

**PRARANCANGAN PABRIK *PHENYL ETHYL*
ALCOHOL DARI *BENZENE* DAN *ETHYLENE*
OXIDE KAPASITAS 1000 TON/TAHUN**



Tugas Akhir

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata I
Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

Joko Sembodo
D 500 030 102

Dosen Pembimbing :

Ir. H. Ahmad. M. Fuadi. M. T.
Emi Erawati, S.T.

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2008**

HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama	: Joko Sembodo
NIM	: D 500 030 102
Judul Tugas Prarancangan Pabrik	: Prarancangan Pabrik <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i> dari <i>Benzene</i> dan <i>Ethylene Oxide</i> Kapasitas 1000 ton /tahun.
Dosen Pembimbing	: 1. Ir. H. Ahmad. M. Fuadi. M. T. 2. Emi Erawati, S.T.

Surakarta, Juli 2008

Menyetujui :

Dosen pembimbing I

Dosen pembimbing II

Ir. H. Ahmad. M. Fuadi, M. T.
NIK: 618

Emi Erawati, S.T.
NIK: 100.989

Mengetahui:

Dekan Teknik

Ketua Jurusan

Ir. H. Sri Widodo, M.T
NIK: 542

Ir. H. Haryanto AR, M.S.
NIP: 131.902.382

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaiikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik. Tak lupa sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya.

Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai prasyarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana. Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Judul Tugas Akhir ini adalah **Prarancangan Pabrik Phenyl Ethyl Alcohol dari dan Ethylene Oxide dan Benzene Kapasitas 1000 Ton/Tahun**. Adanya prarancangan pabrik ini diharapkan dapat memperkaya alternatif industri masa depan bagi Indonesia.

Penyelesaian penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang tiada terhingga, terutama kepada :

1. Bapak Ir. H. Haryanto AR, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta
2. Bapak Ir. H. Ahmad. M. Fuadi. M. T. selaku Dosen Pembimbing I
3. Ibu Emi Erawati, S.T. selaku Dosen Pembimbing II
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta atas segala bimbingan dan arahnya
5. Bapak, Ibu dan adikku yang selalu mendoakan dan memberi semangat serta dukungannya

6. Teman-teman Teknik Kimia UMS angkatan 2003 yang selalu memberikan dorongan dan motivasi.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik membangun demi kesempurnaan laporan ini. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak. Akhir kata penulis mohon maaf apabila ada salah kata, dan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Juli 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
INTISARI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Kapasitas Pabrik	2
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	3
1.4 Tinjauan Pustaka	5
1.4.1 Macam-macam Proses	5
1.4.2 Kegunaan Produk	7
1.4.3 Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk.....	7
1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum.....	12
BAB II. DISKRIPSI PROSES	13
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	13
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	13
2.1.2 Spesifikasi Produk	14
2.2 Konsep Proses.....	14
2.2.1 Dasar Reaksi.....	14
2.2.2 Mekanisme Reaksi	15
2.2.3 Kondisi Operasi.....	15
2.2.4 Tinjauan Termodinamika.....	15
2.2.5 Langkah Proses	17
2.2.6 Diagram Alir Proses	19
2.3 Neraca Massa	23

2.4 Neraca panas	27
2.5 Tata Letak Pabrik dan Tata Letak Peralatan	30
2.5.1 Tata Letak Pabrik	30
2.5.2 Tata Letak Peralatan.....	34
BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	36
BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	63
4.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	63
4.1.1 Unit Pengolahan Air.....	63
4.1.2 Unit Pengadaan <i>Steam</i>	79
4.1.3 Unit Pengadaan Tenaga Listrik.....	80
4.1.4 Unit Pengadaan Udara Tekan.....	82
4.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	83
4.1.6 Unit Pengolahan Limbah.....	84
4.2. Laboratorium	86
4.2.1 Tugas Pokok Laboratorium	86
4.2.2 Program Kerja Laboratorium.....	86
4.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja	90
BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN	93
5.1 Bentuk Perusahaan	93
5.2 Struktur Organisasi.....	94
5.3 Tugas dan Wewenang	96
5.3.1 Pemegang Saham	96
5.3.2 Dewan Komisaris.....	96
5.3.3 Direktur.....	96
5.3.4 <i>Staff</i> Ahli.....	97
5.3.5 Penelitian dan Pengembangan (Litbang).....	97
5.3.6 Kepala Bagian	98
5.3.7. Kepala Seksi dan Karyawan	99
5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	101
5.5 Status Karyawan dan Sistem Upah.....	103
5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	103

5.6.1 Penggolongan Jabatan	103
5.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji.....	104
5.7 Kesejahteraan Karyawan	105
5.7.1 Tunjangan	105
5.7.2 Cuti.....	106
5.7.3 Pakaian Kerja	106
5.7.4 Pengobatan.....	106
5.7.5 Hari Libur Nasional	106
5.7.6 Kerja Lembur (<i>overtime</i>)	106
5.7.7 Asuransi Tenaga Kerja.....	106
5.7.8 Kesejahteraan Sosial karyawan.....	106
5.8 Managemen Produksi.....	107
5.8.1 Perencanaan Produksi	107
5.8.2 Pengendalian Produksi.....	109
BAB VI. ANALISIS EKONOMI.....	111
6.1 <i>Total Capital Investment</i>	116
6.2 <i>Manufacturing Cost</i>	117
6.3 <i>Working Capital</i>	118
6.4 <i>General Espenses</i>	118
6.5 Analisis Keuntungan	118
6.6 Analisis Kelayakan	119
6.6.1 <i>Return On Investment (ROI)</i>	119
6.6.2 <i>Pay Out Time (POT)</i>	119
6.6.3 <i>Fixed Cost (Fa)</i>	120
6.6.4 <i>Variable Cost (Va)</i>	120
6.6.5 <i>Regulated Cost (Ra)</i>	120
6.6.5 <i>Break Event Point (BEP)</i>	121
6.6.6 <i>Shut Down Point (SDP)</i>	121
6.6.7 <i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	121

BAB VII. KESIMPULAN	123
DAFTAR PUSTAKA.....	124
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i> di Indonesia	2
Tabel 2.1	Data Panas Pembentukan.....	15
Tabel 2.2	Data Energi Bebas Gibbs.....	16
Tabel 2.3	Tabel Alir Massa.....	23
Tabel 2.4	Neraca Massa di Sekitar Reaktor (R-01)	24
Tabel 2.5	Neraca Massa di Sekitar <i>Washer</i>	24
Tabel 2.6	Neraca Massa di Sekitar Dekanter.....	25
Tabel 2.7	Neraca Massa di Sekitar <i>Evaporator</i>	25
Tabel 2.8	Neraca Massa di Sekitar Menara Distilasi	26
Tabel 2.9	Neraca Massa Total	26
Tabel 2.10	Neraca Panas di Sekitar Reaktor (R-01).....	27
Tabel 2.11	Neraca Panas di Sekitar <i>Washer</i>	27
Tabel 2.12	Neraca Panas di Sekitar Dekanter.....	28
Tabel 2.13	Neraca Panas di Sekitar <i>Evaporator</i>	28
Tabel 2.14	Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler</i> (Co-01).....	29
Tabel 2.15	Neraca Panas di Sekitar Menara Distilasi.....	29
Tabel 2.16	Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler</i> (C0-02).....	29
Tabel 2.17	Sistem Luas Bangunan Pabrik.....	32
Tabel 4.1	Karakteristik Air Bersih	64
Tabel 4.2	Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Proses	81
Tabel 4.3	Konsumsi listrik untuk unit pendukung proses (utilitas)	82
Tabel 5.1	Jadwal Kerja Karyawan Masing – Masing Regu.....	102
Tabel 5.2	Penggolongan Jabatan dalam Suatu Perusahaan	103
Tabel 5.3	Jumlah Karyawan Sesuai dengan Jabatannya dan Gaji	104
Tabel 5.4	Pembagian Karyawan Proses tiap <i>Shift</i>	105
Tabel 5.5	Perincian Golongan	105
Tabel 6.1	<i>Cost Index Chemical Plant</i> tahun 1993-2002	112
Tabel 6.2	<i>Total Capital Investment</i>	116

Tabel 6.3 <i>Manufacturing Cost</i>	117
Tabel 6.4 <i>Working Capital</i>	118
Tabel 6.5 <i>General Expenses</i>	118
Tabel 6.6 <i>Fixed Cost</i>	120
Tabel 6.7 <i>Variable Cost</i>	120
Tabel 6.8 <i>Regulated Cost</i>	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Kebutuhan Phenyl Ethyl Alcohol</i>	2
Gambar 2.1 Diagram Alir Kuantitatif	20
Gambar 2.2 Diagram Alir Kualitatif	21
Gambar 2.3 PFD	22
Gambar 2.4 Diagram Alir Neraca Massa	23
Gambar 2.5 TataLetak Pabrik	33
Gambar 2.6 Tata Letak Peralatan	35
Gambar 4.1 Diagram Pengolahan Limbah Cair.....	84
Gambar 4.2 Unit Pengolahan Air Sungai	92
Gambar 5.1 Struktur Organisasi Perusahaan	110
Gambar 6.1 Grafik Hubungan Tahun vs <i>Cost Index</i>	112
Gambar 6.2 Grafik Analisis Ekonomi	122

INTISARI

Phenyl Ethyl Alcohol ($C_8H_{10}O$) merupakan salah satu produk kimia hasil produksi antara (*intermediate*) yang sangat komersial untuk bahan baku industri pembuatan parfum yang cukup potensial. Di samping itu *Phenyl Ethyl Alcohol* juga dapat digunakan sebagai bahan kosmetik, sabun, bahan pengawet, anti bakteri dan lain sebagainya. Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* kapasitas 1000 ton per tahun direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun. Proses pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* dilakukan dalam sebuah reaktor *batch*, dengan sifat reaksi *irreversible*, eksotermis pada suhu $10^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm, kondisi operasi *isothermal non adiabatis*. Pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah karena kondisi operasi pada tekanan atmosferis.

Kebutuhan bahan baku *Ethylene Oxide* sebanyak 73,9456 kg/jam, *Benzene* sebanyak 254,5156 kg/jam dan katalis $AlCl_3$ sebanyak 225,7134 kg/jam. Pabrik ini direncanakan akan didirikan di kawasan industri Cilacap, Jawa Tengah dengan luas tanah $20.000\ m^2$ dan jumlah karyawan 111 orang.

Dari analisis ekonomi, pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* ini membutuhkan modal tetap sebesar Rp 63.631.720.338,8 dan \$ 2.189.731,07, dan modal kerja sebesar Rp 11.549.401.376,73. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 21.052.516.193,66/th. Keuntungan sesudah pajak sebesar Rp 14.736.761.405,56/th. Analisis kelayakan ini memberikan hasil bahwa *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 33,08 % dan setelah pajak sebesar 23,16 %. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,23 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 3,016 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 42 % kapasitas, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 14,08 % kapasitas. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 23,20 %. Berdasarkan data–data analisa di atas dapat disimpulkan, bahwa pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dari *Ethylene oxide* dan *Benzene* ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dalam perkembangannya menuju negara maju di segala bidang, Indonesia diharapkan mampu bersaing dengan negara-negara industri lain di dunia. Peningkatan yang sangat pesat, baik secara kualitas maupun kuantitas juga terjadi dalam industri kimia. Oleh karena itu untuk masa yang akan datang, industri kimia khususnya, perlu dikembangkan agar tidak selalu bergantung pada negara lain.

Phenyl Ethyl Alcohol ($C_8H_{10}O$) merupakan salah satu produk kimia hasil produksi antara (*intermediate*) yang sangat komersial untuk bahan baku industri pembuatan parfum yang cukup potensial. Di samping itu *Phenyl Ethyl Alcohol* juga dapat digunakan sebagai bahan kosmetik, sabun, bahan pengawet, anti bakteri dan lain sebagainya.

Dalam perkembangannya kebutuhan akan *Phenyl Ethyl Alcohol* terus meningkat, tidak lama setelah tahun 1900. Seiring dengan bertambahnya kebutuhan tersebut maka perlu dilakukan pengembangan-pengembangan dalam proses pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* guna meningkatkan hasil dan mutu produk yang lebih baik.

Pendirian pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* akan sangatlah tepat, karena dapat memberikan dampak positif dalam segala bidang, antara lain dibukanya lapangan kerja baru, sehingga dapat menyerap tenaga kerja dan mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia. Di samping itu untuk memenuhi kebutuhan pasar di dalam negeri yang diharapkan dapat meningkatkan devisa negara.

1.2. Kapasitas Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknis dan ekonomis. Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lain yaitu:

1. Prediksi kebutuhan dalam negeri

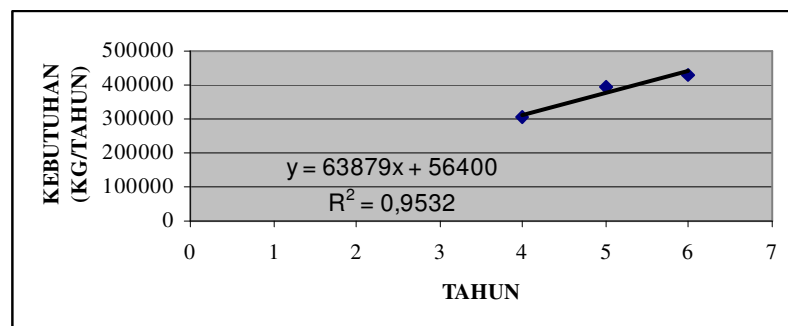
Berdasarkan data impor dari Biro Pusat Statistik di Indonesia dari tahun 1999-2004, kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol* adalah sebagai berikut:

Tabel 1.1 Data Impor *Phenyl Ethyl Alcohol* di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (kg) / Tahun
1	1999	299.801
2	2000	491.549
3	2001	424.380
4	2002	303.743
5	2003	392.140
6	2004	431.501

Sumber (Biro Pusat Statistik Indonesia, data tahun 1999-2004)

Dengan melihat data di atas, jika pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2010 maka perkiraan kapasitas dapat dihitung dengan persamaan *regresi linier*.



Gambar 1.1. Kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol*

Dari gambar 1.1 diperoleh persamaan *regresi linier*:

$$Y = 63.879 X + 56.400$$

Jadi kebutuhan pada tahun 2010 adalah:

$$Y = 63.879 (12) + 56.400$$

= 822.948 kg/tahun

Dari pabrik-pabrik yang sudah beroperasi di berbagai negara diketahui kapasitas produksi pabrik tersebut antara 800-1000 ton/tahun.

(Kirk Othmer, 1982)

Selain itu terdapat beberapa pertimbangan-pertimbangan pendirian pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* di Indonesia antara lain:

- Penghematan devisa negara, hal ini karena Indonesia selalu mengimpor dalam pemenuhan kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol*. Selain itu untuk memacu pertumbuhan industri-industri yang menggunakan bahan *Phenyl Ethyl Alcohol*.
- Menambah devisa negara dengan meningkatkan komoditi ekspor *Phenyl Ethyl Alcohol* untuk memenuhi kebutuhan di luar negeri. Kelebihan hasil produksi nantinya dapat diekspor ke negara tetangga (ASEAN) yang rata-rata juga belum memproduksinya.

2. Ketersediaan bahan Baku

Bahan baku pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* adalah *Ethylene oxide* dan *Benzene*. Bahan baku *Benzene* diperoleh dari PT Pertamina Cilacap, sedangkan bahan baku *Ethylene Oxide* masih mengimpor dari Botany Company Australia.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi adalah hal yang sangat penting dalam perancangan pabrik, karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan. Berdasarkan beberapa pertimbangan maka pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* ini direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Cilacap, yang terletak di daerah Lomanis Cilacap Tengah, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Pertimbangan-pertimbangan tersebut meliputi dua faktor yaitu, faktor utama dan faktor pendukung.

❖ Faktor utama

Faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

1. Sumber bahan baku

Bahan baku pembuatan *phenyl ethyl alcohol* yaitu *benzene* dan *ethylene oxide*. Dimana *benzene* didatangkan dari PT Pertamina Cilacap. Sedangkan untuk *ethylene oxide* diimport dari Botany Company, Australia.

2. Sarana Transportasi

Tersedianya sarana transportasi yang memadai untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk yaitu tersedianya jalan raya dengan kondisi yang baik, dekat Bandara Tunggul Wulung (± 8 km), dekat pelabuhan Tanjung Intan Cilacap (± 7 km), dan tersedia jalur kereta api (Kroya adalah yang terbesar), sehingga proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk baik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun untuk komoditi ekspor tidak mengalami kesulitan Tenaga Kerja

Cilacap adalah satu dari tiga kawasan industri utama di Jawa Tengah (selain Semarang dan Surakarta) yang merupakan daerah industri dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi, sehingga penyediaan tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah disekitarnya, baik tenaga kasar maupun tenaga terdidik.

3. Utilitas

Fasilitas utilitas yang meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN maupun swasta yang sudah masuk ke kawasan Industri ini. Sementara untuk sarana lain seperti air juga tersedia di daerah Cilacap.

❖ Faktor pendukung

Faktor pendukung juga perlu mendapatkan perhatian di dalam pemilihan lokasi pabrik karena faktor-faktor yang ada didalamnya selalu menjadi pertimbangan agar pemilihan pabrik dan proses produksi dapat berjalan lancar. Faktor pendukung ini meliputi:

1. Harga tanah dan gedung dikaitkan dengan rencana di masa yang akan datang
2. Kemungkinan perluasan pabrik
3. Tersedianya fasilitas servis, misalnya di sekitar lokasi pabrik tersebut atau jarak yang relatif dekat dari bengkel besar dan semacamnya
4. Tersedianya air yang cukup
5. Peraturan pemerintah daerah setempat
6. Keadaan masyarakat daerah sekitar (sikap keamanan dan sebagainya)
7. Iklim
8. Keadaan tanah untuk rencana pembangunan dan pondasi
9. Perumahan penduduk atau bangunan lain.

1.4. Tinjauan Pustaka

Phenyl ethyl alcohol adalah suatu senyawa aromatis yang mempunyai sifat berbau harum seperti bunga mawar. Secara alami *phenyl ethyl alcohol* ditemui dalam minyak yang mudah menguap (volatile) pada bunga mawar, bunga jeruk manis, dan daun teh. *Phenyl ethyl alcohol* merupakan senyawa aromatis paling sederhana dan memiliki banyak karakteristik kimia seperti alkohol primer.

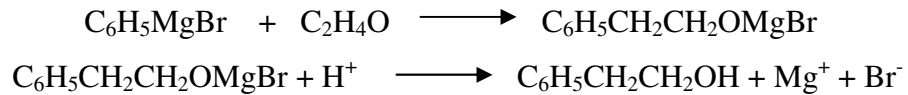
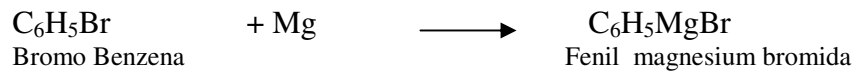
(Kirk Othmer, 1981)

1.4.1 Macam-Macam Proses

Proses pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, antara lain:

1. Reaksi Grignard

Selama 25 tahun terakhir setelah tahun 1990, reaksi Grignard digunakan untuk membuat *Phenyl Ethyl Alcohol*. Akan tetapi reaksi ini hanya dipakai untuk jumlah yang terbatas. Proses Grignard yang digunakan untuk menghasilkan *Phenyl Ethyl Alcohol* mengikuti tahap-tahap reaksi sebagai berikut:



Kondisi operasi :

P = 1 atm

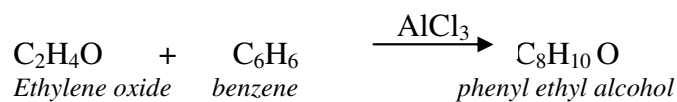
T = 10°C

(Noller, 1957)

2. Reaksi Friedel-Crafts

Ketika *Ethylene Oxide* ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$) secara komersial ditemukan, maka teknik Friedel-Crafts menggeser penggunaan reaksi yang lain. Reaksi Friedel-Crafts pertama kali digunakan oleh Schaarschmidt pada tahun 1925, yaitu dengan mereaksikan *Benzene* (C_6H_6) dan *Ethylene oxide* ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$) dengan menggunakan katalis AlCl_3 .

Reaksi Friedel-Crafts:



Penggunaan *Benzene* berlebih dapat memberi pengaruh pada agitasi yang baik selama proses reaksi.

Kondisi operasi :

P = 1 atm

T = 10°C

(Kirk Othmer, 1981)

Setelah memperhatikan kedua proses tersebut di atas dipilih proses yang kedua, yaitu proses Friedel-Crafts dikarenakan pengadaan bahan baku untuk proses ini lebih mudah dilakukan dari pada proses Grignard karena adanya pabrik yang memproduksi salah satu dari bahan baku yang digunakan yaitu *Benzene* yang diproduksi oleh PT. Pertamina Cilacap, Jawa Tengah dan *Ethylene Oxide* yang diimpor dari Botany Company, Australia. Produk *Phenyl ethyl alcohol* dapat pasaran di industri-industri dalam

negeri, yaitu PT. Lion Wings, PT. Priskila Prima Makmur, PT. Unilever Indonesia, dan lain-lain.

1.4.2 Kegunaan Produk

Phenyl ethyl alcohol, bersama dengan *citronellol* dan *geraniol* adalah bahan dasar dari pembuatan parfum mawar, juga digunakan sebagai bahan tambahan dalam memperkuat suatu aroma. Kira-kira 10-15% *phenyl ethyl alcohol* yang dihasilkan digunakan untuk membuat *acetate*.

1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia

A. Bahan Baku

(1) *Benzene*

a. Sifat fisis :

Rumus Kimia	: C_6H_6
Berat molekul (g/mol)	: 78
Bentuk	: cair
Titik didih 1 atm, °C	: 80
Titik leleh, °C	: 5,530
Densitas (25 °C), kg/m ³	: 882,827
Viskositas (25 °C), cp	: 0,6816
<i>Vapor pressure</i> (25 °C), atm	: 0,12
Suhu kritis (T _c), °C	: 289,01
Tekanan Kritis (P _c), atm	: 48,35
Volume kritis, cm ³ /mol	: 259,0
Tegangan permukaan cairan, N/m (20 °C)	: 0,0289
Panas pembentukan (H _f), kJ/mol	: 82,93
Panas pembakaran (H _c), kJ/mol	: 3,2676 x 10 ³
Panas penggabungan (H _{fus}), kJ/kmol	: 9,866
Panas penguapan (25 °C), kJ/mol	: 33,899

(Kirk Othmer, 1996)

Heat of nitration, kkal/mol : 27

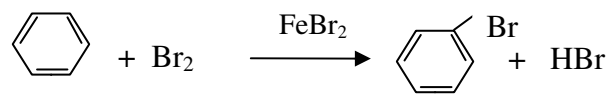
Panas pengkristalan, kkal/mol : 2,35

(Groggins, 1987)

b. Sifat Kimia

II. Halogenasi

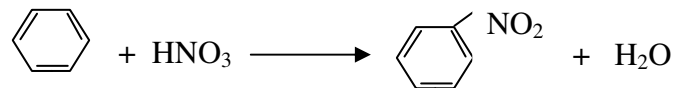
Benzen bereaksi dengan bromin dengan adanya ferri bromid membentuk bromobenzen dan asam bromid.



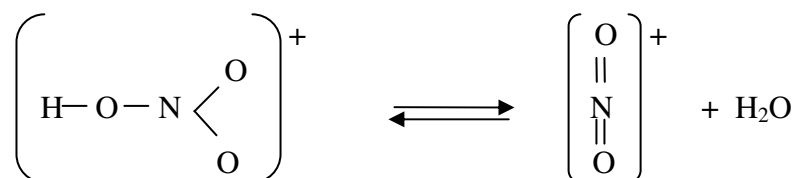
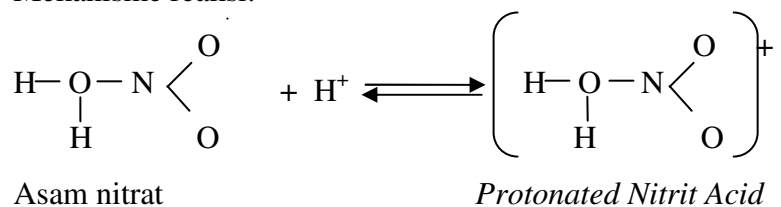
III. Nitration

Benzen bereaksi dengan asam nitrat dengan adanya atau tanpa asam sulfat.

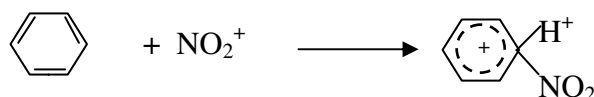
a. Dengan asam nitrat

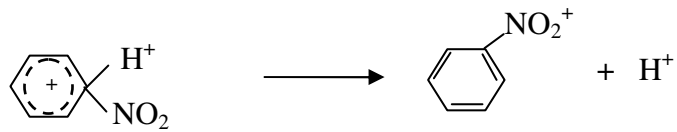


Mekanisme reaksi:

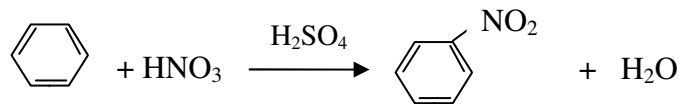


Ion Nitronium

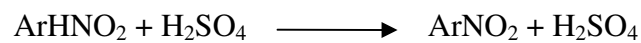
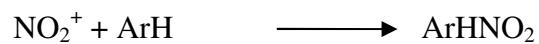




b. Dengan asam campuran ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$)

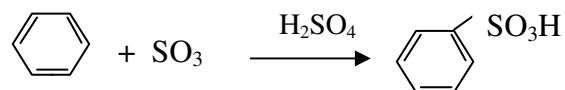


Mekanisme:



IV. Sulfonasi

Benzen bereaksi dengan sulfur trioksida dengan adanya H_2SO_4 membentuk *benzene sulfuric acid*.



(2) Ethylene Oxide

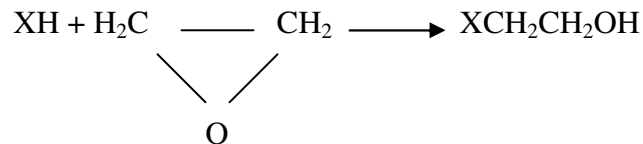
a. Sifat fisis :

Rumus Kimia	: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$
Berat molekul (g/mol)	: 44
Bentuk	: uap
Titik didih 1 atm, °C	: 10,45
Titik beku 1 atm, °C	: -112,6
Densitas (10 °C), kg/m ³	: 887,242
Viskositas (10 °C), cp	: 1,3178
Suhu kritis (Tc), °C	: 196
Tekanan Kritis (Pc), atm	: 71,0
Volume kritis, cm ³ /mol	: 140
Panas penguapan 1 atm, kkal/gmol	: 6,1
Panas peleburan 1 atm, kkal/gmol	: 1,236

b. Sifat Kimia

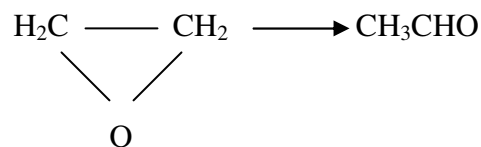
- Reaksi dengan atom hydrogen

Etilen oksida bereaksi dengan atom hydrogen membentuk suatu produk yang mengandung kelompok hidroksietil.



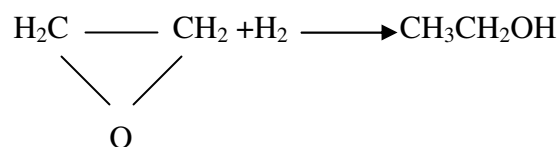
- Isomerisasi katalik menjadi asetaldehid

Dengan menggunakan katalis aluminium oksida, asam fosforik, dan fosfat serta perak pada kondisi tertentu etilen oksida akan terisomerisasi menjadi asetaldehid.



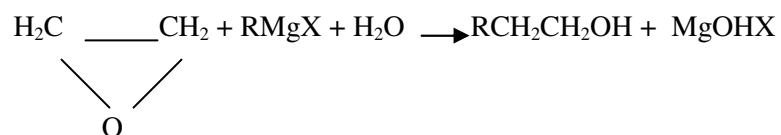
- Reaksi menjadi etanol

Etilen oksida dapat direduksi menjadi etanol dengan bantuan katalis Ni, Cu, Cr dalam aluminium oksida.



- Reaksi dengan *reagent* grignard

Reagent grignard bereaksi dengan etilen oksida membentuk senyawa dengan group hidroksil polimer.

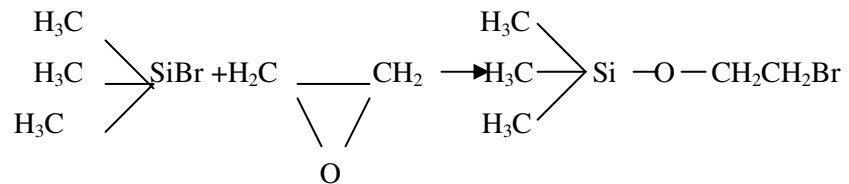


- Oligomerisasi menjadi eter siklik

Etilen oksida beroligomerisasi untuk membentuk polimer siklik yang melibatkan katalis asam lewis.

- Reaksi dengan bromotrimetilsilan

Etilen oksida membentuk bromotrimetilsilan yang merupakan reaksi eksotermis dengan hasil yang memuaskan.



(Holman, 1989)

B. Produk

(1) Phenyl Ethyl Alcohol

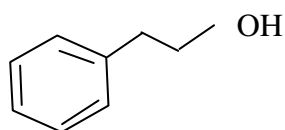
a. Sifat fisis :

Rumus Kimia	: C ₈ H ₁₀ O
Berat molekul (g/mol)	: 122
Bentuk	: cair
Titik didih 1 atm, °C	: 220
Titik leleh, °C	: -27
Densitas (25 °C), kg/mm ³	: 1025,35
Viskositas (25 °C), cp	: 11,2667
Vapor pressure (30°C), kPa	: 0,0133
Suhu kritis (Tc), °C	: 443,4
Tekanan Kritis (Pc), atm	: 33,8

(Kirk Othmer, 1996)

b. Sifat Kimia

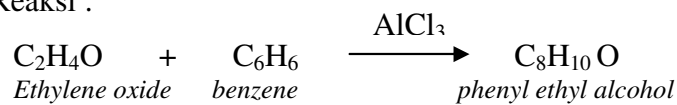
- Mempunyai reaksi karakteristik alkihol utama, pembentuk ester, halides, ether, dll.
- *Phenyl ethyl alcohol* bersama dengan *citronellol* dan *geraniol* membentuk dasar dari parfum tipe mawar.



1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum

Bahan baku berupa *ethylene oxide* 99,9% dan *benzene* 99,9% bersama dengan katalis AlCl_3 diumpankan dari tangki penyimpanan menuju reaktor (R-01) dimana reaktor difungsikan untuk mereaksikan *ethylene oxide* dan *benzene* sehingga terbentuk *Phenyl Ethyl Alcohol*, dengan sifat reaksi *irreversible*, eksotermis pada suhu 10°C dan tekanan 1 atm, kondisi operasi *isothermal non adiabatis*, untuk mempertahankan suhu digunakan pendingin butana yang dilewatkan koil.

Reaksi :



Hasil dari reaktor dilakukan proses pencucian menggunakan *washer* (Ws-01) dan pemisahan menggunakan dekanter (Dk-01) yang kemudian diuapkan menggunakan *evaporator* (Ev-01) yang selanjutnya akan dimurnikan menggunakan menara distilasi (MD-01) untuk memperoleh produk *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan kemurnian 99%, kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan.

BAB II

DISKRIPSI PROSES

2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku

(1) *Benzene*

Rumus molekul	: C_6H_6
Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul, g/gmol	: 78
Kemurnian, min % berat	: 99,90
Impuritas : H_2O , % berat	: 0,10
Densitas (25°C), kg/m^3	: 882,827
Titik didih	: 80°C
Data kelarutan	: Tidak larut dalam air (PT Pertamina, Cilacap)

(2) *Ethylene Oxide*

Rumus molekul	: C_2H_4O
Bentuk	: Uap
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul, g/gmol	: 44
Kemurnian, min % berat	: 99,90
Impuritas: H_2O , % berat	: 0,10
Densitas (10°C), kg/m^3	: 887,242
Titik didih	: 10,45°C
Data kelarutan	: Tidak larut dalam air (Botany Company, Australia)

(3) Alumunium Klorid

Rumus molekul	: AlCl_3
Bentuk	: Kristal
Warna	: Putih
Titik lebur, $^{\circ}\text{C}$	: 194
Berat molekul g/gmol	: 133,5
Kemurnian, min % berat	: 99,30
Impuritas: H_2O , % berat	: 0,70
Densitas, kg/m^3	: 2440
Data kelarutan	:
- Kelarutan dalam air 69,87 kg/100 kg air.	

(www.ChemicalLand21.com)

2.1.2 Spesifikasi Produk

(1) *Phenyl Ethyl Alcohol*

Rumus molekul	: $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$
Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul, g/gmol	: 122
Kemurnian, min % berat	: 99,00
Impuritas : H_2O , % berat	: 1,00
Densitas, kg/m^3	: 1025,35
Titik didih 1 atm, $^{\circ}\text{C}$	: 220

(www.ChemicalLand21.com)

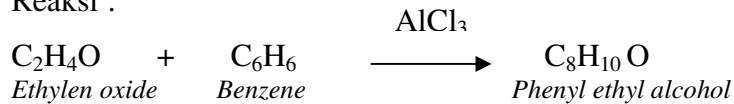
2.2. Konsep Proses

2.2.1 Dasar Reaksi

Proses pembuatan *phenyl ethyl alcohol* dilakukan dalam reaktor *batch*, dimana bahan baku *ethylene oxide* dan *benzene* dimasukkan dari bagian atas reaktor secara bersamaan disertai penambahan katalis, dengan sifat reaksi *irreversible*, non adiabatik, eksotermis pada suhu 10°C dan

tekanan 1 atm, untuk mempertahankan suhu digunakan pendingin butana yang dilewatkan koil.

Reaksi :



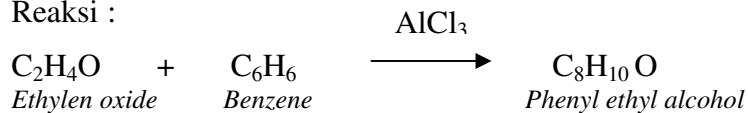
Reaksi ini berjalan secara eksotermis pada suhu 10 °C dan tekanan 1 atm.

(Kirk & Othmer, 1972)

2.2.1. Mekanisme Reaksi

Reaksi pembuatan *phenyl ethyl alcohol* dari *ethylene oxide* dan *benzene* adalah sebagai berikut:

Reaksi :



2.2.2. Kondisi Operasi

Kondisi operasi pada prarancangan pabrik *phenyl ethyl alcohol* ini adalah sebagai berikut :

1. Temperatur = 10-12 °C
2. Tekanan = 1 atm
3. Waktu reaksi = 6 jam
4. Sifat Reaksi = eksotermis
5. Perbandingan umpan *Benzene* : *Ethylene Oxide* : *Alumunium chloride*
= 125 gal : 44 lb : 133,5 lb
6. Konversi = 60 %

(Kirk & Othmer, 1981)

2.2.3. Tinjauan Thermodinamika

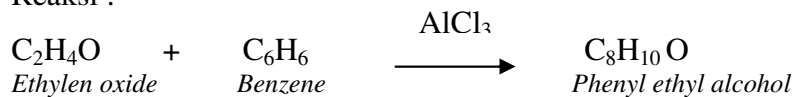
Reaksi pembentukan *phenyl ethyl alcohol*, ditinjau dari segi thermodinamika adalah sebagai berikut :

Table 2.1. Data Panas Pembentukan

Komponen	ΔH_{f298} (kJ/mol)
C_2H_4O	-52,63
C_6H_6	82,93
$C_8H_{10}O$	-121,00

(Perry, 1999)

Reaksi :



$$\Delta H_{f298\text{reaksi}} = \Delta H_{f298\text{produk}} - \Delta H_{f298\text{reaktan}}$$

$$\Delta H_{f298\text{reaksi}} = -121,00 - (-52,63 + 82,93)$$

$$= -151,300 \text{ kJ/mol}$$

$$= -151300 \text{ kJ/kmol} \times 0,87 \text{ kmol}$$

$$= -132089 \text{ kJ}$$

Dari perhitungan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa reaksi antara *ethylene oxide* dan *benzene* untuk menghasilkan *phenyl ethyl alcohol* adalah reaksi eksotermis, karena harga ΔH_f yang negatif.

Untuk mengetahui sifat reaksi searah atau bolak balik dapat dilihat dari harga kesetimbangan kimia yang dipengaruhi oleh energi bebas Gibbs.

Data :

Tabel 2.2. Data Energi Bebas Gibbs

Komponen	$\Delta G_f^{\circ}{}_{298}$ (kJ/mol)
C_2H_4O	-13,10
C_6H_6	129,66
$C_8H_{10}O$	-2,85

(Yaws, 1999)

$$\Delta G_f^{\circ}{}_{298} = \Delta G_f^{\circ}{}_{\text{produk}} - \Delta G_f^{\circ}{}_{\text{reaktan}}$$

$$= (-2,85) - (-13,10 + 129,66)$$

$$= -119,41 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G_f^\circ_{298} = -119410 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$\ln K = \Delta G^\circ / -RT$$

$$= \frac{-119410 \text{ kJ/kmol}}{-8,314 \text{ kJ/kmol}^\circ\text{K} \cdot 298^\circ\text{K}}$$

$$\ln K = 48,196$$

$$K_{298} = 8,5393 \cdot 10^{20}$$

$$\text{Pada } T \text{ operasi } 10^\circ\text{C} = 283^\circ\text{K}$$

$$\ln \frac{K}{K_{298}} = \frac{-\Delta H}{R} \cdot \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right]$$

$$\ln \frac{K}{8,5393 \cdot 10^{20}} = -\frac{151300}{8,314} \cdot \left[\frac{1}{283} - \frac{1}{298} \right]$$

$$\ln \frac{K}{8,5393 \cdot 10^{20}} = \frac{151300}{8,314} \cdot \frac{(283 - 298)}{(283 \cdot 298)} = -3,2368$$

$$\ln K - \ln 8,5393 \cdot 10^{20} = -3,237$$

$$\ln K - 42,8935 = -3,237$$

$$\ln K = -3,237 + 42,8935$$

$$= 39,6565$$

$$K = 1,6695 \cdot 10^{17}$$

Terlihat bahwa harga K untuk reaksi tersebut sangat besar, sehingga reaksi akan berjalan ke kanan (*irreversible*).

(Smith.J.M & Van Ness H.C,1996.)

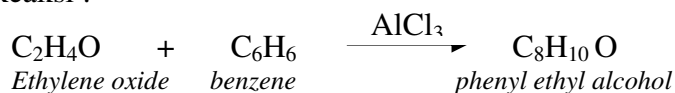
2.2.4. Langkah Proses

Bahan baku berupa *ethylene oxide* disimpan pada fase cair pada suhu dibawah suhu lingkungan ($T=10^\circ\text{C}$, $P=1\text{atm}$) dalam tangki bola yang dilengkapi dengan refrigeran, digunakan pendingin butana untuk mengkondisikan suhu 10°C . Bahan baku berupa *ethylene oxide* akan dipompakan dengan pompa-03 (P-03) menuju reaktor. Bersamaan dengan itu dialirkan *benzene* yang disimpan pada fase cair, suhu dan tekanan lingkungan dalam tangk silinder tegak dengan tutup berbentuk kurucut

(conical), dimana *benzene* akan dialirkan dengan pompa-04 (P-04). Demikian juga diumpankan katalis *aluminium chloride* yang berfase padat yang disimpan dalam silo (SL-01) pada suhu dan tekanan lingkungan, selanjutnya diangkut dengan *belt conveyer* dan *bucket elevator* diumpankan menggunakan *feeder* menuju reaktor.

Reaktor difungsikan untuk mereaksikan *ethylene oxide* dan *benzene* dengan menggunakan katalis *aluminium chloride* untuk memperoleh produk *Phenyl Ethyl Alcohol*. Dengan reaksi *irreversible*, eksotermis kondisi operasi reaktor dioperasikan secara *batch* dengan suhu 10 °C dan tekanan 1 atm, *isothermal non adiabatis*. Dimana untuk mempertahankan suhu reaksi digunakan pendingin butana yang dilewatkan koil.

Reaksi :



Setelah konversi yang diinginkan tercapai sampai 99,9% produk dikeluarkan dengan menggunakan pompa-05 (P-05) menuju tangki penampung (TP-01) yang berfungsi untuk menampung produk keluar reaktor sementara. Produk selanjutnya dialirkan dengan pompa-06 (P-06) menuju *wash tank* (Ws-01) yang berfungsi sebagai tempat pencuci produk keluar reaktor dengan melarutkan kandungan katalis, selanjutnya dialirkan dengan pompa-08 (P-08) menuju dekanter (Dk-01) yang berfungsi untuk memisahkan produk dan sisa reaktan *ethylene oxide* dan *benzene* dimana produk atas *ethylene oxide* dan *benzene* tidak larut dalam air berdasarkan densitasnya. Produk atas yang berupa *ethylene oxide* dan *benzene* dialirkan dengan pompa-09 (P-09) menuju tangki penampung (TP-02) yang berfungsi untuk menampung sisa reaktan *ethylene oxide* dan *benzene* yang dialirkan sebelum direaksikan kembali menuju reaktor.

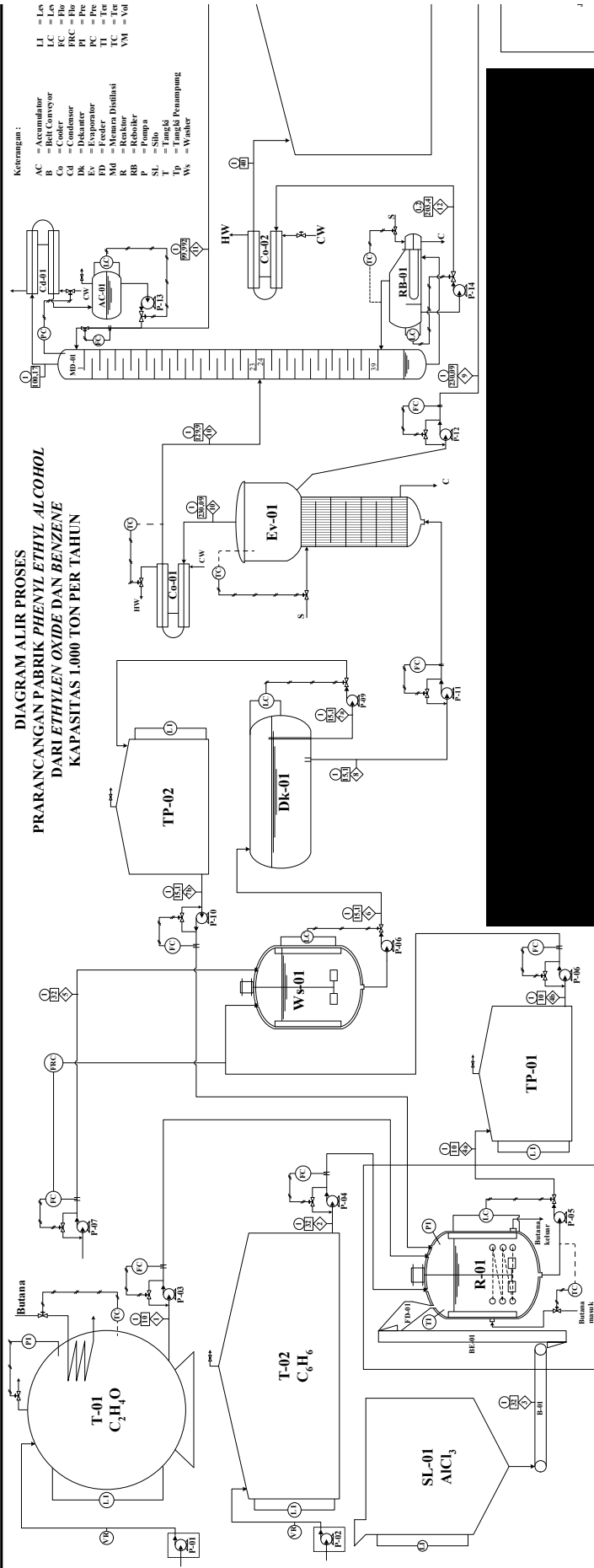
Produk bawah dekanter (Dk-01) akan dialirkan dengan pompa-11 (P-11) menuju evaporator (Ev-01) yang berfungsi untuk menguapkan produk *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan proses pemanasan menggunakan pemanas *steam* yang dilewatkan dalam shell. Bahan baku yang tidak teruapkan dalam

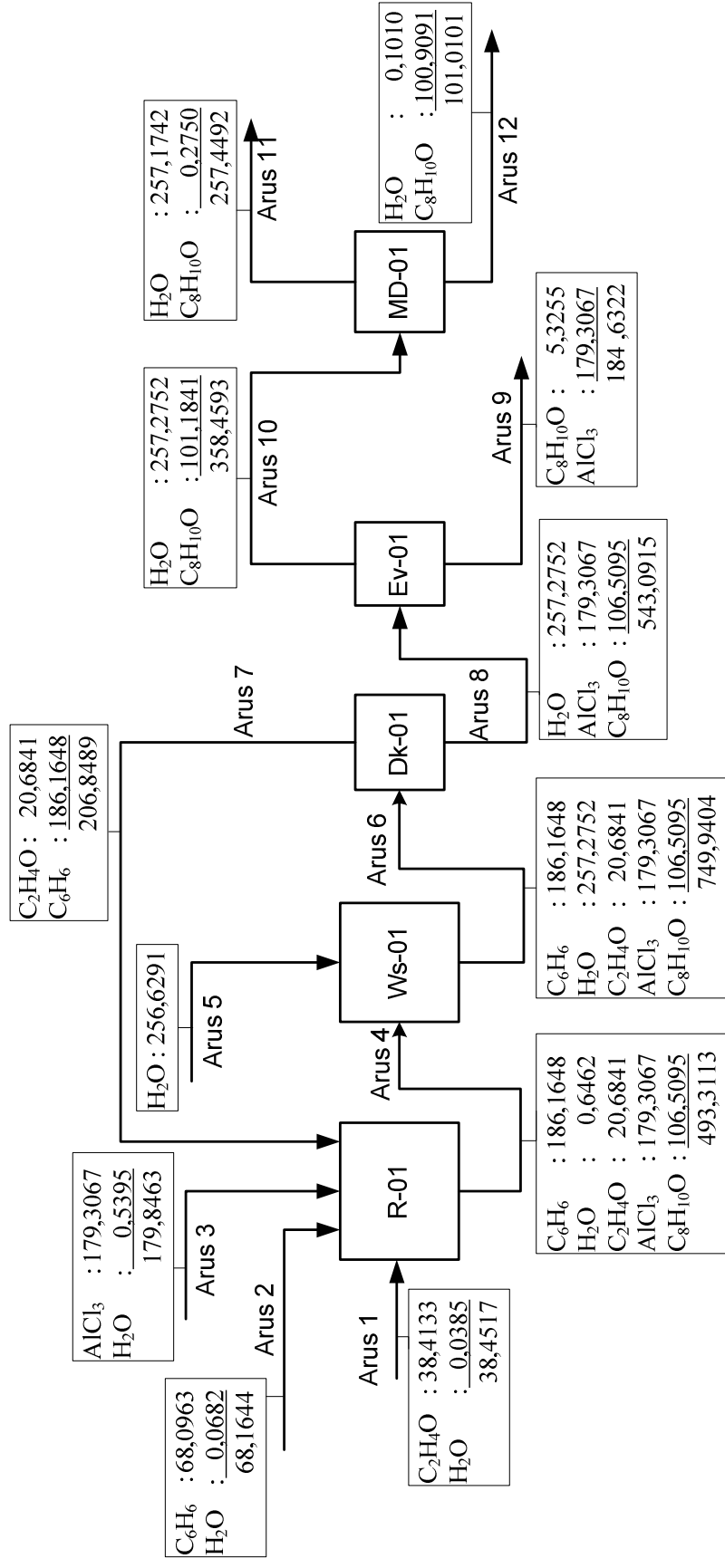
bentuk lelehan akan dialirkan menuju *unit regeneration* dengan pompa-12 (P-12). Produk uap yang terdiri dari *Phenyl Ethyl Alcohol* dan air akan didinginkan dengan cooler (Co-01) dan diumpankan menuju menara distilasi (MD-01), yang berfungsi untuk memurnikan *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan memisahkan kandungan airnya. Produk atas menara distilasi (MD-01) yang berupa uap akan dikondensasikan dengan *condenser* (Cd-01), hasil kondensasi akan diyampung dalam acumulator (AC-01) sebagian digunakan untuk refluk dan sebagian lagi berupa air akan dialirkan menuju unit pengolahan limbah. Produk bawah menara distilasi (MD-01) yang berupa cairan akan dialirkan menuju reboiler (RB-01) yang berfungsi untuk menguapkan sebagian cairan, dimana cairan yang teruapkan akan dikembalikan menuju MD-01. Dan sebagian yang tidak teruapkan akan sebagai produk bawah MD-01, dialirkan dengan pompa-14 (P-14) dan didinginkan dengan menggunakan cooler (Co-02) sampai suhu lingkungan dan ditampung menggunakan tangki penampung produk (TP-03) dengan tutup *conical* dan siap untuk dipasarkan.

2.2.5. Diagram Alir Proses

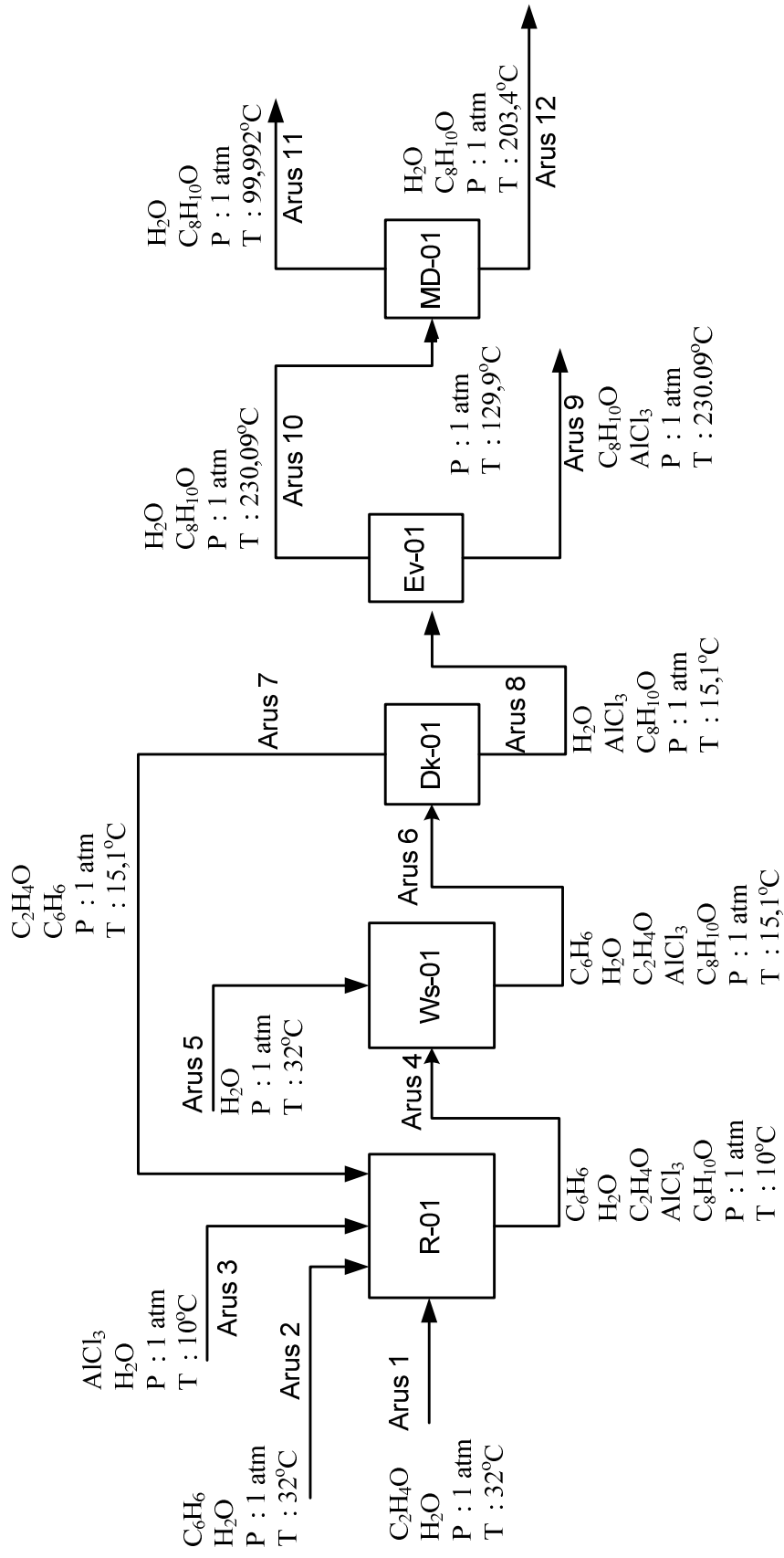
Diagram alir proses pembuatan *Phenyl ethyl alcohol* dapat dilihat pada halaman: 20.

DIAGRAM ALIR PROSES
PRARANCANGAN PABRIK PHENYL ETHYL ALCOHOL
DARI ETHYLEN OXIDE DAN BENZENE
KAPASITAS 1.000 TON PER TAHUN





Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif

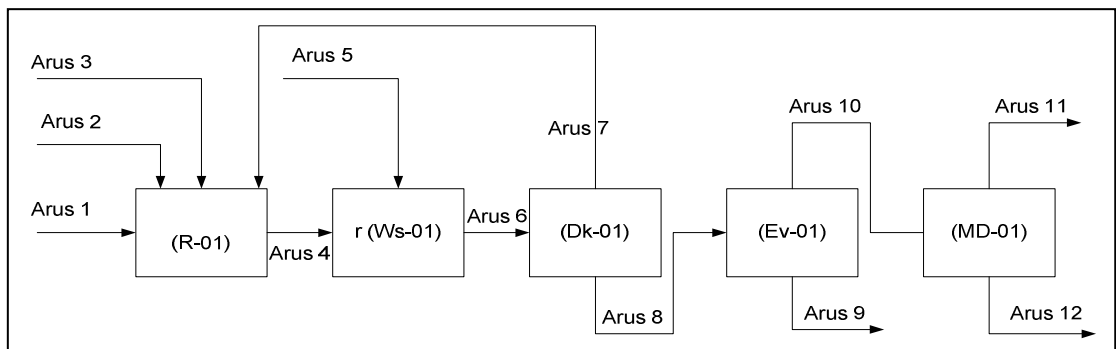


Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif

2.3. Neraca Massa

1. Kapasitas perancangan = 1000 ton/tahun
2. Waktu operasi dalam 1 tahun = 330 hari
3. Kapasitas perancangan per jam =

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= 1000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 126,2626 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$



Gambar 2.4. Diagram Alir Neraca Massa

Tabel 2.3 Tabel Alir Massa

Komponen	Nomor Arus											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C ₆ H ₆	-	v	-	v	-	v	v	-	-	-	-	-
C ₂ H ₄ O	v	-	-	v	-	v	v	-	-	-	-	-
AlCl ₃	-	-	v	v	-	v	-	v	v	-	-	-
H ₂ O	v	v	v	v	v	v	-	v	-	v	v	v
C ₈ H ₁₀ O	-	-	-	v	-	v	-	v	v	v	v	v

1. Neraca Massa di Sekitar Reaktor (R-01)

Tabel 2.4. Neraca Massa di Sekitar Reaktor (R-01)

komponen	Masuk (kg/jam)				Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 7	Arus 4
C ₆ H ₆		85,1203		232,7061	232,7061
H ₂ O	0,0481	0,0852	0,6744		0,8077
C ₂ H ₄ O	48,0166			25,8551	25,8551
AlCl ₃			224,1334		224,1334
C ₈ H ₁₀ O					133,1369
Subtotal	48,0647	85,2055	224,8078	258,5611	616,6392
Total	616,6392				616,6392

1. Neraca Massa di Sekitar Washer

Tabel 2.5. Neraca Massa di Sekitar Washer

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
C ₆ H ₆	232,7061		232,7061
H ₂ O	0,8077	320,7863	321,5940
C ₂ H ₄ O	25,8551		25,8551
AlCl ₃	224,1334		224,1334
C ₈ H ₁₀ O	133,1369		133,1369
Subtotal	616,6392	320,7863	973,4255
Total	973,4255		973,4255

3. Neraca Massa di Sekitar Dekanter

Tabel 2.6. Neraca Massa di Sekitar Dekanter

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 6	Arus 7	Arus 8
C ₂ H ₄ O	25,8551	25,8551	
C ₆ H ₆	232,7061	232,7061	
H ₂ O	321,5940		321,5940
C ₈ H ₁₀ O	133,1369		133,1369
AlCl ₃	224,1334		224,1334
Subtotal	937,4255	258,5611	678,8644
Total	937,4255	937,4255	

4. Neraca Massa di Sekitar Evaporator

Tabel 2.7. Neraca Massa di Sekitar Evaporator

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
H ₂ O	321,5940		321,5940
C ₈ H ₁₀ O	133,1369	6,6568	126,4801
AlCl ₃	224,1334	224,1334	
Subtotal	678,8644	230,7903	448,0741
Total	678,8644	678,8644	

5. Neraca Massa di Sekitar Menara Distilasi

Tabel 2.8. Neraca Massa di Sekitar Menara Distilasi

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 12
H ₂ O	321,5940	321,4678	0,1263
C ₈ H ₁₀ O	126,4801	0,3437	126,1364
Subtotal	448,0741	321,8115	126,2626
Total	448,0741	448,0741	

7. Neraca Massa Total

Tabel 2.9. Neraca Massa Total

Massa Masuk (kg/jam)		Massa Keluar (kg/jam)	
Arus 1	48,0647	Arus 9	230,7903
Arus 2	85,2055	Arus 11	321,8115
Arus 3	224,8078	Arus 12	126,2626
Arus 5	320,7863		
	678,8644		678,8644

2.4. Neraca Panas

1. Neraca Panas di Sekitar Reaktor (R-01)

Tabel 2.10. Neraca Panas di Sekitar Reaktor (R-01)

Komponen	Masuk (kJ/jam)				Keluar (kJ/jam) Arus 4
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 7	
C ₆ H ₆		12.642,8771		34.563,7059	34.563,7059
H ₂ O	17,6363	31,2644	247,4656		296,3663
C ₂ H ₄ O	8.203,3956			4.417,2130	4.417,2130
AlCl ₃			359.866,3143		359.866,3143
C ₈ H ₁₀ O					21.418,8724
Subtotal	8.221,0319	12.674,1415	360.113,7799	38.980,9189	420.562,4719
Panas reaksi		1.403.449			
Pendingin					1.402.876,11
Total	1.823.438,8721				1.823.438,8721

2. Neraca Panas di Sekitar Washer

Tabel 2.11. Neraca Panas di Sekitar Washer

Komponen	Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam) Arus 6
	Arus 4	Arus 5	
C ₆ H ₆	4.066,32		6.141,79
H ₂ O	34,87	43.712,01	20.876,78
C ₂ H ₄ O	519,67		785,19
AlCl ₃	42.337,21		61.583,44
C ₈ H ₁₀ O	2.519,87		3.802,73
Subtotal	49.477,94	43.712,01	93.189,94
Total	93.189,94		93.189,94

3. Neraca Panas di Sekitar Dekanter

Tabel 2.12. Neraca Panas di Sekitar Dekanter

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)	
C ₂ H ₄ O	785,19	785,19	
C ₆ H ₆	6.141,79	6.141,79	
H ₂ O	20.876,78		20.876,78
C ₈ H ₁₀ O	3.802,73		3.802,73
AlCl ₃	61.583,44		61.583,44
Subtotal	93.189,94	6.926,98	86.262,96
Total	93.189,94	93.189,94	

3. Neraca Panas di Sekitar Evaporator

Tabel 2.13. Neraca Panas di Sekitar Evaporator

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)	
H ₂ O	20.876,78	325.420,600	
C ₈ H ₁₀ O	3.802,73	60.912,847	3.205,939
AlCl ₃	61.583,44		276.513,742
Subtotal	86.262,96	386.333,447	279.719,681
Penguapan		618.271,832	
Pemanas	1.198.062,0		
Total	1.284.324,96	1.284.324,96	

4. Neraca Panas di Sekitar Cooler-01

Tabel 2.14. Neraca Panas di Sekitar Cooler-01

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
H ₂ O	291.310,4829	143.327,6858
C ₈ H ₁₀ O	54.972,2782	26.574,9451
Subtotal	346.282,7611	169.902,6309
Pemanas		176.380,13
Total	346.282,7611	346.282,7611

5. Neraca Panas di Sekitar Menara Distilasi

Tabel 2.15. Neraca Panas di Sekitar Menara Distilasi

Komponen	Umpan (kJ/jam)	Distilat (kJ/jam)	Bottom (kJ/jam)
H ₂ O	143.327,6858	102.225,55	98,09
C ₈ H ₁₀ O	26.574,9451	51,02	46.902,04
Subtotal	169.902,6309	102.276,57	47.000,13
Kondensor		815.127,9	
Reboiler	794.501,98		
	964.404,61	964.404,61	

6. Neraca Panas di Sekitar Cooler-02

Tabel 2.16. Neraca Panas di Sekitar Cooler-02

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
H ₂ O	111,4844	21,4658
C ₈ H ₁₀ O	52.826,4649	95.85,6794
Subtotal	52.937,9494	9.607,1452
Pemanas		43.330,80
Total	52.937,9494	52.937,9494

2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan

2.5.1. Tata Letak Pabrik

Tata letak merupakan pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting dalam mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran dari para pekerja dan keselamatan proses.

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

1. **Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan**

Perluasan pabrik ini harus sudah masuk dalam perhitungan sejak awal supaya masalah kebutuhan tempat tidak timbul di masa yang akan datang. Sejumlah area khusus harus sudah disediakan untuk menambah kapasitas pabrik ataupun untuk mengolah produksinya sendiri untuk menjadi produk lain.

2. **Keamanan**

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap atau gas beracun harus diperhatikan dalam penempatan alat-alat pengaman seperti hidran dan penampung air yang cukup. Tangki penyimpan bahan atau produk yang berbahaya harus diletakkan di area yang khusus serta perlu adanya jarak antar bangunan. Hal ini dimaksudkan guna memberikan pertolongan dan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

3. **Luasan areal yang tersedia**

Harga tanah merupakan faktor yang sangat menentukan kemampuan suatu pabrik untuk menyediakan area tanah. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga terlalu tinggi maka perlu efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga tak menutup kemungkinan peralatan tertentu

ditempatkan di atas peralatan yang lain atau lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar dapat menghemat tempat.

4. Instalasi dan utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, *steam*, dan listrik akan membantu mempermudah kerja dan peralatannya. Penempatan peralatan proses sedemikian rupa sehingga petugas dengan mudah mencapainya dan dapat menjamin kelancaran operasi.

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

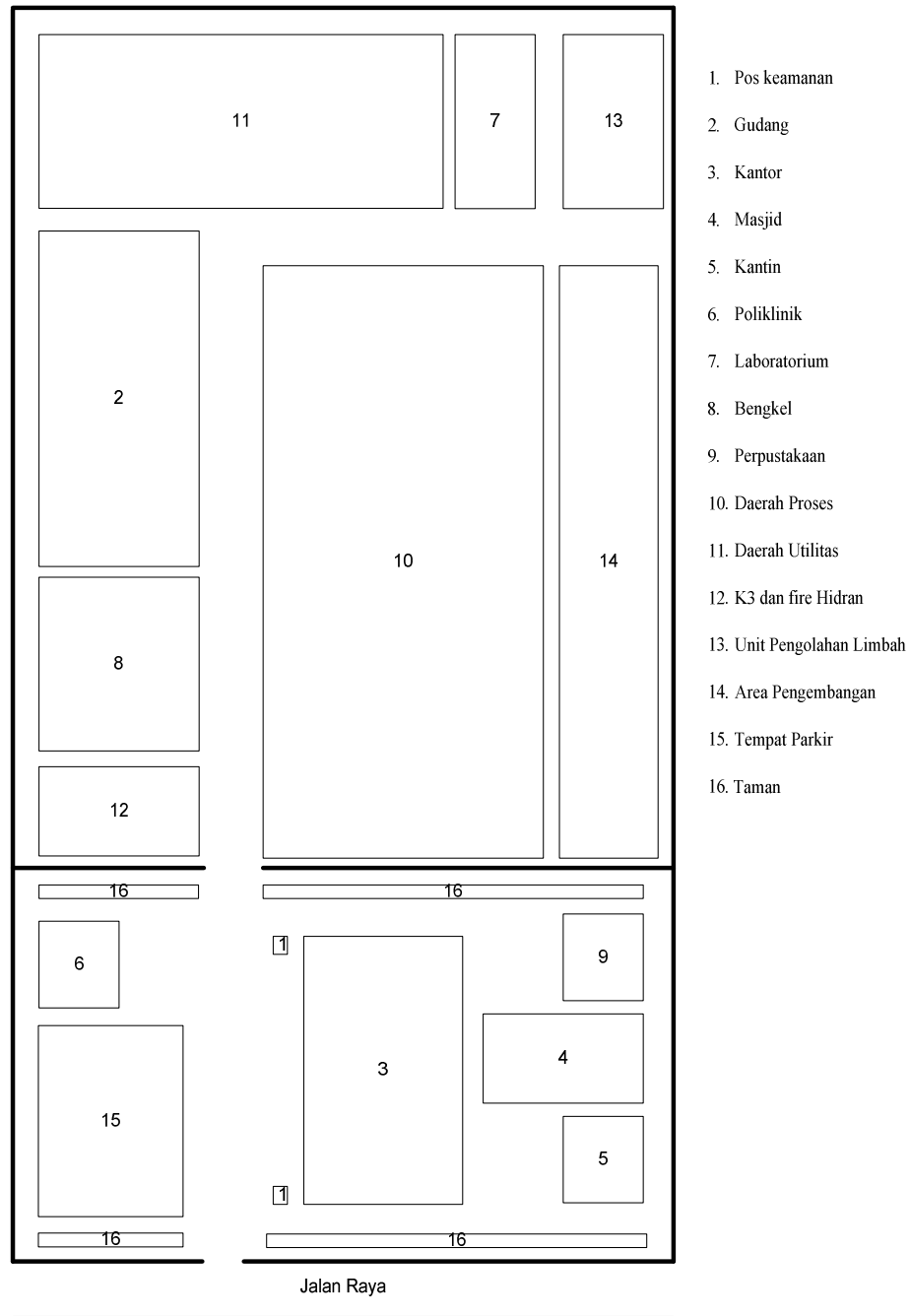
- (1) Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium, dan ruang kontrol

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol merupakan pusat pengendalian proses serta produk yang akan dijual.

- (2) Daerah proses, merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung.
- (3) Daerah pergudangan umum, bengkel, dan garasi.
- (4) Daerah utilitas, merupakan daerah tempat penyediaan air, *steam*, listrik, bahan bakar, dan udara tekan dipusatkan.

Tabel. 2.17. Luas Bangunan Pabrik

No	Bangunan	Ukuran	Luas (m ²)
1	Pos Keamanan	2 x (3 x 3)	18
2	Gudang	30 x 25	750
3	Kantor	30 x 20	600
4	Masjid	20 x 10	200
5	Kantin	10 x 10	100
6	Poliklinik	10 x 10	100
7	Laboratorium	20 x 10	200
8	Bengkel	20 x 20	400
9	Perpustakaan	10 x 10	100
10	Daerah Proses	75 x 60	4500
11	Daerah Utilitas	60 x 20	1200
12	K3 dan fire hidran	20 x 10	200
13	UPL	20 x 15	300
14	Area Pengembangan	58.06 x 35	2032
15	Tempat Parkir	25 x 20	500
16	Taman	2 x (75 x 2)	300
Jumlah			11500



Gambar. 2.5. Tata Letak Pabrik

2.5.2. Tata Letak Peralatan

Tata letak peralatan adalah tempat kedudukan alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga kelancaran produksi bisa terjamin dan karyawan akan mendapatkan kepuasan kerja sehingga semangat kerja bisa ditingkatkan demikian juga produktivitas kerjanya. Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang harus yang dipertimbangkan, yaitu:

1. Aliran bahan baku dan produk

Aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar dan kelancaran serta keamanan produksi dapat dijamin. Perlu juga diperhatikan elevasi pipa, untuk pemipaan di permukaan tanah harus diperhatikan sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran udara

Aliran udara didalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya *stagnasi* (pemampatan) udara pada suatu tempat yang dapat membahayakan keselamatan kerja. Di samping itu juga diperhatikan arah hembusan angin.

3. Cahaya

Penerangan pada seluruh area pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu diberikan penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia

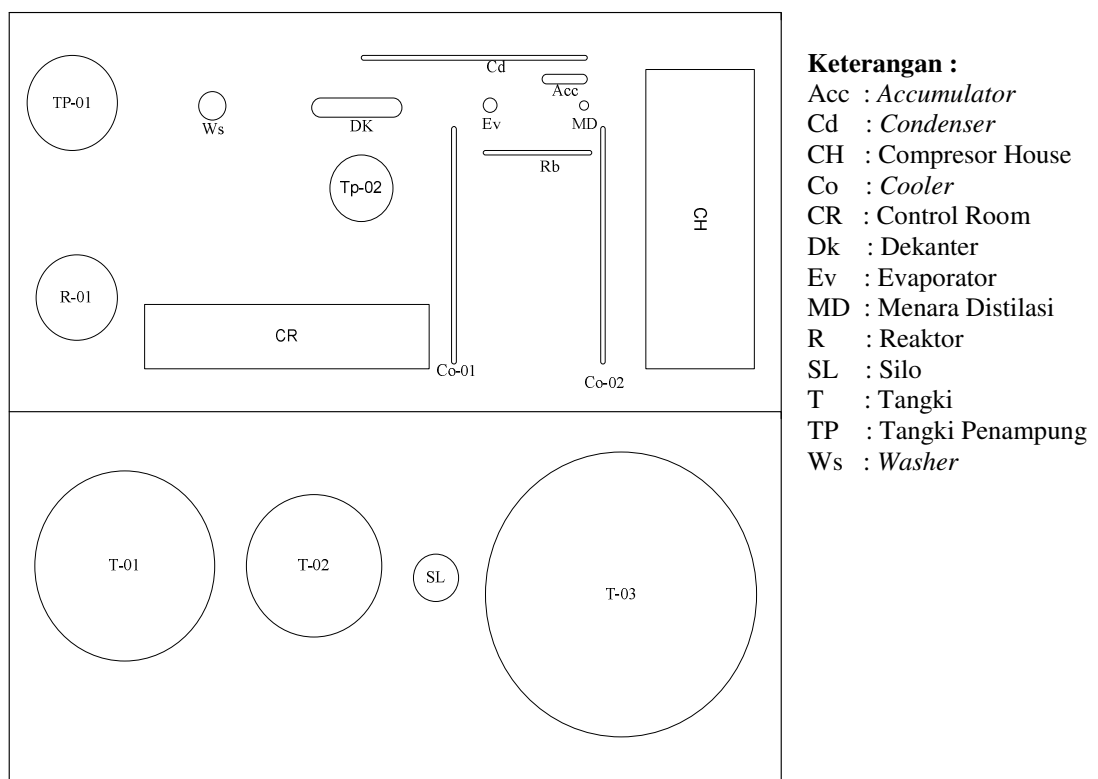
Perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh area proses dengan cepat dan mudah sehingga jika terjadi gangguan pada peralatan proses dapat segera diperbaiki. Selain itu keamanan seluruh pekerja harus diprioritaskan.

5. Biaya operasi

Dalam penempatan alat-alat proses pada pabrik agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang memiliki tekanan dan suhu tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya sehingga jika terjadi ledakan atau kebakaran tidak membahayakan alat proses yang lain.



Skala : 1 : 550

Gambar. 2.6. Tata Letak Peralatan

BAB III

SPESIFIKASI ALAT

3.1. Accumulator

Kode	: Acc-01
Fungsi	: Menampung sementara kondensat sebanyak 321,8115 kg/jam dan menjaga kestabilan distilat dan refluk.
Jenis	: <i>Horizontal drum</i>
Spesifikasi	:
a. Tekanan	: 1 atm
b. Suhu	: 100,1574°C
c. Volume	: 0,0575 m ³
d. Panjang	: 1,0776 m
e. Diameter	: 0,3048 m
f. Tebal <i>shell</i>	: 0,0048 m (³ / ₁₆ in)
g. Tebal <i>head</i>	: 0,0048 m (³ / ₁₆ in)
h. Tinggi <i>head</i>	: 0,0925 m
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Harga Alat	: US \$ 1.995,25

3.2. Belt Conveyor

Kode	: BC-01
Fungsi	: Mengangkut Alumunium Chloride dari Silo (SL-01) menuju Reaktor (R-01) sebesar 224,8078 kg/jam .
Panjang	: 16 m
Kapasitas	: 247,2886 kg/jam
HP motor	: 5 Hp

Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Cast steel</i>
Harga Alat	: US \$ 12.636,58

3.3. *Bucket Elevator*

Kode	: BE-01
Fungsi	: Mengangkut Alumunium Chloride dari Silo (SL-01) menuju Reaktor (R-01) sebesar 224,8078 kg/jam.
Tinggi Elevasi	: 6 m
Kapasitas	: 247,2886 kg/jam
HP motor	: 0,5 Hp
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Cast steel</i>
Harga Alat	: US \$ 24.164,70

3.4. *Condenser*

Kode	: Cd-01
Fungsi	: Mengkondensasikan produk atas MD-01 sebanyak 321,8115 kg/jam.
Jenis	: <i>double pipe</i>
Spesifikasi	:
Beban panas	: 815.118,4829 kJ/jam
Luas transfer panas	: 6,13141 m ² (65,9980 ft ²)
<i>Fouling factor</i>	: 0,00367 Jam ft ² °F/btu
Dimensi	:
a. <i>Annulus</i>	
IPS	: 0,0508 m (2 in)
OD	: 0,0605 m (2,38 in)
ID	: 0,0525 m (2,067 in)

b. *Inner pipe*

IPS	: 0,0318 m (1 ¹ / ₄ in)
OD	: 0,0422 m (1,66 in)
ID	: 0,0351 m (1,38 in)
Panjang	: 3,6576 m (12 ft)
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Harga Alat	: US \$ 15.186,07

3.5.Cooler

3.5.1. Cooler (CO-01)

Kode	: Co-01
Fungsi	: menurunkan suhu produk atas Evaporator (Ev-01) dari suhu 230°C menjadi 130°C sebanyak 448,0741 kg/jam sebelum diumpankan menuju Menara Distilasi (MD-01)
Jenis	: <i>Double Pipe</i>
Spesifikasi	:
Beban Panas	: 176.380,13 kJ/jam
Luas transfer panas	: 0,6154 m ² (6,6246 ft ²)
<i>Fouling factor</i>	: 0,00356 jam ft ² °F/Btu
Dimensi	:

Annulus Pipe

a) IPS	: 0,0508 m (2 in)
b) OD	: 0,0605 m (2,38 in)
c) ID	: 0,0525 m (2,067 in)

Inner Pipe

a) IPS	: 0,0318 m (1 ¼ in)
--------	---------------------

b) OD	: 0,0422 m (1,66 in)
c) ID	: 0,0351 m (1,38 in)
Panjang	: 3,6576 m (12 ft)
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Harga Alat	: US \$ 6.539,99

3.5.2. Cooler (CO-02)

Kode	: Co-02
Fungsi	: menurunkan suhu produk yang keluar dari Menara Distilasi (MD-01) dari suhu 203°C menjadi 40°C sebanyak 126,2626 kg/jam sebelum ditampung di Tangki Produk (T-03)
Jenis	: <i>Double Pipe</i>
Spesifikasi	:
Beban Panas	: 43.330,80kJ/jam
Luas transfer panas	: 0,386 m ² (4,1546 ft ²)
<i>Fouling factor</i>	: 0,00381 jam ft ² °F/Btu
Dimensi	:

Annulus Pipe

a) IPS	: 0,0508 m (2 in)
b) OD	: 0,0605 m (2,38 in)
c) ID	: 0,0525 m (2,067 in)

Inner Pipe

a) IPS	: 0,0318 m (1 ¼ in)
b) OD	: 0,0422 m (1,66 in)
c) ID	: 0,0351 m (1,38 in)

Panjang	: 3,6576 m (12 ft)
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Harga Alat	: US \$ 5.209,82

3.6. *Washer*

Kode	: Ws-01
Fungsi	: Sebagai tempat pencuci produk keluar reaktor dengan melarutkan kandungan katalis
Jenis	: Silinder tegak
Spesifikasi	:
a. Tekanan	: 1 atm
b. Suhu	: 15,127 °C
c. Volume <i>Washer</i>	: 0,2649m ³
d. Tinggi <i>Washer</i>	: 1,0064 m
e. Diameter <i>Washer</i>	: 0,6604 m
f. Tebal <i>shell</i>	: 0,0048 m (³ / ₁₆ in)
g. Tebal <i>head</i>	: 0,0048 m (³ / ₁₆ in)
h. Tinggi <i>head</i>	: 0,1730 m
Pengaduk	:
Jenis	: Turbin dengan 6 <i>blade disk</i> standar
Diameter	: 0,2201 m
Jarak Pengaduk	: 0,2201 m
Tinggi Pengaduk	: 0,0440 m
Lebar Pengaduk	: 0,0550 m
Lebar <i>Baffle</i>	: 0,0660 m
Kecepatan	: 330 rpm
Daya	: 1,5 Hp
Jumlah pengaduk	: 1 buah
Jumlah <i>Washer</i>	: 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon Steel*
Harga Alat : US \$ 3.657,96

3.7. *Dekanter*

Kode : Dk-01
Fungsi : Memisahkan produk Reaktor sebanyak 937,426 kg/jam menjadi fase organik sebanyak 258,561 kg/jam dan fase anorganik sebanyak 678,864 kg/jam
Jenis : *Continuous Gravity Decanter Silinder Horizontal*
Spesifikasi :
a) Tekanan : 1 atm
b) Suhu : 15°C
c) Volume : 0,26 m³ (9,1737 ft³)
d) Panjang : 2,2314 m
e) Diameter : 0,3988 m
f) Tebal *shell* : 0,0048 m (³/₁₆ in)
g) Tebal *head* : 0,0048 m (³/₁₆ in)
h) Tinggi *head* : 0,11856 m
Jumlah : 1 buah
Bahan konstruksi : *Carbon Steel*
Harga Alat : US \$ 997,63

3.8. *Evaporator*

Kode : Ev-01
Fungsi : Menguapkan kandungan air dan produk dari Dekanter (Dc-01) sebanyak 678,8644 kg/jam dengan menguapkannya sebanyak 448,0741 kg/jam.

Tipe	: <i>Single effect evaporator</i>
Kondisi operasi	:
1) Suhu <i>steam</i>	: 240 °C
2) Suhu bahan masuk	: 15 °C ; 1 atm
3) Suhu bahan keluar	: 230,1 °C ; 1 atm
Tinggi	: 5,5255 m
Diameter	: 0,3674 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,0048 m (³ / ₁₆ in)
Tebal <i>head</i>	: 0,0048 m (³ / ₁₆ in)
Tinggi <i>head</i>	: 0,1719 m
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Harga Alat	: US \$ 62.517,84

3.9. Menara Distilasi

Kode	: MD-01
Fungsi	: Memisahkan produk <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i> dengan Air sebesar 126,2626 kg/jam.
Jenis	: <i>Sieve Tray</i>
Bentuk <i>head</i>	: <i>Torispherical head</i>
Tekanan	: 1 atm
Umpan masuk	:
Suhu <i>bubble point</i>	: 100 °C
Suhu <i>dew point</i>	: 130 °C
Kolom distilasi atas	:
Suhu <i>bubble point</i>	: 100 °C
Suhu <i>dew point</i>	: 100 °C
Kolom distilasi bawah	:

Suhu <i>bubble point</i>	: 203,44 °C
Suhu <i>dew point</i>	: 207,43 °C
Diameter menara	: 0,5056 m
Tinggi menara	: 18,4902 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,0048 m (³ / ₁₆ in)
Tebal <i>head</i>	: 0,0048 m (³ / ₁₆ in)
Tinggi <i>head</i>	: 0,15191 m
Jumlah <i>plate</i>	: 39 buah
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Harga Alat	: US \$ 326.999,34

4.1. Pompa

4.1.1 Pompa (P-01)

Kode	: P-01
Fungsi	: Mengalirkan bahan baku C ₂ H ₄ O dari truk pengangkut menuju tangki penyimpanan
Jenis	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 64,0072 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	:
a) <i>Velocity head</i>	: 0 ft lbf/lbm
b) <i>Static head</i>	: 14 ft lbf/lbm
c) <i>Pressure head</i>	: 3,9565 ft lbf/lbm
d) <i>Friction head</i>	: 0,9014 ft lbf/lbm
e) <i>Total head</i>	: 18,6351 ft lbf/lbm
Spesifikasi Pompa	
1) D nominal	: 0,1524 m (6 in)
2) ID	: 0,1541 m (6,065 in)

3) OD	: 0,1683 m (6,625 in)
4) <i>Schedule</i>	: 40
5) Luas Area	: 28,9 in ² (0,0186 m ²)
Putaran	: 2900 rpm
<i>Specific speed</i>	: 5826,67 rpm
Tenaga motor	: 3 Hp
Bahan	: <i>Commercial Steel</i> .
Harga Alat	: US \$ 15.296,92

4.1.2 Pompa (P-02)

Kode	: P-02
Fungsi	: Mengalirkan bahan baku C ₆ H ₆ dari truk pengangkut menuju tangki penyimpanan
Jenis	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 64,0072 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	:
a) <i>Velocity head</i>	: 0 ft lbf/lbm
b) <i>Static head</i>	: 13 ft lbf/lbm
c) <i>Pressure head</i>	: 3,9143 ft lbf/lbm
d) <i>Friction head</i>	: 0,9058 ft lbf/lbm
e) <i>Total head</i>	: 17,776 ft lbf/lbm
Spesifikasi Pompa	
1) D nominal	: 0,1524 m (6 in)
2) OD	: 0,1683 m (6,625 in)
3) ID	: 0,1541 m (6,065 in)
4) <i>Schedule</i>	: 40
5) Luas Area	: 0,0186 m ² (28,9 in ²)
Putaran	: 2900 rpm

<i>Specific speed</i>	: 6036,48 rpm
Tenaga Motor	: 3 Hp
Bahan	: <i>Commercial Steel.</i>
Harga Alat	: US \$ 15.296,92

4.1.3 Pompa (P-03)

Kode	: P-03
Fungsi	: Mengalirkan bahan baku C ₂ H ₄ O menuju reaktor (R-01)
Jenis	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 0,0561 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	:
a) <i>Velocity head</i>	: 0 ft lbf/lbm
b) <i>Static head</i>	: 8,386 ft lbf/lbm
c) <i>Pressure head</i>	: 3,9565 ft lbf/lbm
d) <i>Friction he</i>	: 1,2461 ft lbf/lbm
e) <i>Total head</i>	: 13,5884 ft lbf/lbm
Spesifikasi Pompa	
1) D nominal	: 0,0064 m (0,250 in)
2) OD	: 0,0137 m (0,540 in)
3) ID	: 0,0092 m (0,364 in)
4) <i>Schedule</i>	: 40
5) Luas Area	: 0,0001 m ² (0,1 in ²)
Putaran	: 2900 rpm
<i>Specific speed</i>	: 218,61 rpm
Tenaga motor	: 1/2 Hp
Bahan	: <i>Commercial Steel.</i>
Harga Alat	: US \$ 2.216,94

4.1.4 Pompa (P-04)

Kode	: P-04
Fungsi	: Mengalirkan bahan baku C_6H_6 menuju reaktor (R-01)
Jenis	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: $0,0984 \text{ m}^3/\text{jam}$
Head pompa	:
a) <i>Velocity head</i>	: 0 ft lbf/lbm
b) <i>Static head</i>	: 8,386 ft lbf/lbm
c) <i>Pressure head</i>	: 3,914 ft lbf/lbm
d) <i>Friction head</i>	: 0,7363 ft lbf/lbm
e) <i>Total head</i>	: 13,0364 ft lbf/lbm
Spesifikasi Pompa	
1) D nominal	: 0,0095 m (0,375 in)
2) OD	: 0,0171 m (0,675 in)
3) ID	: 0,0125 m 0,493 in ()
4) <i>Schedule</i>	: 40
5) Luas Area	: $0,0001 \text{ m}^2$ (0,192 in ²)
Putaran	: 2900 rpm
<i>Specific speed</i>	: 298,66 rpm
Tenaga Motor	: $\frac{1}{2}$ Hp
Bahan	: <i>Commercial Steel.</i>
Harga Alat	: US \$ 2.882,03

4.1.5 Pompa (P-05)

Kode	: P-05
Fungsi	: Mengalirkan produk reaktor (R-01) ke tangki penampung
Jenis	: <i>Centrifugal single stage pump</i>

Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 3,53884 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	:
a) <i>Velocity head</i>	: 0 ft lbf/lbm
b) <i>Static head</i>	: 7,292 ft lbf/lbm
c) <i>Pressure head</i>	: 2,2886 ft lbf/lbm
d) <i>Friction head</i>	: 0,4836 ft lbf/lbm
e) <i>Total head</i>	: 10,0639 ft lbf/lbm
Spesifikasi Pompa	
1) D nominal	: 0,0191 m (0,750 in)
2) OD	: 0,0267 m (1,050 in)
3) ID	: 0,0209 m (0,824 in)
4) <i>Schedule</i>	: 40
5) Luas Area	: 0,0003 m ² (0,534 in ²)
Putaran	: 2900 rpm
<i>Specific speed</i>	: 745,94 rpm
Tenaga Motor	: 1/2 Hp
Bahan	: <i>Commercial Steel.</i>
Harga Alat	: US \$ 4.212,19

4.1.6 Pompa (P-06)

Kode	: P-06
Fungsi	: Mengalirkan produk dari tangki penampung ke Ws-01
Jenis	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 0,4163 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	:
a) <i>Velocity head</i>	: 0 ft lbf/lbm

- b) *Static head* : 3,0310 ft lbf/lbm
- c) *Pressure head* : 2,2886 ft lbf/lbm
- d) *Friction head* : 0,3632 ft lbf/lbm
- e) *Total head* : 5,6833 ft lbf/lbm

Spesifikasi Pompa

- 1) D nominal : 0,0191 m (0,750 in)
- 2) OD : 0,0267 m (1,050 in)
- 3) ID : 0,0209 m (0,824 in)
- 4) *Schedule* : 40
- 5) Luas Area : 0,0003 m² (0,534 in²)
- Putaran : 2900 rpm
- Specific speed* : 1145,06 rpm
- Tenaga Motor : ½ Hp
- Bahan : *Commercial Steel*.
- Harga Alat : US \$ 4.212,19

4.1.7 Pompa (P-07)

- Kode : P-07
- Fungsi : Mengalirkan air ke Ws-01
- Jenis : *Centrifugal single stage pump*
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 0,2584 m³/jam

Head pompa :

- a) *Velocity head* : 0 ft lbf/lbm
- b) *Static head* : 3,0310 ft lbf/lbm
- c) *Pressure head* : 3,4135 ft lbf/lbm
- d) *Friction head* : 1,4326 ft lbf/lbm
- e) *Total head* : 7,8777 ft lbf/lbm

Spesifikasi Pompa

1)	D nominal	: 0,0127 m (0,5 in)
2)	OD	: 0,0213 m (0,840 in)
3)	ID	: 0,0158 m (0,622 in)
4)	<i>Schedule</i>	: 40
5)	Luas Area	: 0,0002 m ² (0,304 in ²)
	Putaran	: 2900 rpm
	<i>Specific speed</i>	: 706,21 rpm
	Tenaga Motor	: ½ Hp
	Bahan	: <i>Commercial Steel</i> .
	Harga Alat	: US \$ 3.325,42

4.1.8 Pompa (P-08)

Kode	: P-08
Fungsi	: Mengalirkan produk dari Ws-01 ke Dk-01
Jenis	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 0,4186 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	:
a) <i>Velocity head</i>	: 0 ft lbf/lbm
b) <i>Static head</i>	: 1,2150 ft lbf/lbm
c) <i>Pressure head</i>	: 2,2912 ft lbf/lbm
d) <i>Friction head</i>	: 0,3237 ft lbf/lbm
e) <i>Total head</i>	: 3,8298 ft lbf/lbm

Spesifikasi Pompa

1)	D nominal	: 0,0191 m (0,750 in)
2)	OD	: 0,0267 m (1,050 in)
3)	ID	: 0,0209 m (0,824 in)
4)	<i>Schedule</i>	: 40

5) Luas Area	: 0,0003 m ² (0,534 in ²)
Putaran	: 2900 rpm
<i>Specific speed</i>	: 1540,43 rpm
Tenaga Motor	: ½ Hp
Bahan	: <i>Commercial Steel.</i>
Harga Alat	: US \$ 4.212,19

4.1.9 Pompa (P-09)

Kode	: P-09
Fungsi	: Mengalirkan produk atas Dk-01 ke TP-02
Jenis	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 0,2937 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	:
a) <i>Velocity head</i>	: 0 ft lbf/lbm
b) <i>Static head</i>	: 7,2920 ft lbf/lbm
c) <i>Pressure head</i>	: 3,8501 ft lbf/lbm
d) <i>Friction head</i>	: 1,8141 ft lbf/lbm
e) <i>Total head</i>	: 12,9559 ft lbf/lbm
Spesifikasi Pompa	
1) D nominal	: 0,5 in (0,0127 m)
2) OD	: 0,840 in (0,0213 m)
3) ID	: 0,622 in (0,0158 m)
4) <i>Schedule</i>	: 40
5) Luas Area	: 0,304 in ² (0,0002 m ²)
Putaran	: 2900 rpm
<i>Specific speed</i>	: 518,37 rpm
Tenaga Motor	: ½ Hp
Bahan	: <i>Commercial Steel.</i>

Harga Alat : US \$ 3.325,42

4.1.10 Pompa (P-10)

Kode : P-10

Fungsi : Mengalirkan produk dari tangki TP-02 ke R-01

Jenis : *Centrifugal single stage pump*

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 0,2937 m³/jam

Head pompa :

f) *Velocity head* : 0 ft lbf/lbm

g) *Static head* : 7,2920 ft lbf/lbm

h) *Pressure head* : 3,8501 ft lbf/lbm

i) *Friction head* : 1,8141 ft lbf/lbm

j) *Total head* : 12,9559 ft lbf/lbm

Spesifikasi Pompa

1) D nominal : 0,0127 m (0,5 in)

2) OD : 0,0213 m (0,840 in)

3) ID : 0,0158 m (0,622 in)

4) *Schedule* : 40

5) Luas Area : 0,0002 m² (0,304 in²)

Putaran : 2900 rpm

Specific speed : 518,37 rpm

Tenaga Motor : ½ Hp

Bahan : *Commercial Steel.*

Harga Alat : US \$ 3.325,42

4.1.11 Pompa (P-11)

Kode : P-11

Fungsi : Mengalirkan produk bawah Dk-01 ke Ev-01

Jenis	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 0.5502 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	
a) <i>Velocity head</i>	: 0 ft lbf/lbm
b) <i>Static head</i>	: 18,049 ft lbf/lbm
c) <i>Pressure head</i>	: 2,7471 ft lbf/lbm
d) <i>Friction head</i>	: 1,1248 ft lbf/lbm
e) <i>Total head</i>	: 21,9212 ft lbf/lbm
Spesifikasi Pompa	
1) D nominal	: 0,0191 m (0,750 in)
2) OD	: 0,0267 m (1,050 in)
3) ID	: 0,0209 m (0,824 in)
4) <i>Schedule</i>	: 40
5) Luas Area	: 0,0003 m ² (0,534 in ²)
Putaran	: 2900 rpm
<i>Specific speed</i>	: 478,26 rpm
Tenaga Motor	: ½ Hp
Bahan	: <i>Commercial Steel.</i>
Harga Alat	: US \$ 4.212,19

4.1.12 Pompa (P-12)

Kode	: P-12
Fungsi	: Mengalirkan produk Ev-01 ke UPL
Jenis	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 0,2165 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	
a) <i>Velocity head</i>	: 0 ft lbf/lbm

- b) *Static head* : 60,584 ft lbf/lbm
- c) *Pressure head* : 3,1798 ft lbf/lbm
- d) *Friction head* : 2,5897 ft lbf/lbm
- e) *Total head* : 66,3538 ft lbf/lbm

Spesifikasi Pompa

- 1) D nominal : 0,0127 m (0,5 in)
- 2) OD : 0,0213 m (0,840 in)
- 3) ID : 0,0158 m (0,622 in)
- 4) *Schedule* : 40
- 5) Luas Area : 0,0002 m² (0,304 in²)
- Putaran : 2900 rpm
- Specific speed* : 130,73 rpm
- Tenaga Motor : ½ Hp
- Bahan : *Commercial Steel*.
- Harga Alat : US \$ 3.325,42

4.1.13 Pompa (P-13)

- Kode : P-13
- Fungsi : Mengalirkan produk atas MD-01 + refluk
- Jenis : *Centrifugal single stage pump*
- Jumlah : 2 buah
- Kapasitas : 0,3721 m³/jam

Head pompa

- a) *Velocity head* : 0 ft lbf/lbm
- b) *Static head* : 60,584 ft lbf/lbm
- c) *Pressure head* : 3,4829 ft lbf/lbm
- d) *Friction head* : 1,9306 ft lbf/lbm
- e) *Total head* : 65,9978 ft lbf/lbm

Spesifikasi Pompa

1) D nominal	: 0,0191 m (0,750 in)
2) OD	: 0,0267 m (1,050 in)
3) ID	: 0,0209 m (0,824 in)
4) <i>Schedule</i>	: 40
5) Luas Area	: 0,0003 m ² (0,534 in ²)
Putaran	: 2900 rpm
<i>Specific speed</i>	: 171,88 rpm
Tenaga Motor	: ½ Hp
Bahan	: <i>Commercial Steel.</i>
Harga Alat	: US \$ 3.325,42

4.1.14 Pompa (P-14)

Kode	: P-14
Fungsi	: Mengalirkan produk bawah MD-01
Jenis	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 0,1518 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	:
a) <i>Velocity head</i>	: 0 ft lbf/lbm
b) <i>Static head</i>	: 12,000 ft lbf/lbm
c) <i>Pressure head</i>	: 4,0756 ft lbf/lbm
d) <i>Friction head</i>	: 2,9522 ft lbf/lbm
e) <i>Total head</i>	: 19,0278 ft lbf/lbm

Spesifikasi Pompa

1) D nominal	: 0,0095 m (0,375 in)
2) OD	: 0,0171 m (0,675 in)
3) ID	: 0,0125 m (0,493 in)
4) <i>Schedule</i>	: 40
5) Luas Area	: 0,0001 m ² (0,192 in ²)
Putaran	: 2900 rpm

<i>Specific speed</i>	: 279,36 rpm
Tenaga Motor	: ½ Hp
Bahan	: <i>Commercial Steel.</i>
Harga Alat	: US \$ 2.882,03

4.1.15 Pompa (P-15)

Kode	: P-15
Fungsi	: Mengalirkan produk C ₈ H ₁₀ O dari tangki penyimpanan ke mobil pengangkut
Jenis	: <i>Centrifugal single stage pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 64,0072 m ³ /jam
<i>Head</i> pompa	:
a) <i>Velocity head</i>	: 0 ft lbf/lbm
b) <i>Static head</i>	: 10 ft lbf/lbm
c) <i>Pressure head</i>	: 3,3140 ft lbf/lbm
d) <i>Friction head</i>	: 1,0407 ft lbf/lbm
e) <i>Total head</i>	: 14,1973 ft lbf/lbm
Spesifikasi Pompa	
1) D nominal	: 0,1524 m (6 in)
2) OD	: 0,1683 m (6,625 in)
3) ID	: 0,0017 m (6,065 in)
4) <i>Schedule</i>	: 40
5) Luas Area	: 0,0186 m ² (28,9 in ²)
Putaran	: 2900 rpm
<i>Specific speed</i>	: 7145,22 rpm
Tenaga Motor	: 2 Hp
Bahan	: <i>Commercial Steel.</i>
Harga Alat	: US \$ 15.296,92

4.2 Reaktor

Kode	: R-01
Fungsi	: Sebagai tempat berlangsungnya reaksi <i>ethylene oxide</i> dan <i>benzene</i> sehingga menjadi <i>phenyl ethyl alcohol</i> dengan bantuan katalis AlCl_3 .
Jenis	: Reaktor <i>Batch</i>
Spesifikasi	:
a. Tekanan	: 1 atm
b. Suhu	: 10 °C
c. Volume Reaktor	: 7,5297 m ³
d. Tinggi Reaktor	: 2,7604 m
e. Diameter Reaktor	: 1,9812 m
f. Tebal <i>shell</i>	: 0,0048 m (³ / ₁₆ in)
g. Tebal <i>head</i>	: 0,0064 m (¹ / ₄ in)
h. Tinggi <i>head</i>	: 0,3896 m
Pengaduk	:
Jenis	: Turbin dengan 6 <i>blade disk</i> standar
Diameter	: 0,6604 m
Jarak Pengaduk	: 0,6604 m
Tinggi Pengaduk	: 0,1321 m
Lebar Pengaduk	: 0,1651 m
Lebar <i>Baffle</i>	: 0,1981 m
Kecepatan	: 119 rpm
Daya	: 15 Hp
Jumlah pengaduk	: 1 buah
Pendingin	:
Jenis	: Coil
Jumlah koil	: 1
Jumlah lilitan	: 10
Tinggi koil total	: 0,28224 m

Jarak dari dasar	: 0,19812 m
Tebal isolasi	: 0,0062 m
Jumlah reaktor	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Harga Alat	: US \$ 42.897,88

4.3 Reboiler

Kode	: Rb-01
Fungsi	: Untuk menguapkan cairan bawah MD-01 sebanyak 450,2448 kg/jam
Jenis	: <i>Kettle Reboiler</i>
Spesifikasi	:

a. Shell side

ID	: 0,2032 m (8 in)
<i>Baffle space</i>	: 0,0508 m 2 in ()
<i>Pressure drop</i>	: 0,26022 psi

b. Tube side

OD	: 0,0191 m (0,75 in)
ID	: 0,0157 m (0,62 in)
BWG	: 16
L	: 2,438 m (8 ft)
<i>Passes</i>	: 8
$a't$	: 0,0002 m ² (0,302 in ²)
a_0	: 0,1963 ft ² /ft
<i>Pressure drop</i>	: 0,26022 psi

Luas transfer panas	: 3,2521 m ² (35,0059 ft ²)
Jumlah pipa standar	: 18 buah
Beban panas	: 974.503,963 kJ/jam
Susunan	: <i>Triangular pitch</i>
Uc	: 54,9133 Btu/jam ft ² °F
Ud	: 46,4279 Btu/jam ft ² °F

Rd	: 0,00333 Jam ft ² F/btu
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Harga Alat	: US \$ 15.075,22

4.4 Silo

Kode	: SL-01
Fungsi	: Untuk menyimpan bahan baku AlCl ₃ selama 3 hari sebanyak 16.186,16 kg
Jenis	: <i>Silinder vertical conical roof</i>
Spesifikasi	:
a) Tekanan	: 1 atm
b) Suhu	: 32 °C
c) Diameter	: 2.1039 m (84 in)
d) Tinggi	: 2.1039 m (84 in)
e) Tebal <i>head</i> tangki	: 0,0064 m (¹ / ₄ in)
f) Tebal <i>Shell</i>	: 0,0048 m (³ / ₁₆ in)
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon steel</i> SA 283 grade C
Harga Alat	: US \$ 18.178,95

4.5 Tangki

4.5.1. Tangki Bahan Baku C₂H₄O (T-01)

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpan kebutuhan <i>ethylen oxide</i> selama 30 hari sebanyak 40,4964 m ³ .
Jenis	: <i>Spherical</i> (bola)
Kondisi operasi	:
a) Tekanan	: 1 atm
b) Suhu	: 10 °C

Spesifikasi	:
a) Diameter	: 4,5276 m (14,8543 ft)
b) Tebal <i>shell</i>	: 0,0048 m
c) Tebal isolasi	: 0,0064 m
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Harga Alat	: US \$ 32.699,93

4.5.2. Tangki Bahan Baku C₆H₆ (T-02)

Kode	: T-02
Fungsi	: Menyimpan kebutuhan <i>benzene</i> selama 14 hari sebanyak 33,2363 m ³ .
Jenis	: Silinder tegak
Kondisi operasi	:
a) Tekanan	: 1 atm
b) Suhu	: 32 °C
Spesifikasi	:
a) Diameter	: 3,6576 m (144 in)
b) Tinggi tangki	: 4,3029 m
c) Tebal <i>shell</i>	: 0,0064 m (¹ / ₄ in)
d) Tebal <i>head</i>	: 0,0064 m (¹ / ₄ in)
e) Tinggi <i>head</i>	: 0,7050 m
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon Steel</i>
Harga Alat	: US \$ 30.815,53

4.5.3 Tangki Penampung (TP-01)

Kode	: TP-01
Fungsi	: Menampung produk <i>phenyl ethyl alcohol</i> setelah Reaktor sebanyak 0,5140 m ³ /jam

Jenis : Silinder tegak

Kondisi operasi :

c) Tekanan : 1 atm

d) Suhu : 32 °C

Spesifikasi :

a) Volume : 5,24328 m³

b) Diameter : 78 in (1,9812 m)

c) Tinggi tangki : 2,3030 m

d) Tebal *shell* : 0,0048 m (³/₁₆ in)

e) Tebal *head* : 0,0064 m (¹/₄ in)

f) Tinggi *head* : 0,4198 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon Steel*

Harga Alat : US \$ 9.976,25

4.5.4 Tangki Penampung (TP-02)

Kode : T-02

Fungsi : Menampung *ethylene oxide* dan *benzene* dari dekanter sebanyak 0,2912 m³/jam

Jenis : Silinder tegak

Kondisi operasi :

a) Tekanan : 1 atm

b) Suhu : 32 °C

Spesifikasi :

a) Volume : 2,970616 m³

b) Diameter : 1,5583 m (66 in)

c) Tinggi tangki : 1,9260 m

d) Tebal *shell* : 0,0048 m (³/₁₆ in)

e) Tebal *head* : 0,0048 m (³/₁₆ in)

a) Tinggi *head* : 0,3677 m

Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon Steel</i>
Harga Alat	: US \$ 8.371,04

4.5.5 Tangki Produk C₈H₁₀O (T-03)

Kode	: T-03
Fungsi	: Menyimpan produk <i>phenyl ethyl alcohol</i> selama 30 hari sebanyak 90.909,09 kg.

Jenis	: Silinder tegak
-------	------------------

Kondisi operasi	:
-----------------	---

a) Tekanan	: 1 atm
------------	---------

b) Suhu	: 32 °C
---------	---------

Spesifikasi :

a) Diameter	: 3,14584 m (10,3210 ft)
-------------	--------------------------

b) Tinggi tangki	: 3,9491 m
------------------	------------

c) Tebal <i>shell</i>	: 0,0064 m (¹ / ₄ in)
-----------------------	--

d) Tebal <i>head</i>	: 0,0064 m (¹ / ₄ in)
----------------------	--

e) Tinggi <i>head</i>	: 0,6152 m
-----------------------	------------

Pipa pengisian :

D nominal	: 0,0127 m (0,5 in)
-----------	---------------------

ID	: 0,0158 m (0,622 in)
----	-----------------------

OD	: 0,0213 m (0,840 in)
----	-----------------------

<i>Schedule</i>	: 40
-----------------	------

Pipa pengeluaran

D nominal	: 0,1524 m (6 in)
-----------	-------------------

ID	: 0,1541 m (6,065 in)
----	-----------------------

OD	: 0,1683 m (6,625 in)
----	-----------------------

<i>Schedule</i>	: 40
-----------------	------

Jumlah	: 1 buah
--------	----------

Bahan	: <i>Carbon Steel</i>
-------	-----------------------

Harga Alat	: US \$ 44.228,05
------------	-------------------

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas)

Unit pendukung proses (unit utilitas) merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* antara lain :

- 4.1.1 Unit Pengolahan Air
- 4.1.2 Unit Penyediaan *Steam*
- 4.1.3 Unit Pembangkit Listrik.
- 4.1.4 Unit Pengadaan Udara Tekan.
- 4.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar
- 4.1.6 Unit Pengolahan Limbah

4.1.1 Unit Pengolahan Air (*Water Supply Section*)

Unit pengolahan air atau *water supply section* merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas mengelola air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Unit ini sangat berpengaruh dalam kelancaran produksi dari awal hingga akhir proses. Dalam memenuhi Kebutuhan air di dalam pabrik, dapat diambil dari air permukaan. Pada umumnya air permukaan dapat diambil dari air sumur, air sungai, dan air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai Serayu. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

1. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya yang lebih besar
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi jika dibandingkan dengan air sumur, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari

3. Letak sungai berada tidak terlalu jauh dengan pabrik

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik dipergunakan untuk :

1. Air untuk keperluan umum.

Air untuk kebutuhan laboratorium, karyawan (air minum), kantor, poliklinik dan lain-lain. Air yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat tertentu. Karakteristik dari air bersih dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Karakteristik Air Bersih

Parameter	Keterangan
Warna	Tidak berwarna
Bau	Tidak berbau
Rasa	Tidak berasa
PH	6,5-8,5
Kekeruhan	10 ppm
Zat organik	10 mg/liter
Kesadahan	150-500

Kebutuhan air yang diperlukan :

1. Kebutuhan air untuk labolatorium	= 300 kg/jam
2. Kebutuhan kantor dan karyawan	= 780 kg/jam
3. Kebutuhan Pemeliharaan, pembersihan dll	= 420 kg/jam
Total	= 1500 kg/jam

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

Boiler adalah alat yang digunakan untuk membuat *steam*. Untuk itu, air harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan dalam boiler. 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 dan gas-gas yang terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .

b. Zat yang menyebabkan *scale*.

Pembentuk kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

c. Zat yang menyebabkan *foaming* dan *priming*.

Foaming adalah terbentuknya gelembung atau busa dipermukaan air dan keluar bersama *steam*. *Foaming* disebabkan oleh konsentrasi yang tinggi dalam air seperti senyawa-senyawa alkalis, minyak, lemak, *grease*, dan beberapa senyawa organik lainnya.

Priming adalah adanya tetes air dalam *steam* (buih dan kabut) yang menurunkan efisiensi energi *steam* dan pada akhirnya menghasilkan deposit kristal garam. *Priming* dapat disebabkan oleh konstruksi boiler yang kurang baik, kecepatan alir yang berlebihan atau fluktuasi tiba-tiba dalam aliran.

Kebutuhan air untuk *steam* yang diperlukan :

$$1. \text{ Evaporator} = 687,9425 \text{ kg/jam}$$

$$2. \text{ Reboiler} = 450,2448 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Jumlah kebutuhan} = 1.129,1874 \text{ kg/jam}$$

Air untuk *steam* disirkulasikan lagi. Untuk menghindari kebocoran maka *make up* air yang digunakan 15 %

$$= 0,15 \times 1.129,1874 \text{ kg/jam}$$

$$= 169,3781025 \text{ kg/jam}$$

Sehingga jumlah kebutuhan air untuk *steam* 169,3781025 kg/jam

3. Air Pendingin.

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

a. Air dapat diperoleh dalam jumlah besar.

b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.

c. Dapat menyerap jumlah panas yang tinggi dalam satuan volum.

- d. Tidak menyusut secara berarti (dalam batasan tertentu) dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e. Tidak terdekomposisi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada air pendingin :

- a. *Hardness* yang dapat menyebabkan kerak.
- b. Besi yang dapat menimbulkan korosi.
- c. Minyak yang merupakan penyebab terganggunya *film corrotion inhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient*, dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan.

Kebutuhan air pendingin yang diperlukan :

- 1. *Cooler-01* = 4.212,5658 kg/jam
- 2. *Cooler-02* = 1.034,8890 kg/jam
- 3. *Condenser* = 19.468,0656 kg/jam

Kebutuhan total = 24.715,5204 kg/jam

Air pendingin disirkulasikan lagi dan diperlukan *make up* air 15 %

$$= 0,15 \times 24715,5204 \text{ kg/jam}$$

$$= 3.707,328065 \text{ kg/jam}$$

Sehingga jumlah kebutuhan air untuk air pendingin adalah 3.707,328065 kg/jam

4. Air Proses

Air yang dipakai di dalam proses harus memiliki persyaratan tertentu sesuai dengan proses yang terjadi.

Kebutuhan air proses yang diperlukan adalah 320,7863 kg/jam

Maka kebutuhan air yang diperlukan :

- a. Air untuk keperluan umum = 1.500 kg/jam
 - b. Air untuk *steam* = 169,3781 kg/jam
 - c. Air pendingin = 3.707,3280 kg/jam
 - d. Air proses = 320,7863 kg/jam
- Jumlah kebutuhan air total = 5.697,4925 kg/jam

Untuk menjaga adanya kebocoran saat distribusinya, *make up* air dilebihkan sebanyak 10 %, sehingga air yang harus diambil dari air sungai sebanyak 5500 kg/jam.

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai, untuk itu perlu mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisik dan kimia:

Tahapan – tahapan pengolahan air sebagai berikut:

1. Penyaringan Awal / *screen* (F-01)

Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai Serayu harus mengalami pembersihan awal agar proses selanjutnya dapat berlangsung dengan lancar. Air sungai dilewatkan *Screen* (penyaringan awal) berfungsi untuk menahan kotoran – kotoran yang berukuran besar seperti kayu ranting, daun, sampah dan sebagainya. Kemudian dialirkan ke bak pengendap.

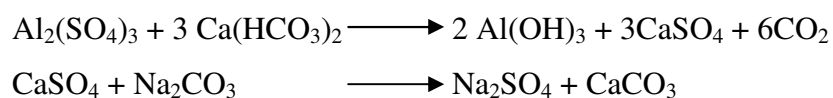
2. Bak pengendap (B-01)

Air sungai setelah melalui *filter* dialirkan ke bak pengendap awal.

Untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari penyaring awal (*screen*). Kemudian dialirkan ke bak penggumpal yang dilengkapi dengan pengaduk.

3. Bak penggumpal (B-02)

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah Tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan Na_2CO_3 . adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal adalah :



4. Clarifier (C-01)

Air setelah melewati bak penggumpal air dialirkan ke *Clarifier* untuk memisahkan/mengendapkan gumpalan-gumpalan dari bak penggumpal. Air baku yang telah dialirkan kedalam *clarifier* yang alirannya telah diatur ini akan diaduk dengan agitator. Air keluar *clarifier* dari bagian pinggir secara *overflow* sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blow down* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

5. Bak Penyaring / *sand filter* (B-03)

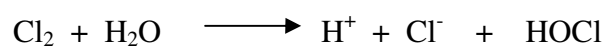
Air setelah keluar dari *clarifier* dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel-partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. Dengan menggunakan *sand filter* yang terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

6. Bak Penampung Sementara (B-04)

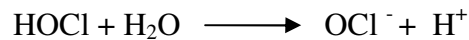
Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang siap akan kita distribusikan sebagai air perumahan/ perkantoran, air umpan boiler, air pendingin dan sebagai air proses.

7. Tangki Karbon Aktif (T-01)

Air setelah melalui bak penampung dialirkan ke tangki Karbon Aktif (T-01). Air harus ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Klor adalah zat kimia yang sering dipakai karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya. Klorin dalam air membentuk asam hipoklorit, reaksinya adalah sebagai berikut :



Asam hipoklorid pecah sesuai reaksi berikut :



Kemudian air dialirkan ke Tangki air bersih (T-02) untuk keperluan air minum dan perkantoran.

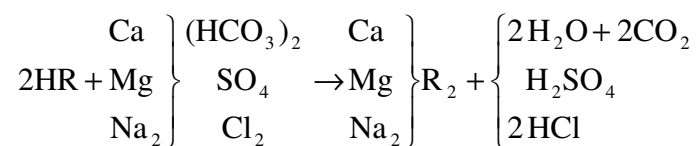
8. Tangki air bersih (T-02)

Tangki air bersih ini fungsinya untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran.

9. Tangki *Kation Exchanger* (T-03)

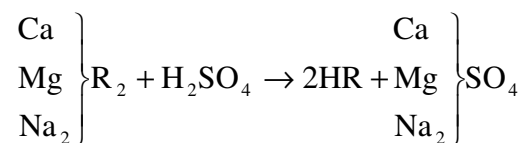
Air dari bak penampung (B-04) berfungsi sebagai *make up boiler*, selanjutnya air diumpankan ke tangki kation exchanger (T-03). Tangki ini berisi resin pengganti kation-kation yang terkandung dalam air diganti ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *kation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi :



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu regenerasi kembali dengan asam sulfat (H_2SO_4).

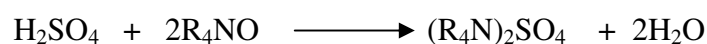
Reaksi:



10. Tangki *Anion Exchanger* (T-04)

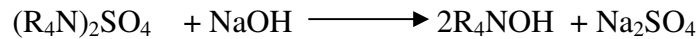
Air yang keluar dari tangki kation exchanger (T-03) kemudian diumpankan ke tangki anion exchanger. Tangki ini berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan terikat dengan resin.

Reaksi :



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

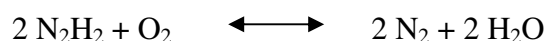
Reaksi :



Sebelum masuk boiler air diproses dalam unit deaerator dan unit pendingin.

11. Unit Deaerator (DE)

Air yang telah mengalami demineralisasi (*kation exchanger* dan *anion exchanger*) dipompakan menuju deaerator. Pada pengolahan air untuk (terutama) boiler tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut, terutama yang dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator ini berfungsi menghilangkan gas O₂ dan CO₂ yang dapat menimbulkan korosi. Di dalam deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N₂H₂) yang berfungsi untuk mengikat oksigen berdasarkan reaksi :



sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada tube boiler. Air yang keluar dari deaerator dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler (*boiler feed water*).

12. Bak Air Pendingin (B-05)

Pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan dalam *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa udara maupun dilakukannya *blow down* di *cooling tower* diganti dengan air yang disediakan di bak air bersih.

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut.

Untuk mengatasi hal tersebut di atas, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut :

- a. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- b. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.

c. Zat dispersant, untuk mencegah timbulnya penggumpalan.

Spesifikasi Alat Utilitas

1. Filter

Kode	: F-01
Fungsi	: Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran kecil maupun besar
Lebar	: 15 ft
Panjang	: 10 ft
Diameter	: 0,01 m
Harga Alat	: US \$ 249,41

2. Bak Pengendap Awal

Kode	: B-01
Fungsi	: Menampung air yang berasal dari air sungai dan mengendapkan kotoran yang terbawa (ukuran besar) yang tidak tersaring pada saringan kasar dengan waktu tinggal 5 jam.
Bahan	: Beton
Jenis	: Persegi panjang
Volume	: 34,65 m ³
Lebar	: 4,1075 m
Panjang	: 4,1075 m
Tinggi	: 2,0538 m
Harga Alat	: Rp. 20.000.000,-

3. Bak Penggumpal

Kode	: B-02
Fungsi	: Menyaring dan menggumpalkan kotoran yang terikut dengan waktu tinggal 24 jam.
Bahan	: Beton

Jenis : Silinder horisontal
Volume : 166,32 m³
Diameter : 7,9371 m
Tinggi : 3,9686 m
Harga Alat : Rp. 10.000.000,-

4. Clarifier

Kode : C-01
Fungsi : Mengendapkan partikel-partikel halus yang ada dalam air tanah dengan waktu tinggal 24 jam.
Bahan : Beton
Jenis : Silinder horisontal
Volume : 182,9580 m³
Diameter : 7,7538 m
Tinggi : 3,8768 m
Harga Alat : US \$ 13.894,63

5. Bak Penyaring / Sand Filter

Kode : B-03
Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang belum terendapkan di Clarifier
Bahan : Beton
Jenis : *Graving Sand Filter*
Volume : 5,2386 m³
Lebar : 0,6496 m
Panjang : 1,2992 m
Tinggi : 0,6496 m
Harga Alat : Rp.20.000.000,-

6. Bak Penampung Sementara

Kode : B-04

Fungsi : Menampung air yang berasal dari bak penyaringan
 Bahan : *Cast Steel*
 Jenis : Persegi panjang
 Volume : 48,51 m³
 Tinggi : 0,8823 m
 Panjang : 1,7646 m
 Lebar : 0,8823 m
 Harga Alat : Rp. 20.000.000,-

7. Tangki Karbon Aktif

Kode : T-01
 Fungsi : Membersihkan air dari bau dan rasa yang kurang
 sedap
 Jenis : Silinder vertikal
 Volume : 5,5800 ft³
 Tinggi : 0,9303 m
 Diameter : 0,4652 m
 Harga Alat : US \$ 443,39

8. Tangki Air Bersih

Kode : T-02
 Fungsi : Menampung air bersih untuk perkantoran
 Jenis : Silinder vertikal
 Bahan : *Cast Steel*
 Volume : 158,4 m³
 Tinggi : 4,6553 m
 Diameter : 9,3107 m
 Harga Alat : Rp. 5.000.000,-

9. Bak Penampung Air Pendingin

Kode : B-05

Fungsi	: Menampung air untuk sistem pendingin.
Jenis	: Persegi panjang
Volume	: $135,9354 \text{ m}^3$
Lebar	: 6,4782 m
Panjang	: 6,4782 m
Tinggi	: 3,2391 m
Harga Alat	: Rp. 20.000.000,-

10. Cooling Tower

Kode	: CT-01
Fungsi	: Mendinginkan air pendingin yang telah digunakan.
Jenis	: <i>Induced draft packed cooling tower</i>
Suhu masuk	: 122°F
Suhu keluar	: 90°F
Kapasitas	: 24715,5204 kg/jam
Harga Alat	: US \$ 9.422,01

11. Pompa

Kode	: P-01
Fungsi	: Memompa air sungai menuju ke bak pengendap awal.
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: $6,3443 \text{ m}^3/\text{jam}$
BHP teoritis	: 0,1811 Hp
BHP <i>actual</i>	: 0,24145 Hp
Power motor	: $\frac{1}{2}$ Hp
Harga Alat	: US \$ 10.042,76

12. Pompa

Kode	: P-02
Fungsi	: Mengalirkan air dari bak penampung sementara (B-04) menuju tangki karbon aktif (T-01), bak air pendingin (B-05) dan tangki kation exchanger (T-03).
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 6,3443 m ³ /jam
BHP teoritis	: 0,1765 Hp
BHP <i>actual</i>	: 0,23528 Hp
Power motor	: ½ Hp
Harga Alat	: US \$ 4.988,13

13. Pompa

Kode	: P-03
Fungsi	: Mengalirkan air pendingin dari bak air pendingin (B-05) menuju <i>cooling tower</i> (CT).
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 24,8894 m ³ /jam
BHP teoritis	: 0,7201 Hp
BHP <i>actual</i>	: 0,96011 Hp
Power motor	: 1 Hp
Harga Alat	: US \$ 4.988,13

14. Pompa

Kode	: P-04
------	--------

Fungsi	: Mengalirkan air pendingin dari <i>cooling tower</i> (CT) menuju bak air pendingin (B-05).
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 24,8894 m ³ /jam
BHP teoritis	: 0,7201 Hp
BHP <i>actual</i>	: 0,96011 Hp
<i>Power</i> motor	: 1 Hp
Harga Alat	: US \$ 4.988,13

15. Pompa

Kode	: P-05
Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki <i>kation exchanger</i> (T-03) menuju tangki <i>anion exchanger</i> (T-04).
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 0,1706 m ³ /jam
BHP teoritis	: 0,0048 Hp
BHP <i>actual</i>	: 0,00638 Hp
<i>Power</i> motor	: ½ Hp
Harga Alat	: US \$ 4.988,13

16. Pompa

Kode	: P-06
Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki <i>anion exchanger</i> (T-04) menuju tangki penampung air <i>boiler</i> (T-05).
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pompa</i>
Jumlah	: 2 buah

Kapasitas	: 0,1365 m ³ /jam
BHP teoritis	: 0,0047 Hp
BHP <i>actual</i>	: 0,00622 Hp
<i>Power</i> motor	: ½ Hp
Harga Alat	: US \$ 2.948,54

17. Pompa

Kode	: P-07
Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki penampung air <i>boiler</i> (T-05) menuju <i>Deaerator</i> .
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2 buah
Kapasitas	: 1,1371 m ³ /jam
BHP teoritis	: 1,4025 Hp
BHP <i>actual</i>	: 1,87001 Hp
<i>Power</i> motor	: 2 Hp
Harga Alat	: US \$ 1.662,71

18. Tangki umpan *boiler*

Kode	: T-05
Fungsi	: Menampung <i>make-up</i> untuk umpan <i>boiler</i> .
Jenis	: Tangki silinder horisontal
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Waktu tinggal	: 12 jam
Volume	: 14,9053 m ³
Diameter	: 2,1175 m
Tinggi	: 1,0587 m
Harga Alat	: US \$ 7.759,31

19. Tangki *Deaerator*

Kode	: DE-01
Fungsi	: Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terikat dalam <i>feed water</i> yang dapat menyebabkan korosi atau karat pada <i>boiler</i> .
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Waktu tinggal	: 24 jam
Jenis	: Tangki silinder horisontal
Volume	: 0,1034 ft ³
Diameter	: 0,1118 m
Tinggi	: 0,2237 m
Harga Alat	: US \$ 2.771,18

20. Tangki *anion exchanger*

Kode	: T-03
Fungsi	: Menghilangkan mineral atau kesadahan dari air sebesar yang disebabkan oleh anion seperti Cl ⁻ , dan SO ₄ ⁻ sehingga dapat menimbulkan kerak yang pada akhirnya mengakibatkan perpindahan panas akan tertahan dan menyumbat aliran pada plat.
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Jenis	: Tangki silinder tegak
Volume	: 42,42 ft ³
Tinggi	: 12 ft (0.4176 m)
Harga Alat	: US \$ 1.290,94

21. Tangki *kation exchanger*

Kode	: T-03
Fungsi	: Menghilangkan mineral atau kesadahan dari air sebesar yang disebabkan oleh kation seperti Ca, Mg dan Na sehingga dapat menimbulkan kerak yang

pada akhirnya mengakibatkan perpindahan panas akan tertahan dan menyumbat aliran pada plat.

Bahan : *Stainless Steel*
Jenis : Tangki silinder tegak
Volume : 42,42 ft³
Tinggi : 12 ft (0.4176 m)
Harga Alat : US \$ 1.290,94

4.1.2 Unit Pengadaan *Steam* dan Pendingin

Steam di pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* digunakan untuk sistem proses dan media pemanas pada evaporator dan *Reboiler*. Untuk memenuhi kebutuhan ini digunakan boiler *fire tube reboiler*.

a. Kebutuhan *steam*

$$\text{Kebutuhan steam} = 1.129,1874 \text{ kg/jam}$$

b. Luas transfer panas

$$\text{Luas transfer panas (A)} = 6.770,9767 \text{ ft}^2$$

c. Beban panas boiler

$$\text{Efisiensi boiler} = 80\%$$

$$\text{Beban panas boiler (Q)} = 3.098.398,09 \text{ Btu/jam}$$

b. Kebutuhan bahan bakar

Digunakan bahan bakar fuel oil dengan spesifikasi :

$$\text{Normal heating value} = 19.448 \text{ Btu/lb}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = 4.989,1548 \text{ L/hari}$$

Pendingin yang digunakan di pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* adalah butana yang digunakan untuk mempertahankan suhu 10°C di dalam Reaktor dan tangki penyimpanan bahan baku *Ethylene Oxide* (T-01).

Kebutuhan Butana sebesar 21,7436 kg/jam

4.1.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik

Tugas dari unit ini adalah menyediakan listrik untuk kebutuhan pabrik, kantor, dan perumahan. Kebutuhan tenaga listrik tersebut diperoleh dari :

- Suplai dari Pembangkit Tenaga Listrik (PLN)
- Pembangkit Tenaga Listrik Sendiri (*Generator Set*)

Pada perancangan pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* kebutuhan akan tenaga listrik dipenuhi dari pembangkit listrik PLN dan Generator. Dalam hal ini karena pabrik bekerja secara kontinyu, maka untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi, digunakan cadangan *Generator set* untuk melengkapi unit *power plant*.

Kebutuhan listrik dapat dibagi :

- 1) Listrik untuk keperluan proses
- 2) Listrik untuk utilitas
- 3) Listrik untuk penerangan dan AC
- 4) Listrik untuk laboratorium dan bengkel
- 5) Listrik untuk instrumentasi

1. Listrik untuk keperluan proses

Besarnya listrik untuk keperluan proses sebagai berikut :

Tabel 4.2. Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Proses

Nama Alat	Power (Hp)	Jumlah	Σ Power (Hp)
Pompa (P-01)	3	2	6
Pompa (P-02)	3	2	6
Pompa (P-03)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-04)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-05)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-06)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-07)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-08)	$\frac{1}{2}$	2	1

Pompa (P-09)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-10)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-11)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-12)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-13)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-14)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-15)	2	2	4
Reaktor	15	1	15
Washer	1	1	1
BC	5	1	5
BE	$\frac{1}{2}$	1	5
Jumlah			48

Diketahui 1 Hp = 0,7457 Kw

$$\begin{aligned}
 \text{Power yang dibutuhkan} &= 48 \times 0,7457 \text{ kW} \\
 &= 35,7936 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

2. Listrik untuk utilitas

Besarnya listrik untuk unit pendukung proses (utilitas) dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3. Konsumsi listrik untuk unit pendukung proses (utilitas)

Nama Alat	Power (Hp)	Jumlah	Σ Power (Hp)
Pompa (P-01)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-02)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-03)	1	2	2
Pompa (P-04)	1	2	2
Pompa (P-05)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-06)	$\frac{1}{2}$	2	1
Pompa (P-07)	2	2	4
Jumlah			12

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

$$\begin{aligned}\text{Power yang dibutuhkan} &= 12 \times 0,7457 \text{ kW} \\ &= 8,9484 \text{ kW}\end{aligned}$$

3. Listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk AC diperkirakan sebesar 300.000 w = 300 kW

Besarnya listrik penerangan yang dibutuhkan diperkirakan : 40 kW

4. Listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik yang digunakan diperkirakan sebesar 40 kW

5. Listrik untuk instrumentasi

Listrik yang digunakan diperkirakan sebesar 5 Kw

$$\begin{aligned}\text{Jumlah kebutuhan listrik} &= 35,7936 + 8,9484 + 300 + 40 + 40 + 5 \\ &= 429,742 \text{ kW}\end{aligned}$$

4.1.4 Unit Pengadaan Udara Tekan

Udara tekan digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Pengolahan udara ini adalah pengolahan udara yang bebas dari air, bersifat kering, bebas minyak dan tidak mengandung partikel-partikel lainnya.

Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol *pneumatic*. Kebutuhan setiap alat kontrol *pneumatic* sekitar 28,2 L/menit. Kebutuhan udara tekan diperkirakan 150 m³/jam. Alat untuk penyediaan udara tekan berupa kompresor dan tangki udara.

4.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada generator.

Jenis bahan bakar	=	Solar
Heating value	=	19.448 Btu/lb
Efisiensi bahan bakar	=	80 %
Kapasitas <i>input</i> generator	=	600 Kw

$$\text{Kebutuhan solar} = 150,9899 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

Emergency generator yang digunakan mempunyai efisiensi 80 %, maka

$$\text{Input generator} = \frac{1008,8624}{0,8} = 1261,078 \text{ kW}$$

Ditetapkan *input* generator 600 Kw

Spesifikasi Generator

- a) Tipe = AC generator
- b) Kapasitas = 600 kW
- c) Tegangan = 220 / 360 volt
- d) Efisiensi = 80 %
- e) Frekuensi = 50 Hz
- f) Bahan bakar = *fuel oil*

Kebutuhan bahan bakar untuk generator set

- a) Jenis bahan bakar = Solar
- b) *Heating value* = 19.448 Btu/lb
- c) Efisiensi bahan bakar = 80 %
- d) Sg Solar = 0,8691
- e) ρ solar = 54,26 lb/ft³
- f) Kapasitas input generator = $600 \times 1000 / 0,293$
= 2047781,57 Btu/jam

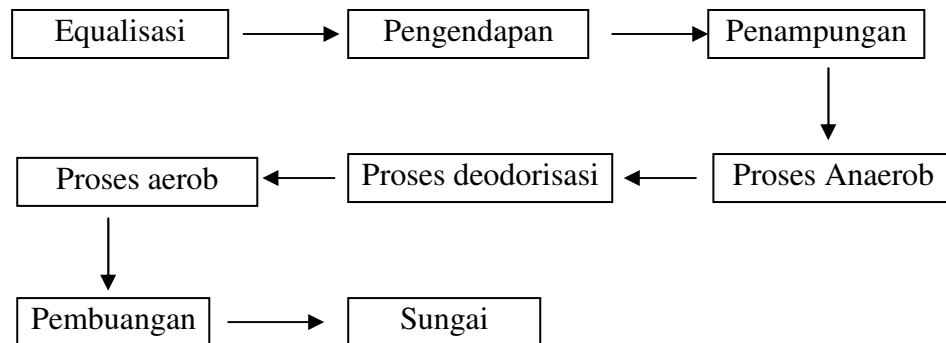
$$\begin{aligned} - \text{ Kebutuhan solar} &= \frac{2040816,327 \text{ Btu / jam}}{(0,8) \times (0,8691 \times 19.440)} \\ &= 150,9899 \text{ ft}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4.1.6 Unit Pengolahan Limbah

Penanganan Limbah Cair

Limbah cair hasil atas menara distilasi berupa air dan *Phenyl Ethyl Alcohol*, limbah tersebut harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang agar tidak mencemari lingkungan. Proses pengolahan limbah ini dibuat kontinyu agar

memudahkan pengontrolannya, adapun rangkaian dari pengolahan limbah tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1. Diagram Pengolahan Limbah Cair

Penjelasan

1. Proses Equalisasi

Pada proses ini limbah berupa air dan *Phenyl Ethyl Alcohol* dari semua kegiatan produksi ditampung dalam suatu bak dan didiamkan selama beberapa hari. Selama waktu pendiaman ini akan terjadi kenaikan pH dan timbul bau yang menyengat. Hal ini menandakan bahwa mikroorganisme telah melakukan aktifitasnya karena limbah ini kaya zat organik.

2. Proses Pengendapan

Limbah cair yang berada dalam bak Equalisasi dialirkan ke bak Pengendapan. Disini padatan yang tidak larut diendapkan dan disaring melalui tumpukan pasir dan serbuk gajen. Sebelum limbah dialirkan ke bak anaerob, air limbah dipompakan menuju Feeding anaerob tower untuk ditambahkan kapur hingga pHnya netral.

3. Bak Penampungan.

Air limbah selanjutnya ditampung terlebih dahulu dan dibiarkan selama beberapa hari dan kemudian dites kadar COD dan BODnya. Jika semua standar baku air limbah telah diketahui dan ada pada batas aman, air limbah ini akan dipompa keluar menuju sungai.

4. Proses Anaerob

Dalam tahap ini polutan-polutan yang ada dalam limbah akan diuraikan mikroorganisme yang terdapat dalam lumpur dengan limbah dan didiamkan selama tiga bulan agar mikroorganisme dapat beradaptasi dengan kondisi limbah. Air limbah ini akan berada dalam bak anaerob selama tujuh hari.

5. Deodorisasi

Proses selanjutnya adalah penghilangan bau air limbah dengan melewati pada bak yang berisi karbon aktif selama waktu tertentu.

6. Proses Aerob

Air limbah yang ada dalam bak ini selanjutnya dilakukan aerasi untuk menambah kadar O_2 dalam air limbah yang dimaksudkan untuk membunuh bakteri anaerob dan mengaktifkan bakteri-bakteri aerob.

4.2 Laboratorium

Untuk menjaga kualitas atau mutu dari produk *Phenyl Ethyl Alcohol* maka diperlukan suatu pengendalian terhadap kualitas atau mutu pada produk *Phenyl Ethyl Alcohol*. Pengendalian ini dilakukan secara rutin dan berkesinambungan. Untuk menjaga kualitas tersebut, pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* didukung dengan laboratorium sebagai sarana pemeriksaan mutu sedangkan peran yang lain adalah pengendalian pencemaran lingkungan.

4.2.2 Tugas Pokok Laboratorium

Tugas laboratorium antara lain : memeriksa bahan baku yang akan digunakan yaitu *Ethylen Oxide* yang di Import dari Australia dan *Benzene* yang berasal dari PT. Pertamina Cilacap untuk diuji kualitasnya terlebih dahulu sebelum dipindahkan ke tangki penyimpan hasil ini dijadikan pedoman apakah bahan baku tersebut

sesuai dengan spesifikasi yang akan digunakan dalam proses ini, menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan terhadap kandungan impuritasnya (H_2O), melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi, dan memeriksa polusi / limbah.

4.2.3 Program Kerja Laboratorium

Analisa terhadap proses pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* dilakukan terhadap bahan baku *Ethylene oxide* dan *Benzene* serta produk *Phenyl Ethyl Alcohol* namun untuk mendukung kelancaran proses produksi utilitas pun selalu dianalisis kandungan zat yang dapat menghambat berjalannya proses produksi. Untuk memperlancar pelaksanaan program kerja, laboratorium dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

1. Laboratorium Fisik (Pengamatan).

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua aliran yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku (Viskositas, Densitas, Kemurnian dan Titik Didih), untuk produk meliputi kemurnian, sepesik grafity. Dan unit utilitas meliputi PH (keasaman/kebasaan), dan Hardness.

2. Laboratorium Analitika

Kerja dan tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa sifat-sifat dan kandungan kimiawi terhadap bahan baku (kadar impuritas zat-zat organik), bahan penunjang, produk akhir, analisa air (kandungan logam berat seperti Zn).

3. Laboratorium Litbang dan Perlindungan Lingkungan.

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

Laboratorium memiliki peranan yang sangat penting dalam sebuah pabrik apabila sekarang. Semua perusahaan dituntut untuk memiliki standar mutu yang tinggi. Peranan laboratorium yaitu untuk memperoleh data-data yang diperlukan. Fungsi dari data ini sebagai evaluasi dari unit-unit yang ada, sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk meningkatkan efisiensi mutu dan mengendalikan mutu. Untuk pengendalian mutu dilakukan pada bahan baku, proses dan hasil. Adapun prosedur analisa yang dilakukan adalah:

1. Analisa Bahan baku.

a. Benzen

Spesifikasi bahan baku :

C_6H_6	99,90%	berat
H_2O	<u>0,10%</u>	berat
	100,00%	berat

b. Etilene Oxide

Etilen Oxide :

C_2H_4O	99,90%	berat
H_2O	<u>0,10%</u>	berat
	100,00%	berat

2. Produk

Komposisi Phenylethyl
alcohol

$C_8H_{10}O$	99,00%	berat
impuritas	<u>1,00%</u>	berat
	100,00%	berat

Laboratorium Analisa Air

Laboratorium ini tugasnya antara lain mengontrol kualitas air yang akan diolah di unit utilitas secara rutin. Laboratorium ini menganalisa air minum, air boiler dan air laut. Selain itu juga untuk melakukan percobaan-percobaan

penelitian yang berhubungan dengan proses pengolahan air. Adapun analisa yang dilakukan terhadap air antara lain :

1). PH

Tujuan : Untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan air, dilakukan secara elektromagnetik dengan menggunakan PH meter.

Alat : PH meter elektromagnetik

Prosedur : Elektroda kombinasi dicelupkan dalam larutan yang akan diukur PH-nya.

Harga PH dibaca setelah keadaan konstan pada suhu kamar.

2). *Total Hardness* (jumlah kesadahan)

Tujuan : Mengetahui derajat total kesadahan air.

Prosedur : 100 ml sampel di masukkan dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan larutan *buffer* dan indikator EBT (*Eriochrom black T*) dan dititrasi dengan larutan EDTA sampai terjadi titik ekuivalen (warna berubah menjadi biru).

3). *Total alkalinity* (total kebasaan)

Tujuan : Mengetahui anion - anion karbonat. Dikarbonat dan hidrisida yang dinyatakan dalam ppm CaCO_3 .

Prosedur : Menggunakan metode titrasi indikator dengan menggunakan larutan asam standart. 100 ml dimasukkan dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan dengan indikator MO dan dititrasi dengan larutan HCL (0,1 N sampai warna berubah menjadi orange) dengan menggunakan rumus :

$$V_1 N_1 = V_2 N_2$$

Maka *total alkalinity* dapat dihitung yang dinyatakan dengan ppm CaCO_3 .

4). *Turbidity* (kekeruhan)

Tujuan : Mengetahui tingkat kekeruhan air yang dinyatakan dengan bantuan NTU.

Alat : Nephelometer

Prosedur : Standarisasi alat dengan lari standar 1 NTU, kemudian contoh dimasukkan dan dibaca berapa NTU stabil.

5). *Active Chlorine*

Tujuan : Menentukan kandungan chlor yang terdapat dalam air.

Prosedur : 10 ml sampel ditambah dengan larutan ortho taulidine kemudian dibandingkan dengan sampel lain tanpa ditambah larutan ortho toulidine kemudian keduanya dimasukkan ke dalam alat *lovibond* 2000 untuk diukur kandungan chlornya.

6). *KmnO₄ Number*

Tujuan : Mengetahui kandungan zat organik yang terdapat dalam air.

Prosedur : a. Pembebasan zat organik

Sampel 100 ml + H₂SO₄ 4N 5 ml dan KMnO₄ tetes demi tetes sambil dipanaskan pada suhu 80⁰C, sehingga membentuk warna ungu muda yang stabil.

b. 100 ml sampel + H₂SO₄ 4N 5 ml dan KMnO₄ 0,01 N 10 ml tetap, kemudian dididihkan selama 10 menit tetap lalu ditambahkan zat asam oksalat 0,01 N 10 ml tepat karena ada zat organik, maka akan terjadi kelebihan asam oksalat, kemudian dititrasi dengan larutan KmnO₄ 0,01 N (misal x ml) pada saat titik ekuivalen tercapai akan terjadi warna muda kembali.

c. Mencari faktor *kalibrasi*

sampel b + asam oksilat 0,01 10 ml tepat - lalu di titrasi dengan KmnO₄ 0,01 sampai terbentuk warna ungu muda.

Misalnya : dipakai a ml larutan KmnO₄, maka faktor koreksinya $F = 10/a$ maka KmnO₄ number.

$$= [(10 + x)f - 10] \times 3,16 \text{ ppm}$$

7). *Total Solid* (total padatan)

Tujuan : Mengetahui kandungan solid yang terdapat dalam air dengan jalan menguapkan air pada volume tertentu sampai kering.

Prosedur : Cawan porselin yang bersih dan kering dipanaskan, kemudian didinginkan dan di timbang sebagai berat cawan kosong kemudian diisi dengan sejumlah sampel, lalu dipanaskan dalam *drying open* pada suhu 110°C hingga kering dan diperkirakan beratnya konstan lalu didinginkan dengan eksikator, setelah itu cawan di timbang sampai diperoleh berat konstan, selisih berat cawan merupakan berat padatan total dan dinyalakan dalam satuan ppm.

4.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan hal penting bagi perlindungan tenaga kerja yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahan, tempat kerja, lingkungannya serta cara pengerjaannya.

Tujuan keselamatan kerja :

1. Melindungi tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi
2. Menjamin keselamatan orang lain yang berada di lingkungan kerja
3. Memelihara sumber produksi dan dipergunakan secara aman di lingkungan kerja

Untuk pelaksanaan program keselamatan kerja, disediakan perlengkapan pakaian seragam kerja untuk tiap-tiap karyawan. Selain itu perusahaan juga menyediakan alat-alat pelindung diri yang disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan. Peralatan *Safety* (*Safety Equipment*) harus dipakai oleh setiap karyawan yang berada di *plant* atau daerah proses.

Perlengkapan *safety* yang harus dipakai :

1. Sepatu *safety*
2. *Safety Goggle* (kacamata *safety*)
3. *Ear muff/Ear plug*, yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi suara bising dari mesin
4. *Safety Helmet*, yaitu alat pelindung kepala

5. Masker, yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihisap
6. *Breathing apparatus*, yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun.

Adapun tindakan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan antara lain :

- Penyediaan alat pencegah kebakaran dan kebocoran
- Pemberian penerangan, latihan, dan pembinaan agar setiap pekerja yang ada di tempat dapat mengetahui cara melakukan pencegahan jika terjadi kecelakaan, kebakaran, peledakan, dan kebocoran pipa yang berisi zat berbahaya
- Pemberian penerangan mengenai pertolongan pertama pada kecelakaan

BAB V

MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk Perusahaan yang direncanakan pada Prarancangan Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh Perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam Perseroan Terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham. Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* yang akan didirikan direncanakan mempunyai :

- Bentuk : Perseroan Terbatas
- Status Perusahaan : Swasta
- Kapasitas Produksi : 1000 ton/tahun

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain (pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta *staff*nya yang diawasi oleh dewan komisaris) sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta *staff*nya, atau karyawan perusahaan.
3. Efisiensi dari manajemen.

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.

4. Lapangan usaha lebih luas.

Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

5. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

6. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan yang ada.

7. Mudah bergerak di pasar modal.

Ciri-ciri perseroan terbatas (PT) yaitu Perseroan Terbatas didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-undang Hukum Dagang, besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham, pemiliknya adalah para pemegang saham serta yang memilih suatu direksi yang memimpin jalannya perusahaan. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi tersebut dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

5.2. Struktur Organisasi.

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu sistem yang terbaik, maka perlu diperhatikan beberapa pedoman antara lain :

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

Dengan berprinsip pada pedoman tersebut maka diperlukan struktur organisasi yang baik yaitu sistem *Line and Staff*. Pada sistem ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis.

Kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional adalah seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang ahli dibidangnya. *Staff* ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada 2 orang kelompok yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan *staff*, yaitu :

1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang melakukan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai *staff* yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam melaksanakan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama dibantu oleh Direktur Teknik, Direktur Keuangan dan Umum. Direktur Teknik membawahi bidang pemasaran, teknik dan produksi, sedangkan Direktur Keuangan dan Umum membidangi kelancaran pelayanan. Direktur-direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab.

Masing-masing kepala bagian membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang setiap kepala regu bertanggung jawab kepada pengawas masing-masing seksi.

5.3. Tugas dan Wewenang

5.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang :

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

5.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

- (1) Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
- (2) Mengawasi tugas-tugas direksi
- (3) Membantu direksi dalam tugas-tugas penting

5.3.3 Direktur

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab terhadap Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi, Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas-tugas Direktur Utama meliputi:

- (1) Melaksanakan *policy* dan mempertanggungjawabkan pekerjaan pada pemegang saham pada akhir jabatan
- (2) Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham ,pimpinan, konsumen dan karyawan
- (3) Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham
- (4) Mengkoordinir kerja sama dengan Direktur Produksi dan Direktur Keuangan dan Umum

Tugas-tugas Direktur Produksi meliputi :

- (1) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, teknik dan pemasaran
- (2) Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerja kepada kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya

5.3.4 *Staff* Ahli

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

Tugas dan wewenang *Staff* Ahli :

- (1) Memberi nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan
- (2) Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan
- (3) Memberikan saran-saran dalam bidang hukum

5.3.5 Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Penelitian dan Pengembangan terdiri dari ahli-ahli atau sarjana-sarjana sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi.

Litbang membawahi dua departemen

- (1) Departemen Penelitian
- (2) Departemen Pengembangan

Tugas dan wewenang Litbang :

- (1) Mempertinggi mutu suatu produk
- (2) Memperbaiki proses dari pabrik / perencanaan alat untuk pengembangan produksi
- (3) Mempertinggi efisiensi kerja

5.3.6 Kepala Bagian

(1) Kepala Bagian Proses

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses produksi.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang

(2) Kepala Bagian Utilitas

Tugas : Mengkoordinasi kegiatan pabrik dalam bidang penyediaan utilitas.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang

(3) Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

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

Pendidikan : Sarjana Teknik Elektro

Jumlah : 1 orang

(4) Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

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

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia

Jumlah : 1 orang

(5) Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

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

Pendidikan : Sarjana Ekonomi/Akuntansi.

Jumlah : 1 orang

(6) Kepala Bagian Umum

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan.

Jurusan : Sarjana Sospol / Ekonomi

5.3.7 Kepala Seksi dan Karyawan

(1) Kepala Seksi Proses (1 orang)

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia.

Jumlah : 1 orang

Bawahan : 32 orang

(2) Kepala Seksi Utilitas

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

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia.

Jumlah : 1 orang

Bawahan : 8 orang

(3) Kepala Seksi Laboratorium

Tujuan : Menyelenggarakan pemantauan hasil (mutu) dan pengolahan limbah.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia.

Jumlah : 1 orang

Bawahan : 8 orang

(4) Kepala Seksi Pemasaran

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

Pendidikan : Sarjana Ekonomi.

Jumlah : 1 orang

Bawahan : 9 orang

(5) Kepala Seksi Pembelian

Tujuan : Bertanggung jawab atas pembelian barang-barang untuk kelancaran produksi.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi

Jumlah : 1 orang

Bawahan : 9 orang

(6) Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

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

Pendidikan : Sarjana Mesin

Jumlah : 1 orang

Bawahan : 8 orang

(7) Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

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

Pendidikan : Sarjana Kedokteran

Jumlah : 1 orang

Bawahan : 5 orang

(8) Kepala Seksi Humas dan Keamanan

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

Pendidikan : Sarjana Komunikasi / Psikologi / Hukum

Jumlah : 1 orang

Bawahan : 6 orang

Pembantu :

Diperkirakan keperluan tenaga pesuruh dan petugas kebersihan sejumlah 4 orang dan sopir 3 orang.

5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik *Penyl Ethyl Alcohol* direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan dan perawatan (*shut down*) pabrik. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

(1) Karyawan *non shift* / harian

Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah Direktur, Staf Ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi serta bawahan yang ada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 6 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

- a. Hari Senin – Jum'at : Pukul 07.00 – 12.00
: Pukul 13.00 – 16.00
- b. Hari Sabtu : Pukul 07.00 – 12.00

Jam istirahat :

- a. Hari Senin – Jum'at : Pukul 12.00 – 13.00

(2) Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* antara lain : operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, dan bagian-bagian keamanan.

Para karyawan *shift* akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut :

- a. *Shift* pagi : Pukul 06.00 – 14.00
- b. *Shift* siang : Pukul 14.00 - 22.00
- c. *Shift* malam : Pukul 22.00 – 06.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi dalam 4 regu dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat, dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapatkan giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar nasional, maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.1. Jadwal Kerja Karyawan Masing – Masing Regu

Hari Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
2	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
3	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
4	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Keterangan :

P = *Shift* pagi

S = *Shift* siang

M = *Shift* malam

L = Libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan

diberlakukan absensi dan masalah absensi ini digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan *karier* para karyawan dalam perusahaan.

5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah

Pada Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian.

Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

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 akhir pekan.

(7) Karyawan borongan.

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

5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

5.6.1. Penggolongan Jabatan

Tabel 5.2. Penggolongan Jabatan Dalam Suatu Perusahaan

No	Jabatan	Keterangan
1	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia
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
6	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Teknik Kimia/Ekonomi
7	Kepala Bagian Kesehatan	Sarjana Kedokteran
8	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Bagian Umum	Sarjana Hukum
10	Kepala Seksi	Sarjana

11	Operator	STM/SLTA/SMU
12	Sekretaris	Akademi Sekretaris
13	Medis	Sarjana Kedokteran
14	Paramedis	Akademi Perawat
15	Lain-lain	SLTA/Sederajat

5.6.2. Jumlah Karyawan dan Gaji

Tabel 5.3. Jumlah Karyawan Sesuai dengan Jabatannya dan Gaji

No	Jabatan	Jumlah	Gaji perbulan	Gaji perthn
1	Direktur utama	1	Rp. 35.000.000,00	Rp. 420.000.000,00
2	Direktur teknik dan produksi	1	Rp. 20.000.000,00	Rp. 240.000.000,00
3	Direktur keuangan dan umum	1	Rp. 20.000.000,00	Rp. 240.000.000,00
4	Staff ahli dan litbang	3	Rp. 8.500.000,00	Rp. 306.000.000,00
5	Sekretaris	3	Rp. 3.500.000,00	Rp. 126.000.000,00
6	Kepala bagian	6	Rp. 6.500.000,00	Rp. 468.000.000,00
7	Kepala seksi	8	Rp. 5.500.000,00	Rp. 528.000.000,00
8	Karyawan proses	32	Rp. 4.000.000,00	Rp. 1536.000.000,00
9	Karyawan Laboratorium	4	Rp. 2.500.000,00	Rp. 120.000.000,00
10	Karyawan penjualan	9	Rp. 2.500.000,00	Rp. 270.000.000,00
11	Karyawan pembelian	9	Rp. 2.500.000,00	Rp. 270.000.000,00
12	Karyawan pemeliharaan	8	Rp. 2.500.000,00	Rp. 240.000.000,00
13	Karyawan Utilitas	8	Rp. 2.500.000,00	Rp. 240.000.000,00
14	Satpam	8	Rp. 2.000.000,00	Rp. 192.000.000,00
15	Medis	2	Rp. 5.000.000,00	Rp. 120.000.000,00
16	Paramedis	3	Rp. 3.500.000,00	Rp. 126.000.000,00
17	Sopir	3	Rp. 2.500.000,00	Rp. 90.000.000,00
18	Pesuruh	4	Rp. 1.500.000,00	Rp. 72.000.000,00
		111		Rp. 5.604.000.000,00

Tabel 5.4. Pembagian Karyawan Proses Tiap Shift

Nama Alat	Jumlah		Total
Accumulator	1	0,2	0,2
Co, Cd, Rb	4	0,1	0,4
Pompa	14	0,2	2,8
Reaktor	1	1,0	1,0
Evaporator	1	0,3	0,3
BE,BC	2	0,2	0,4
Dekanter	1	0,3	0,3
Washer	1	0,3	0,3
MD	1	0,5	0,5
Tangki, silo	5	0,2	1,0
Jumlah tenaga kerja proses per shift			7,2 = 8

Tabel 5.5. Perincian Golongan

Golongan	Jabatan	Kualifikasi
I	Direktur Utama	S1/S2/S3
II	Direktur	S1/S2
III	Staf Ahli	S1
IV	Kepala Bagian	S1
V	Kepala Seksi, Sekretaris	S1/D3
VI	Karyawan Biasa	SLTA/D1/D3

5.7. Kesejahteraan Karyawan

Kesejahteraan yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain:

5.7.1. Tunjangan

- Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

5.7.2. Cuti

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

5.7.3. Pakaian kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya

5.7.4. Pengobatan

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

5.7.5. Hari libur nasional

Bagi karyawan harian (*non shift*), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan *shift*, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).

5.7.6. Kerja Lembur (*Overtime*)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

5.7.7. Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawannya lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan Rp. 1.000.000,00 perbulan.

5.7.8. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan keluarganya, perusahaan memberikan fasilitas-fasilitas penunjang antara lain kesehatan, transportasi, koperasi, kantin, peribadatan, olah raga dan tunjangan lain, *safety* dan cuti.

5.8. 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 sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produk sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka harus 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 diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

5.8.1. Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik dalam menghasilkan produk.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan :

- 1) Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- 2) Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produk, misalnya :

- a. Dengan mempertimbangkan untung dan rugi, rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar.
- b. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- c. Mencari dan memperluas daerah pemasaran lain (ekspansi).

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

a. Bahan baku (*raw material*)

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka target produksi yang diinginkan dapat tercapai.

b. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar ketrampilan meningkat.

c. Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin disini berarti kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

5.8.2. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan

baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar, dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana, serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1. Pengendalian Kualitas

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

2. Pengendalian Kuantitas

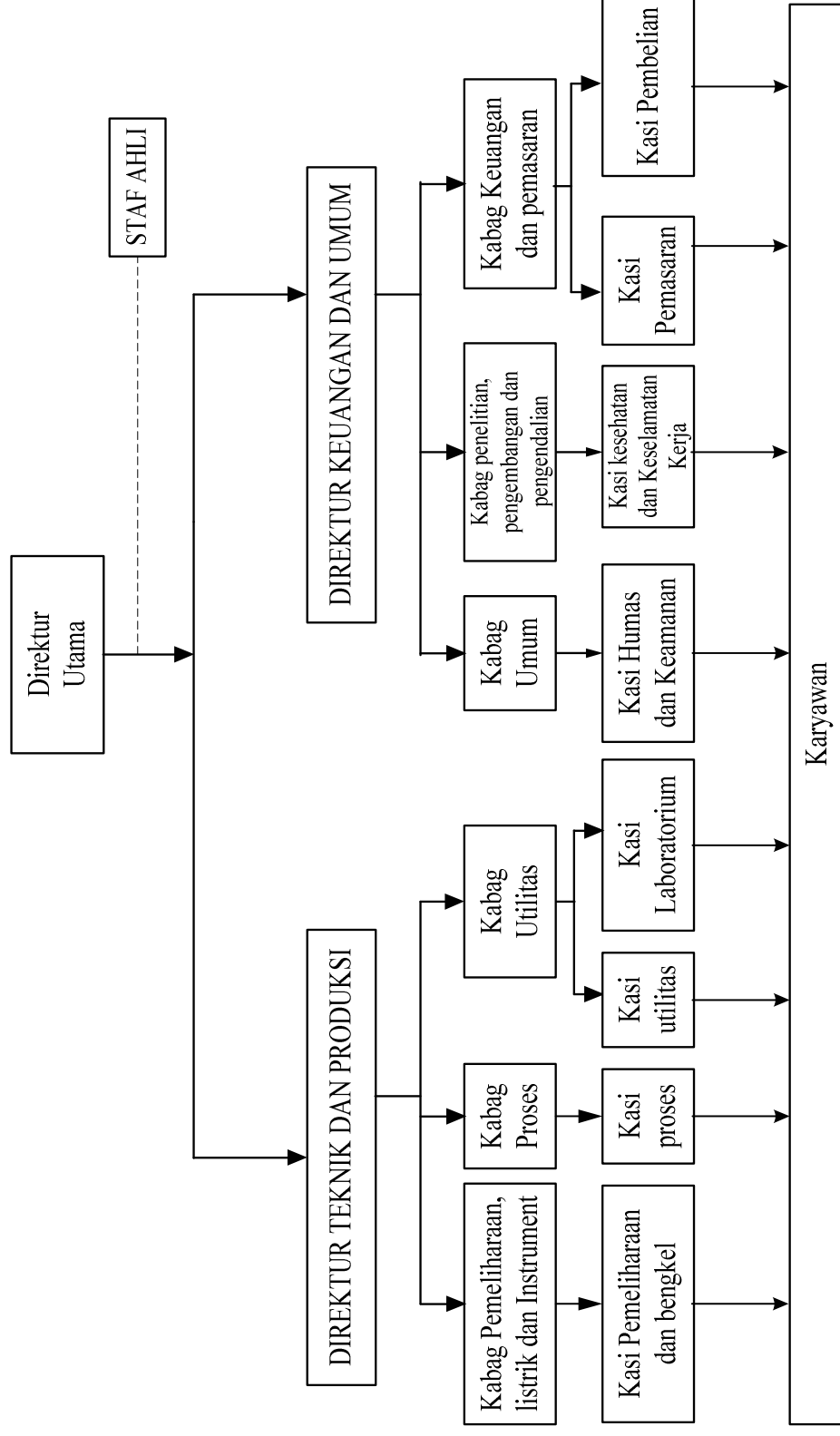
Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula. Sehingga pengendalian waktu dalam arti penjadwalan operasi berdasarkan pendisiplinan waktu sangat penting, agar proses operasi berlangsung baik.

4. Pengendalian bahan proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.



Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan

BAB VI

ANALISIS EKONOMI

Analisis ekonomi berfungsi untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak jika didirikan.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a) Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b) Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a) Biaya Produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b) Biaya Produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c) Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
4. Analisis kelayakan
 - a) *Percent return on investment (ROI)*
 - b) *Pay out time (POT)*
 - c) *Break even point (BEP)*
 - d) *Shut down point (SDP)*
 - e) *Discounted cash flow (DCF)*

Dasar Perhitungan :

1. Kapasitas produksi : 1000 ton /tahun
2. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
3. Umur alat : 10 tahun
4. Nilai kurs : 1 US \$ = Rp 10.000
5. Tahun evaluasi : 2010
6. Perkiraan harga alat diperoleh dari membaca tabel harga alat (*Peters, 2003*).
7. Bunga bank saat ini mencapai 14% untuk bunga simpanan dan 20% untuk bunga pinjaman.

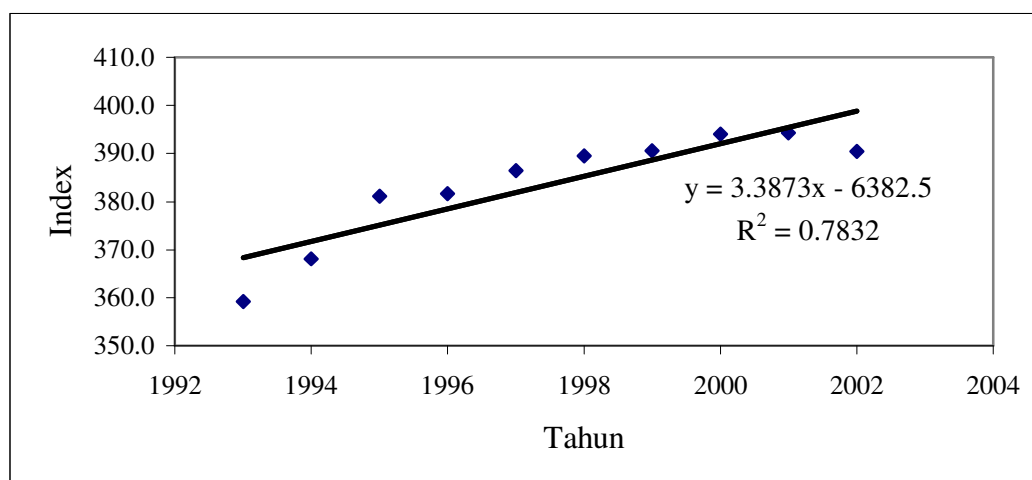
Pabrik beroperasi selama satu tahun produksi adalah 330 hari.dan tahun evaluasi pada tahun 2010. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga- harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Asumsi kenaikan harga dianggap linier, dengan menggunakan program excel dapat dicari persamaan linier yaitu :

Tabel 6.1 *Cost Index Chemical Plant* Tahun 1993-2002

Tahun	Tahun ke	<i>Cost Index Chemical Plant</i>
1993	1	359,20
1994	2	368,10
1995	3	381,10
1996	4	381,70
1997	5	386,50
1998	6	389,50
1999	7	390,60
2000	8	394,10
2001	9	394,30
2002	10	390,40

(<http://goliath.ecnext.com>)



Gambar 6.1 Hubungan Tahun dengan *Cost Index*

Persamaan yang diperoleh adalah : $y = 3,3873x - 6382,5$

dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari harga index pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2010 :

$$\begin{aligned}y &= 3,3873x - 6382,5 \\ &= 432,7476\end{aligned}$$

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Harga alat dan lainnya ditentukan dengan Peters 2003. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

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

Dalam hubungan ini :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2010.

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (tahun 2002).

Nx : Index harga pada tahun 2010.

Ny : Index harga pada tahun referensi (tahun 2002).

Sehingga :

$$Ex = (425,973 / 390,4)Ey = 1,091119Ey$$

Asumsi :

1. Untuk buruh asing \$ 20/*manhour*
2. Upah buruh Indonesia Rp 10.000,00/*manhour*
3. Perbandingan *manhour* asing : *manhour* Indonesia = 1 : 3
4. Perbandingan jumlah tenaga asing : Indonesia = 5 : 95

Perhitungan biaya :

Capital Invesment

Capital Invesment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya

Fixed Capital adalah *investment* untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya

Working Capital adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

Manufacturing cost

Manufacturing cost merupakan jumlah dari *direct* dan *fixed manufacturing cost* yang bersangkutan dengan produk.

1. *Direct cost* adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk
2. *Indirect cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik.
3. *Fixed cost* merupakan harga yang berkenaan dengan *fixed capital* dan pengeluaran yang bersangkutan di mana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

General expenses

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

Analisis Kelayakan

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

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan :

1. *Percent Return On Investment (ROI)*

ROI merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

$$Prb = \frac{Pb \times ra}{If}$$

$$Pra = \frac{Pa \times ra}{If}$$

Dengan :

Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = *fixed capital investment*

2. *Pay Out Time*

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

$$POT = \frac{If}{Pb \times rb + 0,1 \times Fa}$$

3. *Break Even Point (BEP)*

Break even point adalah titik impas di mana tidak mempunyai suatu keuntungan.

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

Dengan :

Sa = penjualan produk

Ra = *regulated cost*

Va = *variable cost*

Fa = *fixed manufacturing cost*

4. *Shut Down Point (SDP)*

SDP adalah dimana pabrik mengalami kerugian sebesar fixed cost sehingga pabrik harus ditutup .

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

Dasar Perhitungan

1. Kapasitas produksi : 1000 ton / tahun
2. Pabrik beroperasi : 330 hari / tahun
3. Harga Bahan *Ethylene Oxide* : US \$ 0,65 / kg
4. Harga Bahan *Benzene* : US \$ 0,85 / kg
5. Harga Katalis $AlCl_3$: US \$ 2,30 / kg
6. Harga Produk *Phenyl Ethyl Alcohol* : US \$ 6,50 / kg

6.1. Total Capital Investment

Tabel 6.2 Total Capital Investment

No	Type of Capital	Rp	\$
1	Delivered Equipment Cost		829.015,38
2	Instalasi	343.664.555,63	94.959,94
3	Pemipaan	322.185.520,90	29.769,88
4	Instrumentasi	107.395.173,63	136.410,71
5	Isolasi	53.697.586,82	24.493,64
6	Listrik	53.697.586,82	77.249,16
7	Tanah dan perbaikan	15.000.000.000,00	
8	Bangunan	24.000.000.000,00	
9	Utilitas	2.540.506.468,77	
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		42.421.146.892,57	1.459.820,71
10	<i>Engineering and Construction</i>	8.484.229.378,51	291.964,14
<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>		50.905.376.271,08	1.751.784,85
11	<i>Contractor's fee</i>	5.090.537.627,11	175.178,49
12	<i>Contingency</i>	7.635.806.440,66	262.767,73
<i>Fixed Capital Investment</i>		63.631.720.338,8	2.189.731,07
		85.529.031.005,1	

6.2. Manufacturing Cost

Tabel 6.3 Manufacturing Cost

No	Type of Manufacturing Cost	Rp
1	Bahan baku	8.215.575.885,31
2	Buruh	1.776.000.000,00
3	Supervisi	266.400.000,00
4	Perawatan	1.710.580.620,10
5	<i>Plant supplier</i>	256.587.093,02
6	<i>Royalties and patent</i>	650.000.000,00
7	Utilitas	7.301.900.923,76
<i>Direct Manufacturing Cost</i>		20.177.044.522,18
8	<i>Payroll & overhead</i>	266.400.000,00
9	Laboratorium	355.200.000,00
10	<i>Plant overhead</i>	1.332.000.000,00
11	<i>Package & shipping</i>	1.332.000.000,00
<i>Indirect Manufacturing Cost</i>		3.285.600.000,00
12	<i>Depreciation</i>	8.552.903.100,51
13	Pajak pendapatan	855.290.310,05
14	Asuransi	855.290.310,05
<i>Fixed Manufacturing Cost</i>		10.263.483.720,61
<i>Manufacturing Cost</i>		33.726.128.242,79

6.3. Working Capital

Tabel 6.4 Working Capital

Type of Working Capital	Rp
Persediaan bahan baku	684.631.323,78
Bahan baku dalam proses	49.082.012,49
Penyimpanan produksi	2.699.510.686,90
Biaya sebelum terjual	5.416.666.666,67
Persediaan uang	2.699.510.686,90
<i>Working Capital</i>	11.549.401.376,73

6.4.General Expenses

Tabel 6.5 General Expenses

Type of General Expenses	Rp
Administrasi	3.828.000.000,00
Promosi	4.859.119.236,42
Penelitian	1.133.794.488,50
Finansial	1.732.441.738,64
<i>General Expenses</i>	11.553.355.463,55

Sehingga *Total Cost* = *Manufacturing Cost* + *General Expenses*
= Rp 43.947.483.706,34

6.5. Analisis Keuntungan

Penjualan = Rp 65.000.000.000,00
Biaya produksi = Rp 43.947.483.706,34
Keuntungan sebelum pajak = Rp 21.052.516.293,66
Keuntungan setelah pajak = Rp 14.736.761.405,56
(Pajak 30% keuntungan) = Rp 6.315.754.888,10

6.6. Analisis Kelayakan

6.6.1 Return On Investment

$$Prb = \frac{Pb}{If}$$

$$Pra = \frac{Pa}{If}$$

Dengan :

Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = *fixed capital investment*

Keuntungan sebelum pajak = Rp 21.052.516.293,66

Keuntungan setelah pajak = Rp 14.736.761.405,56

$$Prb = \frac{21.052.516.293,66}{63.631.720.338,8} \times 100\%$$

Sebelum pajak: 33,08 %

$$Pra = \frac{14.736.761.405,56}{63.631.720.338,8} \times 100\%$$

Sesudah pajak : 23,16 %

6.6.2 Pay Out Time

$$POT = \frac{If}{Pb + 0,1 \times If}$$

$$POT = \frac{63.631.720.338,8}{21.052.516.293,66 + 0,1 \times 63.631.720.338,8}$$

Sebelum pajak : 2,32 tahun

$$POT = \frac{If}{Pb + 0,1 \times If}$$

$$POT = \frac{63.631.720.338,8}{14.736.761.405,56 + 0,1 \times 63.631.720.338,8}$$

Sesudah pajak : 3,016 tahun

6.6.3 Fixed Cost

Tabel 6.6 Fixed Cost (Fa)

<i>No</i>	<i>Fixed Cost (Fa)</i>	<i>Rp</i>
1	<i>Depreciation</i>	8.552.903.100,51
2	Pajak	855.290.310,05
3	Asuransi	855.290.310,05
Total		10.263.483.720,61

6.6.4 Variable cost

Tabel 6.7 Variable cost (Va)

<i>No</i>	<i>Variable cost (Va)</i>	<i>Rp</i>
1	Bahan baku	8.215.575.885,31
2	<i>Royalty and patent</i>	650.000.000,00
3	Utilitas	7.301.900.923,76
Total		16.167.476.809,07

6.6.5 Regulated Cost

Tabel 6.8 Regulated Cost (Ra)

<i>No</i>	<i>Regulated Cost (Ra)</i>	<i>Rp</i>
1	<i>Labor</i>	1.776.000.000,00
2	<i>Maintenance</i>	1.710.580.620,10
3	<i>Plant supplier</i>	256.587.093,02
4	<i>Laboratory</i>	355.200.000,00
5	<i>Payroll</i>	266.400.000,00
6	<i>Plant overhead</i>	1.332.000.000,00
7	<i>General expenses</i>	11.553.355.463,55
Total		17.250.123.176,67

6.6.6 Break Even Point

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{\text{Fa} + 0,3\text{Ra}}{\text{Sa} - \text{Va} - 0,7\text{Ra}} \times 100\% \\ &= \frac{10.263.483.720,61 + 0,3 \times 17.250.123.176,67}{65.000.000.000,0 - 16.167.476.809,07 - 0,7 \times 17.250.123.176,23} \times 100\% \\ &= 42\% \end{aligned}$$

6.6.7 Shut Down Point

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3\text{Ra}}{\text{Sa} - \text{Va} - 0,7\text{Ra}} \times 100\% \\ &= \frac{0,3 \times 17.250.123.176,67}{65.000.000.000,0 - 16.167.476.809,07 - 0,7 \times 17.250.123.176,23} \times 100\% \\ &= 14,08\% \end{aligned}$$

6.6.8 Discounted Cash Flow (DCF)

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “*Discounted Cash Flow*” merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi.

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

Dengan :

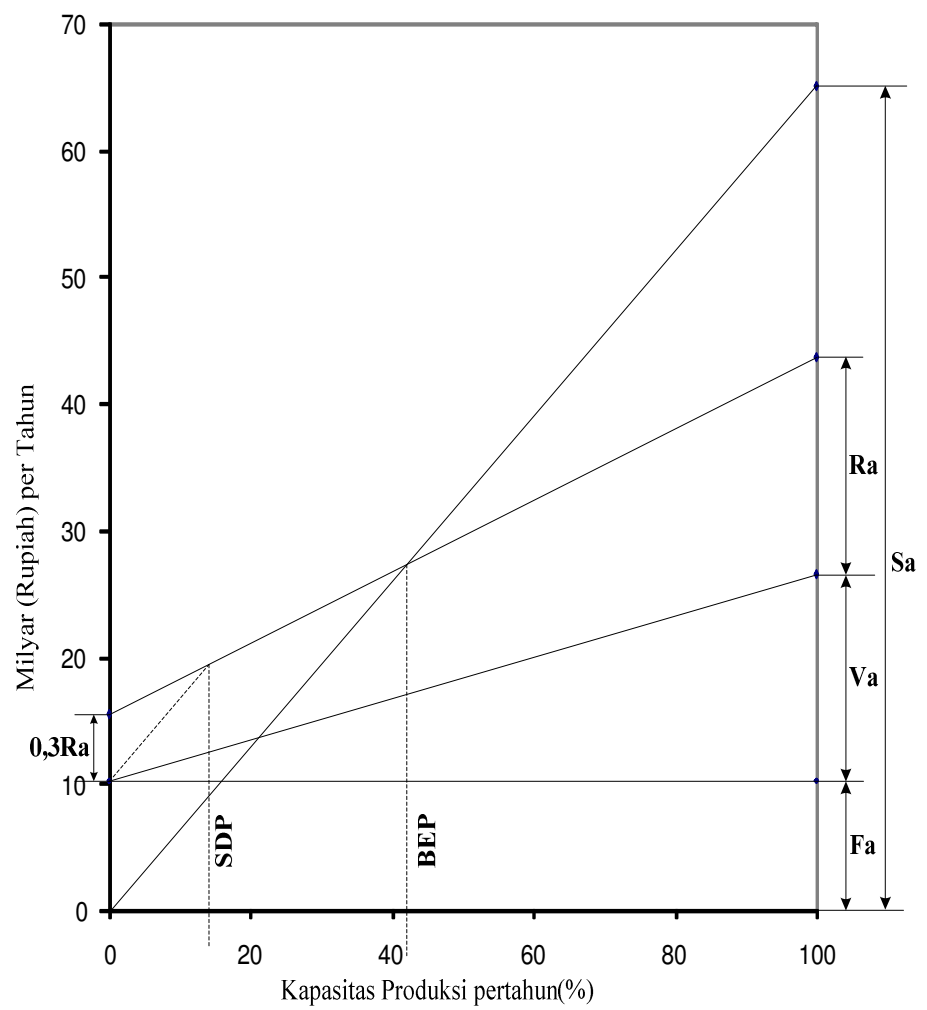
$$\begin{aligned} C &= \text{Annual Cost} &&= \text{Rp } 25.022.106.244,70 \\ &= \text{Profit after tax} + \text{Depreciation} + \text{Finance} \end{aligned}$$

$$\text{SV} = \text{Salvage Value} = \text{Rp } 8.552.903.100,51$$

$$\text{WC} = \text{Working capital} = \text{Rp } 11.549.401.376,73$$

$$\text{FC} = \text{Fixed capital} = \text{Rp } 85.529.031.005,06$$

Dengan cara trial diperoleh harga $i = 23,20\%$



Gambar 6.2. Grafik analisis ekonomi

KESIMPULAN

Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* digolongkan pabrik beresiko rendah karena kondisi operasi pada tekanan atmosferis. Hasil analisis kelayakan ekonomi adalah sebagai berikut :

Keuntungan sebelum pajak Rp 21.052.516.293,66 per tahun

Keuntungan setelah pajak Rp 14.736.761.405,56 per tahun

1. ROI (*Return On Investment*) sebelum pajak 33,08 %

ROI sesudah pajak 23,16 %

ROI sebelum pajak untuk pabrik berisiko rendah minimal 11 %.

(Aries & Newton.1955)

2. POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak 2,32 tahun

POT sesudah pajak 3,016 tahun

POT sebelum pajak untuk pabrik berisiko rendah maksimal 5 tahun.

3. BEP (*Break Even Point*) adalah 42 % dan SDP (*Shut Down Point*) adalah 14,08 %

BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40 % - 60 %

4. DCF (*Discounted Cash Flow*) adalah 23,20%

Dari data hasil perhitungan analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, G.G., 1950, "*Unit Operations*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979, "*Process Equipment Design*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, "*Chemical Engineering*", Vol. 6, Pergamon Press, Oxford
- Faith, W.L., Keyes, D.B., and Clark, R.L., 1957, "*Industrial Chemistry*", John Wiley and Sons, London
- Fessenden, R. and J.S. Fessenden, 1986, "*Organic Chemistry*", 3rd.ed., Wadsworth Inc., Belmont, California
- Groggins, 1986, "*Unit Process In Organic Synthesis*", Mc Graw Hill, Singapore
- Holman, J. P., 1988, "*Perpindahan Kalor*", alih bahasa Jasifi E., edisi ke-6, Erlangga, Jakarta
- Hougen, O.A., Watson, K.M., and Ragatz, R.A., 1954, "*Chemical Process Principle*", Vol III, John Wiley and Sons Inc., New York
- Kern, D.Q., 1950, "*Process Heat Transfer*", McGraw-Hill International Book Company Inc., New York
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1972, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 3rd ed., Vol. 3, The Inter Science Encyclopedia, Inc., New York
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1981, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 3rd ed., Vol. 4, The Inter Science Encyclopedia, Inc., New York
- Levenspiel, O., 1972, "*Chemical Reaction Engineering*", 2nd ed., John Wiley and Sons, inc., Toronto
- Mc Ketta, j.j. and Cunningham, W.A., 1992, "*Encyclopedia of Chemical Processing and Design*", Vol 5, Marcel Decker inc., New York
- Perry, R.H. and Green, D.W., 1997, "*Perry's Chemical Engineers' Handbook*", 7th ed., McGraw-Hill Book Company, New York

Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 2004, "*Plant Design and Economic for Chemical Engineering*", 5th ed., McGraw-Hill International Book Company Inc., New York

Rase, H.F., and Holmes, J. R., 1977, "*Chemical Reactor Design for Process Plant, Volume One : Principles and Techniques*", John Wiley and Sons, Inc., New York

Smith, J.M., 1985, "*Chemical Engineering Kinetics*", 5th ed., McGraw-Hill Book Company, Singapore

Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1987, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", 4th ed., McGraw-Hill Book Co., New York

Treybal, R.E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, Singapore

Ulrich, G.D., 1984, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Wiley and Sons, Inc., New York

Yaws, 1979, "*Thermodynamic and Physical Properties Data*", Mc Graw Hill Book Co. Singapore

<http://www.the-innovation-group.com/welcome.htm>, 2003

<http://www.chemicaland21.com/industrialchem/organic/benzene.htm>

<http://www.chemicaland21.com/industrialchem/organic/phenylethylalcohol.htm>

LAMPIRAN

REAKTOR

Tugas : tempat reaksi ethylene oxide dan benzene menjadi phenyl ethyl alcohol.

Tipe reaktor : Reaktor Batch

Langkah perancangan Reaktor:

1. menentukan kondisi operasi
2. neraca massa
3. menghitung densitas dan laju alir volumetrik dan kinetika reaksi
4. menghitung volume berdasarkan waktu per batch
5. menghitung dimensi rektor (diameter reaktor, tinggi reaktor, lebar reaktor, tebal shell, tebal head, tinggi head, tinggi reaktor keseluruhan)
6. menghitung dimensi pengaduk (baffle, lebar impeller, jumlah impeller, power pengadukan)
7. menghitung NP reaktor (untuk menentukan penggunaan jaket/coil)
jaket : jika luas transfer panas sama dengan kurang dari luas selubung
coil : jika luas transfer panas lebih dari luas selubung

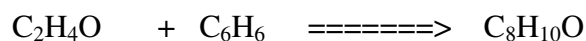
1. Menentukan kondisi operasi

Kondisi operasi secara batch

Tekanan = 1 atm

Suhu = 10°C (10-20°C)

Reaksi yang terjadi:



Alasan pemilihan reaktor batch:

- a) Kapasitas produksi kecil
- b) Konversi yang dihasilkan lebih maksimal dibandingkan proses kontinyu
- c) Proses pengontrolan lebih mudah
- d) Proses lebih sederhana karena tidak memerlukan proses pemisahan bahan baku sisa reaksi.

2. Neraca Massa di Reaktor

Arus 7:

Komponen	Kg/jam	fr. berat	BM	Kmol/jam	fr. mol
C ₆ H ₄ O	20,6841	0,1000	44	0,4701	0,1646
C ₆ H ₆	186,1648	0,9000	78	2,3867	0,8354
	206,8489	1,0000		2,8568	1,0000

Arus 1:

Komponen	Kg/jam	fr. berat	BM	Kmol/jam	fr. mol
C ₆ H ₄ O	38,4133	0,9990	44	0,8730	0,9976
H ₂ O	0,0385	0,0010	18	0,0021	0,0024
	38,4517	1,0000		0,8752	1,0000

Arus 2:

Komponen	Kg/jam	fr. berat	BM	Kmol/jam	fr. mol
C ₆ H ₆	68,0963	0,9990	78	0,8730	0,9957
H ₂ O	0,0682	0,0010	18	0,0038	0,0043
	68,1644	1,0000		0,8768	1,0000

Arus 3:

Komponen	Kg/jam	fr. berat	BM	Kmol/jam	fr. mol
AlCl ₃	179,3067	0,9970	133,5	1,3431	0,9782
H ₂ O	0,5400	0,0030	18	0,0300	0,0218
	179,8463	1,0000		1,3731	1,0000

Arus 4:

Komponen	Kg/jam	fr. berat	BM	Kmol/jam	fr. mol
C ₆ H ₆	186,1648	0,3774	78	2,3867	0,4672
H ₂ O	0,6462	0,0013	18	0,0359	0,0070

C ₆ H ₄ O	20,6841	0,0419	44	0,4701	0,0920
AlCl ₃	179,3067	0,3635	133,5	1,3431	0,2629
C ₈ H ₁₀ O	106,5095	0,2159	122	0,8730	0,1709
	493,3113	1,0000		5,1089	1,0000

Komponen	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 7	Arus 4
C ₆ H ₆		68,0963		186,1648	186,1648
H ₂ O	0,0385	0,0682	0,5395		0,6462
C ₆ H ₄ O	38,4133			20,6841	20,6841
AlCl ₃			179,3067		179,3067
C ₈ H ₁₀ O					106,5095
Subtotal	38,4517	68,1644	179,4863	206,8489	493,3113
Total	493,3113				493,3113

3. Menghitung densitas dan laju alir volumetrik dan kinetika reaksi

Suhu operasi 10°C

Komponen	Kg	fraksi	ρ, kg/m ³	ρ, x	μ, cP	μ, x	Fv = m/ρ
C ₆ H ₆	254,2611	0,5154	887,866	457,6213	0,7300	0,3763	0,2864
H ₂ O	0,6462	0,0013	998,835	1,3083	0,2881	0,0004	0,0006
C ₆ H ₄ O	59,0973	0,1198	887,242	106,2892	1,3178	0,1579	0,0666
AlCl ₃	179,3067	0,3635	2440	886,8809	0,0000	0,0000	0,0735
	493,3113	1,0000		1452,0997		0,5345	0,4271

(data densitas dan viskositas dari ChemCad, 5.2)

Menghitung kecepatan laju alir volumetrik (Fv):

$$F_v = \frac{\text{massa, kg / jam}}{\text{Densitas, kg / m}^3}$$

$$= 0,4271 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Persamaan kinetika reaksi:

Menghitung konstanta kecepatan reaksi kimia:

Dari Othmer, 1992, waktu tinggal reaksi dalam reaktor 6 jam, pada temperatur 10°C dengan konversi 60% dianggap orde 1 karena benzene dibuat berlebih.

Dari Levenspiel, untuk orde 1, diperoleh persamaan:

$$\frac{dC_A}{dt} = kC_A^n$$

Dimana: n adalah orde reaksi

$$-r_A = kC_A$$

$$C_A = C_{A0}(1-X_A)$$

$$-r_A = \frac{-dC_A}{dt} = kC_A$$

$$-\int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{dt} = k \int_0^t dt$$

$$-\ln \frac{C_A}{C_{A0}} = kt$$

$$-dC_A = C_{A0}dX_A$$

$$\frac{dX_A}{dt} = k(1-X_A)$$

$$-\ln(1-X_A) = kt$$

$$0,916290732 = 0,1527/\text{jam}$$

4. Menghitung volume berdasarkan waktu per batch

Waktu per batch: waktu persiapan + waktu reaksi + waktu pengosongan +
waktu pencucian

Diperoleh waktu proses batch:

$$\text{waktu persiapan} = 1,00 \text{ jam}$$

$$\text{waktu reaksi} = 6,00 \text{ jam}$$

$$\text{waktu pengeluaran} = 0,50 \text{ jam}$$

$$\text{waktu pembersihan} = 1,0 \text{ jam}$$

$$8,50 \text{ jam}$$

$$\text{volume} = \text{laju alir volumetrik} \times \text{waktu tinggal}$$

$$= 0,4271 \times 8,5$$

$$= 3,6305 \text{ m}^3$$

over design 30%

$$\begin{aligned} \text{menghitung volume} &= 1,3 \times 3,6305 \\ &= 4,7196 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

5. Menghitung dimensi reaktor

Menurut Wallas diameter : tinggi cairan = 1 : 1, agar hasil pengadukan lebih homogen

Sehingga dirancang diameter dan tinggi shell 1 : 1

$$\text{Volume tangki} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H = \frac{\pi}{4} \times D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times V \times \tan gki}{\pi}}$$

$$= 1,8184 \text{ m}$$

$$= 71,5888 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Digunakan diameter standart} &= 72 \text{ in} \\ &= 1,8288 \text{ m} \end{aligned}$$

$$V_{\text{dist}} = 0,000049 \times D^3 \text{ (Brownell, hal 88)}$$

Dimana :

D = diameter shell, in

V_{dist} = volume, ft³

sf = 2 in

$$V_{\text{sf}} = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{\text{sf}}{144}$$

$$V_{\text{head}} = 2 \times (V_{\text{tangki}} + V_{\text{sf}})$$

$$= 2 \times (0,000049 \times D^3 + \frac{\pi/4 D^2 \text{sf}}{144})$$

$$= 45,9983 \text{ ft}^3$$

$$= 1,3027 \text{ m}^3$$

Volume reaktor = volume shell + volume head

$$= 4,7196 + 1,3027$$

$$= 6,0223 \text{ m}^3$$

Dengan spesifikasi reaktor sebagai berikut:

$$\text{Diameter shell} = 1,8288 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi shell} = 1,8288 \text{ m}$$

$$\text{Volume shell} = 4,7196 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume head} = 1,3027 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume reaktor} = 6,0223 \text{ m}^3$$

Volume cairan dalam shell

$$\text{Volume bottom} = 0,5 \times \text{volume head}$$

$$= 0,5 \times 1,3027$$

$$= 0,6513 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume cairan} = \text{volume shell} - \text{volume bottom}$$

$$= 4,7196 - 0,6513$$

$$= 4,0683 \text{ m}^3$$

Tinggi cairan dalam shell

$$h = \frac{4.V}{\pi.D^2}$$

$$= 1,5496 \text{ m}$$

$$= 5,0839 \text{ ft}$$

Jenis pengaduk

Densitas campuran dan viskositas

$$\rho \text{ campuran} = 1452,0997 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu \text{ campuran} = 0,5345 \text{ cP}$$

Penentuan berdasar:

$$T = 283,15^\circ\text{C}$$

$$\mu = 0,53 \text{ cP}$$

$$\rho = 1542,10 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{volume reaktor} = 6,02 \text{ m}^3$$

$$\text{Berdasarkan fig. 10.57 hal 149 Coulson } \mu_L = 0,53541 \text{ Ns/m}^3$$

Dan volume = 6,0223 m³ dapat digunakan pengaduk propeler dan turbin

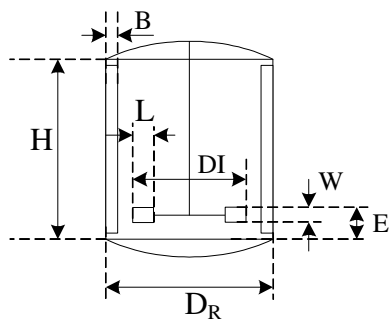
Dari tabel 8.3 Rase, 1977:

Sistem : dissolution : turbin (max : 10.000 gal)
 Propeller (max : 2500 gal ($\pm 9,5 \text{ m}^3$))
 Paddle (max : 10.000 gal)

Dipilih : turbin karena - Hp turbin tidak dipengaruhi viskositas diatas
 Reynold 500-1000
 - percampuran sangat baik, bahkan dalam skala mikro

Dari Rase, hal 356 :

Dipilih : $D_i/D_R = 1/3$ $L = D_i/4$
 $E = D_i = 1$ $B = D/10$
 $W = D_i/5$



Diameter reaktor (D_R) = 1,8288 m
 Diameter pengaduk (D_I) = 0,6096 m
 Pengaduk dari dasar (E) = 0,6096 m
 Tinggi pengaduk (W) = 0,1219 m
 Lebar pengaduk (L) = 0,1524 m
 Lebar baffle (B) = 0,1829 m

Menghitung jumlah impeler :

Dimana WELH adalah *Water Equivalen Liquid Hight*

$$\begin{aligned} \text{WELH} &= \text{tinggi bahan} \times \text{sg} \\ &= 1,5496 \text{ m} \times \frac{142,10}{1000} \\ &= 2,2501 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ impeller} &= \frac{\text{WELH}}{D} \\ &= \frac{2,2501}{1,8288} \\ &= 1,2304 \approx 1 \end{aligned}$$

Putaran pengaduk :

$$\begin{aligned} \frac{\text{WELH}}{2.DI} &= \left(\frac{\lambda.DI.N}{600} \right)^2 \quad (\text{Rase, 1977, hal 345}) \\ N &= \frac{600}{\pi.DI / 0,3048} \sqrt{\frac{\text{WELH}}{2.DI}} \end{aligned}$$

$$= 129,7946 \text{ rpm}$$

$$= 2,1632 \text{ rps}$$

Jenis motor : ixed speed belt (harga murah, mudah mengganti bagian-bagiannya)

Dengan kecepatan standart = 127 rpm

(Rase, 1977, tabel 8.9)

Bilangan Reynold :

$$N_{Re} = \frac{\rho \cdot N \cdot D_i^2}{\mu_m}$$

$$N_{Re} = 128213,1251$$

Dari fig. 9. 13 McCabe, $N_{Re} = 128213, 1251 \rightarrow N_p = P_o = 6$

Power pengaduk :

$$P = \frac{N^3 \cdot D_i^5 \cdot \rho \cdot N_p}{550 \cdot g_c}$$

$$P = 9,33 \text{ Hp}$$

Efisiensi motor 0,88 (fig. 14.38, Peter, hal 521)

$$\text{Daya motor} = \frac{P}{\eta} = 106004 \text{ Hp}$$

Dipakai motor dengan daya = 15 Hp

Menentukan tebal shell (t)

Dirancang menggunakan Carbon Steel

$$t_s = \frac{P \cdot r}{(f \cdot E - 0,6 \cdot P)} + C \quad (\text{Brownell, hal 140})$$

Dalam hubungan ini :

t_s = tebal shell, in

P = tekanan dalam vessel

$$P \text{ cairan} = \rho \cdot h \cdot g/g_c$$

$$= 1452,0997 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ lb} / 0,4536 \text{ kg} \times 1 \text{ m}^3 / 35,3134 \text{ ft}^3 \times 4,0683 \text{ ft} \times 32,2 \text{ ft/s}^2 / 32,2$$

$$= 368,8031 \text{ lb/ft}^2$$

$$= 2,5611 \text{ lb/in}^2$$

$$\text{Pop} = P_{\text{cairan}} + P_{\text{reaktor}}$$

$$= 2,5611 + 14,7$$

$$= 17,3 \text{ psi}$$

$$r = \text{jari-jari}$$

$$= 0,5 \times \text{diameter reaktor}$$

$$= 0,5 \times 72$$

$$= 36 \text{ in}$$

$$E = \text{effisiensi pengelasan} = 0,85$$

$$C = \text{faktor korosi} = 0,125$$

$$f = \text{tegangan yang diijinkan pada tabel 13.2 Coulson hal 254 diperoleh allowable stress } 100 \text{ N/mm}^2$$

$$f = 14503,774 \text{ psi}$$

$$t_s = 0,17545 \text{ in}$$

digunakan tebal standar 3/16 in

Menentukan tebal head (th)

Dari table 5-7 Brownell,

$$\text{Untuk OD} = 72 \text{ in}$$

$$t_s = 0,1875 \text{ in}$$

$$r = 72 \text{ in}$$

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$$= 1,7642 \text{ in}$$

$$th = \frac{P.r.w}{(2.f.E - 0,2.P)} + C$$

$$= 0,21394 \text{ in}$$

digunakan tebal standar 1/4 in

diambil sf = 2

Arus 7:

T= 288,2774

K

Komponen	kmol	A	B	C	D	$\int C_p dT$	$Q = \int m c_p dT$
C ₂ H ₄ O	3,9958	3,57E+01	4,29E-01	-1,55E-03	2,41E-06	1336,22	5339,2811
C ₆ H ₆	20,2872	-3,17E+01	1,30E+00	-3,61E03	3,82E-06	2056,64	41764,1483
	24,2830						47103,4294

Arus 1

T= 283,15 K

Komponen	kmol	A	B	C	D	$\int C_p dT$	$Q = \int m c_p dT$
C ₂ H ₄ O	7,4207	3,57E+01	4,29E-01	-1,55E-03	2,41E-06	884,3741	6562,7164
H ₂ O	0,0182	9,21E+01	-4,0E-02	-2,11E-04	5,55E-07	777,0264	14,1091
	7,4389						6576,8255

Arus 2

T= 283,15 K

Komponen	kmol	A	B	C	D	$\int C_p dT$	$Q = \int m c_p dT$
C ₆ H ₆	7,4207	-3,17E+01	1,30E+00	-3,61E03	3,82E-06	1362,9763	10114,3017
H ₂ O	0,0322	9,21E+01	-4,0E-02	-2,11E-04	5,55E-07	777,0264	25,0115
	7,4529						10139,3132

Arus 3

T= 283,15 K

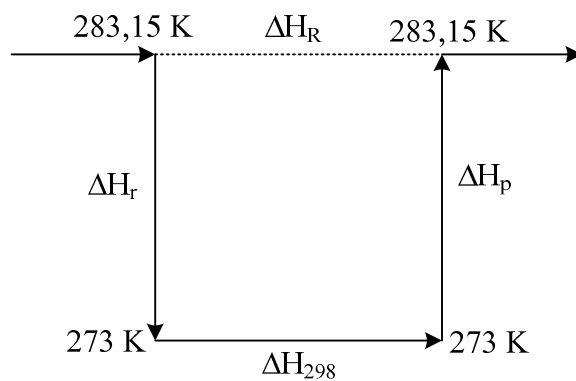
Komponen	kmol	A	B	C	D	$\int C_p dT$	$Q = \int m c_p dT$
AlCl ₃	11,4165	2,94E+04	-1,79E+02	3,66E-01	-2,48E-04	25217,2042	287893,0514
H ₂ O	0,2548	9,21E+01	-4,0E-02	-2,11E-04	5,55E-07	777,0264	197,9725
	11,6713						288091,0239

Arus 4

T= 283,15 K

Komponen	kmol	A	B	C	D	$\int C_p dT$	$Q = \int m c_p dT$
C ₆ H ₆	20,2872	-3,17E+01	1,30E+00	-3,61E03	3,82E-06	1362,9763	27650,9647

H ₂ O	0,3051	9,21E+01	-4,0E-02	-2,11E-04	5,55E-07	777,0264	237,0931
C ₂ H ₄ O	3,9958	3,57E+01	4,29E-01	-1,55E-03	2,41E-06	884,3741	3533,7704
AlCl ₃	11,4165	2,94E+04	-1,79E+02	3,66E-01	-2,48E-04	25217,204	287893,0514
C ₈ H ₁₀ O	7,4207	3,57E+01	4,29E-01	-1,55E-03	2,41E-06	2309,0800	17135,0979
	43,4254						336449,9775



Reaksi :



Komponen	ΔHf_{298} (kJ/mol)
C ₂ H ₄ O	-52,63
C ₆ H ₆	82,93
C ₈ H ₁₀ O	-121,00

$$\begin{aligned}
 \Delta\text{Hf}_{298} &= \Delta\text{Hf}_{298\text{produk}} - \Delta\text{Hf}_{298\text{reaktan}} \\
 &= -151,300 \text{ kJ/mol (eksotermis)} \\
 &= -151300 \text{ kJ/kmol} \times 7,42 \text{ kmol} \\
 &= -1122759 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

Menghitung panas reaksi :

$$\begin{aligned}
 -\Delta\text{H}_r &= \Delta\text{Hf}_{298} + \Delta\text{hproduk} - \Delta\text{hreaktan} \\
 &= -1138219 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\Delta\text{H}_r = 1138219,58 \text{ kJ}$$

Menghitung LMTD

$$\text{Suhu fluida panas reaktor} = 10^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{F}$$

$$\text{Suhu fluida dingin masuk} = 0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F}$$

$$\text{Suhu fluida dingin keluar} = 5^{\circ}\text{C} = 41^{\circ}\text{F}$$

$$\Delta T \text{ LMTD} = 12,984^{\circ}\text{F}$$

Untuk fluida panas light organic dan fluida dingin butane $U_D : 40\text{-}100 \text{ Btu/ft}^2\text{F}$.

jam(table. 8 Kern) diambil harga $U_D = 90 \text{ Btu/ft}^2\text{F.jam}$

Menghitung luas transfer panas :

$$Q = 1138216,58 \text{ kJ/jam}$$

$$= 1078881,118 \text{ Btu/jam}$$

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

$$= \frac{1078881,1}{90 \times 12,98426}$$

$$= 923,2388 \text{ ft}^2$$

$$= 85,7689 \text{ m}^3$$

Menghitung luas selubung reaktor :

$$A = 3,14 \times D \times L$$

$$= 10,5018 \text{ m}^3$$

karena luas transfer panasnya lebih besar dibandingkan luas selubungnya maka digunakan koil.

Dimana :

$$\text{Rotasi pengaduk, } N = 127 \text{ rpm} = 7620 \text{ rph}$$

$$\text{Densitas, } \rho = 1452,0997 \text{ kg/m}^3 = 90,649 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viskositas, } \mu_L = 0,0005 \text{ kg/m. Dt} = 1,2930 \text{ lb/ft. Jam}$$

$$\text{Konduktifitas termal, } k = 0,3800 \text{ Btu/(hr)(ft}^2\text{)(}^{\circ}\text{F/ft)}$$

$$\text{Panas spesifik, } c = 1,0000 \text{ Btu/(lb)(}^{\circ}\text{F)}$$

$$\text{Diameter reaktor, } D = 1,8288 \text{ m} = 6,00 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter impeler, } L = 0,6096 \text{ m} = 2,00 \text{ ft}$$

Menghitung dimensi pendingin dipakai koil pendingin jenis helix:

$$\frac{hc.D}{k} = 0,87 \left(\frac{L^2 . N . \rho}{\mu} \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{c . \mu}{k} \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

$$\left(\frac{L^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \right)^{2/3} = 254269,00$$

$$\left(\frac{c \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} = 1,5041$$

$$\left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14} = 1$$

$$\frac{hc \cdot D}{k} = 332721,23$$

$$hc = 63217,0343 \text{ btu/jam ft}^{20}\text{F}$$

dipilih diameter koil 2,5 in = 0,0635 m

Dipilih ukuran pipa ukuran standar :

Digunakan pipa standar (table. 11 Kern)

$$D \text{ nominal} = 2,5 \text{ in} = 0,2083 \text{ ft}$$

$$ID = 2,469 \text{ in} = 0,2058 \text{ ft}$$

$$Od = 2,88 \text{ in} = 0,2400 \text{ ft}$$

$$\text{Schedule} = 40$$

$$\text{Flow area per pipe} = 4,79 \text{ in}^2 = 0,0333 \text{ ft}^2$$

Koefisien perpindahan panas dalam koil :

Pendingin yang digunakan adalah butane dengan suhu masuk 0°C dan suhu keluar 5°C.

$$\text{Massa pendingin} = \frac{1138219,58 \text{ kJ}}{2,33 \text{ kJ} / \text{kg}^\circ\text{C} (5 - 0)^\circ\text{C}}$$

$$= 97701,2514 \text{ kg/jam} = 215390,766 \text{ lb/jam}$$

$$G = \frac{\text{massa pendingin reaktor}}{\text{luas area}}$$

$$= \frac{215390,766 \text{ lb} / \text{jam}}{0,0333 \text{ ft}^2}$$

$$= 6474599,7 \text{ lb/ft}^2\text{jam}$$

$$\text{Re} = \frac{D \cdot G}{\mu}$$

$$= 1043240,794$$

$$jH = 2000$$

$$\left(\frac{c \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} = 1,5041$$

$$\left[\frac{\mu}{\mu_w} \right]^{0,14} = 1$$

$$hi = jH x \frac{k}{D} x \left(\frac{c \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} x \left[\frac{\mu}{\mu_w} \right]^{0,14}$$

$$= 5486,84475$$

$$hio = hi x \frac{ID}{OD}$$

$$= 5418,8079 \text{ btu}/(\text{jam})(\text{ft}^2)(^\circ\text{F})$$

Menghitung U_c :

$$U_c = \frac{hc \cdot hio}{hc + hio}$$

$$Rd = \frac{U_c - U_d}{U_c x U_d}$$

$$= 0,0009$$

Panjang pipa yang digunakan :

$$L_c = \frac{85,7689 \text{ ft}^2}{07530 \text{ ft}^2 / \text{ft}}$$

$$= 113,902898 \text{ ft}$$

Sehingga dapat dihitung volumenya :

$$V_c = 3,14/4 x (OD)^2 x L_c$$

$$= 3,881 \text{ ft}^2$$

$$= 0,110 \text{ m}^2$$

$$\text{volume} = \text{volume cairan} + \text{volume coil}$$

$$= 4,0683 + 0,110$$

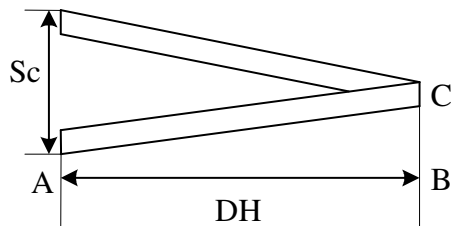
$$= 4,1782$$

Tinggi cairan dalam shell :

$$h = \frac{4.V}{\pi.D^2}$$

$$= 1,5914 \text{ m}$$

$$= 5,2212 \text{ ft}$$



Jarak antara koil, $Sc = 0,5 \times d_{\text{koil}}$

$$= 0,0318 \text{ m}$$

$AB = 0,8 \times \text{diameter}$

$$= 1,4630 \text{ m}$$

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

$$= 1,4627$$

Panjang koil tiap lilitan $= 3,14 \times AC$

$$= 4,5929 \text{ m}$$

Jumlah lilitan $= \frac{113,9029 \text{ ft} \cdot 0,3048}{4,5629}$

$$= 7,5590 \text{ lilitan}$$

Digunakan 8 lilitan

Tinggi koil total $= 0,22225 \text{ m}$

Jarak koil dari dasar silinder $= 0,1 \times \text{diameter reaktor}$

$$= 0,18288 \text{ m}$$

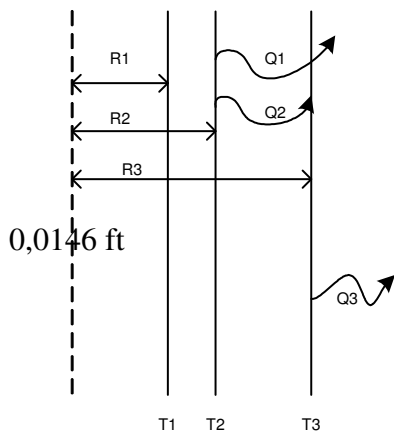
Tinggi puncak koil $= 0,40513 \text{ m}$

Menghitung tebal isolasi

Asumsi-asumsi yang diambil :

1. suhu di dalam reaktor $= 283 \text{ K}$, $T_{\text{out}} = 419 \text{ }^{\circ}\text{F}$

2. suhu dinding reaktor = $30^{\circ}\text{C} = 86^{\circ}\text{F}$



$T = T \text{ larutan} = 10^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{F}$

$T_u = 30^{\circ}\text{C} = 86^{\circ}\text{F}$

Diameter dalam reaktor (ID) = 1,8288 m

Tebal dinding rektor = 0,1754 in =

Diameter luar reaktor (OD) = 1,8377 m

Keterangan :

R1 : jari-jari dalam reaktor

R2 : jari-jari luar reaktor

R3 : jari-jari penyekat

T_w : suhu udara

Dengan isolasi konduksi = konveksi

Q1 : laju panas yang ditransfer dari T1 ke T2

Q2 : laju panas yang ditransfer dari T2 ke T3

Q3 : laju panas yang ditransfer dari T3 ke T_w

$Q1 = Q2 = Q3$

Bahan isolasi adalah silicon carbide brick dengan konduktivitas :

$k = 0,7 \text{ Btu/j. Ft } ^{\circ}\text{F/ft}$ (Kern, 1950)

Bahan dinding baja carbon steel dengan sifat fisis :

$k = 26 \text{ Btu/j. ft}^{\circ}\text{F}$ (Kern,1950)

Untuk menghitung tebal isolasi diambil pada suhu tertinggi reaktor

$T = 419^{\circ}\text{F}$

$T_w = 86^{\circ}\text{F}$

$L = 2,5560 \text{ in} = 0,0613 \text{ m}$

$R1 = 73 \text{ in} = 1,8542 \text{ m}$

$$R2 = 73,35089435 \text{ in} = 1,863112716 \text{ m}$$

Mencari panas yang hilang bila tidak digunakan isolasi

$$Q_{loss} = \frac{\Delta T}{\sum R_{th}} = \frac{T - T_w}{\frac{\ln(R2/R1)}{2\pi \cdot ka \cdot L}}$$

$$\text{Maka } = 11926945,7019 \text{ Btu/jam} = 12583643,33 \text{ kJ/jam}$$

Mencari tebal isolasi

$$Q_{isolasi} = \frac{2\pi L(T - T_w)}{\left[\frac{\ln\left(\frac{R2}{R1}\right)}{kb} + \frac{\ln\left(\frac{R3}{R2}\right)}{ka} \right]}$$

$$551081.6381 \text{ btu/j} = \frac{2 \times 3.14 \times 140.7468 \times (461.12252 - 86)}{\left[\frac{\ln\left(\frac{36.1819685}{33.6819685}\right)}{32} + \frac{\ln\left(\frac{R3}{36.1819685}\right)}{0.119} \right]}$$

$$0 = \ln(R3/31,471667)$$

$$R3/31,47167 = 1,0028$$

$$R3 = 73,5582$$

$$\text{Tebal isolasi} = R3 - R2$$

$$= 0,2073 \text{ in} = 0,0053 \text{ m}$$