell and tube*

Spesifikasi : *Carbon steel* SA - 283 grade C

Kondisi operasi : Suhu : 337,2477 ^{0}C
Tekanan : 1,2 atm

Tube side : OD : 0,75 in.
BWG : 10 in.
Panjang tube, L : 8 ft.
Pitch : 15/16 in, *Triangular pitch.*
Jumlah pipa,Nt : 37 buah
Passes : 1

- *Shell side*
  ID : 4 in.
  Baffle space : 4 in

Passes shell : 1.

Jumlah : 1 buah.

17. TANGKI AKUMULATOR (AC-01)

Tugas : Menampung hasil kondensasi kondensor CD-01 pada menara stipper FD-01.

Jenis : Tangki silinder horisontal.

Waktu tinggal : 10 menit

Spesifikasi :

- Diameter : 1,19116 m
- Panjang : 3,575 m
- Tebal : 0,17 m

Bahan : *Carbon steel* SA 283 grade C

Jumlah : 1 buah

18. TANGKI AKUMULATOR (AC-02)

Tugas : Menampung hasil kondensasi kondensor CD-02 pada menara distilasi MD-01

Jenis : Tangki silinder horisontal.

Kondisi : 317,0471 K, 1,2 atm

Waktu tinggal : 10 menit

Spesifikasi :

Bahan : Carbon steel SA - 283 grade C

Jumlah : 1 buah

6. Mixer (M-01)

Tugas : Sebagai pelarutan amoniak dari kemurnian 98,95% menjadi 30% pada suhu 30 ^{0}C dan tekanan 1 atm

Type : Reaktor Tangki Alir Berpengaduk (RATB).

Spesifikasi :

- Kondisi : Suhu : 32 ^{0}C.
  Tekanan : 2,5 atm.
- Dimensi : Diameter : 1,08 m.
- Tinggi : 1,08 m.
  Tebal Shell : 3/16 in.
  Lebar Baffle : 0,036 m.
- Pengaduk : Jenis : 6 blade flat turbin impeller
  Diameter : 0,36 m.
  Lebar : 0,09 m.
  Tinggi : 0,29 m.
  Kecepatan : 4,92 rps.
  Power : 2,5 Hp.
- Head : Jenis : *torispherical*
  Tebal : 0,125 in.

Bahan konstruksi : stainless steel SA-283.

Jumlah : 1 buah.

- Diameter : 0,4534 m
- Panjang : 1,3601 m
- Tebal : 0,1371 m

Bahan : *Carbon steel* SA 167

Jumlah : 1 buah

19. TANGKI AKUMULATOR (AC-03)

Tugas : Menampung hasil kondensasi kondensor CD-03 pada menara distilasi MD-02.

Jenis : Tangki silinder horisontal.

Kondisi : 379,48 K, 1,2 atm

Waktu tinggal : 10 menit

Spesifikasi :

- Diameter : 0,6263 m
- Panjang : 1,08789 m
- Tebal : 0,142 m

Bahan : *Carbon steel* SA 316

Jumlah : 1 buah

21. TANGKI AKUMULATOR (AC-04)

Tugas : Menampung hasil kondensasi kondensor CD-04 pada menara distilasi MD-03.

Jenis : Tangki silinder horisontal.

Kondisi : 450 K 1,2 atm

Waktu tinggal : 10 menit

Spesifikasi :

- Diameter : 0,755 m
- Panjang : 2,257 m
- Tebal : 0,1452 m

Bahan : *Carbon steel* SA 167

Jumlah : 1 buah

22. TANGKI AKUMULATOR (AC-05)

Tugas : Menampung hasil kondensasi kondensor CD-05 pada menara distilasi MD-04.

Jenis : Tangki silinder horisontal.

Kondisi : 545,31 K, 1,1 atm

Waktu tinggal : 10 menit

Spesifikasi :

- Diameter : 0,62167 m
- Panjang : 1,865 m
- Tebal : 0,145 m

Bahan : *Carbon steel* SA 167

Jumlah : 1 buah

23. REBOILER (RB – 01)

Tugas : menguapkan sebagian cairan yang keluar dari dasar Flas Drum dan mengembalikan uap ke dalam menara

Type : *Thremosyphon reboiler shell and tube*

Jumlah : 1 buah.

Spesifikasi :

- Kondisi operasi — Suhu : 138,5 ^{0}C; Tekanan : 1,6 atm
- *Tube side* — OD : $^3/_4$ in.; BWG : 16.; Panjang tube,L : 20 ft.; Pitch : 1 in. triangular.; Jumlah pipa,Nt : 316 buah; *Passes* : 1
- *Shell side* : ID : 21,25 in.; *Baffle space* : 0,5 in.; *Passes shell* : 1

Jumlah : 1 buah

24. REBOILER (RB – 02)

Tugas : menguapkan sebagian cairan yang keluar dari dasar menara destilasi (MD-2) dan mengembalikan uap ke dalam menara .

Type : *Thremosyphon reboiler shell and tube.*

Spesifikas

- Kondisi operasi : Suhu : 183,8 ^{0}C; Tekanan : 1,1 atm
- *Tube side* — OD : 3/4 in.

BWG : 16.
Panjang tube,L: 16 ft.
Pitch : 1 in. triangular.
Jumlah pipa,Nt: 384 buah
Passes : 1

- *Shell side* : ID : 23,25 in.
  Baffle space : 0,5 in.
  Passes shell : 1.

Jumlah :1 buah.

25. REBOILER (RB – 03)

Tugas : menguapkan sebagian cairan yang keluar dari dasar menara destilasi (MD-3) dan mengembalikan uap ke dalam menara sebanyak 727,49 kg/jam.

Type : *Thremosyphon reboiler shell and tube.*

Spesifikasi

- Kondisi operasi : Suhu : 175,035 ^{0}C
  Tekanan : 1,1 atm
- *Tube side* : OD : 1in
  BWG : 16
  Panjang tube, L : 8 ft.
  Pitch : 1 in. triangular.
  Jumlah pipa,Nt : 32 buah
  Passes : 1
- *Shell side* : ID : 21,25 in.
  Baffle space : 0,5 in.

Passes shell : 1.

Jumlah : 1 buah.

26. REBOILER (RB – 04)

Tugas : menguapkan sebagian cairan yang keluar dari dasar menara destilasi (MD-4) dan mengembalikan uap ke dalam menara

Type : *Thremosyphon reboiler shell and tube.*

Spesifikasi

- Kondisi operasi : Suhu : 267 ^{0}C
  Tekanan : 1,1 atm
- *Tube side* : OD : 1 in.
  BWG : 16.
  Panjang tube,L : 8 ft.
  Pitch : 1 in. triangular.
  Jumlah pipa,Nt : 32 buah
  Passes : 1
- *Shell side* : ID : 10 in.
  Baffle space : 0,5 in.
  Passes shell : 1.

Jumlah : 1 buah.

27. HEATER (HE-01)

Tugas : Memanaskan amoniak yang keluar dari mixer (M-01) dari suhu 30 ^{0}C sampai 50 ^{0}C

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 3,848875 ft^2

Media pemanas : *Steam*

Aliran fluida : Anulus : *steam*

Inner pipe : Amoniak

Spesifikasi : anulus : 2 in

Inner pipe : 1,25 in

Panjang : 12 ft

BWG : 16

Jumlah : 1 buah

28. HEATER (HE-02)

Tugas : Memanaskan *Ethylene oxide* yang keluar dari tangki penyimpan dari suhu 30 ^{0}C sampai 50 ^{0}C

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 1,4886 ft^2

Media pemanas : *Steam*

Aliran fluida : Anulus : *Ethylene oxide*

Inner pipe : *steam*

Spesifikasi : anulus : 2 in

Inner pipe : 1 ¼ in

Panjang : 12 ft

BWG : 16

Jumlah : 1 buah

29. HEATER (HE-03)

Tugas : Memanaskan hasil reaksi yang keluar dari reactor (R-03) dari suhu 50 ^{0}C sampai 80 ^{0}K

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 44,7873 ft^2

Media pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Light Organic*

Anulus : *Steam*

Inner pipe : *Light Organic*

Spesifikasi : anullus : 2 in

Inner pipe : 1 ¼ in

Panjang : 12 ft

BWG : 16

Jumlah : 1 buah

30. HEATER (HE-04)

Tugas : memanaskan produk bawah *flash drum* (FD-01) sebelum masuk menara destilasi (MD-01) dari suhu 80 ^{0}C sampai 90^{0}C

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 5,9535 ft^2

Media pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Light Organic*

Anulus : *Steam*

Inner pipe : *Light Organic*

Spesifikasi : anullus : 2 in

Inner pipe : 1 ¼ in

Panjang : 12 ft

BWG : 16

Jumlah : 1 buah

.31. HEATER (HE-05)

Tugas : memanaskan produk bawah Menara Distilasi 1 (MD-01) sebelum masuk menara destilasi (MD-02)

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 21,06 ft^2

Media pemanas : *Steam*

Aliran fluida : *Light Organic*

Anulus : Steam

Inner pipe : *Light Organic*

Spesifikasi : anullus : 2 in

Inner pipe : 1 ¼ in

Panjang : 12 ft

BWG : 16

Jumlah : 1 buah

32. COOLER (CL – 01)

Tugas : Mendinginkan cairan hasil atas menara destilasi (MD-01) dari suhu 100 ^{0}C menjadi suhu 69,26 ^{0}C

Jenis : *Shell and tube*

Luas transfer : 240,28 ft^2

Type HE : 1-4

- *Shell side* : ID = 13,25 in
  :B = 5,33 in
- *Tube side* : OD = 3/4 in
  : L = 16 ft
  : Nt = 278
  :18 BWG, triangular pitch
- Bahan : *carbon steel*

Jumlah : 1 buah

33. COOLER (CL – 02)

Tugas : Mendinginkan cairan hasil atas menara destilasi (MD-02) dari suhu 106,4 K menjadi suhu 30 ^{0}C

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 58,48 ft^2

Media pendingin : Air

Aliran fluida : Anulus : Air

Inner pipe : *Light Organic*

Spesifikasi : anullus : 1,5 in

Inner pipe : ¼ in

Panjang : 15 ft

BWG : 16

Jumlah : 1 buah

34. COOLER (CL – 03)

Tugas : Mendinginkan cairan hasil atas menara destilasi (MD-03) dari suhu 114 ^{0}C menjadi suhu 30 ^{0}C

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 17,02 ft^2

Media pendingin : Air

Aliran fluida : Anulus : Air

Inner pipe : *Light Organic*

Spesifikasi : anullus : 1 in

Inner pipe : ¼ in

Panjang : 12 ft

BWG : 16

Jumlah : 1 buah

35. COOLER (CL – 04)

Tugas : Mendinginkan cairan hasil atas destilasi (MD-04) dari suhu 267 ^{0}C menjadi 30 ^{0}C

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 4,01 ft^2

Media pendingin : Air

Aliran fluida : Anulus : Air

Inner pipe : *Light Organic*

Spesifikasi : anullus : 1,5 in

Inner pipe : ¼ in

Panjang : 12 ft

BWG : 16

Jumlah : 1 buah

36. COOLER (CL – 05)

Tugas : Mendinginkan cairan hasil bawah destilasi (MD-04) dari suhu 337,24 ^{0}C menjadi suhu 30 ^{0}K

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer : 4,01 ft^2

Media pendingin : Air

Aliran fluida : Anulus : Air

Inner pipe : *Light Organic*

Spesifikasi : anullus : 1,5 in

Inner pipe : ¼ in

Panjang : 12 ft

BWG : 16

Jumlah : 1 buah

37. POMPA-01

Tugas : Mengalirkan cairan air dari unit utilitas ke mixer (M–01).

Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*

Kapasitas : 4,564223 gpm

Power motor : 1 HP

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 2165,305 rpm

Bahan : *Carbon steel* SA- 285 Grade C

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan).

38. POMPA-02

Tugas : Mengalirkan amoniak dari system pemipaan ke tangki penyimpan (T – 01).

Jenis : *Mixed flow centrifugal pump*

Kapasitas : 245,5322 GPM

Power motor : 3 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 826,8652 rpm

Bahan : *Carbon steel* SA- 285 Grade C

Jumlah : 4 buah

39. POMPA-03

Tugas : Mengalirkan *Ethylene oxide* tangki penyimpan (T – 03)

Jenis : *Mixed flow centrifugal pump*

Jumlah : 4 buah

Kapasitas : 305,4006 gpm

Power motor : 1,5 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 833,3765 rpm

40. POMPA-04

Tugas : Mengalirkan Amoniak dari tangki penyimpan (T – 01) ke mixer (M-01)

Jenis : *Radial flow centrifugal pump*

Kapasitas : 1,683508 gpm

Power motor : 1,5 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 24,29556 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan).

41. POMPA-05

Tugas : Mengalirkan *Ethylene oxide* sianohidrin dari tangki penyimpan (T – 02) ke reaktor (R-01) sebanyak 1430,33 kg/jam

Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*

Kapasitas : 5,983422 gpm

Power motor : 2 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 104,588 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan).

42. POMPA-06

Tugas : Mengalirkan larutan dari mixer (M-01) ke reaktor (R-01)

Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*

Kapasitas : 38,31164 gpm

Power motor : 3 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 477,0196 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

43. POMPA-07

Tugas : Mengalirkan larutan hasil reaktor (R-01) ke reaktor (R-02)

Jenis : *Mixed flow centrifugal pump*

Kapasitas : 69,81434 gpm

Power motor : 3 Hp
Putaran : 1750 rpm
Specific speed : 1497,626 rpm
Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

44. POMPA-08

Tugas : Mengalirkan larutan hasil reaktor (R-02) ke reaktor (R-03)
Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*
Kapasitas : 68,96543 gpm
Power motor : 0,5 Hp
Putaran : 1750 rpm
Specific speed : 1324,83 rpm
Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

45. POMPA-09

Tugas : Mengalirkan larutan hasil reaktor (R-03) ke *flash drum* (FD-01)
Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*
Kapasitas : 79,65463 gpm
Power motor : 5 Hp
Putaran : 1750 rpm
Specific speed : 918,2916 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

46. POMPA-10

Tugas : Mengalirkan cairan dari acumulator (AC-01) untuk di *recycle* ke mixer (M-01).

Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*

Kapasitas : 16,47496 gpm

Power motor : 2 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 215,6692 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

47. POMPA-11

Tugas : Mengalirkan produk hasil bawah *flash drum* (FD-01) ke menara destilasi (MD-01)

Jenis : *Radial flow centrifugal pump*

Kapasitas : 28,5342 gpm

Power motor : 3 Hp

Putaran : 1,750 rpm

Specific speed : 580,6718 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

48. POMPA-12

Tugas : Mengalirkan produk hasil bawah (MD-01) ke (MD-02)

Jenis : *Radial flow centrifugal pump*

Kapasitas : 25,6804 gpm

Power motor : 1 HP

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 601,8685 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

49. POMPA-13

Tugas : Mengalirkan produk hasil bawah (MD-02) ke (MD-03)

Jenis : *Radial flow centrifugal pump*

Kapasitas : 25,6804 gpm

Power motor : 1 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 601,8685 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

50. POMPA-14

Tugas : Mengalirkan produk hasil bawah (MD-03) ke (MD-04)

Jenis : *Radial flow centrifugal pump*

Kapasitas : 10,8224 gpm

Power motor : 1 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 168,8192 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

50. POMPA-13

Tugas : Mengalirkan cairan dari (AC-01) untuk dialirkan ke tanki (T-03) dan (MD-01)

Jenis : *Radial flow centrifugal pump*

Kapasitas : 24,0360 gpm

Power motor : 0,5 Hp

Putaran : 1,750 rpm

Specific speed : 176,0134 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

51. POMPA-14

Tugas : Mengalirkan cairan dari (AC-02) untuk dialirkan menara destilasi (MD-01) dan UPL.

Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*

Kapasitas : 2,9674 gpm

Power motor : 3 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 86,69817 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

52. POMPA-15

Tugas : Mengalirkan larutan hasil bawah (MD–02) untuk diumpankan ke tangki penyimpan (T-05)

Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*

Kapasitas : 4,1868 gpm

Power motor : 0,125 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 25,85555 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

53. POMPA-16

Tugas : Mengalirkan larutan hasil bawah (MD–03) untuk diumpankan ke tangki penyimpan (T-05)

Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*

Kapasitas : 4,1868 gpm

Power motor : 0,125 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 25,85555 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

54. POMPA-17

Tugas : Memompa cairan dari AKumulator (A-04) ke pipa pemasukan refluks MD-03 dan umpan tangki 03

Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*

Kapasitas : 6,325713 gpm

Power motor : 0,125 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 1463,131 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

55. POMPA-18

Tugas : Memompa cairan dari Bottom MD-02 keT 05

Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*

Kapasitas : 29,9344 gpm

Power motor : 0,5 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 5,118516 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

56. POMPA-19

Tugas : Memompa cairan dari Bottom MD-01 keT 05

Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*

Kapasitas : 35,2118 gpm

Power motor : 0,75 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 4,463273 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

57. POMPA-20

Tugas : Mengalirkan produk monoethanolamin dari tangki penyimpan (T–03) ke mobil

.Jenis : *Axial flow centrifugal pump.*

Kapasitas : 39,03713 gpm

Power motor : 0,5 Hp

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 5893,67 rpm

Jumlah : 2 buah (1 Cadangan)

58. POMPA-21

Tugas : Mengalirkan produk diethanolamin dari tangki penyimpan (T–04) ke mobil

Jenis : *Radial flow centrifugal pump.*

Jumlah : 4 buah

Kapasitas : 121,5708 gpm

Power motor : 0,5 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 214,0804 rpm

59. POMPA-22

Tugas : Mengalirkan produk triethanolamin dari tangki penyimpan (T–05) ke mobil

Jenis : *mixed flow centrifugal pump.*

Kapasitas : 30,93938 gpm

Power motor : 0.5 Hp

Putaran : 1750 rpm

Specific speed : 97,05485 rpm

Jumlah : 2 buah

3.3 PERENCANAAN PRODUKSI

Dalam perencanaan produksi pabrik *Monoethanolamine* dari *Ethylene Oxide* dan *Ammonia* ini variabel yang berpengaruh dalam metode perancangan pabrik yaitu neraca massa dan neraca panas.

3.3.1 Neraca Massa

neraca massa bahan meliputi neraca massa *overall* (keseluruhan) dan neraca massa tiap-tiap alat (reaktor, *mixer, flash drum*, menara distilasi).

Basis perhitungan neraca massa :

Kapasitas Produk : 25.000 ton/tahun

Masa produksi dalam 1 tahun : 340 hari

Basis jam : 1jam

$$= \left[\frac{25.000 ton}{1 tahun}\right] x \left[\frac{1000 kg}{1 ton}\right] x \left[\frac{1 ton}{340 hari}\right] x \left[\frac{1 hari}{24 jam}\right] ( )$$

= 3.063,72549 kg/jam

3.3.1 Neraca massa

Mixer

Input		Output	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
NH3	328.23094	NH3	10072.137
H_2O	1201.1272	H_2O	1422.0216
Recycle			
NH3	9781.1623		
H2O	183.6381		
Total	11494.159	Total	11494.159

Reaktor

Reaktor (R-01)

input		output	
komponen	kg/jam	komponen	kg/jam
NH_3	9452.931	NH_3	8481.405
EO	5981.162	EO	185.4223
H_2O	1434.868	H_2O	1434.868
MEA		MEA	6213.683
DEA		DEA	534.331
TEA		TEA	19.25077
Total	16868.96	Total	16868.96

Reaktor (R–02)

	input	output	
komponen	kg/jam	komponen	kg/jam
NH_3	8481.405	NH_3	8474.477
EO	185.4223	EO	178.495
H_2O	1434.868	H_2O	1434.868
MEA	6213.683	MEA	6221.64
DEA	534.331	DEA	535.6252
TEA	19.25077	TEA	19.4245
Total	16868.96	Total	16868.53

Reaktor (R-03)

input		output	
komponen	kg/jam	komponen	kg/jam
NH3	8474.477	NH3	9781.289
EO	178.495	EO	0.9998
H2O	1434.868	H2O	1257.582
MEA	6221.64	MEA	3190.6
DEA	535.6252	DEA	1872.424
TEA	19.4245	TEA	760.5813
Total	16864.53	Total	16864.53

Flash Drum

input		output	
komponen	kg/jam	komponen	kg/jam
NH3	9781.289	Bawah	
EO	0.9998	NH3	718.7704
H2O	1257.582	EO	0.00757
MEA	3190.6	H2O	1053.553
DEA	1872.424	MEA	3190.6
TEA	760.5813	DEA	1872.424
		TEA	760.5813
		Atas	
		NH3	9062.392
		H20	184.022
		EO	0.9247
Total	16843.48	Total	16843.48

Menara Distilasi

Menara Distilasi (MD -01)

input		output	
komponen	kg/jam	komponen	kg/jam
NH3	718.7704	Bawah	
EO	0.0757	MEA	3190.6
H2O	1053.553	DEA	1842.424
MEA	3190.6	TEA	760.5813
DEA	1842.424	H2O	1015.799
TEA	760.5813	Atas	
		EO	0.0757
		H2O	37.7544
		NH3	718.7704
Total	7566.004		7566.004

Menara Distilasi (MD -02)

input		output	
komponen	kg/jam	komponen	kg/jam
MEA	3190.6	Bawah	

DEA	1842.424	MEA	3181.384
TEA	760.5813	DEA	760.5813
H2O	1015.799	TEA	1842.424
		H2O	4.4539
		Atas	
		H2O	1011.345
		MEA	10.2156
Total	6810.404		6810.404

Menara Distilasi (MD -03)

input		output	
komponen	kg/jam	komponen	kg/jam
MEA	3181.384	Bawah	
DEA	760.5813	MEA	24.8184
TEA	1842.424	DEA	1822.063
H2O	4.4539	TEA	760.5813
		Atas	
		MEA	3156.566
		DEA	20.3608
		H2O	4.4539
Total	5788.843		5788.843

Menara Distilasi (MD -04)

input		output	
komponen	kg/jam	komponen	kg/jam
MEA	24.8184	Bawah	
DEA	1822.063	DEA	56.6756
TEA	760.5813	TEA	752.6756
		Atas	
		MEA	24.8184
		DEA	1765.388
		TEA	7.6058
Total	2607.463		2607.463

3.3.2 NERACA PANAS

Neraca panas reaktor

Reaktor (R-01)

input		output	
komponen	Cp	komponen	Cp
C2H4O	21559.453	NH_3	6237.0901
H2O	7.8113094	EO	835.59678
EO	0.50094361	H_2O	1090.601
H2O	0.54725083	MEA	2978.0558
Qr	138306	DEA	181.55415
		TEA	17.15826
		Qterserap	100511.8
		Qhilang	54312.3153
TOTAL	166164.216	TOTAL	166164.216

Reaktor (R-02)

input		output	
komponen	cp	komponen	kg/jam
NH_3	6237.0901	H2O	1090.601
EO	835.59678	NH3	6231.9952
H_2O	1090.601	EO	804.3792
MEA	2978.0558	MEA	2981.8692
DEA	181.55415	DEA	181.99391
TEA	17.15826	TEA	17.31311
Qr	5931.18	Qterserap	5354.25025
		Qhilang	608.83055
TOTAL	17271.2323	TOTAL	17271.2323

Reaktor (R-03)

input		output	
komponen	cp	komponen	kg/jam
H2O	1090.601	H2O	940.64961
NH3	6231.9952	NH3	7193.0036
EO	804.3792	EO	4.505551

MEA	2981.8692	MEA	1529.171
DEA	181.99391	DEA	626.01604
TEA	17.31311	TEA	677.9082
Qr	286805	Qterserap	270915.557
TOTAL		TOTAL	

Flas Drum

input		output	
komponen	cp	komponen	kg/jam
H2O	28368.2225	H2O	30568.9727
NH3	32153.3804	NH3	34351.4966
EO	12.0615	EO	13.0129
MEA	46805.5305	MEA	50559.5602
DEA	18748.4556	DEA	20260.8750
TEA	26528.0193	TEA	28581.8475
Boiler	-40988.642	Penguapan	-52708.7395
Total	111627.0255	Total	111627.0255

Menara Distilasi 1 (MD-01)

input		output	
komponen	Cp	komponen	kg/jam
H2O	5708.6957	Bottom	
NH3	4067.1753	H2O	43788.5580
EO	2.4770	MEA	78714.7810
MEA	10643.7917	DEA	31786.7178
DEA	4342.4209	TEA	42102.4746
TEA	5033.7883	Distilat	28581.8475
		Penguapan	-52708.7395
Total	111627.0255	Total	111627.0255

Menara Distilasi 2 (MD-02)

input		output	
komponen	Cp	komponen	kg/jam
H2O	110123.4807	Bottom	
MEA	136610.1573	H2O	736.8120
DEA	49896.6775	MEA	211024.2179
TEA	94076.0690	DEA	77789.7731
Qreboiler	655699.8924	TEA	145187.5754
		Distilat	
		H2O	94277.9959
		MEA	372.5894
		Qkondensor	517017.3133
Total	1046406.2770	Total	1046406.2770

Menara Distilasi 3 (MD-03)

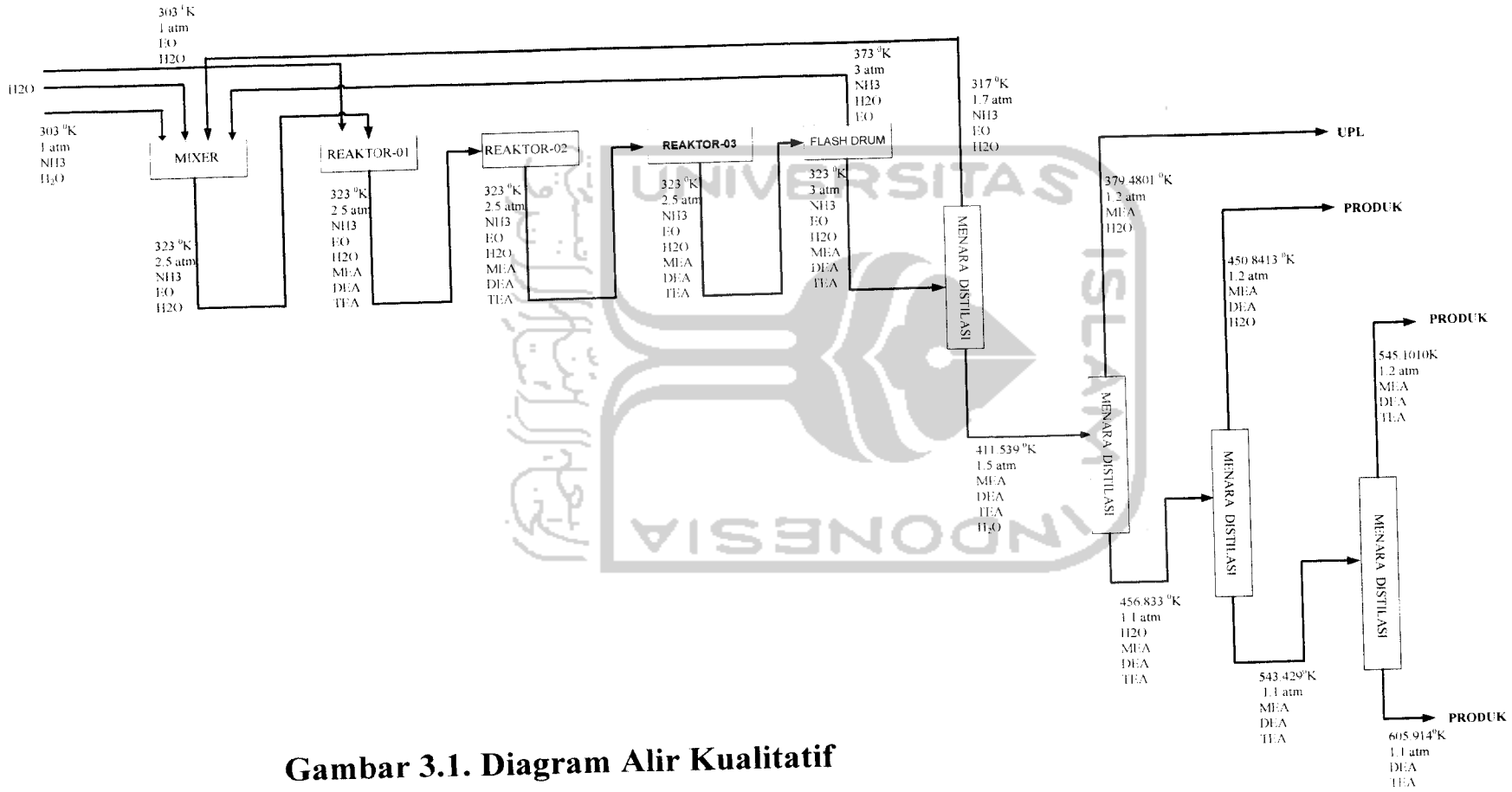
input		output	
komponen	Cp	komponen	kg/jam
H2O	1281.8193	Bottom	
MEA	367057.7557	H2O	2804.0098
DEA	135308.5263	MEA	129794.9459
TEA	252539.2644	DEA	248654.0809
		TEA	2804.0098
		Distilat	
		H2O	1070.4542
		MEA	272305.2072
		DEA	1059.2618
Qreboiler	605671.8814	Qkondensor	706171.2872
Total	1469988.874	Total	1469988.874

Menara Distilasi 4 (MD-04)

input		output	
komponen	Cp	komponen	kg/jam
MEA	318.1344	Bottom	
DEA	37800.2515	DEA	2385.7275

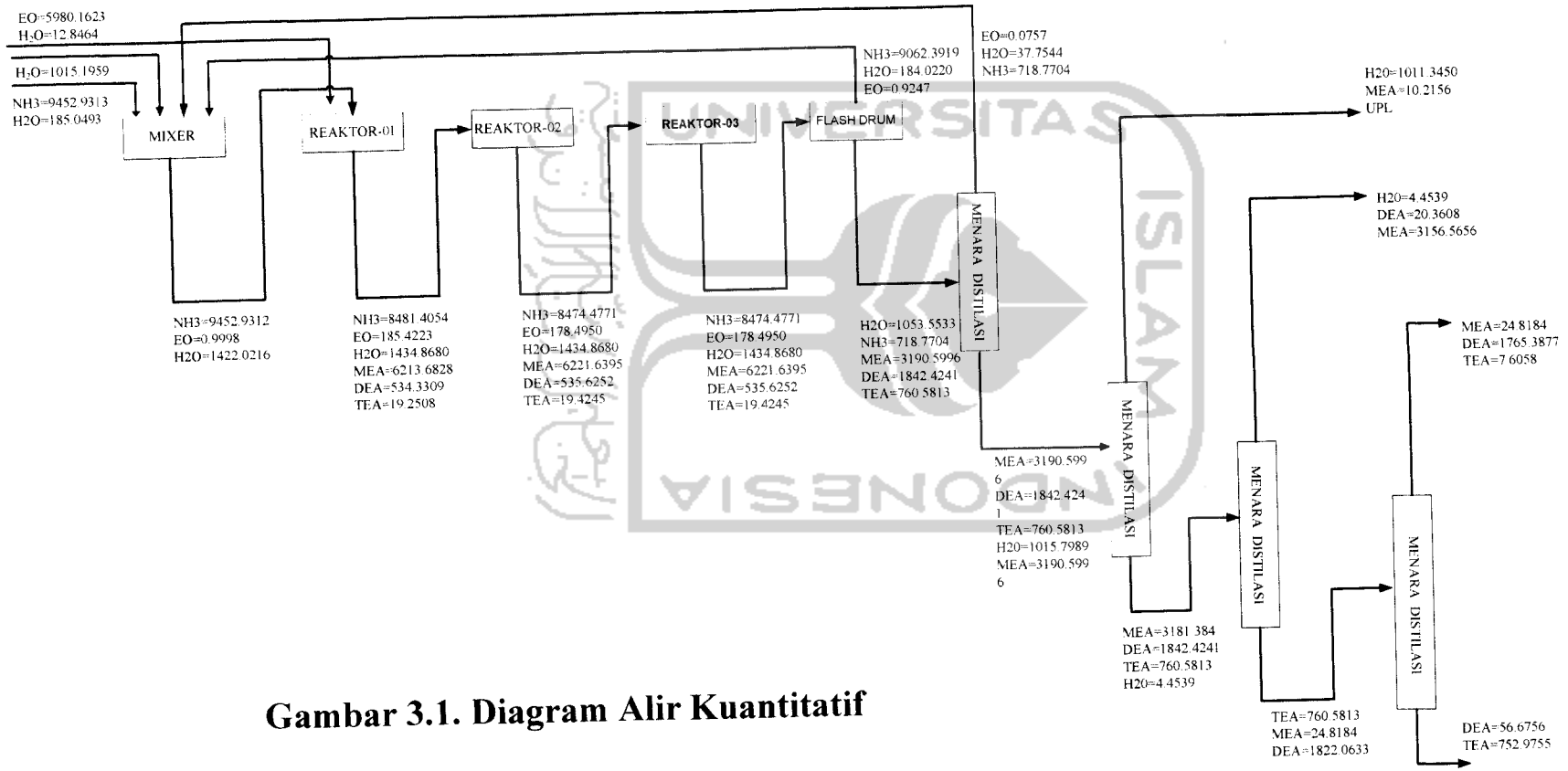
TEA	32552.4062	TEA	145465.8955
Qreboiler	440361.96	Distilat	
		MEA	135377.9202
		DEA	3155.8340
		TEA	325.0907
		Qkondenser	224322.2864
Total	511032.7544		511032.7544

DIAGRAM ALIR KUALITATIF
PABRIK ETANOLAMINE DARI AMONIA DAN ETHYLENE OXSIDE



Gambar 3.1. Diagram Alir Kualitatif

DIAGRAM ALIR KUANTITATIF
PABRIK ETANOLAMINE DARI AMONIA DAN ETHYLENE OXSIDE



Gambar 3.1. Diagram Alir Kuantitatif

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

4.1.1. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pabrik yang akan didirikan berlokasi di kawasan industri Bontang Kalimantan Timur. Pertumbuhan ekonomi Bontang sebesar 10,36 % per tahun dan Bontang cukup memadai untuk perkembangan pabrik-pabrik lain yang berbahan baku *Ethanolamine* dan memiliki faktor pendukung lain yang berpengaruh terhadap perkembangan industri. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan lokasi pabrik di daerah Kalimantan Timur antara lain :

4.1.2. Faktor Primer

4.1.2.1. Bahan Baku

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

4.1.2.2. Pemasaran

Pemasaran produk sebagian besar adalah untuk tujuan ekspor oleh karena itu lokasi pabrik berada di dekat pantai sehingga dapat mengurangai biaya tranportasi produk dari pabrik ke kapal pengangkut untuk diekspor ke negara tujuan.

1.3.1.3. Utilitas

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

4.1.2.3. Tenaga Kerja

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

4.1.2.4. Transportasi dan Telekomunikasi

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

4.1.3. Faktor Sekunder

4.1.3.1.Buangan Pabrik

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

4.1.3.2.Kebijakan Pemerintah

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

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

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

4.1.3.3. Tanah dan Iklim

Penentuan suatu kawasan industri tentunya terkait dengan masalah tanah, yaitu tidak rawan terhadap bahaya tanah longsor, gempa maupun banjir, jadi pemilihan lokasi pendirian pabrik di kawasan industri Bontang tepat walaupun masih

diperlukan kajian lebih lanjut lagi tentang masalah tanah sebelum pendirian pabrik. Kondisi iklim di Bontang seperti iklim di Indonesia pada umumnya dan kondisi iklim ini tidak membawa pengaruh yang besar terhadap jalannya proses produksi.

4.1.3.4. Keadaan Masyarakat

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

4.1.3.5 Prasarana dan Fasilitas Sosial

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

4.2. Tata Letak Pabrik

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

penjagaan, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas, barang dan proses.

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

1. Daerah Proses

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

2. Keamanan

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

3. Luas Area yang Tersedia

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

4. Instalasi dan Utilitas

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

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

1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

   Disini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses serta produk.

2. Daerah proses

   Daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung

3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi

4. Daerah utilitas

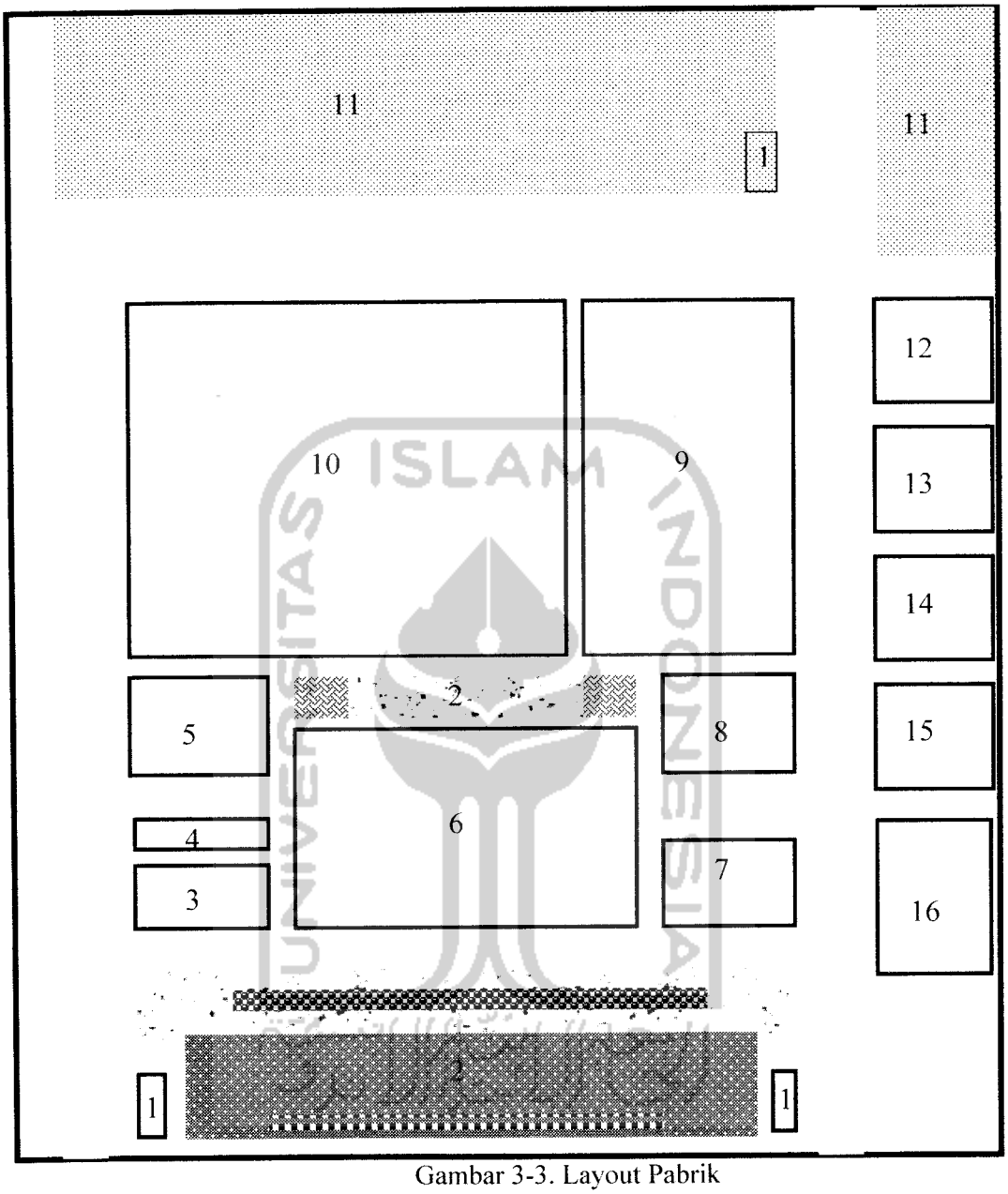
Tabel 4.1. Perincian luas tanah bangunan pabrik

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

7	Klinik	10 x 15	150
8	Kantor Teknik dan Produksi	20 x 20	400
9	Ruang timbang truk	5 x 15	75
10	Unit pemadam kebakaran	20 x 15	300

Lanjutan Tabel 4.1.

(1)	(2)	(3)	(4)
11	Gudang alat	20 x 10	200
12	Gudang bahan kimia	20 x 15	300
13	Laboratorium	20 x 30	600
14	Utilitas	65 x 30	1950
15	Daerah proses	60 x 100	6000
16	Ruang kontrol	20 x 15	300
17	Ruang kontrol utilitas	20 x 10	200
18	Tangki Bahan baku	30 x 80	2400
19	Tangki produk	30 x 60	1800
20	Mess	70 x 30	2100
21	Jalan dan taman	50 x 20	1000
22	Perluasan Pabrik	75 x 50	3750
Jumlah			24.875



Gambar 3-3. Layout Pabrik

Skala 1 : 100

Keterangan :

1. Pos keamanan
2. Taman
3. Musholla
4. Kantin
5. Ruang kontrol
9. Utilitas
10. Proses
11. Area perluasan
12. Pembangkit listrik
13. Safety

6. Kantor
7. Klinik
8. Laboratorium
14. Gudang
15. Bengkel
16. Parkir

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

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran udara

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

3. Cahaya

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

4. Lalu lintas manusia

   Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak alat proses

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

6. Jarak antar alat proses

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

7. *Maintenance*

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

   Perawatan *preventif* dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut

dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

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

a. *Over head* 1 x 1 tahun

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

b. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah :

- Umur alat

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

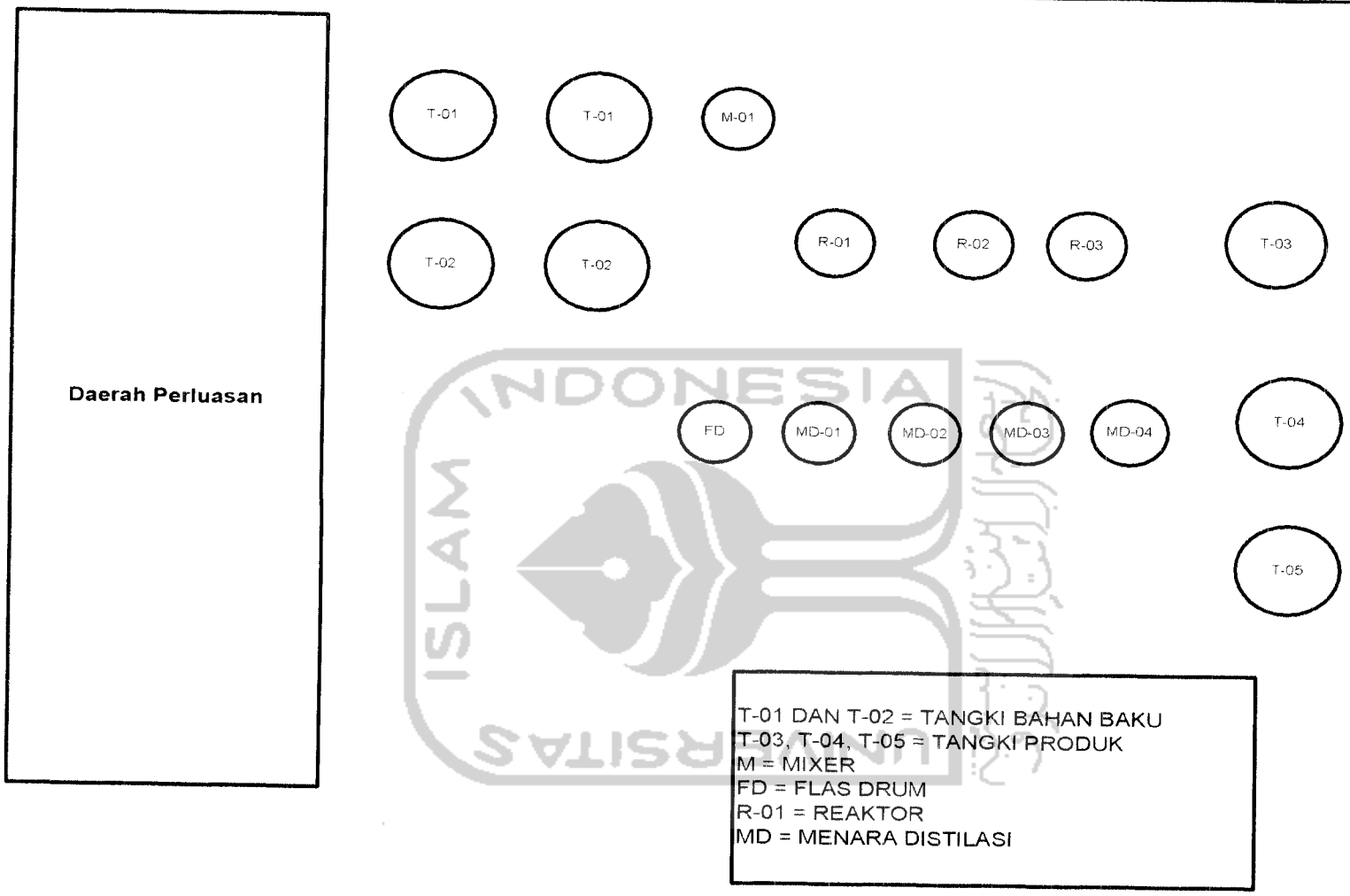
- Bahan baku

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

Tata letak alat proses harus harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

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

Tata letak peralatan pabrik *Ethanolamine* dari bahan baku Ethylene Oxide dan Ammonia dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.2. Tata letak peralatan pabrik *Ethanolamine*

4.4. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik adalah penyedian utilitas dalam pabrik *Ethanolamine* ini. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Adapun penyediaan utilitas ini meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.4.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

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

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

Kebutuhan air tawar diperoleh dari sungai Ci Ujung yang terletak tidak jauh dari pabrik.

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

1. Air pendingin

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

   a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
   b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
   c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
   d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
   e. Tidak terdekomposisi.

2. Sebagai pemadam kebakaran dan alat pemadam lain

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik yang berasal dari air tawar digunakan untuk

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

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

   a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

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

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

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

c. Zat yang menyebabkan *foaming*.

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

2. Air sanitasi

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

a. Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

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

3. Air minum

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi :

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

Tahapan-tahapan pengolahan air sebagai berikut :

a. Penyaringan

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

b. Pengendapan secara fisis

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

c. Pengendapan secara kimia

Kotoran-kotoran yang tersuspensi dalam air digumpalkan dan diendapkan dalam bak penampung sementara (BU-02). Tapi sebelum ke bak penampung sementara maka masuk ke premix tank (TU-01) dan *clarifier* (CLU). Premix tank berfungsi mencampur air dengan menambahkan bahan-bahan tawas 5 % dan CaOH 5 %. Sehingga didapatkan air berada dalam range pH 6,5-7,5. Waktu yang diperlukan 5 menit. *Clarifier* (CLU) berfungsi mengendapkan flok-flok yang

terbentuk dalam pencampuran di *Premix tank*. Waktu tinggal dalam *Clarifier* ini berkisar 2-8 jam (Powell,ST hal 47). Didalam *Clarifier* kotoran yang telah mengendap di *blow down*, sedangkan air yang keluar dari bagian atas dialirkan ke bak penampung sementara (BU-02) dengan waktu tinggal 0,5 jam. Dari bak penampung sementara (BU-02) terus dialirkan ke *sand filter* atau bak saringan pasir (FU), yang berfungsi untuk menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap di Clarifier.. Air dari bak penyaring pasir ini dapat digunakan langsung untuk *make up* air pendingin, sedangkan air untuk perkantoran, pabrik dan air umpan boiler perlu diolah terlebih dahulu

d. Unit pengolahan air untuk perumahan dan perkantoran

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

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

Unit pengolahan air untuk umpan boiler

Dalam unit ini meliputi :

a. Unit Demineralisasi air

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

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

Air dari bak penampung sementara (BU-03) berfungsi sebagai *make up* umpan boiler. Selanjutnya air diumpankan ke tangki *kation exchanger* (KEU), untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Al^{3+}. Air yang keluar dari *kation exchanger* (KEU) kemudian diumpankan ke *anion exchanger* (AEU) untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Jenis anion yang ada adalah HCO_3, CO_3^{2-}, Cl^-, SiO_3^{2-}. Air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH sekitar 6,1 – 6,2 kemudian dialirkan ke unit Deaerator.

b. Unit Dearator

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

- Hidrazin berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut :

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

  Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama-sama dengan gas lain seperti $C0_2$ dihilangkan melalui stripping dengan uap air bertekanan rendah.

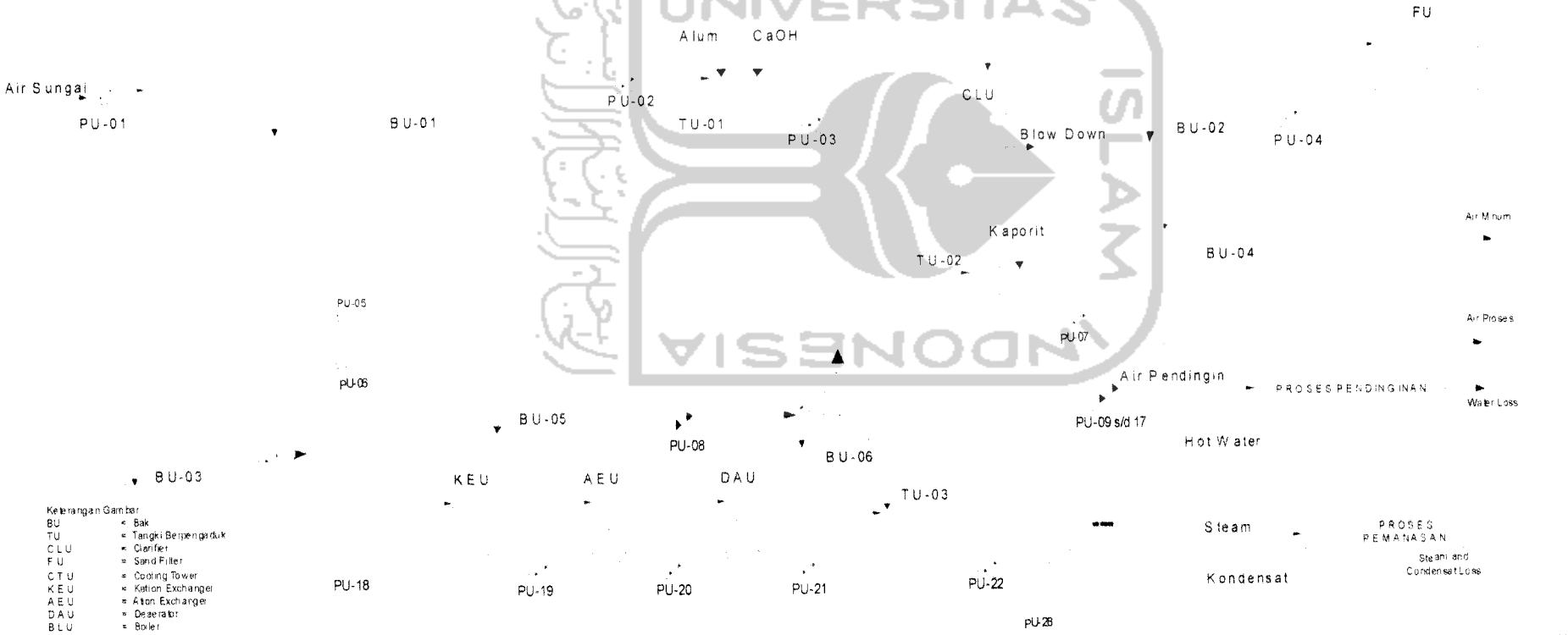
- Dari deaerator, ke dalam air umpan ketel kemudian diinjeksikan larutan phospat ($Na_3PO_4H_2O$) untuk mencegah terbentuknya kerak silica dan kalsium pada *steam drum* dan *tube boiler*. Sebelum diumpankan ke boiler air diberi dispersan agar tidak terjadi penggumpalan

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

GAMBAR PENGOLAHAN AIR

DIAGRAM ALIR PROSES

PENGOLAHAN AIR DAN STEAM



Kebutuhan air dapat dibagi menjadi :

a. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.18. Kebutuhan air pendingin

No	Alat	Kode	Kebutuhan, kg/jam
1	Cooler	CL-01	3226.7579
2	Cooler	CL-02	2994.6045
3	Cooler	CL-03	2269.3141
4	Cooler	CL-04	2164.4002
5	Cooler	CL 05	2018.4065
6	Kondenser	CD-01	247.5634
6	Kondenser	CD-02	127371.6960
7	Kondenser	CD 03	195480.6030
8	Kondenser	CD 04	9434.6208
9	Kondenser	CD-05	5756.1156
10	Reaktor	R 01	808.0763
11	Reaktor	R 02	533.0125
12	Reaktor	R 03	346.9420
	TOTAL		352652.1128

4.4.2. Unit Pembangkit *Steam*

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

Kapasitas : 904.297352 kg/jam

Tekanan : 14.7 Psi

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

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

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O_2, Ca, Mg yang mungkin masih terikut, dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam boiler *feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100 -102^{0}C, kemudian diumpankan ke boiler.

Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke economizer sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

Tabel 4.19. Kebutuhan *steam*

No	Alat	Kode	Kebutuhan kg/j
1	Heater	HE-01	46.7535
2	Heater	HE-02	128.3064
3	Heater	HE-03	84.3720
4	Heater	HE-04	19.6068
6	Heater	HE-05	15.8459
5	Heater	HE-06	5.6022
7	Reboiler	RB-01	1850.0000
8	Reboiler	RB-02	932.0000

9	Reboiler	RB-03	833.0000
10	Reboiler	RB-04	606.0000
	TOTAL		4521.48676

4.4.3. Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan akan tenaga listrik dipabrik ini sebesar 63.51813 HP Sudah termasuk penerangan, laboratorium, rumah tangga, perkantoran, pendingin ruangan (AC) dan kebutuhan lainnya. Untuk mencukupi kebutuhan tersebut, pabrik *Dodecylbenzene* menggunakan listrik dari PLN, dan untuk cadangan listrik digunakan generator diesel dengan kapasitas 2000 kW jika pasokan listrik kurang. Spesifikasi generator diesel yang digunakan adalah:

- Kapasitas : 2000 KWatt
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik 50% dan diesel 50% Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi :

a. Listrik untuk keperluan proses

- Peralatan proses

Tabel 4.20. Kebutuhan listrik alat proses

No	Alat	Kode	Hp	Jumlah	Total Hp
1	Pompa	P-01	1	1	1
2	Pompa	P-02	3	4	12
3	Pompa	P-03	1.5	3	4.5
4	Pompa	P-04	1.5	1	1.5
5	Pompa	P-05	2	1	2
6	Pompa	P-06	3	1	3
7	Pompa	P-07	3	1	3
8	Pompa	P-08	0.5	1	0.5
9	Pompa	P-09	0.5	1	0.5
10	Pompa	P-10	5	1	5
11	Pompa	P-11	5	1	5
12	Pompa	P-12	3	1	3
13	Pompa	P-13	3	1	3
14	Pompa	P-14	3	1	3
15	Pompa	P-15	0.125	1	0.125
16	Pompa	P-16	0.5	1	0.5
17	Pompa	P-17	0.5	1	0.5
18	Pompa	P-18	0.33	5	1.65
19	Pompa	P-19	0.33	5	1.65
20	Pompa	P-20	1	5	5
21	pompa	P-21	0.33	5	1.65
22	pompa	P-22	0.33	5	1.65
23	Pompa	P-23	1	5	5
24	Reaktor	R-01	2	1	2
25	Reaktor	R-02	2	1	2
26	Reaktor	R-03	1.5	1	1.5
27	Mixer	M-01	2.5	1	2.5
					72.725

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = 72,725 Hp

- Peralatan utilitas

Tabel 4.21. Kebutuhan listrik untuk utilitas

No.	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
				@	Total
1	Premix Tank	TU-01	1	4	4
2	Bak fokulator	BF-01	1	2	2
3	Tangki Klorinator	TU-02	1	0.5	0.5
4	Cooling Tower (Fan)	CTU	1	75	75

5	Blower	BWU	1	15	15
6	Pompa	PU-01	2	1.5	3
7	Pompa	PU-02	1	1	1
8	Pompa	PU-03	1	2	2
9	Pompa	PU-04	1	1.5	1.5
10	Pompa	PU-05	1	2	2
11	Pompa	PU-06	1	1	1
12	Pompa	PU-07	1	0.125	0.125
13	Pompa	PU-08	1	0.25	0.25
14	Pompa	PU-09	1	1.25	1.25
15	Pompa	PU-10	1	0.125	0.125
16	Pompa	PU-11	1	0.125	0.125
17	Pompa	PU-12	1	0.125	0.125
18	Pompa	PU-13	1	0.125	0.125
19	Pompa	PU-14	1	0.125	0.125
20	Pompa	PU-15	1	0.125	0.125
21	Pompa	PU-16	1	0.125	0.125
22	Pompa	PU-17	3	2	6
23	Pompa	PU-18	4	10	40
24	Pompa	PU-19	1	0.125	0.125
25	Pompa	PU-20	1	0.125	0.125
26	Pompa	PU-21	1	1.25	1.25
27	Pompa	PU-22	1	1.25	1.25

Kebutuhan litsrik untuk utilitas = 158.25 Hp

Total kebutuhan listrik untuk keperluan proses

72.725 Hp + 158,25 Hp = 230.975 Hp

Diambil angka keamanan 10 % = 254.0725 Hp

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- Alat kontrol diperkirakan sebesar 5 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 12.70363 Hp
- Laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan lain-lain diperkirakan 25 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu 63.51813 Hp

Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar

= 330.2943 Hp

Jika faktor daya 80 %, maka total kebutuhan listrik = 412.8678 Hp

= 307.5865 kW (1 Hp = 0,7457 kW)

4.4.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar Industrial Diesel Oil (IDO) yang diperoleh dari PT. Pertamina, Kaltim. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah Medium Furnace Oil yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Kaltim

Unit ini menyimpan kebutuhan bahan bakar di Boiler sebesar 904.297352 kg/jam,. Sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar untuk generator sebesar 26.58427 kg/jam

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

4.4.5. Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 500 kg/jam

4.4.6 Unit Pengolahan Limbah

Pabrik *Ethanolamine* menghasilkan limbah berupa air dan *hydrogen fluoride* dalam skala kecil. Pengolahan air limbah adalah pengolahan limbah pabrik yang

belum memenuhi persyaratan (BOD, COD, dan lain-lain) secara mikrobiologis sehingga air yang keluar dari pabrik memenuhi persyaratan Undang-Undang Lingkungan Hidup.

a. Bak Netralisasi (*Neutralizing Pond*)

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

$$HF + NaOH \longrightarrow NaF + H_2O$$

b. Kolam Pengendapan (*Settling Pond*)

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

c. Kolam Aerobik (*Aerobic Pond*)

Kolam ini ditujukan untuk memberikan kesempatan cairan dari kolam pengendapan untuk menyerap lebih banyak oksigen dari udara. Kolam ini dapat menampung limbah untuk 15 hari olahan. Kolam ini merupakan kolam terakhir dalam proses penanganan air limbah pabrik *Ethanolamine*. Dari kola mini limbah yang telah diolah tersebut dapat dialirkan ke lahan aplikasi atau *overflow* kolam ini dapat dibuang ke sungai.

4.4.7 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

1. Bak Pengendap Awal (BU-01)

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai.

Kapasitas : 92,920838 m^3

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang.

Dimensi :

- Tinggi = 2,5 m
- Lebar = 4,3109 m
- Panjang = 8,6218 m

2. *Premix Tank* (TU-01)

Fungsi : Mencampur air dengan Tawas 5 % dan CaOH 5 %

Kapasitas : 15,5246 m^3

Jenis : Tangki Silinder berpengaduk

Dimensi :

- Diameter = 1,2552 m
- Tinggi = 1,2552 m

Pengaduk : *Marine Propeller* dengan 4 *Baffle* dalam Tangki

Power motor : 5 Hp Standar NEMA

3. ***Clarifier* (CLU)**

Funsi : Mengendapkan Flok-Flok yang terbentuk pada pencampuran air dengan tawas dan CaOH

Jenis : *Circular Clarifiers*

Kapasitas : 18,4868 m^3

Waktu tinggal : 1 jam

Dimensi :

- Diameter = 2,87138 m
- Tinggi = 3,8285 m

4. Bak Penampung Sementara (BU-02)

Fungsi : Menampung Sementara *Raw Water* yang telah dihilangkan *suspended solid*-nya.

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselen.

Kapasitas : 140,8712 m^3

Waktu tinggal : 0,5 jam

Dimensi :

- Tinggi = 2,0649 m
- Panjang = 8,2596 m
- Lebar = 8,2596 m

Harga : Rp. 16.158.691,70

5. *Sand Filter* (SF)

Fungsi : Menyaring sisa-siasa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap dalam clarifier.

Jenis : 2 buah kolom dengan saringan pasir

Tinggi bed : 1,5165 m

Waktu tinggal : 45 menit.

6. Bak Penampung Sementara (BU-03)

Fungsi : Menampung sementara raw water yang telah disaring

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselen

Kapasitas : 92,9208 m^3

Waktu tinggal : 5 jam

Dimensi :

- Tinggi = 2,5 m
- Panjang = 8,6187 m
- Lebar = 4,3109 m

7. Tangki Klorinator (TU-02)

Fungsi : Mencampur Klorin dalam bentuk Kaporit ke dalam air untuk kebutuhan air minum dan rumah tangga

Jenis : Tangki silinder berpengaduk.

Kapasitas : 0,6125 m^3

Waktu tinggal : 15 menit

Dimensi :

- Diameter = 0,8042 m
- Tinggi = 1,2063 m

Pengaduk : *Marine Propeller* 4 *Baffle*

Putaran : 420 rpm

Power motor : 0,5 Hp

Harga : US $ 5729,19

8. Bak Distribusi (BU-04)

Fungsi : Menyimpan sementara sebelum didistribusikan untuk kebutuhan air minum, rumah tangga, kantor dan umum.

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselen

Kapasitas : 43,9902 m^3

Waktu tinggal : 12 jam

Dimensi :

- Tinggi = 1,5 m
- Panjang = 7,65856 m
- L ebar = 3,8292 m

9. Bak Sirkulasi Air Pendingin (BU-05)

Fungsi : Menampung Sementara air pendingin yang disirkulasi sebelum di*recovery* di *cooling water*

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselen.

Kapasitas : 24,28738 m^3

Waktu tinggal : 2 jam

Dimensi :

- Tinggi = 1,5 m
- Panjang = 5,6906 m
- Lebar = 2,8453 m

10. *Cooling Tower* (CTU)

Fungsi : Me-*recovery* air pendingin sirkulasi dari suhu 40 °C menjadi 27°C

Jenis : *Induced Draft Cooling Tower* dengan bahan isian *Berl Saddle* 1 in

Kapasitas : 294,9007 lt/jam

Dimensi :

- Diameter = 3,2545 m
- Tinggi = 71,4579 m

Power motor : 5 Hp

Harga : US $ 39,282.4196

11. Bak Air Pendingin (BU-06)

Fungsi : Menampung sementara air pendingin sebelum digunakan di pabrik

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselen

Kapasitas : 24,2874 m^3

Waktu tinggal : 2 jam

Dimensi :

- Tinggi = 1,5 m
- Panjang = 5,6906 m
- Lebar = 2,8453 m

12. *Kation Exchanger* (KEU)

Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan boiler

Jenis : *Down Flow Cation Exchanger*

Kapasitas : 9,04297 m^3/jam

Resin : *Natural Greensand Zeolit*

Dimensi :

- Luas = 1,2360 m^2
- Diameter = 1,2548 m
- Tinggi = 1,5682 m

13. Anion Exchanger (AEU)

Fungsi : Menghilangkan *Anion* dari air keluaran *kation exchanger*

Jenis : *Down Flow Anion Exchanger*

Kapasitas : 9,0644 m^3/jam

Resin : *Weakly Basic Anion Exchanger*

Dimensi :

- Luas = 0,7416 m^2
- Diameter = 0,9719 m
- Tinggi = 1,2010 m

Harga : $ 25.120,5358

14. De-aerator (DAU)

Fungsi : Menghilangkan Kandungan Gas dalam Air terutama O_2, CO_2, NH_3, dan H_2S

Jenis : *Cold Water Vacuum Deaerator*

Kapasitas : 9,0644 m^3/jam

Resin : *Weakly Basic Anion Exchanger*

Dimensi :

- Diameter = 1,11397 m
- Tingggi *packing* = 1,11397 m
- Volume *Packing* = 1,0851 m^3

15. *Refrigerator Condenser* (RC)

Fungsi : Mendinginkan *Cooling Water*

Jenis : HE-1-2, *Split Ring Floating Head*

Aliran Fluida

- Shell : Cooling water pada 1 atm
- Tube : air pendingin

Spesifikasi tube

- Jumlah tube = 617
- Panjang = 20 ft
- OD = 1,66 in
- BWG = 16
- ID = 1,38 in
- Pitch = 1,25 in (*triangular pitch*)
- Pass = 2
- Pressure drop = 0,0619 psi

Spesifikasi Shell

- IDs = 36 in
- Baffle spacing = 0,4571 m
- Pass = 1
- Pressure drop = 5,0893 psi

Design support plate

- *Clearance* = 0,3 mm
- *Spacing* = 1 m
- Jumlah = 4 m

Design Tie Rod

- Diameter = 12,5 mm
- Jumlah = 8

Harga : $ 250,500.00

16. *Boiler Feed Water Tank* (TU-03)

Fungsi : Mencampur kondensat sirkulasi dan *make-up* air umpan boiler sebelum diumpankan dibangkitkan sebagai *steam* di dalam boiler

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kapasitas : 11,3306 m^3

Dimensi :

- Diameter = 2,1270 m
- Tinggi = 3,1905 m

Harga : US $ 56.883,5768

17. Boiler (BLU)

Fungsi : Membuat *steam* jenuh pada tekanan 18 atm

Jenis : *Fire tube boiler*

Kondisi operasi

- Tekanan : 14.7 Psi
- Suhu air umpan boiler : 186,8 °F
- Suhu steam jenuh : 212 °F

Kebutuhan bahan bakar : 27,7787 kg/jam

Spesifikasi tube

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

18. Blower (BWU)

Fungsi : Mengalirkan udara segar ke dalam Boiler (BLU)

Jenis : *Centrifugal Blower*

Kapasitas : 166.029,3187 kg/jam

Power motor : 400 Hp

19. Kompressor (KU)

Fungsi : Menyediakan udara tekan 4 atm untuk keperluan alat instrumentasi dan kontrol

Jenis : *Single Stage Centrifugal Compressor*

Kapasitas : 16.666 M³/jam

Power motor : 1,5 Hp

20. Generator (GU)

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

Jenis : Generator diesel

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 2000 kW

Kebutuhan bahan bakar : 428,4318 kg/jam

Harga : US $ 129.626,7017

21. Tangki Bahan Bakar (TU-04)

Fungsi : Menyimpan kebutuhan bahan bakar Boiler (BLU) untuk kebutuhan 7 hari dan bahan bakar Generator (GU)

Jenis : Tangki Silinder dengan *Conical Roof dan Flat Bottomed*

Kapasitas : 13858,4540 m^3

Dimensi :

- Diameter = 36,1081 m
- Tinggi = 13,4505 m

22. Pompa Utilitas 01 (PU-01)

Fungsi : Memompa Air Sungai ke Bak Pengendap Awal (BU-01)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 28,4064gpm

Head : 15,7729 m

Tenaga pompa : 15,9393 Hp

Tenaga motor : 20 Hp Standar NEMA

Harga : $ 213,442.8319

23. Pompa Utilitas 02 (PU-02)

Fungsi : Memompa Air dari Bak Pengendap Awal (BU-01) ke *Premix Tank* (TU-01)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, axial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 56,5758 gpm

Head : 1,9287 m

Tenaga pompa : 3,824 Hp

Tenaga motor : 5 Hp Standar NEMA

24. Pompa Utilitas 03 (PU-03)

Fungsi : Memompa air dari *Premix Tank* (TU-01) ke *Clarifier* (CLU)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, axial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 56,5758 gpm

Head : 5,0373 m

Tenaga pompa : 0,3145 Hp

Tenaga motor : 2 Hp Standar NEMA

25. Pompa Utilitas 04 (PU-04)

Fungsi : Memompa air dari bak penampung sementara (BU-02) ke *Sand Filter* (FU)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, axial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 56,8129 gpm

Head : 3,9055 m

Tenaga pompa : 0,2448 Hp

Tenaga motor : 1,5 Hp Standar NEMA

26. Pompa Utilitas 05 (PU-05)

Fungsi : Memompa Air dari Bak Penampung Sementara (BU-03) ke Tangki Klorinator (TU-02)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction,mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 56,8129 gpm

Head : 4,3262 m

Tenaga pompa : 0,2712 Hp

Tenaga motor : 0,3821 Hp Standar NEMA

27. Pompa Utilitas 06 (PU-06)

Fungsi : Memompa air dari bak penampung sementara (BU-03) ke bak air pendingin (BU-06)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, axial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 56,8129 gpm

Head : 0,4114 m

Tenaga pompa : 0,0192 Hp

Tenaga motor : 0,0358 Hp Standar NEMA

28. Pompa Utilitas 07 (PU-07)

Fungsi : Memompa air dari tangki klorinator (TU-02) ke bak distribusi (BU-04)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 4,61149 gpm

Head : 1,1331 m

Tenaga pompa : 0,058 Hp

Tenaga motor : 0,0081 Hp Standar NEMA

29. Pompa Utilitas 08 (PU-08)

Fungsi : Memompa air dari bak sirkulasi air pendingin (BU-05) ke *Cooling Tower* (CTU)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, axial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,5396 gpm

Head : 1,2197 m

Tenaga pompa : 0,0007 Hp

Tenaga motor : 0,001 Hp Standar NEMA

30. Pompa Utilitas 09 (PU-09)

Fungsi : Memompa air pendingin dari bak air dan proses (BU-06) ke *Cooler* (C-04) dan kembali lagi ke bak (BU-06)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 3,3174 gpm

Head : 6,9896 m

Tenaga pompa : 0,0256 Hp

Tenaga motor : 0,0355 Hp Standar NEMA

31. Pompa Utilitas 10 (PU-10)

Fungsi : Memompa air pendingin dari bak air dan proses (BU-06) ke *Cooler* (C-05) dan kembali lagi ke bak (BU-06)

Jenis : *Centrifugal pumps (multi stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 3,3174 gpm

Head : 6,9896 m

Tenaga pompa : 0,0256 Hp

Tenaga motor : 0,036 Hp Standar NEMA

32. Pompa Utilitas 11 (PU-11)

Fungsi : Memompa air pendingin dari bak air dan proses (BU-06) ke *Cooler* (C-06) dan kembali lagi ke bak (BU-06)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 3,3174 gpm

Head : 6,9896 m

Tenaga pompa : 0,0256 Hp

Tenaga motor : 0,125 Hp Standar NEMA

33. Pompa Utilitas 12 (PU-12)

Fungsi : Memompa air pendingin dari bak air dan proses (BU-06) ke *Cooler* (C-09) dan kembali lagi ke bak (BU-06)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 58,0145 gpm

Head : 12,3636 m

Tenaga pompa : 0,848Hp

Tenaga motor : 1,5 Hp Standar NEMA

Harga : US $ 38.954,6703

34. Pompa Utilitas 13 (PU-13)

Fungsi : Memompa air pendingin dari bak air dan proses (BU-06) ke *Cooler* (C-10) dan kembali lagi ke bak (BU-06)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 231,3236 gpm

Head : 6,4003 m

Tenaga pompa : 1,5708 Hp

Tenaga motor : 2 Hp Standar NEMA

Harga : US $ 91.015,0673

35. Pompa Utilitas 14 (PU-14)

Fungsi : Memompa air pendingin dari bak air dan proses (BU-06) ke *Cooler* (C-14) dan kembali lagi ke bak (BU-06)

Jenis : *Centrifugal pumps (multi stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 10,9856 gpm

Head : 49,6342 m

Tenaga pompa : 0,6016 Hp

Tenaga motor : 0,125 Hp Standar NEMA

36. Pompa Utilitas 15 (PU-15)

Fungsi : Memompa air pendingin dari bak air dan proses (BU-06) ke *Cooler* (C-15) dan kembali lagi ke bak (BU-06)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 29,1708 gpm

Head : 24,6072 m

Tenaga pompa : 0,9139 Hp

Tenaga motor : 1,5 Hp Standar NEMA

37. Pompa Utilitas 16 (PU-16)

Fungsi : Memompa air pendingin dari bak air dan proses (BU-06) ke *Condenser* (CD-01) dan kembali lagi ke bak (BU-06)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 259,4342 gpm

Head : 7,9016 m

Tenaga pompa : 2,1205 Hp

Tenaga motor : 3 Hp Standar NEMA

Harga : US $ 95,687.2222

38. Pompa Utilitas 17 (PU-17)

Fungsi : Memompa air pendingin dari bak air dan proses (BU-06) ke *Condenser* (CD-02) dan kembali lagi ke bak (BU-06)

Jenis : *Centrifugal pumps (multi stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 179,2787 gpm

Head : 0,1696 m

Tenaga pompa : 0,0336 Hp

Tenaga motor : 1 Hp Standar NEMA

39. Pompa Utilitas 18 (PU-18)

Fungsi : Memompa air dari bak penampung sementara (BU-03) ke *Kation Exchanger* (KEU)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, axial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 27,7106 gpm

Head : 4.2618 m

Tenaga pompa : 0,1629 Hp

Tenaga motor : 0,25 Hp Standar NEMA

40. Pompa Utilitas 19 (PU-19)

Fungsi : Memompa air dari *Kation Exchanger* (KEU) ke *Anion Exchanger* (AEU)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 27,7106 gpm

Head : 3,3946 m

Tenaga pompa : 0,1297 Hp

Tenaga motor : 0,1667 Hp Standar NEMA

Harga : US $ 25,004.8899

41. Pompa Utilitas 20 (PU-20)

Fungsi : Memompa air dari *Anion Exchanger* (AEU) ke Deaerator (DAU)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 27,7106 gpm

Head : 7,5825 m

Tenaga pompa : 0,2898 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : US $ 25,004.8899

42. Pompa Utilitas 21 (PU-21)

Fungsi : Memompa air dari Deaerator (DAU) ke *Boiler Feed Water Tank* (TU-03)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 27,7106 gpm

Head : 4,0973 m

Tenaga pompa : 0,1566 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : US $ 25,004.8899

43. Pompa Utilitas 22 (PU-22)

Fungsi : Memompa air dari *Boiler Feed Water Tank* (TU-03) ke Boiler (BLU)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 138,5529 gpm

Head : 13,8271 m

Tenaga pompa : 2,1138 Hp

Tenaga motor : 3 Hp Standar NEMA

4.5 Laboratorium

4.5.6 Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangakan fungsinya yang lain adalah untuk pengendalian terhadap pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air.

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Tugas laboratorium antara lain :

- Memeriksa bahan baku dan bahan pembantu yang akan digunakan
- Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
- Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi
- Memeriksa kadar zat-zat pada buangan pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

4.5.2. Progran Kerja Laboratorium

1. Analisa Bahan Baku dan Produk

Dalam upaya pengendalian mutu produk pabrik ini, maka akan dioptimalkan aktifitas laboratorium untuk pengujian mutu. Adapun analisa pada proses pembuatan *Dodecylbenzene* meliputi : kemurnian, warna, densitas, viskositas, titik didih, *specific gravity*, dan *impurities*.

2. Analisa Untuk Keperluan Utilitas

Adapun analisa untuk keperluan utilitas meliputi :

a. Analisa feed water, yang dianalisa meliputi *Dissolved oxygen*, PH, *hardness*, *total solid*, *suspended solid* serta *oil* dan *organic matter*.

Syarat kualitas *feed water* :

- DO : lebih baik $0 \leq 0{,}007$ ppm ($\leq 0{,}005$ cc/lt)
- PH : ≥ 7
- *Hardness* : 0

  Temporary hardness maksimum : ppm $CaCO_3$
- Total solid : ≤ 200 ppm (0-600 psi), ≤ 10 ppm (600-750 psi)
- *Suspended solid* : 0
- Oil dan organic matter : 0
  - Penukar ion, yang dianalisa adalah kesadahan $CaCO_3$ dan silica sebagai SiO_2
  - Air bebas mineral, analisanya sama dengan penukar ion

- Analisa cooling water, yang dianalisa PH jenuh $CaCO_3$ dan indeks *Langelier*

Syarat kualitas air pada *cooling water* :

- PH jenuh $CaCO_3$: 11,207-0,916 log Ca + log Mg – 0,991 log total alkalinitas + 0,032 log SC_4
- Indeks Langlier : PH jenuh $CaCO_3$ (0,6 – 10)

b. Analisa air umpan boiler, yang dianalisa meliputi alkalinitas total, *sodium phosphate*, *chloride*, *PH*, *oil*, dan *organic matter*, *total solid* serta konsentrasi silika.

c. Air minum yang dihasilkan dianalisa meliputi PH, kadar *khlor* dan kekeruhan

d. Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi PH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut, dan kadar Fe

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi 3 bagian :

1. Laboratorium Pengamatan

   Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua arus yang berasal dari proses proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan "*Certificate of Quality*" untuk menjelaskan spesifikasi hasil

pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium Analisa/Analitik

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, kadar air, dan bahan kimia yang digunakan (*additive*, bahan-bahan injeksi, dan lain-lain)

3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Perlindungan Lingkungan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material terkait dalam proses yang digunakan untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

4.5.3. Alat-Alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain :

a. *Water Content Tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air dalam produk.

b. *Viscosimeter Bath*

Alat ini digunakan untuk mengukur viskositas produk keluar dari reaktor.

c. *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur spesifik gravity

d. *Thermoline* untuk menentukan titik leleh

4.6. Organisasi Perusahaan

4.6.1. Bentuk Perusahaan

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

Pabrik *Ethanolamine* ini direncanakan didirikan pada tahun 2010 dengan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Faktor-faktor yang mendasari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah :

- Modal mudah didapat, yaitu dari penjualan saham perusahaan kepada masyarakat.
- Dari segi hukum, kekayaan perusahaan jelas terpisah dari kekayaan pribadi pemegang saham.
- Kontinuitas perusahaan lebih terjamin karena perusahaan tidak tergantung pada satu pihak sebab kepemilikan dapat berganti.
- Effisiensi Manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan direksi yang cakap dan berpengalaman.

- Pemegang saham menanggung resiko perusahaan hanya sebatas sebesar dana yang disertakan di perusahaan.
- Lapangan usaha lebih luas. Dengan adanya penjualan saham, usaha dapat dikembangkan lebih luas.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas yaitu Perseroan Terbatas antara lain :

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

4.6.2. Struktur Organisasi Perusahaan

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

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

Sistem strukstur organisasi perusahaan ada tiga yaitu *line*, *line* dan *staff*, serta sistem fungsional. Dengan berpedoman terhadap asas-asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line*/lini dan *staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line and staff* ini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan yang disebut lini dan orang-orang yang

menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional dan disebut staf.

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

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

- Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembagian tugas, tanggungjawab, wewenang, dan lain-lain.
- Penempatan pegawai yang lebih tepat
- Penyusunan program pengembangan manajemen perusahaan akan lebih terarah
- Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada

- Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
- Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

4.6.3. Tugas dan Wewenang

4.6.3.1. Pemegang Saham

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

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

4.6.3.2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggungjawab terhadap pemilik saham. Tugas Dewan Komisaris meliputi :

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

3. Membantu direksi dalam hal yang penting

4.6.3.3. Dewan Direksi

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

Tugas Direktur Utama antara lain :

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

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain :

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

Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain :

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

4.6.3.4. *Staff* Ahli

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

Tugas dan wewenang *staff* ahli antara lain :

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

4.6.3.5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur bersama-sama dengan *staff* ahli. Kepala bagian ini bertanggungjawab kepada direktur masing-masing.

a. Kepala Bagian Produksi

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

- Seksi proses.
- Seksi pengendalian
- Seksi Laboratorium

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas antara lain :

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya. Kepala bagian teknik membawahi :

- Seksi pemeliharaan
- Seksi utilitas

c. Kepala Bagian Pemasaran

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

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- Seksi Pembelian
- Seksi Pemasaran/penjualan

d. Kepala Bagian Keuangan

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

Kepala Bagaian Keuangan membawahi :

- Seksi Administrasi
- Seksi kas

e. Kepala Bagian Umum

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

Kepala Bagian Umum membawahi :

- Seksi Personalia
- Seksi Humas
- Seksi Keamanan

4.6.3.7. Kepala Seksi

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

a. Kepala Seksi Proses

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

Seksi Proses :

Tugas seksi proses antara lain :

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

b. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

Seksi Pengendalian :

Tugas seksi Pengendalian antara lain :

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

c. Kepala Seksi Laboratorium

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

Seksi Laboratorium :

Tugas seksi Laboratorium antara lain :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu,
- Mengawasi dan menganalisa mutu produksi,

- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik, dan
- Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

d. Kepala Seksi Pemeliharaan

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

Seksi Pemeliharaan :

Tugas seksi Pemeliharaan antara lain :

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

e. Kepala Seksi Utilitas

Tugas kepala seksi penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam hal utilitas.

Seksi Utilitas :

Tugas seksi Utilitas antara lain :

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

f. Kepala Seksi Penelitian

Tugas kepala seksi penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian R & D dalam hal mutu produk.

Seksi Penelitian :

Tugas Seksi Penelitian antara lain :

- Melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk

g. Kepala Seksi Pengembangan

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

Seksi Pengembangan :

Tugas seksi Pengembangan antara lain :

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

h. kepala Seksi Administrasi

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

Seksi Administrasi :

Tugas Seksi Administrasi antara lain :

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

i. Kepala Seksi Keuangan

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

Seksi Keuangan :

Tugas seksi Keuangan antara lain :

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

j. Kepala Seksi Penjualan

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

Seksi Penjualan :

Tugas seksi Penjualan antara lain :

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

k. Kepala Seksi Pembelian

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

Seksi Pembelian :

Tugas seksi pembelian antara lain :

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan, serta mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

l. Kepala Seksi Personalia

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

Seksi personalia :.

Tugas seksi Personalia antara lain :

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

m. Kepala Seksi Humas

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

Seksi Humas :

Tugas seksi Humas antara lain :

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

n. Kepala Seksi Keamanan

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

Seksi Keamanan :

Tugas seksi Keamanan antara lain :

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

4.6.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

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

1). Karyawan Tetap

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

2). Karyawan Harian

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

3). Karyawan Borongan

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

4.6.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan

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

4.6.5.1. Jadwal Non Shift

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

- Senin – Jum`at : 08.00 – 16.30 WIB.
- Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB.
- Coffee Break I : 09.45 – 10.00 WIB.
- Coffee Break II : 14.45 – 15.00 WIB.
- Sabtu : 08.00 – 13.30 WIB.

- Istirahat Sabtu : 12.00 – 12.30 WIB.

4.6.5.2. Jadwal Shift

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

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

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

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

4.6.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.6.6.1. Penggolongan Jabatan

Tabel 4.22. Penggolongan jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
(1)	(2)	(3)
1.	Direktur Utama	Sarjana Teknik/Ekonomi/Hukum
2.	Direktur Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3.	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4.	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
5.	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Elektro
6	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi
7.	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi/Teknik
8.	Kepala Bagian Umum	Sarjana Hukum
9.	Kepala Seksi	Sarjana Muda
10.	Operator	STM/SMU/Sederajat
11.	Sekretaris	Sarjana Muda Sekretaris
12.	Staff	Sarjana Muda / D III
13.	Medis	Dokter
14.	Paramedis	Perawat
15.	Lain-lain	SD/SMP/Sederjat

4.6.6.2. Perincian Jumlah Karyawan

Tabel 4.23. Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

NO	Jabatan	Jumlah
(1)	(2)	(3)
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Produksi	1
3.	Direktur Keuangan dan Umum	1
4.	Staff Ahli	1
5	Litbang	2
6.	Sekretaris	3
7.	Kepala Bagian Umum	1
8.	Kepala Bagian Pemasaran	1
9.	Kepala Bagian Keuangan	1
10.	Kepala Bagian Teknik	1
11.	Kepala Bagian Produksi	1
12.	Kepala Seksi Personalia	1
13.	Kepala Seksi Humas	1
14.	Kepala Seksi Keamanan	1
15.	Kepala Seksi Pembelian	1
(1)	(2)	(3)
16.	Kepala Seksi Pemasaran	1
17	Kepala Seksi Administrasi	1
18	Kepala Seksi Kas/Anggaran	1
19.	Kepala Seksi Proses	1

20.	Kepala Seksi Pengendalian	1
21.	Kepala Seksi Laboratorium	1
22	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
23.	Kepala Seksi Utilitas	1
24.	Karyawan Personalia	4
25.	Karyawan Humas	2
26.	Karyawan Keamanan	8
27.	Karyawan Pembelian	2
28.	Karyawan Pemasaran/Penjualan	2
29.	Karyawan Administrasi	2
30.	Karyawan Kas/Anggaran	2
31.	Karyawan Proses	25
32.	Karyawan Pengendalian	6
33.	Karyawan Laboratorium	5
34.	Karyawan Pemeliharaan	3
35.	Karyawan Utilitas	5

(1)	(2)	(3)
36.	Medis	1
37.	Paramedis	1
38.	Sopir	3
39.	Cleaning Service	3
	Total	100

4.6.6.3. Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

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

2. Gaji Harian

   Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

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

Penggolongan Gaji Berdasarkan Jabatan

Tabel 4.24. Perincian golongan dan gaji

Golongan	Jabatan	Gaji/Bulan
(1)	**(2)**	**(3)**
1	Direktur Utama	Rp. 50.000.000,00
2	Direktur	Rp. 30.000.000,00
3	Staff Ahli dan Litbang	Rp. 15.000.000,00
4	Kepala Bagian	Rp. 8.000.000,00
5	Kepala Seksi	Rp. 4.500.000,00
6	Sekretaris	Rp. 1.800.000,00
7	Dokter	Rp. 4.000.000,00
8	Paramedis	Rp. 1.500.000,00
9	Karyawan	Rp. 1.500.000,00

10	Satpam	Rp. 1.200.000,00
11	Sopir	Rp. 900.000,00
12	*Cleaning service*	Rp. 500.000,00

4.6.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Semua karyawan dan staff di perusahaan ini akan mendapat :

1. *Salary*
   a. *Salary*/bulan
   b. Bonus per tahun untuk staff, min 2 kali *basic salary*
   c. THR per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
   d. Natal per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
   e. Jasa per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
2. Jaminan sosial dan pajak pendapatan
   a. Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan
   b. Jamsostek : 3,5 % kali *basic salary*
      - 1,5 % tanggungan perusahaan
      - 2 % tanggungan karyawan
3. *Medical*
   a. *Emergency* : tersedia poliklinik pengobatan gratis
   b. Tahunan : pengobatan untuk staff dan keluarganya bebas, ditanggung perusahaan.
4. Perumahan

Untuk staff disediakan mess

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

4.6.8. Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

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

Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan

4.7. ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik *Dodecylbenzene* ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode:

1. *Return Of Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow rate Of Return*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas:
   a. Modal Tetap (*Fixed Capital*)
   b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (Production Investment) yang terdiri atas:
   a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
   b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total Pendapatan

4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan

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

$$Ex = Ey\frac{Nx}{Ny}$$ (Aries & Newton P.16, 1955)

Dalam hubungan ini:

Ex = harga alat pada tahun X

Ey = harga alat pada tahun Y

Nx = nilai indeks tahun X

Ny = nilai indeks tahun Y

Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari Majalah "*Chemical Engineering*".

Table 4.25. Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun	X(Tahun)	Y (indeks)
1987	1	324
1988	2	343
1989	3	355
1990	**4**	**356**
1991	5	361.3
1992	6	358.2
1993	7	359.2
1994	8	368.1
1995	9	381.1
1996	10	381.7

1997	11	386.5
1998	12	389.5
1999	13	390.6
2000	14	394.1
2001	15	394.3
2004	**414.4316**	
2005	418.9145	
2006	423.3974	
2007	427.8803	
2008	432.3632	
2009	436.8461	
2010	441.329	

(Sumber: majalah "Chemical Engineering", Juli 2001)



Gambar 4.5. Grafik index harga

Untuk jenis alat yang sama tapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut:

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

Dimana:

Ea = Harga alat dengan kapasitas diketahui

Eb = Harga alat dengan kapasitas dicari

Ca = Kapasitas alat A.

Cb = Kapasitas alat B.

x = Eksponen.

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

4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi = 25.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan = 2010

Kurs mata uang = 1 US$ = Rp 9500 (KR, 20 Juli 2007)

4.7.3 Perhitungan Biaya

4.7.3.1 Capital Investment

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

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

4.7.3.2 Manufacturing Cost

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

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

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

4.7.3.3 General Expense

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

4.7.4 Analisa Kelayakan

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

4.7.4.1 Percent Return of Investment (ROI)

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

$$ROI = \frac{Profit}{FCI} \times 100\%$$

FCI = *Fixed Capital Investment*

4.7.4.2 *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan sebuah penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

4.7.4.3 *Discounted Cash Flow of Return* (DCFR)

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

4.7.4.4 *Break Even Point* (BEP)

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

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

Dengan:

Fa = *Annual Fixed Expense*

Ra = *Annual Regulated Expense*

Va = *Annual Variabel Expense*

Sa = *Annual Sales Value Expense*

4.7.4.5 *Shut Down Point* (SDP)

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

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

4.7.5 Hasil Perhitungan

4.7.5.1 Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

A. Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

Tabel 4.26 *Fixed Capital Investment*

No	*Type of Capital Investment*	US $	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	*Delivered Equipment*	3,280,926	-
2	*Equipment Instalation*	288.722	559.944.768
3	*Piping*	1.286.123	647.436.160
4	*Instrumentation*	314.969	52.494.820
5	*Insulation*	78.742	87.491.368
6	*Electrical*	262.474	87.491.368
7	*Buildings*	-	4.070.000.128
8	*Land and Yard Improvement*	-	117.600.002.048
9	*Utilities*	5,419,530.17	2.442.437.632
	Pysical Plant Cost	**9.102.844**	**32.070.742.220,86**
10	*Engineering and Construction*	1.820.569	25.099.024.384

Lanjutan Tabel 4.26

(1)	(2)	(3)	(4)
	Direct Plant Cost	**10.923.413**	**150.594.142.208**
11	*Contractor's Fee*	546.171	7.529.707.008
12	*Contingency*	2.730.853	37.648.535.552
	Fixed Capital	**14.200.437**	**195.772.383.232**

Kurs mata uang : $ 1 = Rp. 9100,00

Total *Fixed Capital Investment* dalam rupiah

= ($14.200.437 x Rp. 9500 / $ 1) + Rp. 195.772.383.232

= Rp. 232.576.332.288

B. Modal Kerja (*Working Capital*)

Tabel 4.27. *Working Capital*

No	Type of Expenses	US $	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	*Raw Material Inventory*	-	18.602.375.168
2	*In Process Inventory*	-	44.982.110.336
3	*Product Inventory*	-	29.988.110.336
4	*Extended Credit*	-	60.011.417.600
5	*Available Cash*	-	29.998.110.336
	Total *Working Capital*	**-**	**183.572.185.088**

4.7.5.2 Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

A. Manufacturing Cost

Tabel 4.28 *Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	US $	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	*Raw Materials*	-	223.228.493.824
2	*Gaji karyawan*	-	4.226.400.000
3	*Supervision*	-	529.920.000
4	*Maitenance*	-	6.471.526.400
5	*Plant Supplies*	-	970.729.024
6	*Royalties and Patents*	-	7.201.370.112
7	*Utilities*	-	2.137.301.760
	Direct Manufacturing Cost	-	**246.383.624.192**
1	*Payroll and Overhead*	-	1.059.840.000
2	*Laboratory*	-	1.059.840.000
3	*Plant Overhead*	-	5.299.200.000
4	*Packaging ang Shipping*	-	7.201.370.112
	Indirect Manufacturing Cost	-	**14.620.250.112**
1	*Depreciation*	-	32.257.643.048
2	*Property Taxes*	-	16.178.817.024

Lanjutan Tabel 4.28

(1)	(2)	(3)	(4)
3	*Insurance*	-	3.235.763.200
	Fixed Manufacturing Cost	-	47.081.224.700

Total Manufacturing Cost	-	**359.857.324.032**

B. General Expense

Tabel 4.29. *General Expense*

No	Type of Expenses	US $	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	*Administration*	-	10.795.719.680
2	*Sales*	-	21.591.439.360
3	*Research*	-	10.795.719.680
4	*Finance*	-	101.429.706.752
General expense		-	**144.612.589.568**

4.7.5.3 Keuntungan (*Profit*)

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

Total Penjualan Produk = Rp. 720.137.027.584

Total Biaya Produksi = Rp. 504.469.913.600

Pajak keuntungan sebesar 40%.

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp. 215.667.113.984

Keuntungan Setelah Pajak = Rp. 107.833.556.992

4.7.5.4 Analisa Kelayakan

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

$$ROI = \frac{Profit}{FCI} \times 100\%$$

- ROI sebelum Pajak = 66.65108 %
- ROI setelah Pajak = 33.32554 %

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

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

- POT sebelum Pajak = 1.304 tahun
- POT setelah Pajak = 2.308 tahun

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

Fixed Manufacturing Cost (Fa) = Rp. 100.357.634.048

Variabel Cost (Va) = Rp. 239.768.535.040

Regulated Cost (Ra) = Rp. 164.230.037.504

Penjualan Produk (Sa) = Rp. 761.465.196.902,81

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

BEP = 40.98 %

4. *Shut Down Point* (SDP)

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

SDP = 13.48 %

5. *Discounted Cash Flow* (DCF)

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital (FC) = Rp. 323.576.332.288

Working Capital (WC) = Rp. 183.572.185.088

Cash Flow (CF) = Rp241.620.893.696

Salvage Value (SV) = Rp. 32.357.634.048

DCFR = 47.1 %

Bunga Bank rata-rata saat ini = 8 % sampai 10 %

BAB V

KESIMPULAN

Dalam pra perancangan pabrik *Ethanolamine* dari *Ethilene oxide* dan *Ammonia* dengan kapasitas 25000 ton/tahun dapat disimpulkan :

1. Produk *Ethanolamine* digunakan sebagai bahan baku pembuatan *Ethanolamida* sebagai *foam stabilizer, aid cleaning* dalam detergen, cairan untuk pencuci, shampoo, dan kosmetik. *Ethanolamida* juga digunakan sebagai *antitastic agent*, pelapis kaca, *demulsifer*, dan dalam pertambangan sebagai *mining flotation.*
2. Perancangan produk *Ethanolamine* dirancang berdasarkan variable utama yaitu : spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu, dan spesifikasi produk. Serta dilakukan perancangan yang tepat agar prosesnya lebih efektif dan efisien untuk mendapatkan kualitas produk *Ethanolamine* yang diinginkan.
3. Pabrik *Ethanolamine* berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang didirikan di Kabupaten Bontang, Kalimantan Timur. Dibangun di atas tanah seluas 30 Ha dengan jumlah karyawan 100 orang dan beroperasi selama 340 hari/tahun.
4. Ditinjau dari segi proses sifat bahan baku dan kondisi operasinya maka pabrik *Ethanolamine* ini digolongkan dalam pabrik beresiko rendah.

5. Dari analisa ekonomi yang dilakukan dapat diketahui :

   - *Percent Return On Investment* (*ROI*) sebelum pajak 66,65108 %
   - *Pay Out Time* (*POT*) sebelum pajak sebesar 1,304 tahun
   - *Break Event Point* (*BEP*) sebesar 40,98 %
   - *Shut Down Point* (*SDP*) sebesar 13,48 %
   - *Discounted Cash Flow* (*DCF*) sebesar 47.09977%

Dengan demikian pendirian pabrik *Ethanolamine* dari *Ammonia* dan *Ethylene oxide* dengan kapasitas 25000 ton/tahun cukup menarik untuk dipertimbangkan.

DAFTAR PUSTAKA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Supervisor. 2000. *Utilties-1 Section Hand Out*. Operation Department PT Badak NGL. Bontang.

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

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

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

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

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

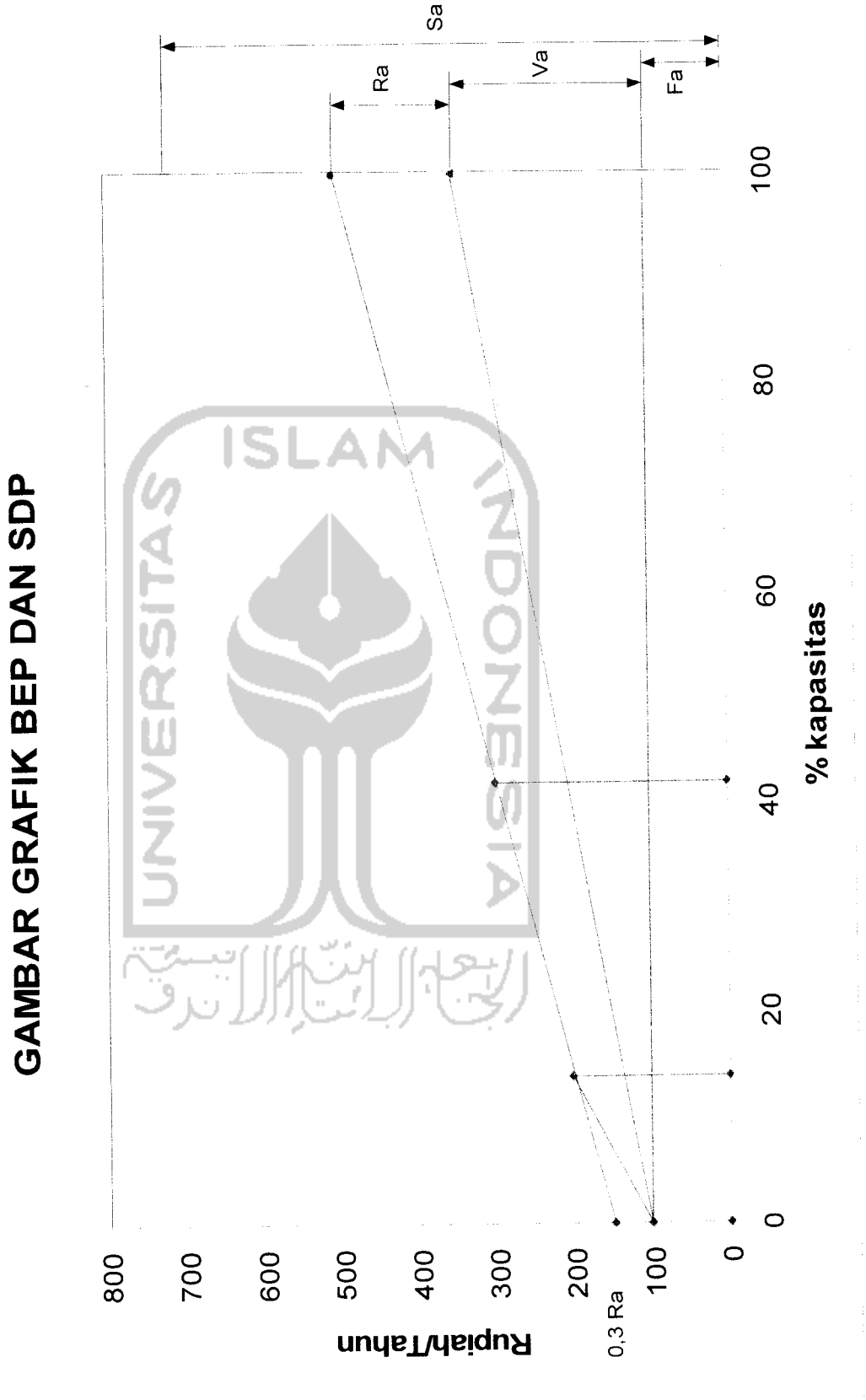
Ulrich, G.D 1984. *A Guide To Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons Inc. Kanada

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

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

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

www.arak.com
www.che.cemr.wvu.edu
www.eng-tips.com
www.huafengchem.com
www.petrochem-ir.net
www.qafco.com
www.ril.com

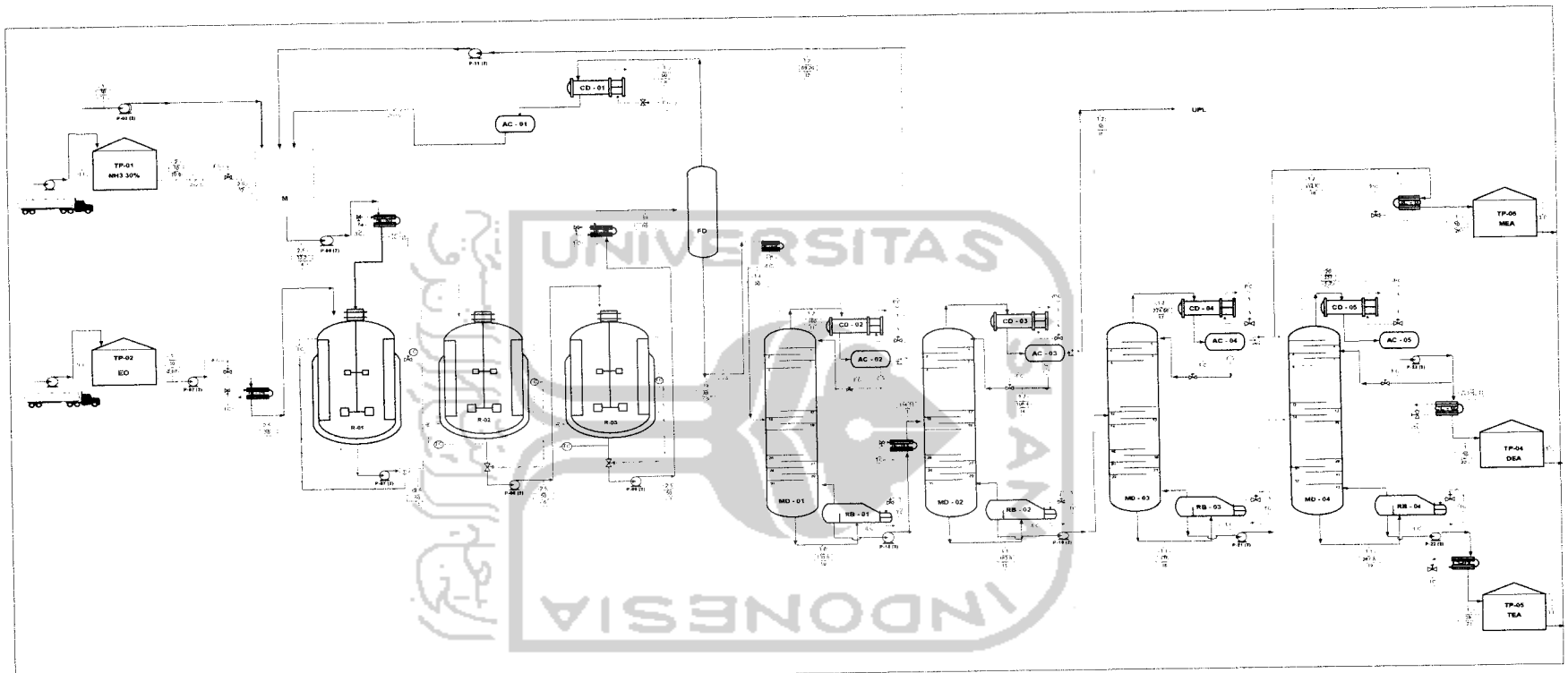


GAMBAR GRAFIK BEP DAN SDP

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PABRIK ETHANOLAMINE DARI ETHYLENE OXIDE DAN AMMONIA

KAPASITAS 25,000 TON/TAHUN



Neraca massa (kg/jam)

No. Aliran / Komponen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
NH3		9452.931		9452.9313	8481.4054	8474.4771	9781.2887	9062.39	718.770		321.2510	718.7704				
C2H4O			5980.162	0.9998	185.4223	178.945	0.9998	0.9247	0.076		0.0324	0.0757				
H2O	1015.1959	185.0493	12.846	422.0216	1434.868	1434.866	1237.5819	184.022	1053.553	1015.799	26.264	37.7544	4.454	543.2546	1011.345	
MEA					6213.6828	6221.6395	3190.5996		3190.600	3190.5996			3181.384	2.3456	10.2156	24.8184
DEA					534.3309	535.6252	1842.4241		1842.424	1842.4241			1842.424			1822.06
TEA					19.2508	19.4245	760.5813		760.581	760.5813			760.5813			760.581
TOTAL	1015.1959	9637.981	5993.009	10874.9529	16873.960	16870.979	16820.475	9255.34	7575.0044	6819.4039	247.5474	756.6005	5788.843	545.5702	1021.561	2607.46

17	18	19	20	21	22	23
1.3597	4.4539					
1568.2531	3156.57	24.8184	25.418	50.2364	24.8184	
6.3595	20.3608	1822.06	189.9381	1965.3251	1765.388	56.6756
		760.581	1.5198	9.1256	7.6058	752.9755
1575.9723	3181.3847	2607.4594	226.8759	2024.6881	1794.8122	809.6511

Simbol	Keterangan
TP	Tangki penyimpanan
M	Mixer
R	Reaktor
FD	Flas drum
MD	Menara distilasi
CD	Condensor
HE	Heater
CL	Cooler
RB	Reboiler
P	Pompa

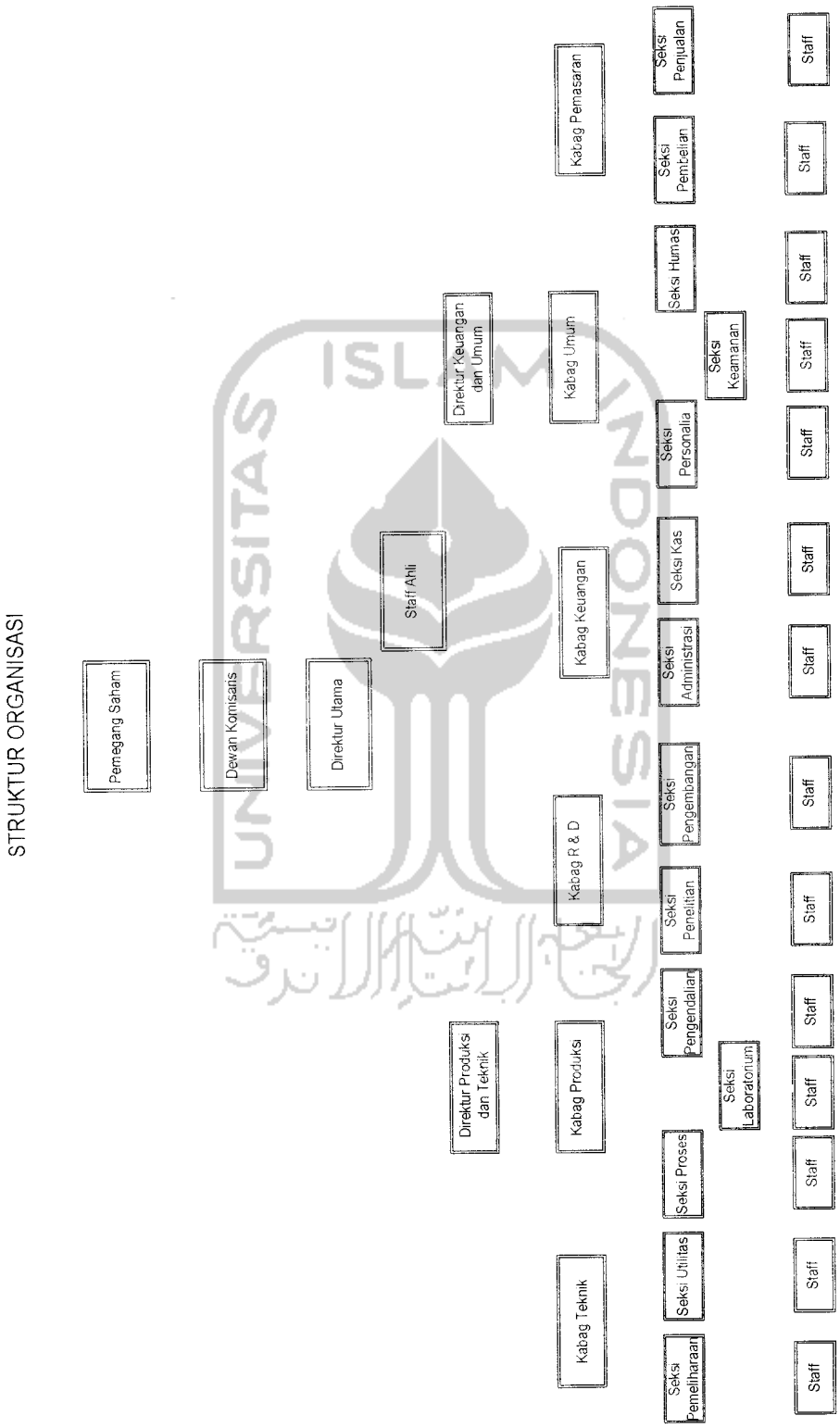
Simbol	Keterangan
LI	Level Indicator
FC	Flow Control
TC	Temperature Control
PC	Pressure Control
LC	Level Control
	Nomor Arus
	Suhu
	Tekanan

PABRIK ETHANOLAMINE DARI ETHYLENE OXIDE DAN AMMONIA
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

DOSEN / NIP
1. Ora. Hj. KAMARIAH AMINAH, MP
2. NATHA SAI NAMLIANTI, MT

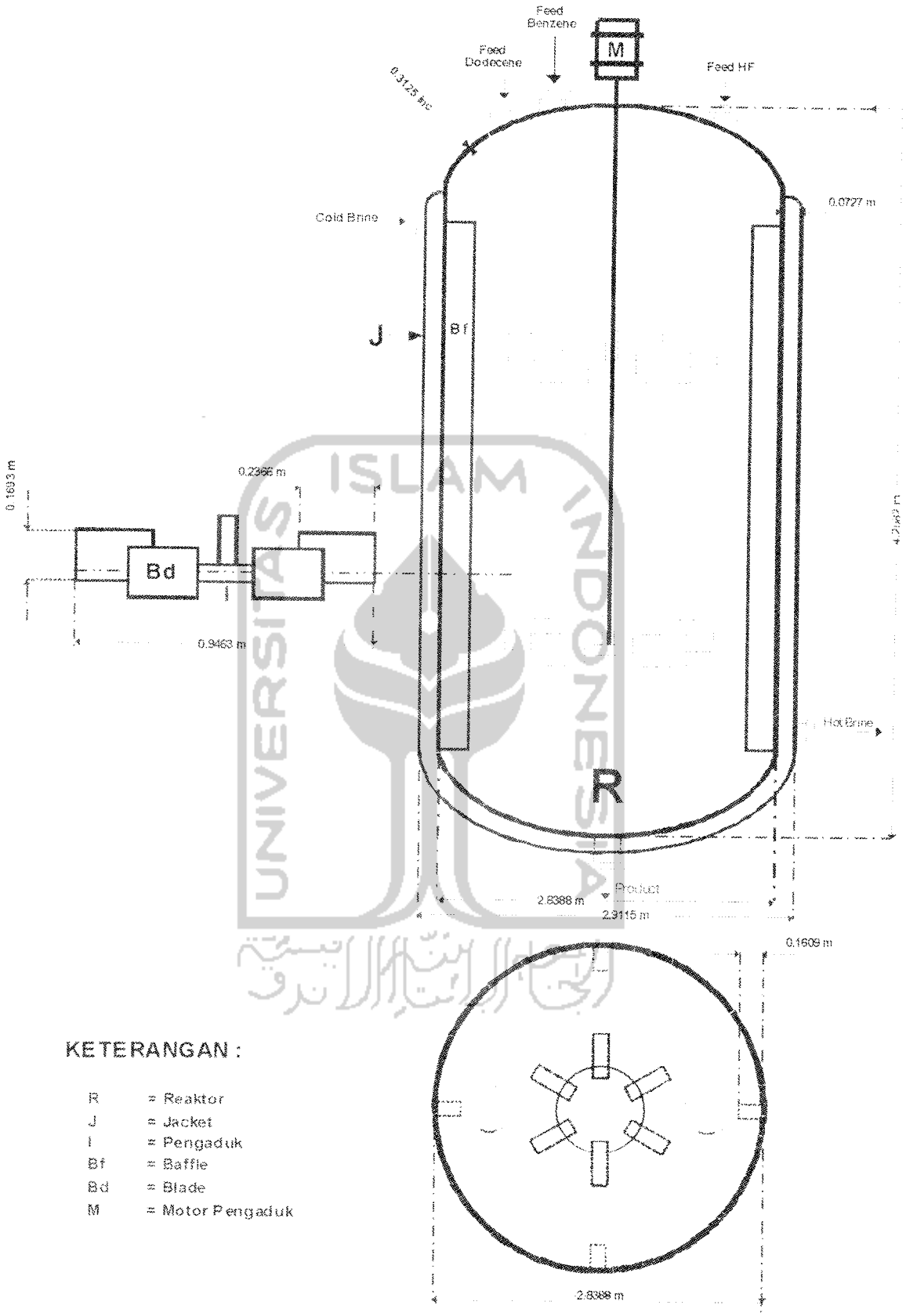
MAHASISWA :
1. Oni Ramadhan (18 521 134)
2. Dwilla Fitta Nirbana (18 521 175)

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021



Gambar 4.7. Struktur Organisasi Perusahaan





KETERANGAN :

R	=	Reaktor
J	=	Jacket
I	=	Pengaduk
Bf	=	Baffle
Bd	=	Blade
M	=	Motor Pengaduk

REAKTOR

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara *Ethylene Oxide* dengan Ammonia

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang dilengkapi jaket pendingin.

Kondisi Operasi : Eksotermis

T = 50°C

P = 2,5 atm

LAMPIRAN A-1. MENGHITUNG KECEPATAN VOLUMETRIS UMPAN

Persamaan Reaksi : $NH_{3(l)} + C_2H_4O_{(l)} \longrightarrow C_2H_7NO\ (MEA)_{(l)}$

Karena *Ammonia* adalah reaktan pembatas, maka *Ammonia* sebagai senyawa A, dan *Ethylene Oxide* sebagai senyawa B.

- **Menghitung Harga Konstanta Kecepatan Reaksi**

Perbandingan komposisi *Ammonia* / *Ethylane Oxide* = 10 / 1

$$-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = k \cdot C_A \cdot C_B \longrightarrow -\frac{d(C_{AO} - C_{AO}.x_A)}{dt} = k \cdot C_A \cdot C_B$$

$$C_{AO}\frac{dx_A}{dt} = k.C_{AO}(1 - x_A)(C_{BO} - C_{AO}.x_A)$$

$$\frac{dx_A}{dt} = k(1-x_A)C_{AO}\left(\frac{C_{BO}}{C_{AO}} - x_A\right)$$

$$\frac{dx_A}{dt} = k(1-x_A)C_{AO}(5{,}3646 - x_A)$$

$$\int_0^{.07886} \frac{dx_A}{C_{AO}(1-x_A)(5{,}3646-x_A)} = k\int_0^{90} dt$$

Integral tersebut diselesaikan dengan metode *simpson's* (1/3) rule

$$= \frac{1}{C_{AO}}\left[\frac{\Delta x}{3}\left(f(x=0)+4f(x=0.3943)+f(x=0.7886)\right)\right]$$

$$f(x) = \frac{1}{(1-x_A)(5{,}3646-x_A)}$$

$$f(x=0) = \frac{1}{(1-0)(5{,}3646-0)} = 0{,}1864$$

$$f(x=0.3943) = \frac{1}{(1-0.3943)(5{,}3646-0.3943)} = 0{,}3322$$

$$f(x=0.7886) = \frac{1}{(1-0.7886)(5{,}3646-0.7886)} = 1{,}0337$$

dengan harga $\Delta x = \frac{0.7886-0}{2} = 0{,}3943$

Jadi,

k = 26,2721 liter/gmol.jam

LAMPIRAN A-2. OPTIMASI REAKTOR

a. Menghitung Jumlah Reaktor

Assumsi : - Reaksi orde 2 $(-r_A) = k \cdot C_A \cdot C_B$

R.input – R.output – R.reaksi = Acc

$$F_v \cdot C_{AO} - F_v \cdot C_A - (-r_A.v) = 0$$

$$C_{AO} - C_A = \left(\frac{v}{F_V}\right) \cdot (r_A)$$

$$\frac{v}{F_v} = \theta = \frac{C_{AO} - C_A}{-r_A}$$

$$C_A = C_{AO}((1 - x_A)$$

$$-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$$

$$= k \cdot C_{AO}(1 - x_A)(C_{BO} - C_{AO} \cdot x_A)$$

$$= k \cdot C_{AO}(1 - x_A)C_{AO}\left(\frac{C_{BO}}{C_{AO}} - x_A\right)$$

$$= k \cdot C_{AO}^{\,2}(1 - x_A)(m - x_A)$$

dimana $\frac{v}{F_v} = \theta$

$$\theta = \frac{C_{AO} - C_A}{-r_A} \longrightarrow = \frac{C_{AO}(1 - x_{AO}) - C_{AO}(1 - x_A)}{-r_A}$$

$$= \frac{C_{AO} - C_{AO} \cdot x_{AO} - C_{AO} + C_{AO} \cdot x_A}{-r_A}$$

$$= \frac{C_{AO} \cdot x_A - C_{AO} \cdot x_{AO}}{-r_A}$$

$$= \frac{C_{AO}(x_A - x_{AO})}{-r_A}$$

$$= \frac{C_{AO}(x_A - x_{AO})}{k \cdot C_{AO}^{\,2}(1 - x_A)(m - x_A)}$$

$$= \frac{(x_A - x_{AO})}{k \cdot C_{AO}(x_A^{\,2} - (m+1)x_A + m)}$$

Jika yang digunakan 1 buah reaktor RATB

➢ Untuk 4 buah reaktor

V = 3184,6782 *gallon*

Θ = 0,383 jam

b. Mencari Jumlah Reaktor yang Optimal

Kondisi operasi :

$P = 2{,}5 atm$

$$P = 2{,}5 atm \times \frac{14{,}696\, psia}{1 atm}$$

$P = 36{,}74\, psia$

Dipilih bahan "*Stainles Steel*" 50psi untuk reaktor. Basis harga reaktor pada volume 1000 gallon = 40.000$ *(Timmerhause, Fig.16-35, P-731)*

c. Menghitung Harga Reaktor

$$CostB = CostA\left(\frac{sizeB}{sizeA}\right)^{0.6}$$ *(Timmerhaus, P-731)*

RATB, V = 57177,93766 gallon

= 70000 $

❖ RATB, V_2 = 4939,71954 *gallon*

= 24815,64765 $

untuk 2 reaktor = 2 x 24815,64765 $ = 49631.2953 $

❖ RATB, V_3 = 3405,3772 gallon

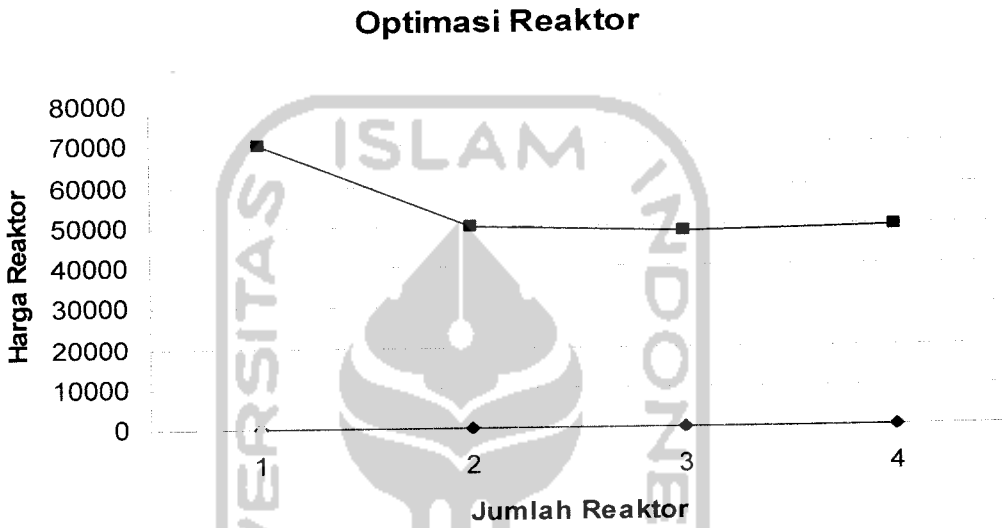
= 16105.80081 $

untuk 3 reaktor = 3 x 16105.80081 $ = 48317.40243 $

❖ RATB, V_4 = 3184.6782 gallon

= 12376.56931 $

untuk 4 reaktor = 4 x 12376.56931 $ = 49506.2772 $



Gambar 1.1. Optimasi jumlah reaktor

Pertimbangan Volume : $V_1 > V_2 > V_3 > V_4$

Pertimbangan Harga untuk 1 reaktor : $R_1 > R_2 < R_3 < R_4$

Dipasang RATB sebanyak 3 buah disusun seri

Over Design 20%, Jadi ;

22.444m^3

1369504.174 in^3

792.581 ft^3

14823.605 gallon

C = Faktor korosi

Dari tabel diperoleh data :

f = 11500 lbm/in^3

E = 0,85 (*Double Welded Butt Joint Stress*)

C = 0,125 in

$P_{operasi}$ = 220,47 psi

$Phidrostatik = \rho \times {}^{g}/_{gc} \times H$

= 183,72 psi

$Pdesign = Poperasi + Phidrostatik$

= 264,574 psi

t shell standar = 0,125 in

- **Menentukan Tebal *Head***

Konstruksi *head* : *Stainless steel* SA. 167 Grade 3

Bentuk *Head* : *Flanged and Dished Head (Torispherical)*

Tebal *head* dihitung dengan persamaan berikut :

$$t = \frac{0{,}885 \cdot P \cdot rc}{f \cdot E - 0{,}1P} + C \qquad (Eq.13\text{-}12,\ P\text{-}258,\ Brownell\&Young)$$

Dimana : rc *(inside spherical or crown radius,* in)

rc = (ID – 6) in

= (111,7651 – 6) in

= 105,7651 in

t head standar = 2.1260"

➢ **Menentukan Ukuran *Head***

Bentuk : *Flanged and Dished Head (Torispherical)*

Bahan : Stainless steel SA. 167 Grade 3

Pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis *head* meliputi :

1. *Flanged & Standard Dished Head*

   Umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter kecil.

2. *Torispherical Flanged & Dished Head*

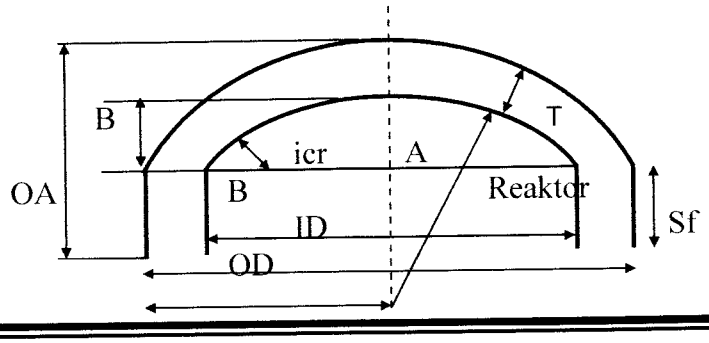
   Digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis.

3. *Eliptical Dished Head*

   Digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal.

4. *Hemispherical Head*

   Digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi, kuat dan ukuran yang tersedia terbatas. (*P-87 Brownell, 1959*)



A

Gambar 1.2. Dimensi tutup reaktor

Keterangan Gambar :

ID = Diameter dalam *head*

OD = Diameter luar *head*

t = Tebal *head*

r = Jari-jari *disk*

icr = Jari-jari dalam sudut *disk*

b = Tinggi *head*

sf = *Straight Flange*

Ukuran *Head* :

ID = ID shell = 111,7651 in =9,3138 ft

Harga icr (*inside corner radius*) = 6% x ID (*P-88, Brownell&Young*)

icr = 6% x 111,7561 in

= 6,7059 in

OD = ID + (2x tshell)

= 111,7651 + (2 x 1/4)

= 112,2651

a = ID/2 = 41,654 in

Sf (*Straight of Flange*) = 3 in (*Tabel 5.8, P-93, Brownell&Young*)

AB = a – icr

= 20,264 in

BC = rc – icr

= (105,7651 – 6,7059) in

= 41,091 in

$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$

= 35,747 in

OA (Tinggi *head* bagian dalam) = Sf + b + t*head*

= 49,561 in

Volume sebuah *head* untuk *Torispherical dished head* adalah :

$$V = 0{,}000049 \times ID^3 \qquad (Eq.5\text{-}11,\ P\text{-}88,\ Brownell\%Young)$$

Jadi , Volume *head* total adalah :

$$Vhead = 0{,}000049 \cdot ID^3 + \left(\pi/4\right) \cdot ID^2 \cdot Sf$$

V = 178,591 L

Tinggi reaktor = Tinggi *shell* + (2x Tinggi *head*)

= 7.607 m

➢ **Merancang Pengaduk dalam Reaktor**

Tinggi cairan dalam silinder (*shell*)

$$ZC = \frac{4 \cdot Vr}{\pi \cdot Di^2}$$

= 2,116 m

atau ; Volume tutup bawah $= 0{,}000049 \cdot Di^2$

$= 0.000049 \cdot \left(111{,}7651/12\ ft\right)^3$

$= 0{,}0396\ ft^3 = 0{,}00112 m^3$

Volume cairan dalam silinder = V total cairan – V tutup bawah

$= 26{,}9391 m^3 - 0{,}00112 m^3$

$= 26{,}93798 m^3$

Luas penampang $= \pi/4 \times Di^2$

$= \pi/4 \times (2{,}8388\ m)^2$

$= 6{,}3261\ m^2$

ZC = V cairan dalam silinder / Luas penampang silinder

$$= \frac{26{,}93798 m^3}{6{,}3261}$$

$= 4{,}1643 m$

Tugas pengaduk : untuk mencampur

$Dt/Di = 3 - 6 \longrightarrow dipilih = 3$

$ZL/Di = 2{,}7 - 3{,}9 \longrightarrow dipilih = 3{,}9$ (*Brown, P-507*)

$Zi/Di = 0{,}75 - 1{,}3 \longrightarrow dipilih = 1$

Dipilih : Pengaduk tipe *blade turbin impeller*, 6 buah *blade* dengan 4 buah *buffle* (*Fig. 8.4, P-341, HF. Rase*)

Diketahui :

Dt = 2,8388 m

$$Dt/Di = 3$$

$$Di = Dt/3 = 0{,}9463m$$

$$ZL/Di = 3{,}9$$

$$ZL = 3{,}9 \times 0{,}9463m = 3{,}6906m$$

$$Zi/Di = 1 \longrightarrow \quad Zi = 1 \times 0{,}9463m = 0{,}9463m$$

$$W/Di = 0{,}17 \longrightarrow \quad W = 0{,}17 \times Di$$

$$= 0{,}17 \times 0{,}9463m = 0{,}1609m$$

$$H/Di = 0{,}2 \longrightarrow \quad H = 0{,}2 \times Di$$

$$= 0{,}2 \times 0{,}9463m = 0{,}1893m$$

$$L/Di = 0{,}25 \longrightarrow \quad L = 0{,}25 \times Di$$

$$= 0{,}25 \times 0{,}9463m = 0{,}2366m$$

Ringkasan Ukuran Reaktor

- Diameter dalam reaktor (Dt) : 6,94 m
- Tinggi reaktor (ZR) : 2,75 m
- Diameter pengaduk (Di) : 0,70 m
- Tinggi pengaduk (H) : 0,09 m
- Lebar pengaduk (L) : 0,71 m
- Lebar *buffle* (W) : 0,1609 m = 0,5279 ft
- Tinggi cairan dalam silinder (ZC) : 2,116 m

➢ **Menghitung Bilangan Reynold**

$$Nre = \frac{N \cdot Di^2 \cdot \rho}{\mu}$$

$$= \frac{1{,}6667 \times (3{,}1047)^2 \times 55{,}4316}{3{,}4129 \times 10^{-4}}$$

$$= 2.609.339{,}387$$

karena Nre > 2100 maka alirannya *turbulens*

➢ **Menghitung Power Pengaduk**

$$Pa = \frac{N_P \times \rho \times N^3 \times D_t^5}{g_c} \times \frac{1}{550}$$

$$= \frac{5{,}5 \times 55{,}4316 \times (1{,}6667)^3 \times (3{,}1047)^5}{32{,}2 \times 550}$$

$$= 22{,}9918 Hp$$

Np (konstanta) = 5,5 untuk NRe > 10.000 *(HF. Rase, P-345)*

Jika Effisiensi pengaduk 85 % *(Timmerhause)*

Maka : $Power = \frac{Pa}{Eff}$

$$= \frac{22{,}9918}{85\%} = 27{,}0492 Hp$$

Digunakan Hp standar = 30 Hp (standar NEMA)

Jumlah daya listrik yang digunakan $= 30 \times 0{,}746 = 22{,}38 KVA$

(Ernest E. Ludwig)

$= 10,44$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times T}{\pi \times t}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{16 \times 21132,8026}{3,14 \times 10,44}}$$

$$= 3\sqrt{10 \times 314,4702}$$

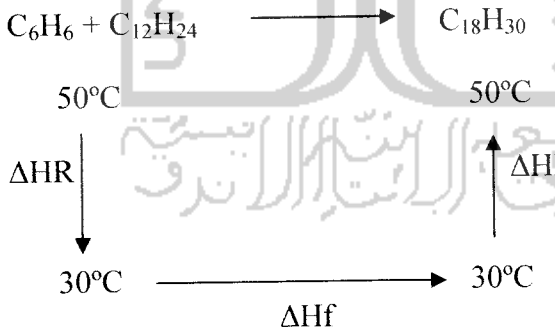
$= 21,7676$ in

$= 1,8139$ ft

$= 0,5529$ m

LAMPIRAN A-3. MENGHITUNG NERACA PANAS REAKTOR

REAKTOR - 01



ΔHf NH3 = 19.318,4 kcal/mol

ΔHf EO = -39.573,6 kcal/mol

ΔHf H2O = -42.618,5 kcal/mol

ΔHf MEA = -17.820 kcal/mol

ΔHf DEA = -18.250 kcal/mol

ΔHf_{298} = ΔHf (produk) - ΔHf (reaktan)

= (-42.618,5 + -17.820 + -18.250) – (19.318,4 + -39.573,6)

= -58.433,2 kcal/mol x C12H24 bereaksi

= -58.433,2 kcal/mol x 13,8077 kmol/jam

= -806.828,0956 kcal/jam

Panas umpan masuk reaktor - 01

Komponen	Massa (kg/jam)	Cp (kcal/kg.K)	ΔT (K)	Q = m.Cp. ΔT (kcal/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
NH3	10.502,8810	0,4322	15	68.090,1775
EO	4216,8511	0,5180	15	32. 764,9330
	Σ			100.855,1106

ΔHr = ΔHR + ΔHf_{298} + ΔHP

= (100.855,1106) + (-806.828,0956) + (-100.067,3011)

= -806.039,2670 kcal/jam

- **Kebutuhan *Brine* Sebagai Pendingin**

Kebutuhan brine $= \frac{Q}{CpxΔT}$

$= \frac{349.465,9449 kcal/jam}{0,81 kcal kg^{\circ}C x 25^{\circ}C}$

= 17.257,5775 kg/jam

= 4,7938 kg/dtk

LAMPIRAN A-4. PERANCANGAN JAKET PENDINGIN

Volume pendingin = luas selimut + tebal jaket

Luas selimut jaket = luas shell + luas bottom

= Π D H + Π/4 D OA

= (3,14 x 2,8388 x 4,2582)m+(3,14/4 x 2,8388 x 0,5864)m

= 39,2636 m²

REAKTOR-01

Volume brine = 44,7480 m³

Tebal jaket pendingin (tj) $= \frac{volume_brine}{luas_selimut_jaket}$

$= \frac{44,7480 m^3}{39,2636 m^2}$

=1,1397 m = 44,8699 in

Diameter jaket pendingin

OD shell (D1) = ID shell + 2(tebal shell)

= 111,7651 in + 2 (1/4 in)

= 112,2651 in

D2 = D1 + 2 (tebal jaket)

= 112,2651 in + 2 (44,869989)in

= 202,005078 in = 16,8338 ft

Tinggi jaket = tinggi cairan dalam reactor

= 4,2582 m

= 13,9705 ft

Jarak antar DJ dengan DR (x)

X = DJ –DR

= (9,5938-9,3554)ft

= 0,2384 ft = 0,0727 m

- **Tebal dinding shell**

$$De = \frac{D2^2 - D1^2}{D1}$$

Dimana : D1 = inside diameter jaket, ft

D2 = outside diameter reactor, ft

D1 = ID reactor + 2 (tebal shell)

= 111,7651 + 2 (1/4)

= 112,2651 in = 9,3554 ft

D2 = 16,8338 ft

De = 20,9348 ft

r = 10,4674 ft = 0,87228 in

Phidrostatik = ρ x g/gc x H

= 810 kg/m³ x 1 x 5,1101 m x 5,1101 m

= 4139,181 kg/m^2

= 5,8872 lb/in^2=5,8872 psia

Over design tekanan 10% = 22,6459 psia

Bahan : Stainless Stell SA-167 Grade 3

f = 18.750 psia

E =0,8

C = 0,125 in

$$t\,\text{min} = \frac{p \cdot r}{f \cdot E - 0{,}6p} + C$$ *(Eq. 13.1, P-254, Brownell and Young)*

$$t\,\text{min} = \frac{20{,}5872\,psia \times 0{,}87228in}{(18.750 \times 0{,}80) - (0{,}6 \times 20{,}5872\,psia)} + 0{,}125$$

t min = 0,126198in

t shell standar = 3/16 "

- **Menentukan Tebal *bottom***

Konstruksi *head* : *Stainless steel* SA. 167 Grade 3

Bentuk *Head* : *Flanged and Dished Head (Torispherical)*

tebal head dihitung dengan persamaan berikut :

$$t = \frac{0{,}885 \cdot P \cdot rc}{f \cdot E - 0{,}1P} + C \qquad (Eq.13\text{-}12, P\text{-}258,\ Brownell\&Young)$$

Dimana : rc (*inside spherical or crown radius*, in)

rc = (ID – 6) in

= (202,0056 – 6) in

= 196,0056 in

$$t = \frac{0{,}885 \times 22{,}64592 \times 196{,}0056}{(18.750 \times 0{,}80) - (0{,}1 \times 22{,}64592)} + 0{,}125$$

$t = 0{,}3869 in$

t *head* standar = 7/16"

ID = ID shell = 202,0056 in =16,8338 ft

Harga icr (*inside corner radius*) = 6% x ID (*P-88, Brownell&Young*)

icr = 6% x 202,0056 in

= 12,120336 in

OD = ID + (2x tshell)

= 202,0056 + (2 x 3/16)

= 202,3806

a = ID/2 = 101,0028 in

Sf (Straight of Flange) = 2 in (*Tabel 5.8, P-93, Brownell&Young*)

AB = a – icr

= 88,882464 in

BC = rc – icr

= (196,0056-12,120336) in

= 183,885264 in

$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$

$= \sqrt{(183,885264)^2 - (88,882464)^2}$

= 160,97732 in

b (Deep of dish) = rc – AC

b = (196,0056-160,97732) in

= 35,02828 in

OA (Tinggi head bagian dalam) = Sf + b + thead

= (2 + 35,02828 + 7/16) in

= 37,46578 in

Tinggi jaket = Tinggi shell + tinggi bottom

= 4,2582 m + 0,9516308 m

= 5,2098 m

LAMPIRAN A-5. PEMIPAAN

a) Pada *Jacket Cooler*

Menghitung Diameter Pipa Optimum untuk aliran Turbulens

$$Di,opt = 3{,}9.q_f^{0{,}45}.\rho^{0{,}13}$$ Eq 15, P-496, Timmerhause

Dimana:

qf = kecepatan aliran massa, ft^3/dtk

ρ = densitas cairan, lb/ft^3

Di,opt = Diameter dalam pipa optimum, in

qf = Wtotal / ρ brine

= (15,8751 kg/dtk)/(810 kg/m^3)

= 0,01959 m^3/dtk

= 0,6921 ft^3/dtk

$Di,opt = 3{,}9.0{,}6921^{0{,}45}.50{,}5236^{0{,}13}$

= 5,5029 in

Dipilih pipa jenis Non Ferrous Metalic pipe

NPS = 4 in

Sch No = 40

OD = 4,5 in

ID = 4,026 in

Ao = 1,178 ft^2/ft (surface per lin ft, outside)

(Tabel 11, P-844, Process Heat Transfer, Kern)

Ai = 1,055 ft^2/ft (surface per lin fit, inside)

At = 12,7 in^2 (flow area per pipe)

Kecepatan *volumetric brine* dalam jaket pendingin

$$G = \frac{Wt}{At}$$

$$G = \frac{34,9672 lb/dtk}{12,7 in^2/144}$$

G = 396,4785 lb/dtk.ft^2

Kecepatan *Linear brine* dalam jaket pendingin

$$V = \frac{G}{\rho_{brine}}$$

$$V = \frac{396,4785 lb/dtk.ft^2}{50,5236 ld/ft^3}$$

V = 7,8487 ft/dtk

b) Pada Reaktor

$$Di,opt = 3,9.q_f^{0,45}.\rho^{0,13}$$

Diketahui : Fv = 19.742,5627 L/jam

= 697,1982 ft^3/jam

= 0,19367 ft^3/dtk

ρ campuran = 0,8879 gr/ml

= 55,4316 lb/ft^3

$$Di,opt = 3,9.0,19367^{0,45}.55,4316^{0,13}$$

= 3,14 in

NPS = 3 in

Sch No = 40

OD = 3,5 in

ID = 3,068 in

Ao = 0,917 ft^2/ft (*surface per lin ft, outside*)

Ai = 0,804 ft^2/ft (*surface per lin fit, inside*)

At = 7,38 in^2 (*flow area per pipe*)

(Tabel 11, P-844, Process Heat Transfer, Kern)

Kecepatan *volumetric* cairan

$G = q.\rho$

$= (0,19367\ ft^3/detik).(55,4316\ lb/ft^3)$

$= 10,73544$ lb/dtk

$= 4,8739$ kg/dtk

Kecepatan *Linear* Cairan

$$V = \frac{q}{At}$$

$$V = \frac{0,19367}{7,38\ in^2 / 144}$$

$= 3,7789$ ft/dtk

➢ **Menghitung Kecepatan Pengaduk dalam Reaktor**

$$\frac{WELH}{2Di} = \left[\frac{H \cdot Di \cdot N}{600}\right]^2$$ (Eq. 8-8, P-345, HF. Rase)

Dimana :

WELH : *Water Equipment Liquid Height*

Di : Diameter pengaduk (ft)

N : Kecepatan putaran pengaduk (rpm)

H : Tinggi pengaduk (ft)

$$\text{WELH} = ZL \times \left(\rho_{cairan} / \rho_{air}\right)$$
$$= 12{,}1083\,ft \times \left(0{,}8879 / 1\right)$$
$$= 10{,}7509\,ft$$
$$\text{N} = \frac{600}{\pi \cdot Di}\sqrt{\frac{WELH}{2Di}}$$
$$= \frac{600}{\pi \times 3{,}1047}\sqrt{\frac{10{,}7509}{2 \times 3{,}1047}}$$
$$= 80{,}9843 rpm$$
$$= 1{,}3497 rps$$

Kecepatan pengaduk (N) standar yang digunakan adalah 100 rpm = 1,6667 rps

(*P-288, Wallas*)

μ campuran = 1,417 cp = 9,5218 x 10^{-4} lb/ft.s

1 cp = 6,7179 x 10^{-4} lb/ft.s

➢ **Menghitung Jumlah Pengaduk**

Jumlah Pengaduk $= \frac{WELH}{ID}$ (Eq.8.9, P-345, HF.Rase)

$= \frac{10,7509}{9,3138}$

$= 1,15 \approx 2$ pengaduk

➢ **Menghitung Diameter Poros Pengaduk**

$T = \frac{600}{2\pi} \times \frac{P}{N}$ (*P-159, Mekanika Bahan, Geve and Timoshemka*)

Dimana: T = moment punter, Nm

P = daya motor, watt

N = rpm motor

P = 30Hp x 0,7373 kW/Hp

= 22,119 kW = 22119 W

$T = \frac{600}{2\pi} \times \frac{22119}{100}$

= 21132,8026 Nm

Bahan yang digunakan adalah baja tahan korosi S-35 C-D

dengan tb =5,8 N/mm²

ta = 0,18 x tb

= 0,18 x 5,8

Panas dari reaktor diserap oleh *brine* yang masuk pada suhu -35°C dan diharapkan keluar pada suhu -10°

T *brine* masuk = -35°C

T *brine* keluar = -10°C

Cp brine =0,81 kcal/kg °C

Kebutuhan *brine* $= \frac{Q}{CpxΔT}$

$= \frac{806.039,2670 kcal/jam}{0,81 kcal kg^{\circ}C x 25^{\circ}C}$

= 39.804,45857 kg/jam

= 11,0568 kg/dtk

$\Delta Hr = \Delta HR + \Delta Hf_{298} + \Delta HP$

= (100.067,3011) + (-349.804,5085) +(-99.725,7488)

= -349.465,9449 kcal/jam

➢ **Kebutuhan *Brine* Sebagai Pendingin**

Panas dari reaktor diserap oleh brine yang masuk pada suhu -35°C dan diharapkan keluar pada suhu -10°C

T *brine* masuk = -35°C

T *brine* keluar = -10°C

Cp *brine* =0,81 kcal/kg °C