

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
PHENYL ETHYL ALCOHOL DARI *BENZENE* DAN
ETHYLENE OXIDE DENGAN PROSES *FRIEDEL-CRAFTS*
KAPASITAS 500 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Disusun oleh :

Nama : Nur Fala Hamadi

Nama : Yasmin De Firsta R

No. Mahasiswa : 14521147

No. Mahasiswa : 14521176

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
PHENYL ETHYL ALCOHOL DARI BENZENE DAN
ETHYLENE OXIDE DENGAN PROSES FRIEDEL-CRAFTS
KAPASITAS 500 TON/TAHUN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Fala Hamadi Nama : Yasmin De Firsta R
No. Mahasiswa : 14521147 No. Mahasiswa : 14521176

Yogyakarta, 13 Agustus 2018

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

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



Nur Fala Hamadi
NIM. 14521147



Yasmin De Firsta R
NIM. 14521173

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
PHENYL ETHYL ALCOHOL DARI *BENZENE* DAN
ETHYLENE OXIDE DENGAN PROSES *FRIEDEL-CRAFTS*
KAPASITAS 500 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Nur Fala Hamadi Nama : Yasmin De Firsta R
No. Mahasiswa : 14521147 No. Mahasiswa : 14521176

Yogyakarta, 11 Agustus 2018

Pembimbing I

Prof. Ir. Zainus Salimin, M.Si

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA *PHENYL ETHYL ALCOHOL* DARI *BENZENE* DAN *ETHYLENE OXIDE* DENGAN PROSES *FRIEDEL-CRAFTS* KAPASITAS 500 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Nur Fala Hamadi
No Mahasiswa : 14521147

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

Yogyakarta, 13 September 2018

Tim Penguji

Prof.Ir.Zainus Salimin, M.Si.
Penguji 1



Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.
Penguji 2



Achmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc.
Penguji 3



Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh

Segala puji hanya milik Allah SWT., Tuhan semesta alam. Tiada daya dan upaya melainkan atas pertolongan Allah SWT. Semoga shalawat dan salam senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW., keluarganya, dan para shahabatnya, serta orang-orang yang memegang teguh kitab Allah dan sunnah Rasul-Nya hingga hari kiamat.

Alhamdulillah, atas taufik dan hidayah dari Allah SWT., penyusun dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Penyusunan tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Kimia *Phenyl Ethyl Alcohol* dari *Benzene* dan *Ethylene Oxide* dengan Proses *Friedel-Crafts* Kapasitas 500 Ton/Tahun” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyelesaian tugas akhir dapat berjalan dengan baik atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan, perhatian, dan pengarahan dalam menjalankan penyusunan tugas akhir ini. Maka, pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Orangtua yang telah membantu secara materil maupun spiritual, sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini dengan lancar.
2. Rektor Universitas Islam Indonesia, Bapak Fathul Wahid, S. T., M. Sc., Ph.D.

3. Ketua Jurusan Teknik Kimia Bapak Dr. Suharno Rusdi.
4. Bapak Prof. Ir. Zainus Salimin, M.Si yang telah memberikan banyak ilmu kepada kami dan juga telah sabar dalam membimbing kami selama melaksanakan penelitian ini hingga selesai.
5. Teman-teman yang kami sayangi Dwida, Ela, Vinni, Ami, Dini, Kuni dan grup istri sholehah, terimakasih atas kerjasamanya, kebersamaan serta kepedulian yang diberikan kepada kami yang sangat berkesan.
6. Semua pihak yang telah ikut membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini, yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberi keberkahan atas pertolongan dan kebaikan yang telah diberikan kepada kami.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan diri pribadi. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati kami mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun demi perbaikan tugas akhir ini dan pembelajaran di masa mendatang. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 13 Agustus 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL ..Error! Bookmark not defined.	
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ..Error! Bookmark not defined.	
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	3
1.2.1 Kebutuhan PEA dalam negeri	3
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	5
1.2.3 Kapasitas Ekonomis Pabrik	5
1.3 Tinjauan Pustaka.....	6
1.3.1 <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i> (PEA).....	6
1.3.2 Benzena	9
1.3.3 Ethylene Oxide	10
1.3.4 Proses-proses Pembuatan <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i> (PEA).....	12
BAB II PERANCANGAN PRODUK	14
2.1 Spesifikasi Produk.....	14
2.1.1 <i>Pheny Ethyl Alcohol</i> (PEA)	14
2.2 Spesifikasi Bahan.....	14
2.2.1 <i>Benzene</i> (PT. Pertamina RU IV Cilacap).....	14
2.2.2 <i>Ethylene Oxide</i> (PT. Prima Ethycolindo, Merak).....	15
2.3 Spesifikais Katalis.....	16
2.3.1 <i>Aluminium Chloride</i> (PT. Lumbung Sumber Rezeki, Banten) 16	
2.4 Pengendalian Kualitas.....	16

2.4.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	17
2.4.2	Pengendalian Proses Produksi	17
2.4.3	Pengendalian Kualitas Produk	19
BAB III PERANCANGAN PROSES.....		20
3.1	Uraian Proses	20
3.2	Spesifikasi Alat Proses	22
3.2.1	Tangki Penyimpanan Benzene (T-01)	22
3.2.2	Tangki Penyimpanan Etilen Oksida (T-02).....	23
3.2.3	Silo (S-03)	24
3.2.4	Tangki Penyimpanan Produk Samping (T-04)	25
3.2.5	Tangki Penyimpanan Phenyl Ethyl Alcohol (T-05)	25
3.2.6	Tangki Penyimpanan <i>Waste</i> (T-06)	26
3.2.7	Heater (HE-01)	27
3.2.8	Heater (HE-02)	28
3.2.9	Cooler (CL-01).....	29
3.2.10	Cooler (CL-02).....	30
3.2.11	Cooler (CL-03).....	31
3.2.12	Cooler (CL-04).....	32
3.2.13	Cooler (CL-05).....	33
3.2.14	Reaktor (R-01)	34
3.2.15	Filter (F-01).....	35
3.2.16	Dekanter (D-01)	35
3.2.17	Menara Distilasi (MD - 01).....	36
3.2.18	Menara Distilasi (MD - 02).....	37
3.2.19	Pompa (P-01)	38
3.2.20	Pompa (P-02)	39
3.2.21	Pompa (P-03)	39
3.2.22	Pompa (P-04)	40
3.2.23	Pompa (P-05)	40
3.2.24	Pompa (P-06)	41
3.2.25	Pompa (P-07)	41

3.2.26	Pompa (P-08)	41
3.2.27	Pompa (P-09)	42
3.2.28	Pompa (P-10)	42
3.2.29	Screw Conveyor 1 (SC-01).....	43
3.2.30	Screw Conveyor 2 (SC-02).....	43
3.2.31	Bucket Elevator 1 (BE-01).....	44
3.2.32	Bucket Elevator 2 (BE-02).....	44
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....		45
4.1	Lokasi Pabrik.....	45
4.1.1	Sumber Bahan Baku	46
4.1.2	Pemasaran Produk.....	46
4.1.3	Utilitas	47
4.1.4	Transportasi.....	47
4.1.5	Tenaga Kerja	47
4.1.6	Keadaan Iklim	48
4.1.7	Faktor Penunjang Lain.....	48
4.1.8	Faktor Penunjang Penentuan Lokasi Pabrik	49
4.2	Tata Letak Pabrik	50
4.2.1	Daerah Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium	50
4.2.2	Daerah Proses dan Ruang Kontrol.....	51
4.2.3	Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel dan Garasi.....	51
4.2.4	Daerah Utilitas dan <i>Power Station</i>	51
4.3	Tata Letak Alat Proses.....	54
4.4	Alir Proses dan Material.....	56
4.4.1	Neraca Massa Total.....	56
4.4.2	Neraca Massa per Alat.....	56
4.4.3	Neraca Panas	59
4.5	Perawatan (<i>Maintenance</i>)	63
4.6	Utilitas.....	64
4.6.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>)	

4.6.2	Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)	78
4.6.3	Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System)	79
4.6.3	Unit Penyediaan Udara Tekan.....	83
4.6.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	83
4.7	Organisasi Perusahaan	84
4.7.1	Bentuk Hukum Badan Usaha	84
4.7.2	Struktur Organisasi Perusahaan	85
4.7.3	Tugas dan Wewenang.....	90
4.7.4	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	96
4.7.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	98
4.7.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	100
4.8	Manajemen Produksi	102
4.9	Analisa Ekonomi.....	103
4.10	Penaksiran Harga Peralatan	105
4.11	Dasar Perhitungan.....	111
4.11.1	Perhitungan Biaya.....	111
4.12	Analisis keuntungan	117
4.12.1	Keuntungan Sebelum Pajak.....	117
4.12.2	Keuntungan Sesudah Pajak	117
4.12.3	Analisi Kelayakan	117
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	124
5.1	Kesimpulan	124
5.2	Saran.....	126
	DAFTAR PUSTAKA.....	127

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah impor <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i> 2011-2016.....	3
Tabel 1.2 Kapasitas pabrik PEA di beberapa negara	5
Tabel 1.3. Perbandingan proses-proses pembuatan PEA	13
Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik.....	51
Tabel 4.2 Neraca massa total.....	56
Tabel 4.3 Neraca massa reaktor	57
Tabel 4.4 Neraca massa <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	57
Tabel 4.5 Neraca massa dekanter	58
Tabel 4.6 Neraca massa menara distilasi 1	58
Tabel 4.7 Neraca massa menara distilasi 2	58
Tabel 4.8 Neraca panas reaktor	59
Tabel 4.9 Neraca panas menara distilasi 1.....	59
Tabel 4.10 Neraca panas menara distilasi 2.....	60
Tabel 4.11 Kebutuhan air pembangkit <i>steam</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.12 Kebutuhan air pendingin.....	76
Tabel 4.13 Kebutuhan Listrik Proses.....	80
Tabel 4.14 Kebutuhan listrik utilitas.....	81
Tabel 4.15 Total kebutuhan listrik	82
Tabel 4.16 Penggolongan jabatan	98
Tabel 4.17 Perincian jumlah karyawan dan gaji	99
Tabel 4.18 Indeks harga	106

Tabel 4.19 Harga alat proses.....	108
Tabel 4.20 Harga alat utilitas.....	109
Tabel 4.21 <i>Physical plan cost (PPC)</i>	112
Tabel 4.22 <i>Direct plan cost (DPC)</i>	112
Tabel 4.23 <i>Fixed capital investment (FCI)</i>	113
Tabel 4.24 <i>Total Working capital onvestment (WCI)</i>	113
Tabel 4.25 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	114
Tabel 4.26 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	115
Tabel 4.27 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	115
Tabel 4.28 <i>Total Manufacturing Cost (TMC)</i>	116
Tabel 4.29 <i>General Expense (GE)</i>	116
Tabel 4.30 <i>Total Production Cost (TPC)</i>	117
Tabel 4.31 <i>Annual Fixed Cost (Fa)</i>	119
Tabel 4.32 <i>Annual Variable Cost (Va)</i>	120
Tabel 4.33 <i>Annual regulated cost (Ra)</i>	120
Tabel 4.34 <i>Annual sales cost (Sa)</i>	121
Tabel 5.1 Hasil Analisa ekonomi.....	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik proyeksi impor 2010-2017	4
Gambar 4.1 Peta lokasi pabrik PEA	46
Gambar 4.2 <i>Layout</i> pabrik <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i> (PEA)	53
Gambar 4.1 Diagram Pengolahan Air	68

ABSTRAK

Pabrik *phenyl ethyl alcohol* merupakan salah satu pabrik yang memproduksi bahan baku untuk pembuatan parfum dan detergen yang sering digunakan sehari-hari. Pabrik *phenyl ethyl alcohol* dari *ethylene oxide* dan *benzene* dengan kapasitas 500 ton/tahun direncanakan didirikan di Cilacap, Jawa Tengah diatas lahan seluas 10.424 m² Pabrik beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam perhari dengan jumlah tenaga kerja 110 orang. Proses pembuatan *phenyl ethyl alcohol* dari *ethylene oxide* dan *benzene* direaksikan dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) menggunakan katalis AlCl₃. Reaksi berlangsung pada suhu 10 °C dengan tekanan 1,0 atm dan merupakan reaksi eksotermis, sehingga memerlukan pendingin. Hasil reaksi akan dipisahkan dengan katalis AlCl₃ dalam *rotary drum vacum filter*. Hasil pemisahan berupa cairan akan dipisahkan menggunakan *decanter*. Hasil atas *decanter* akan diumpukan kedalam menara distilasi untuk memurnikan produk *phenyl ethyl alcohol* dengan kemurnian 99% dan hasil atas menara distilasi berupa *benzene* akan diumpukan kedalam menara distilasi kedua untuk memisahkan *benzene recycle* yang akan dikembalikan ke reaktor dan *benzene* produk samping sebagai bahang komersial. Kebutuhan air total sebanyak 108.952 kg/jam dengan kebutuhan air *makeup* sebesar 9 kg/jam untuk utilitas pabrik *phenyl ethyl alcohol* yang diperoleh dari Sungai Serayu dan kebutuhan listrik sebesar 246 KW. Dari hasil analisis ekonomi diperoleh hasil keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 53.758.192.585 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 17.163.932.441. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 29,861 % dan setelah pajak sebesar 14,333 %. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 2,6 tahun sedangkan setelah pajak selama 4,3 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 46,72 %, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 25,30 % *Discounted cash flow rate of return* (DCFRR) sebesar 7,03 %. Berdasarkan analisa ekonomi di atas ,maka pabrik *phenyl ethyl alcohol* dari *ethylene oxide* dan *benzene* dengan kapasitas 500 ton/tahun layak untuk didirikan.

Kata-kata Kunci : *Phenyl Ethyl Alcohol* 99%, *Benzene*, *Ethylene Oxide*, dan *Alumunium Chloride*

ABSTRACT

The phenyl ethyl alcohol plant is one of the factories that produce raw materials for the manufacture of perfumes and detergents that are often used daily. The phenyl ethyl alcohol plant from ethylene oxide and benzene with a capacity of 500 tons / year is planned to be established in Cilacap, Central Java on an area of 10,424 m². The plant operates continuously for 330 days a year and 24 hours a day with a workforce of 110 people. The process of making phenyl ethyl alcohol from ethylene oxide and benzene was reacted in a stirred tank flow reactor (RATB) using AlCl₃ catalyst. The reaction takes place at a temperature of 10 °C with a pressure of 1.0 atm and is an exothermic reaction, which requires cooling. The reaction results will be separated with AlCl₃ catalyst in a rotary drum vacuum filter. The results of the separation in the form of liquids will be separated using decanter. The top decanter will be fed into the distillation tower to purify the phenyl ethyl alcohol product with 99% purity and the result of the benzene distillation tower will be fed into the second distillation tower to separate the benzene recycle. returned to the reactor and benzene by-products as commercial heat. The total water requirement is 108,952 kg / hour with the need for makeup water of 9 kg / hour for the utility plant phenyl ethyl alcohol obtained from the Serayu River and electricity needs of 246 KW. From the results of economic analysis, the results of the pre-tax profits were Rp. 53,758,192,585 and the profit after tax was Rp. 17,163,932,441. Percent Return On Investment (ROI) before tax of 29,861% and after tax of 14,333%. Pay Out Time (POT) before tax for 2.6 years while after tax for 4.3 years. Break Even Point (BEP) was 46.72%, and Shut Down Point (SDP) was 25.30% Discounted cash flow rate of return (DCFRR) of 7.03%. Based on the economic analysis above, the phenyl ethyl alcohol plant from ethylene oxide and benzene with a capacity of 500 tons / year is suitable for establishment.

Keywords : Phenyl Ethyl Alcohol 99%, Benzene, Ethylene Oxide, and Alumunium Chloride

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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. Sebagai negara berkembang, saat ini Indonesia telah berupaya untuk mengembangkan industri yang berpotensi menopang pertumbuhan ekonomi didalam negeri. Salah satunya adalah dengan cara mendukung perkembangan industri untuk memenuhi permintaan barang konsumsi dalam rangka mencukupi kebutuhan dalam negeri tanpa mengimpor bahan dari negara lain.

Menurut Kementrian Perindustrian pada tahun 2014 industri yang sedang berkembang pesat diantaranya adalah industri bahan kimia dan barang dari bahan kimia (16,40 %), industri makanan dan minuman, industri cat dan pelapisan (7,15%), industri kosmetika (1,19%). Pada tahun 2018 industri kosmetik dan parfum naik sebesar 20%.

Seiring meningkatnya produksi industri dalam beberapa bidang tersebut tentunya juga diiringi dengan meningkatnya kebutuhan bahan baku dalam proses industri. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi

sebagian besar masih di impor seperti yang terdapat dalam data Kemenperin tahun 2008 sebesar US\$ 401 juta, dikarenakan tidak adanya bahan baku yang tersedia di dalam negeri. Contoh bahan baku industri yang sedang mengalami peningkatan yaitu *Phenyl Ethyl Alcohol*. Dapat dilihat pada tahun 2014 jumlah kebutuhan parfum di Indonesia mencapai 5.000-6.000 ton/tahun. (Kemenperin, 2014).

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* (PEA) juga dapat digunakan sebagai bahan kosmetik, sabun, bahan pengawet, anti bakteri dan lain sebagainya. PEA bersama dengan citronellol dan geraniol adalah bahan dasar dari pembuatan parfum (aroma mawar, melati, dan lili). (Irwan Fauzi dan Surya Haditya, 2014).

PEA banyak digunakan sebagai bahan baku parfum dengan konsumsi 2.500 kg per tahun di Amerika Serikat dan 9.900 kg per tahun di Eropa. PEA merupakan komponen utama dalam minyak mawar (*rose oil*) dan juga ditemukan dalam *neroli oil*, *ylang-ylang oil*, *camation oil*, dan *geranium oil*. Oleh karena itu PEA digunakan sebagai bahan kimia pembuatan parfum yang sangat penting saat ini. PEA memiliki aroma bunga mawar dalam produk luas dari *hydroalcoholic* (biasanya 70% etanol) tipe produk misalnya *cologne*, *eau de toilette*, kosmetik, sabun, dan deterjen. Dimana pemakaian tiap tahun mencapai 1.000.000 lb per tahun. (Irwan Fauzi dan Surya Haditya, 2014).

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam penentuan kapasitas perancangan pabrik PEA ada beberapa pertimbangan, diantaranya :

1.2.1 Kebutuhan PEA dalam negeri

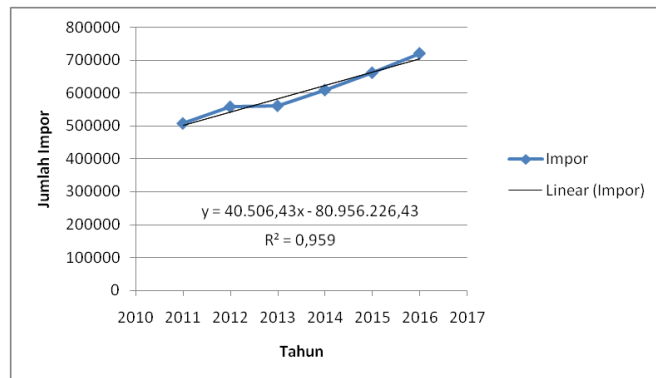
Untuk memenuhi kebutuhan PEA dalam negeri, Indonesia masih mengimpor dari negara lain. Data statistik dalam enam tahun terakhir menunjukkan bahwa kebutuhan PEA dalam negeri terus meningkat. Hal ini sesuai dengan data dari Biro Pusat Statistik yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.1 Jumlah impor *Phenyl Ethyl Alcohol* 2011-2016

No	Tahun	Jumlah Impor (kg/tahun)
1	2011	508436
2	2012	558667
3	2013	561779
4	2014	609547
5	2015	661871
6	2016	720505

(Badan Pusat Statistik)

Dari data diatas proyeksi impor pada tahun 2019 dapat diperkirakan pabrik akan didirikan untuk memproduksi PEA sebagai substitusi impor sebesar 60% lainnya, sehingga dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.



Gambar 1.1 Grafik proyeksi impor 2010-2017

Dari grafik 1 didapatkan persamaan garis lurus yaitu :

$$y = 40.506,43x - 80.956.226,43$$

$$y = 40.506,43 (2019) - 80.956.226,43$$

$$y = 826,25574 \text{ ton/tahun}$$

Dimana x adalah tahun yang ditentukan dan y adalah kebutuhan impor PEA pada tahun tersebut. Dari persamaan diatas maka didapatkan peluang produksi PEA adalah 826,25574 ton/tahun.

Sehingga kapasitas produksi dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Kapasitas produksi} = 60 \% \times 826,25574$$

$$= 495,7534 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan kebutuhan pasar dan kapasitas ekonomis pabrik yang ada di dunia maka ditetapkan kapasitas produksi pabrik PEA di Indonesia pada tahun 2019 sebesar 500 ton/tahun.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Tersedianya bahan baku yang cukup akan memudahkan tercapainya produksi *Phenyl Ethyl Alcohol* di dalam negeri. Bahan baku yang dibutuhkan yaitu *Benzene* yang berasal dari UP IV Pertamina Cilacap, *Ethylene Oxide* yang berasal dari PT. Prima Ethycolindo Merak, dan aluminium klorida yang berasal dari PT. Lumbang Sumber Rejeki.

1.2.3 Kapasitas Ekonomis Pabrik

Dalam beberapa tahun mendatang, kebutuhan PEA akan semakin meningkat. Oleh karena itu kebutuhan pabrik di Indonesia sangat dibutuhkan untuk mengurangi beban impor. Berikut adalah beberapa negara produsen PEA di dunia yang digunakan sebagai acuan pendirian pabrik di Indonesia.

Tabel 1.2 Kapasitas pabrik PEA di beberapa negara

No	Pabrik	Negara	Kapasitas/tahun
1	<i>Xi'an Taima Biological Engineering Co., Ltd.</i>	China	54.570 kg
2	<i>Jinan Yudong Trading Co., Ltd</i>	China	100 ton
3	<i>Orchid Chemical Supplies, Ltd</i>	China	500 ton
4	<i>Toyotama</i>	Japan	1100 ton
5	<i>Silverline Chemical</i>	India	1.200 ton
6	<i>Hunan Suncheng Enterprises</i>	China	1.800 ton

	<i>Corp.</i>		
7	<i>Harmony Organics</i>	India	3.000 ton
8	<i>International Petrochem Limited</i>	India	4.000 ton
9	<i>Asiaron Chemical Ltd.</i>	China	5.000 ton
10	<i>Fuzhou Farwell Import & Export Co., Ltd</i>	China	20.000 ton

Kapasitas pabrik yang didirikan sebesar 500 ton/tahun, nilai tersebut sesuai dengan kapasitas ekonomis dari pabrik *Orchid Chemical Supplies, Ltd.*

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 *Phenyl Ethyl Alcohol (PEA)*

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).

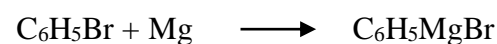
2-phenyletanol (2-PEA) adalah komponen utama minyak mawar yang diperoleh dari bunga mawar 2-phenyletanol adalah cairan tidak berwarna yang memiliki bau samar tetapi memiliki bau

yang tahan lama seperti kelopak mawar, menjadikannya sebagai bahan berharga dalam perdagangan. 2-PEA sangat banyak digunakan dalam wewangian, sabun dan deterjen, formulasi deodoran dan sebagai bahan tambahan makanan. 2-PEA juga memiliki sifat bakteriostatik dan antifungisida yang sering digunakan dalam formulasi kosmetik. Selain aplikasi langsung 2-PEA juga digunakan sebagai zat antara dalam sintesis senyawa kimia industri seperti Kewra sintesis (2-fenilfil metil eter). Sintesis 2-fenetil alkohol (PEA) adalah salah satu contohnya. 2-phenyletanol diproduksi secara industri oleh proses yang berbeda, yang memiliki masalah ekonomi dan lingkungan yang penting.

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

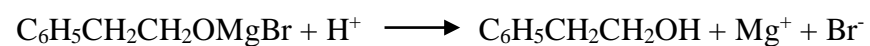
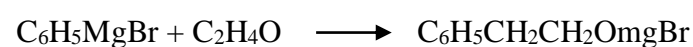
1. Reaksi Grignard

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 :



(Bromo benzena)

(Fenil magnesium bromida)



Kondisi operasi :

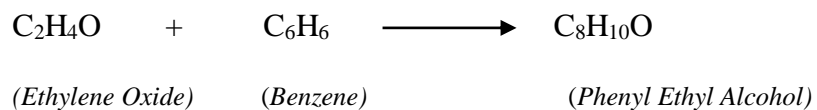
P = 1 atm

T = 10 °C

(Noller, 1957)

2. Reaksi *Friedel-Crafts*

Ketika *Ethylene Oxide* (C₂H₄O) 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* (C₆H₆) dan *Ethylene Oxide* (C₂H₄O) dengan menggunakan katalis AlCl₃. Reaksi *Friedel-Crafts* sebagai berikut:



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 diproduksi PT. Prima Ethycolindo Mera, Banten.

1.3.2 Benzena

Benzene (C_6H_6) adalah cairan hidrokarbon aromatik yang mudah menguap, tidak berwarna, dan mudah terbakar. Benzena mengalami substitusi, penambahan, dan pembelahan cincin; reaksi substitusi merupakan reaksi yang paling penting untuk aplikasi industri. Benzena mengalami substitusi satu atau lebih atom hidrogennya oleh berbagai kelompok seperti halogen, nitro, asam sulfonat, atau alkil. Reaksi dengan klorin, bromin, atau asam nitrat disebut sebagai substitusi aromatik elektrofilik karena melibatkan tarik-menarik elektron reagen pada p-elektron terdelokalisasi dari cincin aromatik.

Benzene digunakan sebagai bahan kimia menengah untuk produksi banyak senyawa industri penting, seperti stirena (polistirena dan karet sintetis), fenol (resin fenolik), sikloheksana (nilon), anilin (pewarna), alkilbenzen (detergen), dan klorobenzen. Perantara ini, pada gilirannya, memasok banyak sektor bahan kimia industri yang memproduksi obat-obatan, bahan kimia khusus, plastik, resin, pewarna, dan pestisida. Dulu, benzena telah digunakan di sepatu dan garmen industri sebagai pelarut untuk karet alam. *Benzene* juga telah menemukan aplikasi terbatas dalam pengobatan

untuk pengobatan kelainan darah tertentu, seperti polisitemia dan limfoma ganas, dan selanjutnya pada kedokteran hewan sebagai adesinfektan. *Benzene*, bersama dengan hidrokarbon oktan tinggi lainnya seperti toluena dan xylene, digunakan sebagai komponen bensin motor. Meskipun penggunaan ini telah banyak berkurang di Amerika Serikat, *Benzene* masih digunakan secara ekstensif di banyak negara untuk produksi bensin komersial. *Benzene* tidak lagi digunakan dalam jumlah yang cukup besar sebagai pelarut karena kesehatan bahaya yang terkait dengannya.

1.3.3 Ethylene Oxide

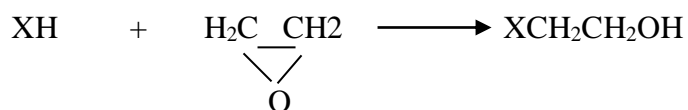
Ethylene Oxide adalah senyawa yang sangat reaktif, dan digunakan secara industri sebagai zat antara untuk banyak produk kimia. Cincin beranggota tiga dibuka dalam sebagian besar reaksinya. Reaksi ini sangat eksotermik karena regangan cincin yang luar biasa pada etilen oksida. *Ethylene Oxide* (EO) yang sering disebut sebagai oxirane merupakan senyawa eter siklik yang paling sederhana. EO ini tidak berwarna, berbentuk dalam fase gas atau cairan dan memiliki bau eterik yang manis. EO merupakan senyawa yang sangat reaktif. EO pertama kali ditemukan pada tahun 1859 oleh Wurtz dengan menggunakan larutan kalium hidroksida untuk menghilangkan asam hidroklorat dari etilena klorohidrin. (Kirk Othmer, 1981).

Saat ini, EO dihasilkan oleh oksidasi langsung etilen dengan udara atau oksigen. Hampir semua EO yang dihasilkan lebih jauh direaksikan ke produk turunan. Sebagian besar derivatif penting adalah etilena glikol, yang digunakan untuk pembuatan polyester dan dalam antifreeze otomotif. Turunan EO lainnya termasuk surfaktan, pelarut, amina dan poli (etilena) glikol. EO juga memiliki beberapa penggunaan langsung, termasuk digunakan sebagai pensteril dan pengobatan rempah-rempah dan bahan makanan lainnya. Menyoroti perannya sebagai bahan kimia penting dalam industri. Sifat EO yang sangat reaktif, dapat menjadikannya serbaguna dan penting secara komersial dalam bahan kimia menengah, juga mendasari beberapa bahaya utama EO - khususnya, mudah terbakar, reaktivitas, dekomposisi uap eksplosif dan toksisitas. Memahami sifat-sifat EO adalah penting untuk mengelola penggunaannya.

Reaksi kimia etilen oksida diantaranya sebagai berikut :

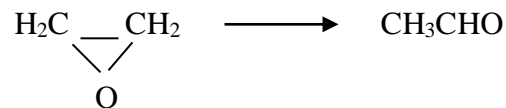
1. Reaksi dengan atom hydrogen

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



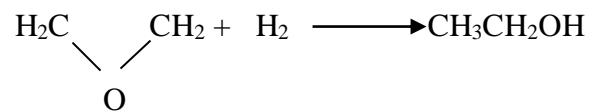
2. Isomerisasi katalik menjadi asetaldehid

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



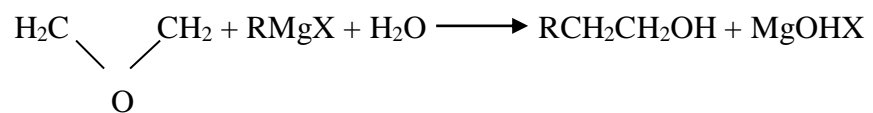
3. Reaksi menjadi etanol

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



4. Reaksi dengan reagent grignard

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



(Hoffman, 1989)

1.3.4 Proses-proses Pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* (PEA)

Proses pembuatan PEA banyak dilakukan dengan berbagai macam proses yang telah ditemukan. Dari tahun ke tahun proses pembuatan PEA selalu mengalami perkembangan yang disesuaikan dengan kondisi operasi yang mudah dilakukan dan juga bahan baku

yang digunakan. Berbagai macam proses pembuatan PEA dapat dilihat dari tabel berikut.

Tabel 1.3. Perbandingan proses-proses pembuatan PEA

Keterangan	Proses		
	Grignard	Hidrogenasi <i>Benzyl Alcohol</i>	<i>Friedel-Craft</i>
Kondisi Operasi	T : 100 °C P : 1,36 atm	T : 80-120 °C P : 200-300 atm Konversi : 50%	T : 9-13 °C P : 1 atm Konversi : 95%
Katalis	Tidak ada	Ada (kobalt)	Ada (AlCl ₃)
Fase Reaksi	Padat-Cair	Gas-Cair	Cair-Cair
Jenis Reaktor		Fixed Bed	RATB
Kebutuhan Alat	Sedikit	Banyak	Sedikit
Ketersediaan Bahan Baku	Susah didapat (harus ekspor)	Mudah Didapat	Mudah Didapat
Potensial Ekonomi	Kecil	Kecil	Besar

Dari ketiga proses di atas maka dipilih proses yang ketiga, yaitu proses *Friedel-Crafts* dikarenakan pengadaan bahan baku yang lebih mudah ditemukan dalam jumlah yang banyak didalam negeri dari pada kedua proses lainnya. Selain itu karena potensial ekonomi dari proses *Friedel-Crafts* cukup besar.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 *Pheny Ethyl Alcohol (PEA)*

Rumus molekul	: C ₈ H ₁₀ O
Bentuk	: Cair (1 atm, 25 °C)
Warna	: Tidak Berwarna
Berat molekul, g/gmol	: 122
Kemurnian, min % berat	: 99,00
Impuritas	: H ₂ O, % berat
Densitas (pada 20°C), kg/m ³	: 1025,35
Titik didih, 1 atm, °C	: 219
Melting Point, °C	: -65
Kelarutan	: larut dalam alkohol (1:50 bagian) (MSDS# 43541 Acros Organics)

2.2 Spesifikasi Bahan

2.2.1 *Benzene*

Rumus molekul	: C ₆ H ₆
Bentuk	: Cair (1 atm, 25 °C)
Warna	: Tidak Berwarna
Berat molekul, kg/kgmol	: 78

Kemurnian, min % berat	: 95,00
Impuritas: <i>toluene</i> % berat	: 5,00
Densitas (pada 20°C), g/cm ³	: 0,8789
Titik didih, 1 atm, °C	: 80,1
Melting Point	: 5,69
Suhu kritis	: 289,01
Kelarutan	: 0,180 (25°C, g/100 g H ₂ O)

(Kirk&Othmer 1991)

2.2.2 *Ethylene Oxide*

Rumus molekul	: C ₂ H ₄ O
Bentuk	: Cair (1 atm, 4 °C)
Warna	: Tidak Berwarna
Berat molekul, kg/kgmol	: 44,00
Kemurnian, min % berat	: 97,00
Impuritas: H ₂ O, % berat	: 3,00
Densitas (pada 0°C), g/cm ³	: 0,8919
Titik didih, 1 atm, °C	: 10,4
Suhu kritis, °C	: 195,8
Kelarutan	: Larut dalam air, larut dalam alkohol, larut dalam eter

(Kirk&Othmer 1991)

2.3 Spesifikais Katalis

2.3.1 *Aluminium Chloride*

Rumus molekul	: AlCl_3
Bentuk	: Serbuk
Warna	: Putih
Berat molekul, kg/kgmol	: 133,34
Kemurnian, min % berat	: 99,00
Impuritas: H_2O , % berat	: 1,00
Densitas (pada 20°C), kg/m^3	: 2440
Titik lebur, $^\circ\text{C}$: 194
Kelarutan	: Dalam air 69,87 kg/100 kg air

2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*quality control*) pada pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian proses, dan pengendalian kualitas produk. Menurut Indriyono Gitosudarmo (2000: 182) yang menyatakan bahwa “dengan adanya pengawasan kualitas yang efektif akan dapat menekan jumlah produk yang rusak dan apabila jumlah kerusakan dapat ditekan maka biaya kualitas dapat ditekan seefisien mungkin”. Maksudnya adalah sebelum dilakukan proses produksi, terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang diperoleh seperti kandungan dan kemurniannya. Apabila setelah dianalisa ternyata

tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku bertujuan untuk mengetahui tingkat kualitas bahan baku yang digunakan. Pemilihan bahan baku sesuai dengan kualitas dilakukan pada saat sebelum bahan baku masuk pada proses pengolahan untuk kepastian kualitas bahan baku yang masuk.

ASTM merupakan singkatan dari *American Society for Testing and Material* adalah standar khusus untuk pengujian bahan baku yang digunakan Indonesia sebelum digunakan. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian densitas, viskositas, kadar komposisi komponen, dan kemurnian bahan baku.

2.4.2 Pengendalian Proses Produksi

Pada saat pabrik mulai berproduksi, perlu adanya pengendalian pada proses produksi agar proses berjalan dengan baik dan diharapkan mendapatkan hasil dengan mutu dan kapasitas sesuai standar yang diinginkan pabrik. Pengendalian dan pengawasan terhadap proses produksi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dengan fitur otomatis yang menjaga semua proses berjalan dengan baik dan kualitas produk dapat diseragamkan. Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu.

Alat kontrol yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

1. *Level Controller*

Level Controller merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki berfungsi sebagai pengendalian volume cairan tangki/ *vessel*.

2. *Flow Rate Controller*

Flow Rate Controller merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.

3. *Temperature Controller*

Alat ini mempunyai *set point* / batasan nilai suhu yang dapat diatur. Ketika nilai suhu aktual yang diukur melebihi *set point*-nya maka outputnya akan bekerja.

Selain itu, pengendalian waktu produksi juga dibutuhkan untuk mengefisienkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung. Aliran sistem kontrol yang meliputi pengendalian proses produksi yaitu:

1. Aliran pneumatis atau yang biasa disebut dengan aliran udara tekan inidigunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
2. Aliran electric atau aliran listrik digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.

3. Aliran mekanik atau aliran gerakan/perpindahan level digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk

Kualitas produk sangat berpengaruh terhadap reputasi perusahaan. Bagi perusahaan untuk memberikan produk yang bermanfaat, berkualitas, dan bernilai tinggi merupakan hal yang sangat penting. Karena kualitas produk yang diberikan kepada konsumen akan membangun sebuah citra pada perusahaan tersebut. Pengendalian kualitas produk disesuaikan pada setiap perusahaan/pabrik itu sendiri karna setiap perusahaan memiliki standar produk yang berbeda-beda.

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan. Pengendalian dilakukan setiap tahapan proses mulai dari bahan baku hingga menjadi produk. Pengendalian ini meliputi pengawasan terhadap mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan dengan analisis bahan di laboratorium maupun penggunaan alat kontrol. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka di lakukan uji densitas, viskositas, volatilitas, kemurnian produk, dan komposisi komponen produk.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan *Phenyl Ethyl Alkohol* dengan kemurnian 99% dengan bahan baku yang digunakan *Ethylen Oxide* dengan kemurnian 97% dan *Benzene* dengan kemurnian 95% dengan katalis *Aluminium Chloride* dengan kemurnian 99%. Reaksi ini berlangsung pada suhu 10 °C pada tekanan 1 atm dengan proses secara kontinyu. Bahan baku masuk ke dalam reaktor melalui 3 arus diantaranya :

1. Bahan baku *Benzene* fase cair pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm didinginkan dengan *cooler* (CL-01) sampai suhu 10 °C sebagai umpan reaktor (R). *Benzene* dari tangki penampung (T-01) dialirkan ke *cooler* (CL-01) menggunakan pompa (P-01)
2. Bahan baku *Ethylen Oxide* fase cair pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm didinginkan dengan *cooler* (CL-02) sampai suhu 10 °C sebagai umpan reaktor (R-01). *Ethylene Oxide* dari tangki penampung (T-02) dialirkan ke *cooler* (CL-02) menggunakan pompa (P-02)
3. Katalis *Aluminium Chloride* berbentuk serbuk pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dialirkan dari *silo* (S-01) dengan *screw conveyor* berpendingin (SC-01) menjadi suhu 10 °C lalu dialirkan menuju reaktor (R-01).

Reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan reaksi dalam reaktor adalah eksotermis fase cair. Kondisi operasi dalam reaktor pada suhu 10 °C dan tekanan 1 atm.

Hasil reaksi dari reaktor berupa *Phenyl Ethyl Alcohol, Ethylene Oxide, air, Benzene, Toluene*, dan air dialirkan dengan pompa (P-03) yang akan dipisahkan dengan katalis AlCl_3 dalam *Rotary Drum Vacuum Filter* (RDVF). Hasil pemisahan yang berupa padatan adalah AlCl_3 dan akan dikembalikan ke reaktor menggunakan *screw conveyor* (SC-02) digunakan sebagai katalis. Sedangkan komponen yang berupa cairan yaitu *Phenyl Ethyl Alcohol, Ethylene Oxide, Benzene, Toluene* dan air dialirkan dengan pompa (P-04) menuju dekanter (D-01) untuk dipisahkan dengan komponen lainnya. Dekanter ini bekerja berdasarkan beda densitas dan kelarutan. Hasil bawah dari dekanter berupa air, *Ethylene Oxide, Benzene* dialirkan dengan pompa (P-06) untuk diolah di Unit Pengolahan Lanjut (UPL) dan ditampung pada Tangki Penampungan (T-04) dan hasil atas dari dekanter berupa *Phenyl Ethyl Alcohol, Benzene, Toluene* dialirkan dengan pompa (P-05) sebagai umpan masuk Menara Distilasi (MD-01). Sebelum dialirkankan ke menara distilasi komponen dipanaskan terlebih dahulu dengan *heater* (HE-01) hingga suhu 117,035°C. Menara Distilasi berfungsi untuk memurnikan produk berdasarkan beda titik didih. Hasil atas menara distilasi yang berupa uap *Benzene* dan *Toluene* dengan suhu 84,786°C diembunkan dalam kondensor (CD-01) dan hasil embunan tersebut ditampung dalam Akumulator (ACC). Kemudian hasil embunan di panaskan didalam *heater* (HE-02) sampai suhu

93,482° C dan kemudian masuk menuju Menara Distilasi 2 (MD-02) untuk dimurnikan lagi sebelum masuk ke dalam reaktor sebagai *Benzene Recycle*. Hasil Reboiler (RB-01) atau disebut hasil bawah Menara Distilasi (MD-01) yang berupa uap dikembalikan lagi ke menara distilasi dan sebagian merupakan produk *Phenyl Ethyl Alkohol* dengan kemurnian 99 % dan *Toluene* 1% sebagai impuritis yang akan ditampung di tangki penyimpanan (T-03) dimana sebelumnya didinginkan terlebih dahulu dengan *Cooler* (CL-03) dari suhu 214,539°C sampai suhu 30 °C.

Hasil atas menara distilasi 2 (MD-02) yang berupa *Benzene Recycle* dengan kemurnian 95% dan *toluene* 5% akan didinginkan terlebih dahulu dengan *Cooler* (CL-05) dari suhu 82,285°C menjadi 10°C menuju reaktor (R-01). Hasil bawah Menara Distilasi 2 (MD-02) berupa *Benzene* 39,4% dan *Toluene* 60,6% sebagai produk samping.

3.2 Spesifikasi Alat Proses

Spesifikasi alat pada pabrik *Phenyl Ethyl Alkohol* ini dirancang berdasarkan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Berikut adalah spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik *Phenyl Ethyl Alkohol*.

3.2.1 Tangki Penyimpanan Benzene (T-01)

Fungsi	: Menyimpan <i>benzene</i> dengan waktu tinggal 1 bulan
Jenis	: Tangki silinder vertikal

Jumlah	: 1 tangki
Kondisi operasi	:
-	Suhu 30°C
-	Tekanan 1 atm
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>
Dimensi	:
-	Diameter: 4,572 m
-	Tinggi : 3,871 m
-	Tebal <i>Shell</i>
-	<i>Course I</i> : 0,346 in
-	<i>Course II</i> : 0,333 in
Harga	: \$ 18.364

3.2.2 Tangki Penyimpanan Etilen Oksida (T-02)

Fungsi	: Menyimpan etilen oksida dengan waktu tinggal 1 bulan
Jenis	: Tangki silinder vertikal
Jumlah	: 1 tangki
Kondisi operasi	:
-	Suhu 30°C
-	Tekanan 1 atm
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>
Dimensi	:
-	Diameter : 4,572 m

-	Tinggi	: 3,871 m
-	Tebal <i>Shell</i>	
-	<i>Course I</i>	: 0,326 in
-	<i>Course II</i>	: 0,313 in
Harga		: \$ 18.364

3.2.3 Silo (S-03)

Fungsi		: Menyimpan Alumunium Klorida $AlCl_3$ dengan waktu tinggal 168 jam
Jenis		: Silinder vertikal dengan alas berbentuk kerucut
Jumlah		: 1
Kondisi Operasi		
-	Suhu	: 30°C
-	Tekanan	: 1 atm
Bahan		: Carbon Steel SA- 285 Grade C
Dimensi		:
-	Diameter	: 0,880 m
-	Kedalaman	: 1,760 m
<i>Screw Conveyor</i>		
-	Diameter <i>screw</i>	: 0,305 m
-	Panjang <i>screw</i>	: 1,5 m
-	Diameter Jaket	: 0,135 m
Harga		: \$ 644

3.2.4 Tangki Penyimpanan Produk Samping (T-04)

Fungsi	: Menyimpan <i>benzene</i> dengan waktu tinggal 1 bulan
Jenis	: Tangki silinder vertikal
Jumlah	: 1 tangki
Kondisi operasi	:
-	Suhu 30°C
-	Tekanan 1 atm
Bahan	: <i>Carbon steel SA 167 Grade 11 tipe 316</i>
Dimensi	:
-	Diameter: 3,048 m
-	Tinggi : 3,8 m
-	Tebal <i>Shell</i>
-	<i>Course I</i> : 0,225 in
-	<i>Course II</i> : 0,216 in
Harga	: \$ 10.954

3.2.5 Tangki Penyimpanan Phenyl Ethyl Alcohol (T-05)

Fungsi	: Menyimpan <i>phenyl ethyl alcohol</i> dengan waktu tinggal 1 bulan
Jenis	: Tangki silinder vertikal
Jumlah	: 1 tangki
Kondisi operasi	:
-	Suhu 30°C

-	Tekanan 1 atm
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>
Dimensi	:
-	Diameter : 4,572 m
-	Tinggi : 3,871 m
-	Tebal <i>Shell</i>
-	<i>Course I</i> : 0,358 in
-	<i>Course II</i> : 0,342 in
Harga	: \$ 18.364

3.2.6 Tangki Penyimpanan Waste (T-06)

Fungsi	: Menyimpan <i>benzene, toluene, dan ethylene oxide</i> dengan waktu tinggal 1 bulan
Jenis	: Tangki silinder vertikal
Jumlah	: 1 tangki
Kondisi operasi	: Suhu 10°C Tekanan 1 atm
Bahan	: Carbon steel SA 167 Grade 11 tipe 316
Dimensi	:
-	Diameter : 3,048 m
-	Tinggi : 3,800 m
-	Tebal <i>Shell</i>
-	<i>Course I</i> : 0,246 in
-	<i>Course II</i> : 0,2374 in

Harga : \$ 10.954

3.2.7 Heater (HE-01)

Fungsi : Memanaskan umpan *benzene*, *toluene*, dan *phenyl ethyl alcohol* dari suhu 10°C menjadi 117,035°C

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Beban Panas : 7005,554 Kj/jam

Luas Transfer Panas : 3,39 ft²

Umpan dan Pemanas :

- Kecepatan Umpan masuk : 88,65 kg/jam

- Kecepatan *Steam* Jenuh : 4,10 kg/jam

Jumlah Hairpin : 1

Inner Pipe :

- OD pipa : 1,66 in

- ID pipa : 1,38 in

- *Pressure drop* : 0,00004 psi

- Panjang; 12 ft

Annulus :

- OD pipa : 2,88 in

- ID pipa : 2,47 in

- *Pressure drop* : 0,000000002 psi

Jumlah : 1

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 859

3.2.8 Heater (HE-02)

Fungsi : Memanaskan umpan *benzene* dan *toluene*
dari suhu 84,7862°C menjadi 93,482°C

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Beban Panas : 126,730 Kj/jam

Luas Transfer Panas : 0,0035 ft²

Umpan dan Pemanas :

- Kecepatan Umpan masuk
: 25,52 kg/jam

- Kecepatan *Steam* Jenuh : 0,07
kg/jam

Jumlah Hairpin : 1

Inner Pipe :

- OD pipa; 1,66 in

- ID pipa; 1,38 in

- *Pressure drop*; 0,00004 psi

- Panjang; 12 ft

Annulus :

- OD pipa; 2,88 in

- ID pipa; 2,47 in

- *Pressure drop*; 0,000000002 psi

Jumlah : 1

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 752

3.2.9 Cooler (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan umpan *benzene* dan *toluene*
dari suhu 30°C menjadi 10°C

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Beban Pendingin : 593,93 Kj/jam

Luas Transfer Panas : 1,05 ft²

Umpan dan Pendingin:

- Kecepatan Umpan masuk : 70,104
kg/jam

- Kecepatan Pendingin : 11,83
kg/jam

Jumlah Hairpin : 1

Inner Pipe :

- OD pipa : 1,66 in

- ID pipa : 1,38 in

- *Pressure drop* : 3×10^{-6} psi

- Panjang : 12 ft

Annulus :

- OD pipa : 2,88 in

- ID pipa : 2,47 in

- *Pressure drop* : $2,7 \times 10^{-6}$ psi

Jumlah : 1
 Bahan : *Stainless steel*
 Harga : \$ 752

3.2.10 Cooler (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan umpan etilen oksidadan air
 dari suhu 30°C menjadi 10°C

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Beban Pendingin : 690,852 Kj/jam

Luas Transfer Panas : 0,813 ft²

Umpan dan Pendingin:

- Kecepatan Umpan masuk : 38,730
 kg/jam

- Kecepatan Pendingin : 13,76 kg/jam

Jumlah Hairpin : 1

Inner Pipe :

- OD pipa : 1,66 in

- ID pipa : 1,38 in

- *Pressure drop* : $1,75 \times 10^{-5}$ psi

- Panjang : 12 ft

Annulus :

- OD pipa : 2,88 in

- ID pipa : 2,47 in

- *Pressure drop* : 2×10^{-4} psi

Jumlah : 1
 Bahan : *Stainless steel*
 Harga : \$ 752

3.2.11 Cooler (CL-03)

Fungsi : Mendinginkan produk *phenyl ethyl alcohol* dan *toluene* dari suhu 214,54 °C menjadi 30 °C

Jenis : *Shell and Tube exchanger*

Beban Pendingin : 3167161,09 Kj/jam

Luas Transfer Panas : 290,584 ft²

Umpan dan Pendingin:

- Kecepatan Umpan masuk : 63,131 kg/jam
- Kecepatan Pendingin : 63,083 kg/jam

Shell :

- ID *Shell* : 23,25 in
- Jumlah tube : 342
- *Pass* : 1

Tube :

- OD pipa : 0,756
- ID : 0,482 in
- *Pitc* : 1
- Panjang : 16
- *Pass* : 6

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 25.237

3.2.12 Cooler (CL-04)

Fungsi : Mendinginkan *benzene* dan *toluene* produk samping dari suhu 109,150°C menjadi 30°C

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Beban Pendingin : 175,510 Kj/jam

Luas Transfer Panas : 0,019 ft²

Umpan dan Pendingin:

- Kecepatan Umpan masuk : 2,874 kg/jam

- Kecepatan Pendingin : 3,5 kg/jam

Jumlah Hairpin : 1

Inner Pipe :

- OD pipa : 1,66 in

- ID pipa : 1,38 in

- *Pressure drop* : 2×10^{-6} psi

- Panjang : 12 ft

Annulus :

- OD pipa : 2,88 in

- ID pipa : 2,47 in

- *Pressure drop* : $6,3 \times 10^{-6}$ psi

Jumlah : 1

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 752

3.2.13 Cooler (CL-05)

Fungsi : Mendinginkan *benzene* dan *toluene recycle*
dari suhu 109,150°C menjadi 10°C

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Beban Pendingin : 59,03 Kj/jam

Luas Transfer Panas : 0,023 ft²

Umpan dan Pendingin:

Kecepatan Umpan masuk : 22,643 kg/jam

Kecepatan Pendingin : 1,18 kg/jam

Jumlah Hairpin : 1

Inner Pipe :

- OD pipa : 1,66 in

- ID pipa : 1,38 in

- *Pressure drop* : $3,376 \times 10^{-7}$ psi

- Panjang : 12 ft

Annulus :

- OD pipa : 2,88 in

- ID pipa : 2,47 in

- *Pressure drop* : $1,911 \times 10^{-4}$ psi

Jumlah : 1

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 752

3.2.14 Reaktor (R-01)

Fungsi	: Mereaksikan <i>benzene, ethylene oxide</i> , dan katalis AlCl_3 dengan kecepatan umpan masuk 118,586 kg/jam
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Kondisi Operasi	: (Eksotermis)
Fase	: Cair - Cair
Bentuk	: Tangki Silinder
Bahan	: <i>Stainless Steel 316 AISI (18Cr, 12Ni, 2.5Mo)</i>
Suhu Operasi	: 10 °C
Tekanan	: 1 atm
Waktu Tinggal (θ)	: 20 menit
Volume alat	: 0,0845
Diameter	: 0,5 m
Tinggi	: 1 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in
Tinggi cairan	: 0,7 m
Jenis Pengaduk	: <i>marine propeller with 3 blades and pitch 2Di</i>
Diameter pengaduk	: 0,1831 m
Jarak pengaduk dari dasar tangki	: 0,7141 m
Power pengaduk	: 1,5044 Hp
Harga	: \$ 361.587

3.2.15 Filter (F-01)

Fungsi	: Memisahkan padatan katalis <i>Aluminium Chloride</i> 9,753 kg/jam dari slurry sebanyak 108,83 kg/jam
Jenis	: <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel 316 AISL (18 Cr 12 Ni, 2,5 Mo)</i>
Kondisi Operasi	:
-	Suhu : 10 °C
-	Tekanan : 1 atm
Dimensi	:
-	Diameter: 3 m
-	Panjang : 5 m
-	Tebal <i>Cake</i> : 2 in
Kecepatan	: 0,35 rpm
Power	: 0,069 Hp
Harga	: \$ 361.587

3.2.16 Dekanter (D-01)

Fungsi	: Memisahkan fase ringan berupa <i>benzene</i> , etilen oksida, dan air dengan fase berat berupa <i>phenyl ethyl alcohol</i> , <i>benzene</i> , dan <i>toluene</i> dengan kecepatan umpan masuk 108,84 kg/jam
--------	---

Tipe Alat	: <i>Vertical cylinder</i> dengan tutup <i>thorospherical dished head</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA 167 Grade 11 tipe 316</i>
Kondisi Operasi	:
-	Suhu : 10 °C
-	Tekanan : 1 atm
-	Waktu Tinggal: 5 menit
Dimensi	:
-	Diameter: 0,305 m
-	Panjang : 1 m
-	Tebal <i>Shell</i> : 0,188 in
-	Tebal <i>Head</i> : 0,188 in
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 129.621

3.2.17 Menara Distilasi (MD - 01)

Fungsi	: Memisahkan Benzena dan Toluene dari produk Phenyl Ethyl Alcohol
Jenis <i>Plate</i>	: <i>Sieve Tray</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 167 grade 3</i>
Kondisi Operasi	:
-	Puncak Menara
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 84,706°C

-	Umpan	
	Tekanan	: 1 atm
	Suhu	: 117,39°C
-	Dasar Menara	:
	Tekanan	: 1 atm
	Suhu	: 214,12°C
	Dimensi	:
-	Diameter	: 0,305 m
-	Tinggi	: 7,015 m
-	Tebal Shell	: 0,188 in
-	Tebal Head	: 0,188 in
	Jumlah <i>Stage</i>	: 17
	<i>Reflux Ratio</i>	: 1,960
	<i>Plate Spacing</i>	: 0,3 m
	Harga	: \$ 21.478

3.2.18 Menara Distilasi (MD - 02)

Fungsi	: Memurnikan benzene 95% (benzene recycle) sebagai umpan masuk reaktor
Jenis <i>Plate</i>	: <i>Sieve Tray</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 167 grade 3</i>
Kondisi Operasi	:
-	Puncak Menara
	Tekanan : 1 atm

Suhu	: 82,706°C
- Umpan	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 93,39°C
- Dasar Menara	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 109,12°C
Dimensi	:
- Diameter	: 0,305 m
- Tinggi	: 7,123 m
- Tebal Shell	: 0,188 in
- Tebal Head	: 0,188 in
Jumlah <i>Stage</i>	: 16
<i>Reflux Ratio</i>	: 1,268
<i>Plate Spacing</i>	: 0,3 m
Harga	: \$ 21.478

3.2.19 Pompa (P-01)

Fungsi	: Mengalirkan umpan <i>benzene</i> dari tangki penyimpanan (T-01) ke <i>Cooler</i> (CL-01)
Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 0,4272 gpm
<i>Head</i> Pompa	: 3,655 ft.lbf/lbm
Tenaga pompa	: 0,200 Hp

Tenaga Motor	: 0,267 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 31.573

3.2.20 Pompa (P-02)

Fungsi	: Mengalirkan umpan etilen oksida dari tangki penyimpanan (T-02) ke <i>Cooler</i> (CL-02)
Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 0,238 gpm
<i>Head</i> Pompa	: 3,169 ft.lbf/lbm
Tenaga pompa	: 0,187 Hp
Tenaga Motor	: 0,253 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 31.573

3.2.21 Pompa (P-03)

Fungsi	: Mengalirkan umpan <i>benzene, ethylen oxide, phenyl ethyl alcohol</i> , dari Reaktor (R-01) ke Filter RDVF (F-01)
Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 0,5098 gpm
<i>Head</i> Pompa	: 9,236 ft.lbf/lbm
Tenaga pompa	: 0,714 Hp
Tenaga Motor	: 0,915 Hp

Jumlah : 1
 Harga : \$ 31.573

3.2.22 Pompa (P-04)

Fungsi : Mengalirkan umpan *benzene*,
ethylen oxide, dan *phenyl ethyl alcohol* dari
 RDVF (F-01) ke Dekanter (D-01)

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,593 gpm

Head Pompa : 2,6084 ft.lbf/lbm

Tenaga pompa : 0,157 Hp

Tenaga Motor : 0,237 Hp

Jumlah : 1

Harga : \$ 31.573

3.2.23 Pompa (P-05)

Fungsi : Mengalirkan *benzene* dan *phenyl ethyl*
alcohol dari Dekanter (D-01) ke
 Menara distilasi (MD-01)

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,474 gpm

Head Pompa : 34,539 ft.lbf/lbm

Tenaga pompa : 1,921 Hp

Tenaga Motor : 2,383 Hp

Jumlah : 1

Harga : \$ 31.573

3.2.24 Pompa (P-06)

Fungsi : Mengalirkan keluaran hasil bawah dari dekanter menuju UPL

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,119 gpm

Head Pompa : 12,508 ft.lbf/lbm

Tenaga pompa : 0,199 Hp

Tenaga Motor : 0,307 Hp

Jumlah : 1

Harga : \$ 31.573

3.2.25 Pompa (P-07)

Fungsi : Mengalirkan *phenyl ethyl alcohol* dari Menara distilasi (MD-01) ke *Cooler* (CL-03)

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,409 gpm

Head Pompa : 13,053 ft.lbf/lbm

Tenaga pompa : 0,847 Hp

Tenaga Motor : 1,075 Hp

Jumlah : 1

Harga : \$ 31.573

3.2.26 Pompa (P-08)

Fungsi : Mengalirkan *benzene* dari Menara distilasi

(MD-01) ke *Heater* (HE-02)

Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 0,167 gpm
<i>Head</i> Pompa	: 23,437 ft.lbf/lbm
Tenaga pompa	: 0,799 Hp
Tenaga Motor	: 1,027 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 31.573

3.2.27 Pompa (P-09)

Fungsi : Mengalirkan *benzene* dari Menara distilasi
(MD-02) ke *Cooler* (CL-05)

Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 0,147 gpm
<i>Head</i> Pompa	: 3,664 ft.lbf/lbm
Tenaga pompa	: 0,149 Hp
Tenaga Motor	: 0,201 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 31.573

3.2.28 Pompa (P-10)

Fungsi : Mengalirkan *benzene* dari Menara distilasi
(MD-02) ke *Cooler* (CL-04)

Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 0,020 gpm

<i>Head</i> Pompa	: 12,471 ft.lbf/lbm
Tenaga pompa	: 0,640 Hp
Tenaga Motor	: 0,895 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 31.573

3.2.29 Screw Conveyor 1 (SC-01)

Fungsi	: Mengangkut katalis AlCl_3 menuju reaktor
Tipe	: <i>Helicoid Flight</i>
Kapasitas	: 9,7530 kg/jam
<i>Material</i>	: <i>Carbon steel SA 167 Grade 11 tipe 316</i>
Panjang	: 1,5 m
Diameter screw	: 12 in
Power motor	: 0,0256 Hp
Harga	: \$ 12994

3.2.30 Screw Conveyor 2 (SC-02)

Fungsi	: Mengangkut katalis AlCl_3 keluaran RDVF menuju reaktor untuk direaksikan lagi
Tipe	: <i>Helicoid Flight</i>
Kapasitas	: 9,7530 kg/jam
<i>Material</i>	: <i>Carbon steel SA 167 Grade 11 tipe 316</i>
Panjang	: 1,5 m
Diameter screw	: 12 in
Power motor	: 0,0256 Hp

Harga : \$ 12994

3.2.31 Bucket Elevator 1 (BE-01)

Fungsi : Mengangkut katalis AlCl_3 keluaran RDVF
menuju reaktor untuk direaksikan lagi

Tipe : *Centrifugal Discharge Bucket*

Material : *Carbon steel SA 167 Grade 11 tipe 316*

Panjang : 0,1524 m

Lebar : 0,1016 m

Tinggi : 7,6200

Power motor : 2,4837 Hp

Harga : \$ 994

3.2.32 Bucket Elevator 2 (BE-02)

Fungsi : Mengangkut katalis AlCl_3 keluaran RDVF
menuju reaktor untuk direaksikan lagi

Tipe : *Centrifugal Discharge Bucket*

Material : *Carbon steel SA 167 Grade 11 tipe 316*

Panjang : 0,1524 m

Lebar : 0,1016 m

Tinggi : 7,6200

Power motor : 2,4837 Hp

Harga : \$ 994

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan salah satu yang paling penting dalam pendirian suatu pabrik untuk kelangsungan operasi pabrik. Banyak pertimbangan yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi pabrik, misalnya kemudahan dalam pengoperasian pabrik dan perencanaan di masa depan, letak pabrik dengan sumber bahan baku dan bahan pembantu, letak pabrik dengan pasar penunjang, transportasi, tenaga kerja, kondisi sosial dan lain-lain. Pemilihan lokasi adalah hal yang sangat penting dalam perancangan pabrik, karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan harus menguntungkan. Oleh karena itu pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perencanaan pabrik. Berdasarkan pertimbangan diatas, pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* ini direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Cilacap, yang terletak di daerah Sampang Cilacap Tengah, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah.



Gambar 4.1 Peta lokasi pabrik PEA

Faktor – faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

4.1.1 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* dari PT. Prima Ethycolindo, Merak, Jawa Barat.

4.1.2 Pemasaran Produk

Daerah Cilacap adalah daerah industri kimia yang cukup besar dan terus berkembang. Hal ini menjadikan Cilacap sebagai pasar yang baik bagi PEA. Untuk pemasaran hasil produksi dapat dilakukan melalui jalan darat. PEA yang dihasilkan dapat dipasarkan untuk industri-industri detergent, parfum, kosmetik, dan lain-lain. Disamping itu, dekatnya lokasi pabrik dengan pelabuhan Merak akan mempermudah pemasaran produk ke luar negeri. Produk *Phenyl*

Ethyl Alcohol dapat pasarkan di industri-industri dalam negeri, yaitu PT. Lion Wings, PT. Priskila Prima Makmur, PT. Unilever Indonesia, dan lain-lain.

4.1.3 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. Sarana yang lain seperti bahan bakar dapat diperoleh dengan mudah karena dekat dengan Pertamina.

4.1.4 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 (± 4 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

4.1.5 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. Tenaga kerja yang dibutuhkan pada pabrik ini meliputi tenaga kerja terdidik, terampil maupun tenaga kasar. Tenaga kerja tersebut dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik dan luar daerah. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

4.1.6 Keadaan Iklim

Lokasi yang dipilih merupakan lokasi yang cukup stabil karena memiliki iklim rata-rata yang cukup baik. Seperti daerah lain di Indonesia yang beriklim tropis dengan temperatur udara berkisar 20 – 32°C. Bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor maupun banjir besar jarang terjadi sehingga operasi pabrik dapat berjalan lancar.

4.1.7 Faktor Penunjang Lain

1. Harga tanah dan gedung dikaitkan dengan rencana di masa yang akan datang
2. Tersedianya fasilitas servis, misalnya di sekitar lokasi pabrik tersebut atau jarak yang relatif dekat dari bengkel besar dan sebagainya
3. Tersedianya air yang cukup
4. Peraturan pemerintah daerah setempat

5. Keadaan masyarakat daerah sekitar (sikap keamanan dan sebagainya)
6. Keadaan tanah untuk rencana pembangunan dan pondasi
7. Perumahan penduduk atau bangunan lain.

4.1.8 Faktor Penunjang Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor penunjang tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor penunjang yang meliputi :

1. Perluasan Areal Pabrik

Perluasan pabrik dan penambahan bangunan dimasa mendatang harus sudah masuk dalam pertimbangan awal. Sehingga sejumlah area khusus sudah harus dipersiapkan sebagai perluasan pabrik bila suatu saat dimungkinkan pabrik menambah peralatannya untuk menambah kapasitas.

2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik. Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- Segi keamanan kerja terpenuhi.

- Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
- Transportasi yang baik dan efisien.

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

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

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu:

4.2.1 Daerah Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.

4.2.2 Daerah Proses dan Ruang Kontrol

Merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang *control* sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

4.2.3 Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel dan Garasi

Daerah tempat menyimpan baik itu dari proses pabrik maupun yang bukan langsung dari proses pabrik dan juga tempat untuk pemeliharaan alat.

4.2.4 Daerah Utilitas dan *Power Station*

Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan. Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

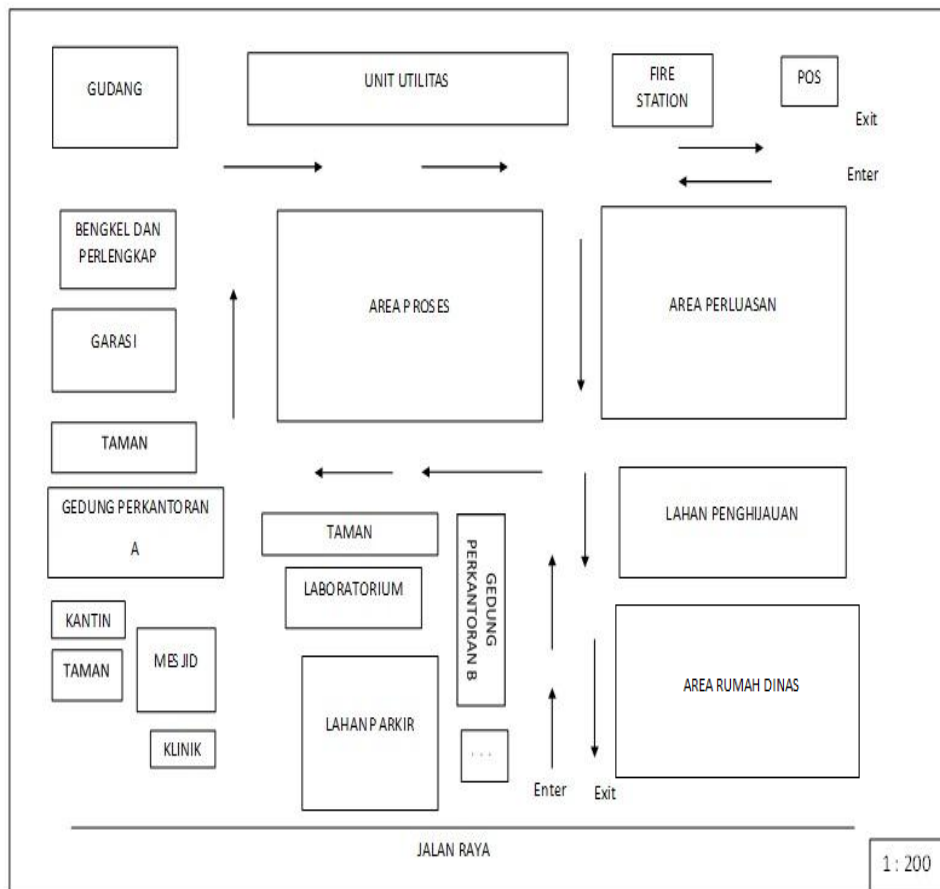
Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik

No	Bangunan	Luas (m ²)
1	Area Proses	900
2	Area Utilitas	1050
3	Bengkel	50
4	Gudang Peralatan	400
5	Kantin	50
6	Kantor Teknik dan Produksi	300
7	Kantor Utama	625
8	Laboratorium	100
9	Parkir Utama	500
10	Parkir Truk	100
11	Perpustakaan	50

12	Poliklinik	15
13	Pos Keamanan	9
14	<i>Control Room</i>	100
15	<i>Control Utilitas</i>	100
16	Area Rumah Dinas	1200
17	Area Mess	450
18	Masjid	225
19	Unit Pemadam Kebakaran	100
20	Taman	100
21	Jalan	3200
22	Daerah Perluasan	750
Total		10.424

Luas tanah : 10.424 m²

Luas bangunan : 6.374 m²



Gambar 4.2 Layout pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* (PEA)

4.3 Tata Letak Alat Proses

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

1. Aliran Bahan Baku dan Produk

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

2. Aliran Udara

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

3. Pencahayaan

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

4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

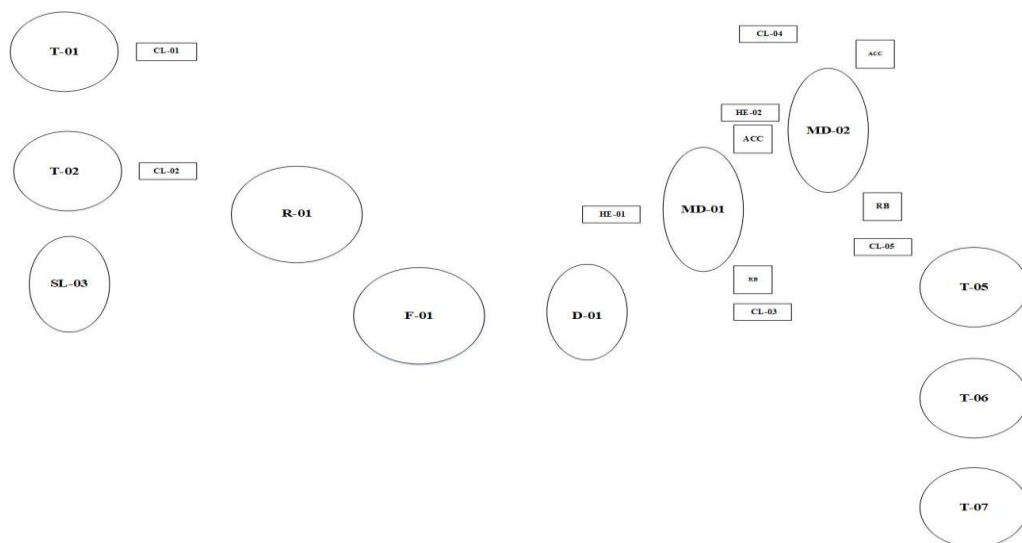
Dalam perancangan *lay out* peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Pertimbangan Ekonomi

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

6. Jarak Antar Alat Proses

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



1 Gambar 4. 1 Tata letak alat proses pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol*

2 Keterangan Gambar :

1.	Reaktor (R-01)	13.	Reboiler 1 (RB-01)
2.	Rotary Drum Vacuum Filter (F-01)	14.	Reboiler 2 (RB-02)

3.	Decanter (D-01)	15.	Condensor 1 (CD-01)
4.	Menara Distilasi 1 (MD-01)	16.	Condensor 2 (CD-02)
5.	Menara Distilasi 2 (MD-02)	17.	Accumulator 1 (ACC-01)
6.	Heater 1 (HE-01)	18.	Accumulator 2 (ACC-02)
7.	Heater 2 (HE-02)	19.	Tangki 1 (T-01)
8.	Cooler 1 (CL-01)	20.	Tangki 2 (T-02)
9.	Cooler 2 (CL-02)	21.	Silo 3 (SL-03)
10.	Cooler 3 (CL-03)	22.	Tangki 4 (T-04)
11.	Cooler 4 (CL-04)	23.	Tangki 5 (T-05)
12.	Cooler 5 (CL-05)	24.	Tangki 6 (T-06)

3

4 4.4 Alir Proses dan Material

5 4.4.1 Neraca Massa Total

6

Tabel 4.2 Neraca massa total

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam
C_6H_6	66,598	26,639
C_7H_8	3,505	3,505
C_2H_4O	37,568	15,027
H_2O	1,162	1,162
$AlCl_3$	9,655	9,655
H_2O	0,098	0,098
$C_8H_{10}O$		62,500
Total	118,586	118,586

7 4.4.2 Neraca Massa per Alat

8

1. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-01)

9

Tabel 4.3 Neraca massa reaktor

Komponen	Input, kg/jam	Output, kg/jam
C ₆ H ₆	66,598	26,639
C ₇ H ₈	3,505	3,505
C ₂ H ₄ O	37,568	15,027
H ₂ O	1,162	1,162
AlCl ₃	9,655	9,655
H ₂ O	0,098	0,098
C ₈ H ₁₀ O		62,500
Total	118,586	118,586

10

11

12

13

14

2. *Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF) (F-01)*

15

Tabel 4.4 Neraca massa *Rotary Drum Vacuum Filter*

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		<i>Top</i>	<i>Bottom</i>
C ₆ H ₆	26,639	26,639	
C ₇ H ₈	3,505	3,505	
C ₂ H ₄ O	15,027	15,027	
H ₂ O	1,162	1,162	
AlCl ₃	9,655		9,655
H ₂ O	0,098		0,098
C ₈ H ₁₀ O	62,500	62,500	
Total	118,586	118,586	

16

17

3. *Dekanter (D-01)*

18

Tabel 4.5 Neraca massa dekanter

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Heavy Stream	Light Stream
C ₆ H ₆	26,639	4,042	22,643
C ₇ H ₈	3,505		3,505
C ₂ H ₄ O	15,027	15,027	13.625,560
H ₂ O	1,162	1,162	
C ₈ H ₁₀ O	62,500		62,500
Total	108,834	108,834	

19

20

4. Menara Distilasi 1 (MD-01)

21

Tabel 4.6 Neraca massa menara distilasi 1

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Top	Bottom
C ₆ H ₆	22,643	22,643	
C ₇ H ₈	3,505	2,874	0,631
C ₈ H ₁₀ O	62,500		62,500
Total	88,649	88,649	

22

23

5. Menara Distilasi 2 (MD-02)

24

Tabel 4.7 Neraca massa menara distilasi 2

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Top (recycle)	Bottom (waste)
C ₆ H ₆	22,643	21,511	1,132
C ₇ H ₈	2,874	1,132	1,742
C ₈ H ₁₀ O	62,500		62,500
Total	25,517	25,517	

25 4.4.3 Neraca Panas

26 1. Reaktor (R-01)

27 Tabel 4.8 Neraca panas reaktor

Komponen	H in (kJ/jam)	H out (kJ/jam)
C ₆ H ₆	127,615	51,046
C ₇ H ₈	-10,881	-10,881
C ₂ H ₄ O	-99,062	-39,625
H ₂ O	-21,354	-21,354
AlCl ₃	-7663,942	-7663,942
H ₂ O	-1,792	-1,792
C ₈ H ₁₀ O		-133,455
Panas Reaksi	33416,415	
Panas yang diambil		33567,002
Total	25742	25742

28

29 2. Menara Distilasi 1 (MD-01)

30 Tabel 4.9 Neraca panas menara distilasi 1

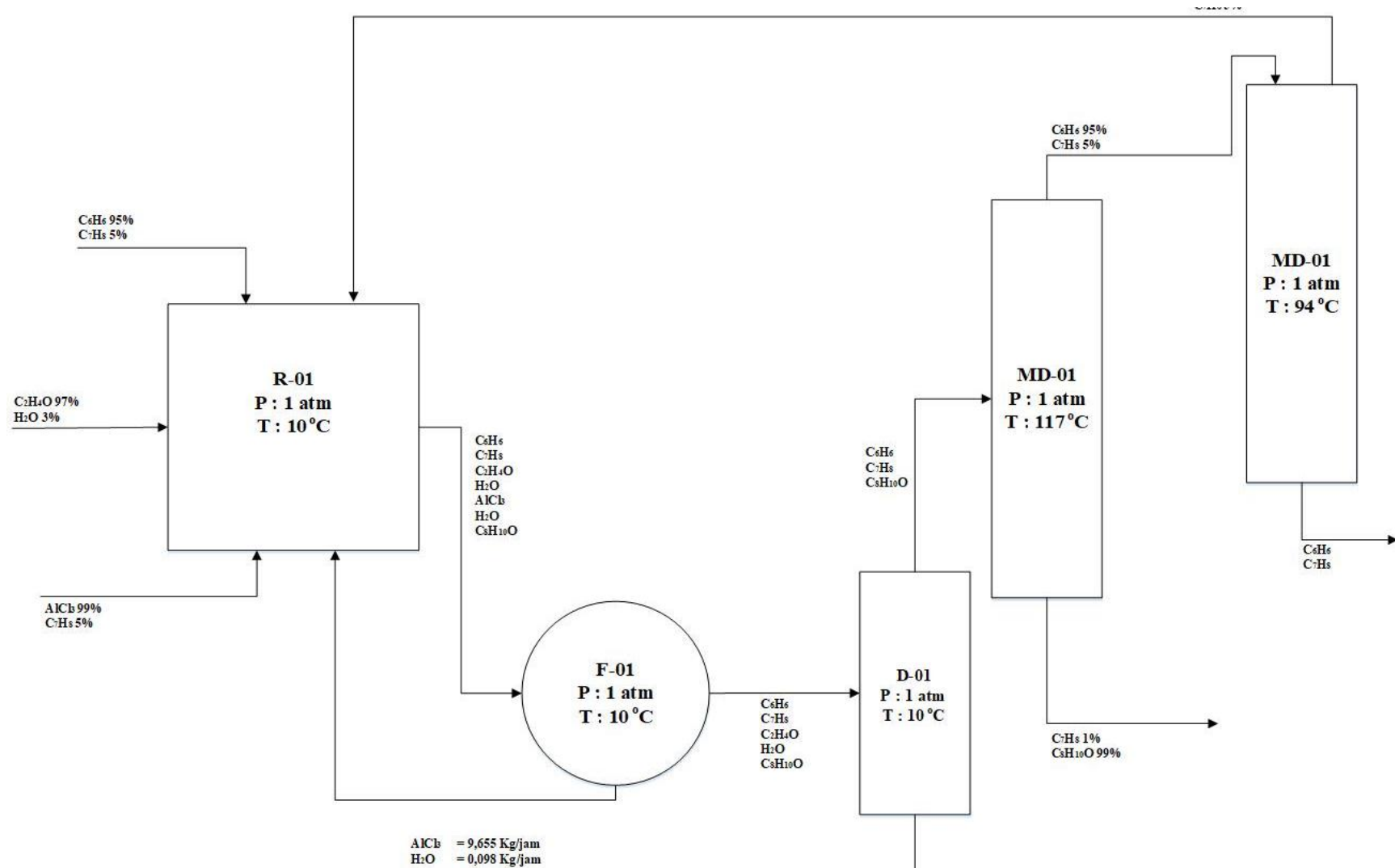
Komponen	H in (kJ/jam)	H out (kJ/jam)	
		Distilat	Bottom
C ₆ H ₆	1347,035	7033,071	0
C ₇ H ₈	26,328	239,820	2,724
C ₈ H ₁₀ O	6964,584	0	17115,658
Beban panas kondensor		19783,634	
Beban panas reboiler	35836,959		
Total	44.263,830	44263,830	

33

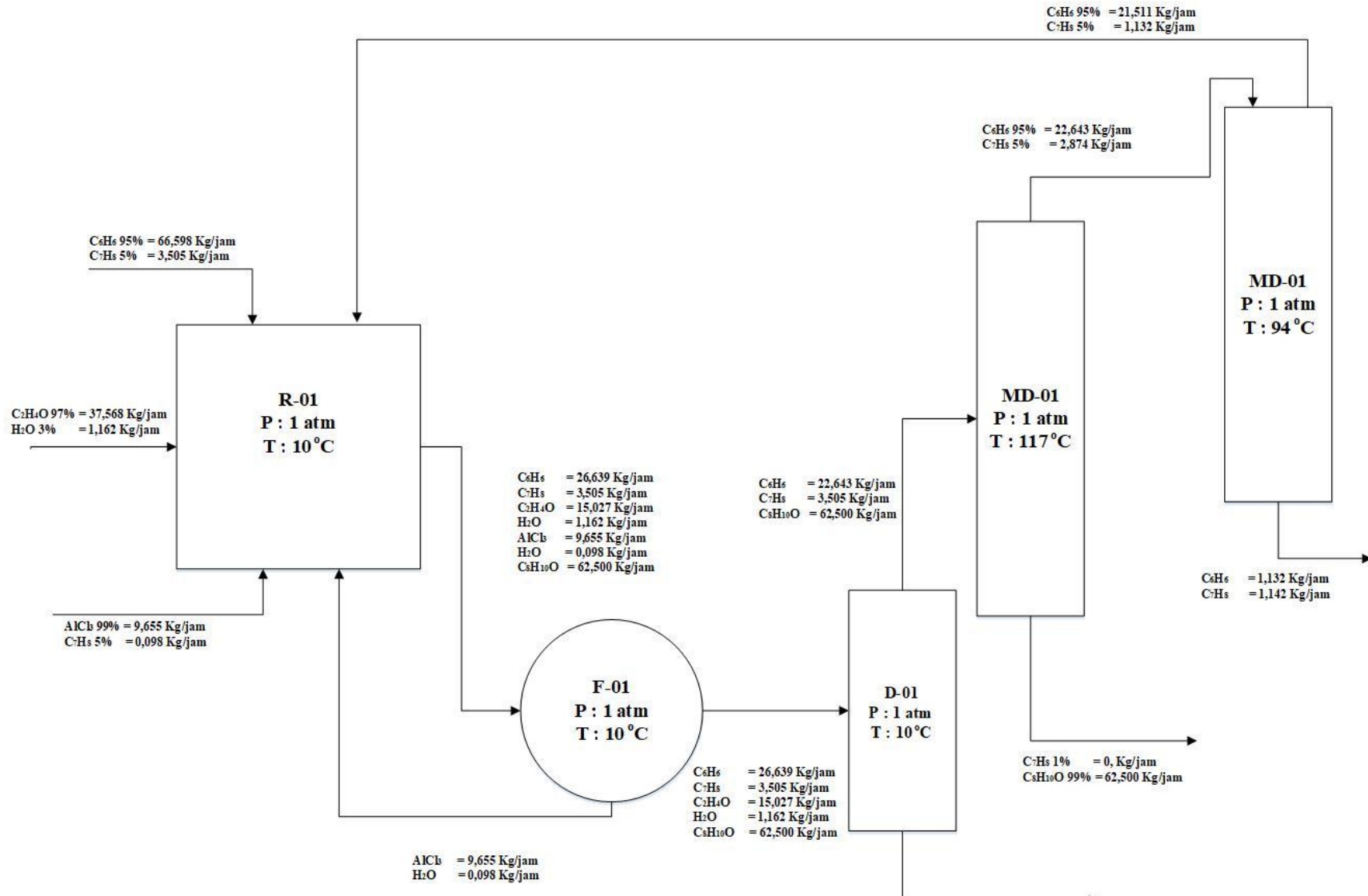
3. Menara Distilasi 2

Tabel 4.10 Neraca panas menara distilasi 2

Komponen	H in (kJ/jam)	H out (kJ/jam)	
		Distilat	Bottom
C ₆ H ₆	1589,769	9304,142	6,256
C ₇ H ₈	2487,937	54,145	5314,601
Beban panas kondensor		16297,063	
Beban panas reboiler	26898,500		
Total	30.976,207	30.976,207	



Gambar 4. 2 Diagram alir kualitatif



Gambar 4. 3 Diagram alir kuantitatif

4.5 Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance berguna untuk menjaga saran atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan. Perawatan *preventif* dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat - alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

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

1. *Over head* 1 x 1 tahun

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

2. *Repairing*

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

1. Umur alat

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

2. Bahan baku

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

3. Tenaga manusia

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

4.6 Utilitas

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

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

1. Unit penyediaan dan pengolahan air (*water treatment system*)
2. Unit pembangkit steam (*steam generation system*)
3. Unit pembangkit listrik (*power plant system*)
4. Unit penyedia udara instrumen (*instrument air system*)
5. Unit penyediaan bahan bakar

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

1. Unit Penyediaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik PEA ini, sumber air yang digunakan berasal air sungai yang terdekat dengan pabrik, Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

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

Air yang diperlukan pada pabrik ini adalah :

1) Air pendingin

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

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.

- Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- Tidak terdekomposisi.

2) Air umpan boiler (*boiler feed water*)

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

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

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

- Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

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

- Zat yang menyebabkan *foaming*

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

3) Air Domestik

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

1) Syarat fisika, meliputi:

Suhu : Di bawah suhu udara

Warna : Jernih

Rasa : Tidak berasa

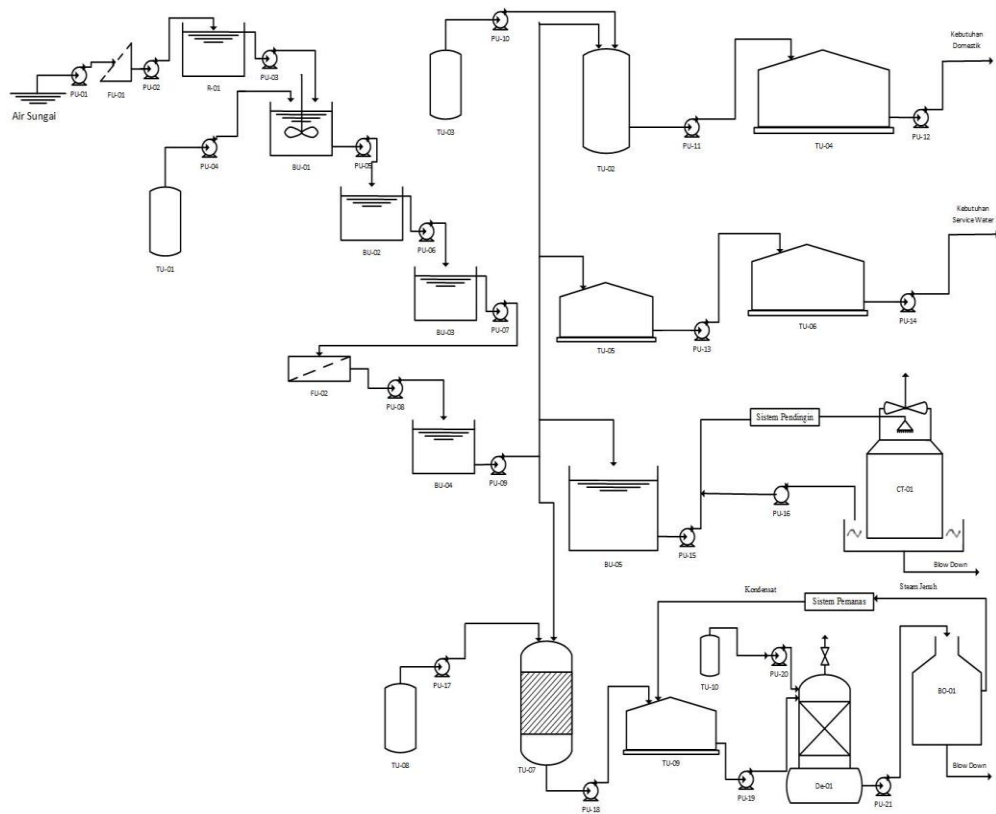
Bau : Tidak berbau

2) Syarat kimia, meliputi:

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

2. Unit Pengolahan Air

Dalam perancangan pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* ini, kebutuhan air diambil dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Berikut ini merupakan diagram alir pengolahan air:



Gambar 3.1 Diagram Pengolahan Air

Keterangan :

1. PU : Pompa Utilitas
2. FU-01 : Screening
3. R-01 : Reservoir
4. BU-01 : Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)
5. TU-01 : Tangki Alum
6. BU-02 : Bak Pengendap I
7. BU-03 : Bak Pengendap II
8. FU-02 : Sand Filter
9. BU-04 : Bak Penampung Air Bersih

10. TU-02 : Tangki Klorinasi
11. TU-03 : Tangki Kaporit
12. TU-04 : Tangki Air Kebutuhan Domestik
13. TU-05 : Tangki *Service Water*
14. TU-06 : Tangki Air Bertekanan
15. BU-05 : Bak *Cooling Water*
16. CT-01 : *Cooling Tower*
17. TU-07 : *Mixed-Bed*
18. TU-08 : Tangki NaCl
19. TU-09 : Tangki Air Demin
20. TU-10 : Tangki N₂H₄
21. De-01 : Deaerator
22. BO-01 : Boiler

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air yang dilakukan meliputi :

1) Penghisapan

Pengambilan air dari sungai dilakukan dengan cara pemompaan yang kemudian dialirkan ke penyaringan (*screening*) dan langsung dimasukkan ke dalam reservoir.

2) Penyaringan (*screening*)

Pada *screening*, partikel-partikel padat yang besar akan tersaring tanpa bantuan bahan kimia. Sedangkan partikel-

partikel yang lebih kecil akan terikut bersama air menuju unit pengolahan selanjutnya. Penyaringan dilakukan agar kotoran-kotoran bersifat kasar atau besar tidak terikut ke sistem pengolahan air, maka sisi isap pompa di pasang saringan (*screen*) yang dilengkapi dengan fasilitas pembilas apabila screen kotor.

3) Penampungan (reservoir)

Air dalam penampungan di reservoir, kotorannya seperti lumpur akan mengendap.

4) Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulan ke dalam air. Koagulan yang digunakan biasanya adalah tawas atau Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$), yang merupakan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses flokulasi dapat berjalan efektif, sering ditambahkan kapur ke dalam air. Selain itu kapur juga berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan.

5) Bak Pengendap I dan II

Flok dan endapan dari proses koagulasi diendapkan dalam bak pengendap I dan II.

6) Proses Filtrasi

Air yang keluar dari bak pengendap II yang masih mengandung padatan tersuspensi selanjutnya dilewatkan filter untuk difiltrasi.

7) Bak Penampung Air Bersih

Air dari proses filtrasi merupakan air bersih, ditampung di dalam bak penampung air bersih. Air bersih tersebut kemudian digunakan secara langsung untuk air pendingin dan air layanan (*service water*). Air bersih kemudian digunakan juga untuk air domestik yang terlebih dahulu di desinfektanisasi, dan umpan boiler terlebih dahulu di demineralisasi.

8) Demineralisasi

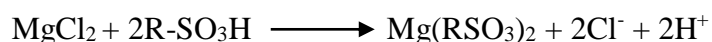
Air untuk umpan ketel pada reaktor harus murni dan bebas dari garam-garam terlarut yang terdapat didalamnya, Untuk itu perlu dilakukan proses demineralisasi. Alat demineralisasi terdiri atas penukar kation (*cation exchanger*) dan penukar anion (*anion exchanger*). Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-

lain, dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler.

Proses *Cation Exchanger* dan *Anion Exchanger* berlangsung pada Resin *Mixed-Bed*. Resin *Mixed-Bed* adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke Resin *Mixed-Bed* tersebut, kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin anion. Saat resin kation dan anion telah jenuh oleh ion-ion, resin penukar kation dan anion akan diregenerasi kembali.

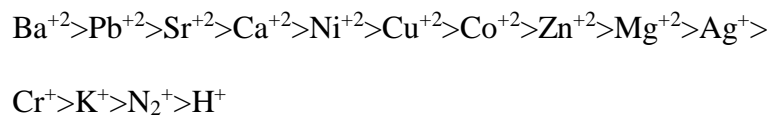
9) *Cation Exchanger*

Cation Exchanger ini berisi resin penukar kation dengan formula RSO_3H , dimana pengganti kation – kation yang dikandung dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Reaksi penukar kation :

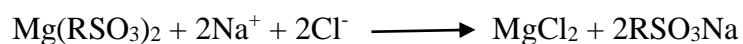


Ion Mg^{+2} dapat menggantikan ion H^+ yang ada dalam resin karena selektivitas Mg^{+2} lebih besar dari selektivitas H^+ .

Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut :

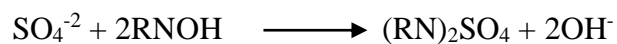


Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenerasi :



10) *Anion Exchanger*

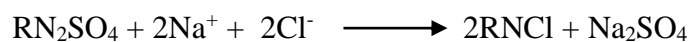
Anion Exchanger berfungsi untuk mengikat ion –ion negatif (anion) yang larut dalam air dengan resin yang bersifat basa, yang mempunyai formula RNOH, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut. Reaksi Penukar Anion :



Ion SO_4^{-2} dapat menggantikan ion OH^- yang ada dalam resin karena selektivitas SO_4^{-2} lebih besar dari selektivitas OH^- . Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut:



Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenerasi :



11) Deaerator

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama O_2 dan CO_2 . Gas tersebut dihilangkan lebih dahulu, karena dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa Hidrazin yang berfungsi menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi.

Deaerator berfungsi untuk memanaskan air yang keluar dari alat penukar ion (*ion exchanger*) dan kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan ketel. Pada deaerator ini, air dipanaskan hingga $90^\circ C$ supaya gas-gas yang terlarut dalam air, seperti O_2 dan CO_2 dapat dihilangkan. Karena gas-gas tersebut dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan menutupi permukaan pipa-pipa dan hal ini akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa ketel. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan koil pemanas di dalam deaerator.

3. Kebutuhan Air

1) Kebutuhan Air Proses

Kebutuhan air yang digunakan pada unit proses yaitu air umpan pada filter yang membutuhkan air sebanyak 13.849,320 kg/jam.

2) Air Utilitas

- Air Umpan Boiler

Tabel 4.11 Kebutuhan air pendingin

Nama Alat	Jumlah (Kg/Jam)
HE – 01	4,099
HE – 02	0,074
RB – 01	21,023
RB – 02	6,352
Total	31,548

Perancangan dibuat over design sebesar 20%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 20\% \times 31,548 \text{ kg/jam} \\ &= 37,858 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blowdown} &= 15\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 15\% \times 31,548 \text{ kg/jam} \\ &= 5,679 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Steam Trap} &= 5\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 5\% \times 31,548 \text{ kg/jam} \\ &= 1,893 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan air make up untuk steam

$$= 5,679 \text{ kg/jam} + 1,893 \text{ kg/jam}$$

$$= 7,527 \text{ kg/jam}$$

- Air Pendingin

4.12 Kebutuhan air pendingin

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
CD-01	223,909
CD-021	183,623
CL-02	13,760
CL-03	63.083,915
CL-04	3,496
CL-05	1,176
Total	63.509,879

Perancangan dibuat over design sebesar 20%, sehingga :

$$\text{Kebutuhan air pendingin} = 20\% \times 63.509,879 \text{ kg/jam}$$

$$= 76.211,855 \text{ kg/jam}$$

Make up air pendingin

$$W_m = W_e + W_d + W_b$$

$$= 648 \text{ kg/jam} + 15 \text{ kg/jam}$$

$$+ 633 \text{ kg/jam}$$

$$= 1296 \text{ kg/jam}$$

- *Chill Water*

Tabel 4.13 Kebutuhan *chill water*

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
R-01	12.034,652
CL-01	11,830
SC-01	156,241
Total	12.202,723

$$\begin{aligned} \text{Total } \textit{chill water} \text{ yang dibutuhkan yaitu} &= 12.202,723 \times 20\% \\ &= 14.643,277 \end{aligned}$$

3) Kebutuhan air domestik

Air domestik meliputi kebutuhan air karyawan dan kebutuhan air untuk mess.

- Kebutuhan air karyawan

Menurut standar WHO, kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 liter/hari

$$\begin{aligned} \text{Diambil kebutuhan air tiap orang} &= 120 \text{ liter/hari} \\ &= 5 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah karyawan} = 179 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air untuk semua karyawan} = 916 \text{ kg/jam}$$

- Kebutuhan air untuk mess

$$\text{Jumlah mess} = 40 \text{ rumah}$$

$$\text{Penghuni mess} = 80 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air untuk mess} = 11.446 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total kebutuhan air domestik} &= \\
 &= (916 + 11.446) \text{ kg/jam} \\
 &= 12.361 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

- Kebutuhan *service water*

Perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum seperti bengkel, laboratorium, masjid, kantin, pemadam kebakaran dll sebesar 700 kg/jam.

4.6.2 Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

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

Kapasitas : 7193 kg/jam

Jenis : *water tube boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer* *safety valve sistem* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5–11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran batubara yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 200°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

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

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System)

Kebutuhan listrik pada pabrik pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* diperoleh melalui 2 sumber yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator diesel. Generator diesel berfungsi sebagai tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan. Berikut adalah spesifikasi generator diesel yang digunakan:

Kapasitas = 3.500 kW

Jenis = 1 buah

Rincian kebutuhan listrik :

1. Kebutuhan listrik untuk proses

Tabel 4.14 Kebutuhan Listrik Proses

Alat	Daya	
	Hp	Watt
Reaktor	1,5044	1121,803
Rotary Drum Vacuum Filter	0,069	51,579
Screw Conveyor-01	0,026	19,124
Screw Conveyor-02	0,026	19,124
Reboiler-01	0,567	422,812
Reboiler-02	0,451	336,311
Condensor-01	0,332	247,572
Condensor-02	0,311	231,913
Pompa-01	0,4444	199,089
Pompa-02	0,7586	188,802
Pompa-03	0,3386	682,590
Pompa-04	1,0367	177,119
Pompa-05	0,4928	1777,290
Pompa-06	0,7893	12,111
Pompa-07	0,3976	753,764
Pompa-08	0,2009	766,019
Pompa-09	0,2006	149,583
Pompa-10	0,8955	667,804
Total	11	8.459

2. Kebutuhan listrik untuk utilitas

Tabel 4.15 Kebutuhan listrik utilitas

Alat	Daya	
	Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	2,000	1.491,400
Blower Cooling Tower	40,000	29.828,000
Pompa-01	4,391	3.274,289
Pompa-02	7,752	5.781,034
Pompa-03	11,907	8.878,967
Pompa-04	0,020	5,753
Pompa-05	8,451	6.301,163
Pompa-06	8,212	6.123,919
Pompa-07	2,567	1.914,295
Pompa-08	4,368	3.257,405
Pompa-09	2,848	2.123,735
Pompa-10	0,020	2,530
Pompa-11	3,003	2.239,089
Pompa-12	3,003	2.239,089
Pompa-13	1,074	801,011
Pompa-14	0,925	689,590
Pompa-15	2,609	1.945,171

Pompa-16	2,609	1.945,171
Pompa-17	0,03	0,003
Pompa-18	1,038	774,343
Pompa-19	0,436	324,806
Pompa-20	1,586	1.182,753
Total	109	81.125

3. Kebutuhan listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk penerangan diperkirakan adalah sebesar 100 kW dan listrik untuk AC diperkirakan adalah sebesar 15 kW.

4. Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik untuk laboratorium dan bengkel diperkirakan adalah sebesar 40 kW.

5. Kebutuhan listrik untuk instrumentasi

Listrik untuk instrumentasi diperkirakan adalah sebesar 10 kW.

Total kebutuhan listrik pada pabrik PEA adalah sebesar:

Tabel 4.16 Total kebutuhan listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	8,5
	b. Utilitas	82

2	a. Listrik AC	15
	b. Listrik Penerangan	100
3	Laboratorium dan Bengkel	40
4	Instrumentasi	10
Total		255,5

4.6.3 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 46,728 m³/jam.

4.6.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (Industrial Diesel Oil) sebanyak 344,139 kg/jam yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah fuel oil sebanyak 3,034 kg/jam yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

4.7 Organisasi Perusahaan

Organisasi perusahaan berhubungan dengan ke-efektifan dalam peningkatan kemampuan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produk yang telah dihasilkan. Dengan adanya pengaturan organisasi perusahaan yang teratur dan baik, maka akan tercipta sumber daya manusia yang baik pula.

4.7.1 Bentuk Hukum Badan Usaha

Dalam mendirikan suatu perusahaan yang dapat mencapai tujuan dari perusahaan itu secara terus menerus, maka harus dipilih bentuk perusahaan apa yang harus didirikan agar tujuan itu tercapai. Pada perancangan pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian 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.

Pada perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan pada beberapa faktor seperti:

1. Mudah dalam mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
4. Mudah bergerak di pasar global.
5. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.

4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Berdirinya sebuah perusahaan tentu saja memiliki struktur atau organisasi perusahaan yang baik dan sesuai dengan mekanisme manajemen yang berlaku agar memiliki sebuah pembagian tugas maupun wewenang yang baik didalam menjalankan sebuah perusahaan. Dari hal tersebut maka dibutuhkan struktur organisasi yang baik didalam perusahaan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik, maka perlu diperhatikan pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berdasarkan pada pedoman tersebut, maka diperoleh struktur organisasi yang baik. Salah satunya adalah sistem line and staff. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi,

pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

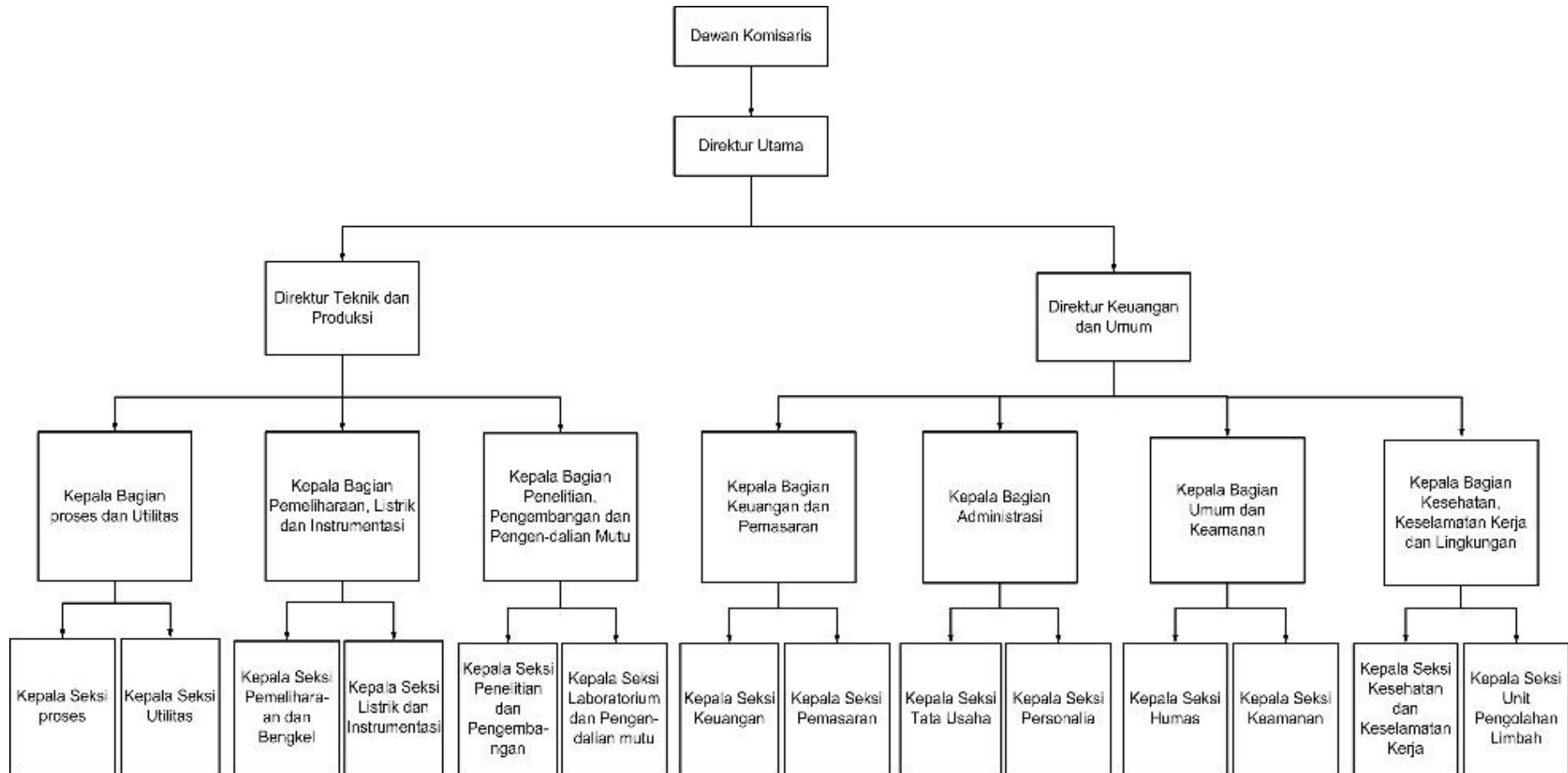
Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing

perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- 1) Pemegang saham
- 2) Dewan komisaris
- 3) Direktur Utama
- 4) Direktur
- 5) Kepala Bagian
- 6) Kepala Seksi
- 7) Karyawan dan Operator

Tanggung jawab, tugas dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan tentu saja berbeda-beda. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham.



Gambar 4. 4 Struktur organisasi

4.7.3 Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) 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.

2. Dewan Komisaris

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

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

3. Dewan Direksi

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

Tugas Direktur Utama antara lain:

- 1) Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
- 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 kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Administrasi, Keuangan dan Umum.

4. Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli

bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang:

- 1) Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- 2) Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
- 3) Mempertinggi efisiensi kerja.

5. Kepala Bagian

- 1) Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Produksi membawahi:

- a. Seksi Proses

Tugas Seksi Proses meliputi :

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

- b. Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian meliputi:

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

c. Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium meliputi:

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa produk.
- Mengawasi kualitas buangan pabrik.

2) Kepala Bagian Teknik

- Tugas kepala bagian teknik adalah bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan.
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian teknik membawahi:

a. Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain:

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

b. Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas adalah melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, steam, dan tenaga listrik.

3) Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas kepala bagian pembelian dan pemasaran antara lain adalah bertanggung jawab kepada direktur administrasi, keuangan dan umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

a. Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain:

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

b. Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain:

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

4) Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum

Tugas kepala bagian administrasi, keuangan dan umum antara lain adalah bertanggung jawab kepada direktur administrasi, keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

a. Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan adalah menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

b. Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain:

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.

- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

c. Seksi Humas

Tugas Seksi Humas adalah mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

d. Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan antara lain:

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

4.7.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Sistem kepegawaian pada pabrik PEA ini terdapat dua bagian, yaitu jadwal kerja kantor (*non-shift*) dan jadwal kerja pabrik (*shift*). Sedangkan gaji karyawan berdasarkan pada jabatan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, dan resiko kerja.

1. Pembagian Jam Kerja Karyawan

1) Jadwal non-*shift*

Karyawan non-*shift* merupakan karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi, seperti bagian administrasi, bagian gudang, dan lain-lain. Dalam satu minggu, jam kantor adalah 40 jam dengan perincian jam kerja non-*shift* sebagai berikut:

Senin – Kamis : 07.00 – 16.00 (Istirahat 12.00 – 13.00)

Jumat : 07.00 – 16.00 (Istirahat 11.00 – 13.00)

Sabtu : 07.00 – 12.00

Minggu : Libur, termasuk hari libur nasional

1) 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, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, bagian keamanan, dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Para karyawan *shift* bekerja secara bergantian dalam sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam tiga *shift* dengan pengaturan sebagai berikut:

Shift I : 08.00 – 16.00

Shift II : 16.00 – 24.00

Shift III : 24.00 – 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok. Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali *shift*. Berikut adalah jadwal karyawan *shift*:

Tabel 4. 1 Jadwal karyawan *shift*

<i>Shift</i> / Hari	1	2	3	4	5	6	7	8
Pagi	A	A	D	D	C	C	B	B
Sore	B	B	A	A	D	D	C	C
Malam	C	C	B	B	A	A	D	D
Libur	D	D	C	C	B	B	A	A

4.7.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

1. Penggolongan Jabatan

Tabel 4.17 Penggolongan jabatan

No	Jabatan	Pendidikan Minimum
1	Direktur Utama	S-2 (Teknik Kimia/ Teknik Mesin/ Teknik Elektro)
2	Kepala Bagian Produksi	S-1 (Teknik Kimia/ Teknik Mesin/ Teknik Elektro)
3	Kepala Bagian Teknik	S-1 (Teknik Kimia/ Teknik Mesin/ Teknik Elektro)

4	Kepala Bagian Pemasaran	S-1 (Ekonomi)
5	Kepala Seksi	S-1 (Teknik Kimia/ Teknik Mesin/ Teknik Elektro)
6	Kepala Seksi Keuangan	S-1 (Ekonomi)
7	Medis	Dokter
8	Sekretaris	S-1
9	Karyawan	D-3
10	Paramedis	D-3
11	Operator	STM/SMU sederajat
12	Lain-lain	SMA / Sederajat

2. Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji

Tabel 4.18 Perincian jumlah karyawan dan gaji

No	Jabatan	Jumlah	Gaji Per orang	Gaji per Bulan
1	Direktur	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
2	Direktur Bagian	2	Rp 25.000.000	Rp 50.000.000
3	Staff Ahli	3	Rp 20.000.000	Rp 60.000.000
4	Kepala Bagian	8	Rp 18.000.000	Rp 144.000.000
5	Kepala Seksi	12	Rp 12.000.000	Rp 144.000.000
6	Karyawan	76	Rp 8.000.000	Rp 608.000.000
7	Dokter	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000
8	Perawat	4	Rp 4.000.000	Rp 16.000.000

9	Sekretaris	8	Rp 5.000.000	Rp 40.000.000
10	Operator	39	Rp 4.500.000	Rp 175.500.000
11	Satpam	8	Rp 3.000.000	Rp 24.000.000
12	Supir	10	Rp 3.000.000	Rp 30.000.000
13	<i>Cleaning Service</i>	8	Rp 2.500.000	Rp 20.000.000
181				Rp1.362.500.000

3. Sistem Gaji Karyawan

Sistem gaji perusahaan dibagi menjadi 3 golongan, yaitu:

1) Gaji Harian

Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

2) Gaji Bulanan

Gaji yang diberikan kepada karyawan tetap dengan jumlah sesuai dengan aturan perusahaan.

3) Gaji Lembur

Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

4.7.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan yang diberikan perusahaan pada karyawan antara lain berupa:

- 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.
- Cuti
- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam setahun.
 - Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
- Pakaian Kerja
- Pakaian kerja diberikan kepada karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.
- Pengobatan
- Pelayanan kesehatan berupa biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit akibat kecelakaan kerja.
 - Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian yang diberikan kepada keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia baik karena kecelakaan sewaktu bekerja.

4.8 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan bagian dari bidang manajemen yang mempunyai peran dalam mengkoordinasi kan berbagai kegiatan untuk mencapai tujuan. Untuk mengatur kegiatan ini, perlu dibuat keputusan-keputusan yang berhubungan dengan usaha-usaha untuk mencapai tujuan agar barang dan jasa yang dihasilkan sesuai dengan apa yang direncanakan. Dengan demikian, manajemen produksi menyangkut pengambilan keputusan yang berhubungan dengan proses produksi untuk mencapai tujuan organisasi atau perusahaan.

Aspek-aspek manajemen produksi meliputi :

1. Perencanaan produksi

Bertujuan agar dilakukanya persiapan yang sistematis bagi produksi yang akan dijalankan. Keputusan yang harus dihadapi dalam perencanaan produksi:

- Jenis barang yang diproduksi
- Kualitas barang
- Jumlah barang
- Bahan baku
- Pengendalian produksi

2. Pengendalian produksi

Bertujuan agar mencapai hasil yang maksimal demi biaya seoptimal mungkin. Adapun kegiatan yang dilakukan antara lain :

- Menyusun perencanaan
- Membuat penjadwalan kerja
- Menentukan kepada siapa barang akan dipasarkan.

3. Pengawasan produksi

Bertujuan agar pelaksanaan kegiatan dapat berjalan sesuai dengan rencana. Kegiatannya meliputi :

- Menetapkan kualitas
- Menetapkan standar barang
- Pelaksanaan produksi yang tepat waktu

4.9 Analisa Ekonomi

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

1. *Return On Investment* (ROI)

Return On Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

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.

3. *Break Even Point (BEP)*

Break Even Point adalah titik impas dimana tidak mempunyai suatu keuntungan.

4. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

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. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

5. *Shut Down Point (SDP)*

Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).

Terdapat beberapa analisa yang perlu dilakukan sebelum melakukan estimasi profitabilitas dari suatu rancangan pabrik kimia.

Analisa tersebut terdiri dari penentuan modal industri (*Capital Investment*) dan pendapatan modal. Penentuan modal industri terdiri dari:

- 1) Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
- 2) Modal Kerja
- 3) Biaya Poduksi Total

Meliputi:

- Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

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

- 1) Biaya Tetap (*Fixed Cost*)
- 2) Biaya Variabel (*Variable Cost*)
- 3) Biaya Mengambang (*Regulated Cost*)

4.10 Penaksiran Harga Peralatan

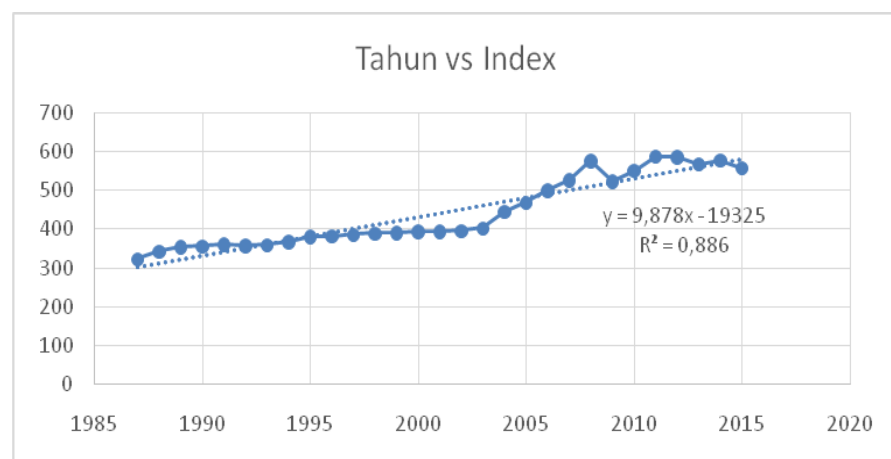
Harga dari suatu alat industriakan berubah seiring dengan perubahan ekonomi. Maka diperlukan perhitungan konversi harga alat sekarang terhadap harga alat beberapa tahun lalu.

Tabel 4.19 Indeks harga

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

28	2014	576,1
29	2015	556,8

Sumber: *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)* (www.che.com)



Gambar 4. 5 Tahun vs indeks harga

Berdasarkan data tersebut, maka persamaan regresi Linear yang diperoleh adalah $y = 9,878x - 19325$. Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* kapasitas 500 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2019, maka dari persamaan regresi Linear diperoleh indeks sebesar 618,682.

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Harga alat diperoleh dari situs matches (www.matche.com) dan buku karangan Peters & Timmerhaus. Perhitungan alat pada tahun pabrik dibangun diperoleh dengan rumus berikut:

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

(Aries & Newton, 1955)

Keterangan :

Ex = Harga pembelian alat pada tahun 2019

Ey = Harga pembelian alat pada tahun referensi

Nx = Indeks harga pada tahun 2019

Ny = Indeks harga pada tahun referensi

Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan rumus tersebut:

Tabel 4.20 Harga alat proses

No	Nama alat	Kode	Jumlah	Harga Total
1	Tangki Benzena	T-01	1	\$ 18.364
2	Tangki <i>Ethylene Oxide</i>	T-02	1	\$ 18.364
3	Tangki Alumunium Klorida	SL-03	1	\$ 644
4	Tangki <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i>	T-04	1	\$ 18.364
5	Tangki Penampung	T-05	2	\$ 10.954
6	Reaktor	R-01	1	\$ 5.907
7	Decanter	D-01	1	\$ 129.621
8	Rotary Drum Vacuum Filter	F-01	1	\$ 361.587
9	Menara Distilasi 1	MD-01	1	\$ 21.478
10	Menara Distilasi 2	MD-02	1	\$ 21.478
11	Screw Conveyor 1	SC-01	1	\$ 12.994
12	Screw Conveyor 2	SC-02	1	\$ 12.994

13	Heater 1	HE-01	1	\$ 859
14	Heater 2	HE-01	1	\$ 752
15	Cooler 1	CL-01	1	\$ 752
16	Cooler 2	CL-02	1	\$ 752
17	Cooler 3	CL-03	1	\$ 25.237
18	Cooler 4	CL-04	1	\$ 752
19	Cooler 5	CL-05	1	\$ 752
20	Pompa 1	P-01	2	\$ 31.573
21	Pompa 2	P-02	2	\$ 31.573
22	Pompa 3	P-03	2	\$ 31.573
23	Pompa 4	P-04	2	\$ 31.573
24	Pompa 5	P-05	2	\$ 31.573
25	Pompa 6	P-06	2	\$ 31.573
26	Pompa 7	P-07	2	\$ 31.573
27	Pompa 8	P-08	2	\$ 31.573
28	Pompa 9	P-09	2	\$ 31.573
29	Pompa 10	P-10	2	\$ 31.573

Tabel 4.21 Harga alat utilitas

No	Nama Alat	Jumlah	Total Harga
1	Screening	1	\$ 25.881
2	Reservoir	1	\$ 1.611
3	Bak Penggumpal	1	\$ 1.611
4	Bak Pengendap I	1	\$ 1.611
5	Bak Pengendap II	1	\$ 1.611
6	Sand Filter	1	\$ 7.410
7	Bak Air Penampung Sementara	1	\$ 1.611
8	Bak Air Pendingin	1	\$ 10.417

9	Cooling Tower	1	\$ 10.417
10	Blower Cooling Tower	1	\$ 164.773
11	Deaerator	1	\$ 1.396
12	Mixed Bed	1	\$ 3.544
13	Boiler	1	\$ 7.947
14	Tangki Alum	1	\$ 11.491
15	Tangki Kaporit	1	\$ 752
16	Tangki Klorinasi	1	\$ 84.410
17	Tangki Air Bersih	1	\$ 17.397
18	Tangki NaCl	1	\$ 17.397
19	Tangki Air Demin	1	\$ 237.979
20	Tangki Hydrazine	1	\$ 4.296
21	Tangki Air Bertekanan	1	\$ 15.142
22	Tangki Service Water	1	\$ 6.336
23	Pompa 1	2	\$ 50.689
24	Pompa 2	2	\$ 44.030
25	Pompa 3	2	\$ 41.024
26	Pompa 4	2	\$ 9.450
27	Pompa 5	2	\$ 41.024
28	Pompa 6	2	\$ 41.024
29	Pompa 7	2	\$ 41.024
30	Pompa 8	2	\$ 41.024
31	Pompa 9	2	\$ 41.024
32	Pompa 10	2	\$ 9.450
33	Pompa 11	2	\$ 16.753
34	Pompa 12	2	\$ 16.753
35	Pompa 13	2	\$ 9.450
36	Pompa 14	2	\$ 9.450
37	Pompa 15	2	\$ 41.024
38	Pompa 16	2	\$ 41.024

39	Pompa 17	2	\$ 9.450
40	Pompa 18	2	\$ 13.531
41	Pompa 19	2	\$ 13.531
42	Pompa 20	2	\$ 9.450
43	Pompa 21	2	\$ 13.531
44	Tangki Bahan Bakar	1	\$ 18.364
45	Kompresor	2	\$ 11.813
Total		67	\$ 1.218.927

4.11 Dasar Perhitungan

Dalam perhitungan evaluasi ekonomi, digunakan standar perhitungan yang didasarkan pada berikut ini:

1. Kapasitas produksi : 500 ton/tahun
2. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
3. Umur alat : 10 tahun
4. Nilai kurs : 1 US \$: Rp. 14.400,00
5. Pabrik didirikan tahun : 2019
6. Upah pekerja asing : \$ 20/manhour
7. Upah pekerja Indonesia : Rp. 15.000/manhour
8. 1 manhour asing : 2 manhour Indonesia
9. 5 % tenaga asing : 95% tenaga Indonesia

4.11.1 Perhitungan Biaya

a. *Modal (Capital Investment)*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran–
pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas–fasilitas

pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital investment* terdiri dari:

b. Fixed Capital Investment

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik.

Tabel 4.22 *Physical plan cost (PPC)*

No	Type of Capital Investment	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	\$ 2.147.433	Rp 30.923.039.542
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	\$ 536.858	Rp 7.730.759.886
3	Instalasi cost	\$ 338.579	Rp 4.875.532.568
4	Pemipaan	\$ 498.943	Rp 7.184.774.969
5	Instrumentasi	\$ 534.577	Rp 7.697.904.156
6	Insulasi	\$ 80.417	Rp 1.158.003.408
7	Listrik	\$ 257.692	Rp 3.710.764.745
8	Bangunan	\$ 442.639	Rp 6.374.000.000
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	\$ 1.085.833	Rp 15.636.000.000
<i>Physical Plan Cost (PPC)</i>		\$ 5.922.971	Rp 85.290.779.273

Tabel 4.23 *Direct plan cost (DPC)*

No	Type of Capital Investment	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Teknik dan Konstruksi	\$ 1.184.594	Rp 17.058.155.855
<i>Total (PPC+DPC)</i>		\$ 7.107.565	Rp 102.348.935.128

Tabel 4.24 *Fixed capital investment (FCI)*

No	Type of Capital Investment	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Direct Plan Cost</i>	\$ 7.107.565	Rp 102.348.935.128
2	<i>Cotractor's fee</i>	\$ 497.530	Rp 7.164.425.459
3	<i>Contingency</i>	\$ 710.756	Rp 10.234.893.513
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		\$ 8.315.850	Rp 119.748.254.100

c. Working Capital Investment

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

Tabel 4.25 Total *Working capital onvestment (WCI)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	\$ 911.077	Rp 13.119.510.436
2	<i>In Process Inventory</i>	\$ 1.142.459	Rp 16.451.408.609
3	<i>Product Inventory</i>	\$ 2.284.918	Rp 32.902.817.217
4	<i>Extended Credit</i>	\$ 3.409.091	Rp 49.090.909.091
5	<i>Available Cash</i>	\$ 2.284.918	Rp 32.902.817.217
<i>Working Capital Investment</i>		\$ 10.032.463	Rp 144.467.462.570

d. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries & Newton, 1955 *Manufacturing Cost* meliputi :

- *Direct Manufacturing Cost*

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

Tabel 4.26 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	\$ 3.340.616	Rp 48.104.871.598
2	<i>Labor</i>	\$ 1.135.417	Rp 16.350.000.000
3	<i>Supervision</i>	\$ 113.542	Rp 1.635.000.000
4	<i>Maintenance</i>	\$ 166.317	Rp 2.394.965.082
5	<i>Plant Supplies</i>	\$ 24.948	Rp 359.244.762
6	<i>Royalty and Patents</i>	\$ 125.000	Rp 1.800.000.000
7	<i>Utilities</i>	\$ 997.729	Rp 14.367.291.196
Total DMC		\$ 5.903.568	Rp 85.011.372.638

- *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk.

Tabel 4.27 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Payroll Overhead</i>	\$ 170.313	Rp 2.452.500.000
2	<i>Laboratory</i>	\$ 113.542	Rp 1.635.000.000
3	<i>Plant Overhead</i>	\$ 567,708	Rp 8.175.000.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	\$ 625.000	Rp 9.000.000.000
<i>Indirect Manufacturing Cost</i>		\$ 1.476.563	Rp 21.262.500

- *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost adalah pengeluaran tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 4.28 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	\$ 748.427	Rp 10.777.342.869
2	<i>Property taxes</i>	\$ 166.317	Rp 2.394.965.082
3	<i>Insurance</i>	\$ 83.159	Rp 1.197.482.541
<i>Fixed Manufacturing Cost</i>		\$ 997.902	Rp 14.369.790.492

Tabel 4.29 Total *Manufacturing Cost* (TMC)

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	\$ 5.903.568	Rp 85.011.372.638
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	\$ 1.476.563	Rp 21.262.500.000
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	\$ 997.902	Rp 14.369.790.492
Manufacturing Cost		\$ 8.378.032	Rp 120.643.663.130

e. **Pengeluaran Umum (*General Expense*)**

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

Tabel 4.30 *General Expense* (GE)

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Administration</i>	\$ 251.341	Rp 3.619.309.894
2	<i>Sales expense</i>	\$ 418.902	Rp 6.032.183.157
3	<i>Research</i>	\$ 234.585	Rp 3.378.022.568
4	<i>Finance</i>	\$ 733.933	Rp 10.568.628.667
General Expense		\$ 1.638.760	Rp 23.598.144.285

Tabel 4.31 Total *Production Cost* (TPC)

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	\$ 8.378.032	Rp 120.643.663.130
2	<i>General Expense (GE)</i>	\$ 1.638.760	Rp 23.598.144.284
Total Production Cost		\$ 10.016.792	Rp 144.241.807.415

4.12 Analisis keuntungan

4.12.1 Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan	: Rp 180.000.000.000
Total biaya produksi	: Rp 144.241.807.415
Keuntungan	: Total penjualan - Total biaya produksi
	: Rp 35.758.192.585

4.12.2 Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak	: 52 % x Rp 35.758.192.585
	: Rp 18.594.260.144
Keuntungan	: Keuntungan sebelum pajak – pajak
	: Rp 17.163.932.441

4.12.3 Analisa Kelayakan

1. Return on Investment (ROI)

Return on investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Profit (Keuntungan)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

- ROI sebelum pajak (ROI_b)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% dan syarat ROI setelah pajak maksimum adalah 44%.

(Aries & Newton, 1955)

$$\text{ROI}_b = 29,861 \% \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

- ROI setelah pajak (ROI_a)

$$\text{ROI}_a = 14,333 \% \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

2. Pay out Time (POT)

Pay out time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai.

$$\text{POT} = \frac{\text{Fixed Capital Investmen}}{\text{Keuntungan} + \text{Depresi}}$$

- POT sebelum pajak (POT_b)

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun dan syarat POT setelah pajak maksimum adalah 5 tahun.

(Aries & Newton, 1955)

$$\text{POT}_b = 2,6 \text{ tahun} \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

- POT setelah pajak (POT_a)

$POT_a = 4,3$ tahun (pabrik memenuhi kelayakan)

2. *Break Even Point (BEP)*

Break even point adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan.

$$BEP = \frac{Fa + 0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} \cdot X$$

Tabel 4.32 *Annual Fixed Cost (Fa)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	\$ 748.427	Rp 10.777.342.869
2	<i>Property taxes</i>	\$ 166.317	Rp 2.394.965.082
3	<i>Insurance</i>	\$ 83.159	Rp 1.197.482.541
<i>Annual Fixed Cost</i>		\$ 997.902	Rp 14.369.790.492

Tabel 4.33 *Annual Variable Cost (Va)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw material</i>	\$ 3.340.616	Rp 48.104.871.598
2	<i>Packaging & shipping</i>	\$ 2.448.775	Rp 9.000.000.000
3	<i>Utilities</i>	\$ 1.819.367	Rp 14.367.291196
4	<i>Royalties and Patents</i>	\$ 489.755	Rp 1.800.000.000
Annual Variable Cost		\$ 33.955.672	Rp 73.272.162.794

Tabel 4.34 *Annual regulated cost (Ra)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Labor cost</i>	\$ 1.301.667	Rp 16.350.000.000
2	<i>Plant overhead</i>	\$ 650.833	Rp 2.452.500.000
3	<i>Payroll overhead</i>	\$ 195.250	Rp 1.635.000.000
4	<i>Supervision</i>	\$ 130.167	Rp 23.598.144.285
5	<i>Laboratory</i>	\$ 130.167	Rp 2.394.965.082
6	<i>General expense</i>	\$ 5.227.021	Rp 23.598.144.285
7	<i>Maintenance</i>	\$ 291.083	Rp 2.394.965.082
8	<i>Plant supplies</i>	\$ 43.662	Rp 359.244.762
Annual Regulated Cost		\$ 7.969.850	Rp 56.599.854.129

Tabel 4.35 *Annual sales cost (Sa)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Annual Sales Cost</i>	\$ 48.975.495	Rp 705.247.130.909
	<i>Annual Sales Cost</i>	\$ 48.975.495	Rp 705.247.130.909

Dari hasil perhitungan di dapatkan BEP sebesar 46,72 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40%–60%, sehingga pabrik memenuhi kelayakan.

3. *Shut Down Point (SDP)*

Shut down point adalah titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

$$SDP = \frac{0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} x'$$

$$SDP = 25,30 \%$$

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

Discounted cash flow rate of return adalah laju bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR dibuat dengan mempertimbangkan nilai uang yang berubah dan didasarkan atas

investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik (10 Tahun).

Umur pabrik (n)	: 10 tahun
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	: Rp 209.579.817.025
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	: Rp 86.550.220.283
<i>Salvage value (SV) : Depresiasi</i>	: Rp 16.766.385.362
<i>Cash flow (CF)</i>	:
	= <i>Annual profit</i> + depresiasi + <i>finance</i>
	= Rp 49.509.968.434

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error* dimana nilai R harus sama dengan S.

Persamaan untuk menentukan DCFR:

$$\frac{(WC + FCI) \times (1 + i)^{10}}{CF} = [(1 + i)^9 + (1 + i)^8 + \dots + (1 + i) + 1] + \frac{(WC + SV)}{CF}$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai i : 0,0703

DCFR : 7,03 %

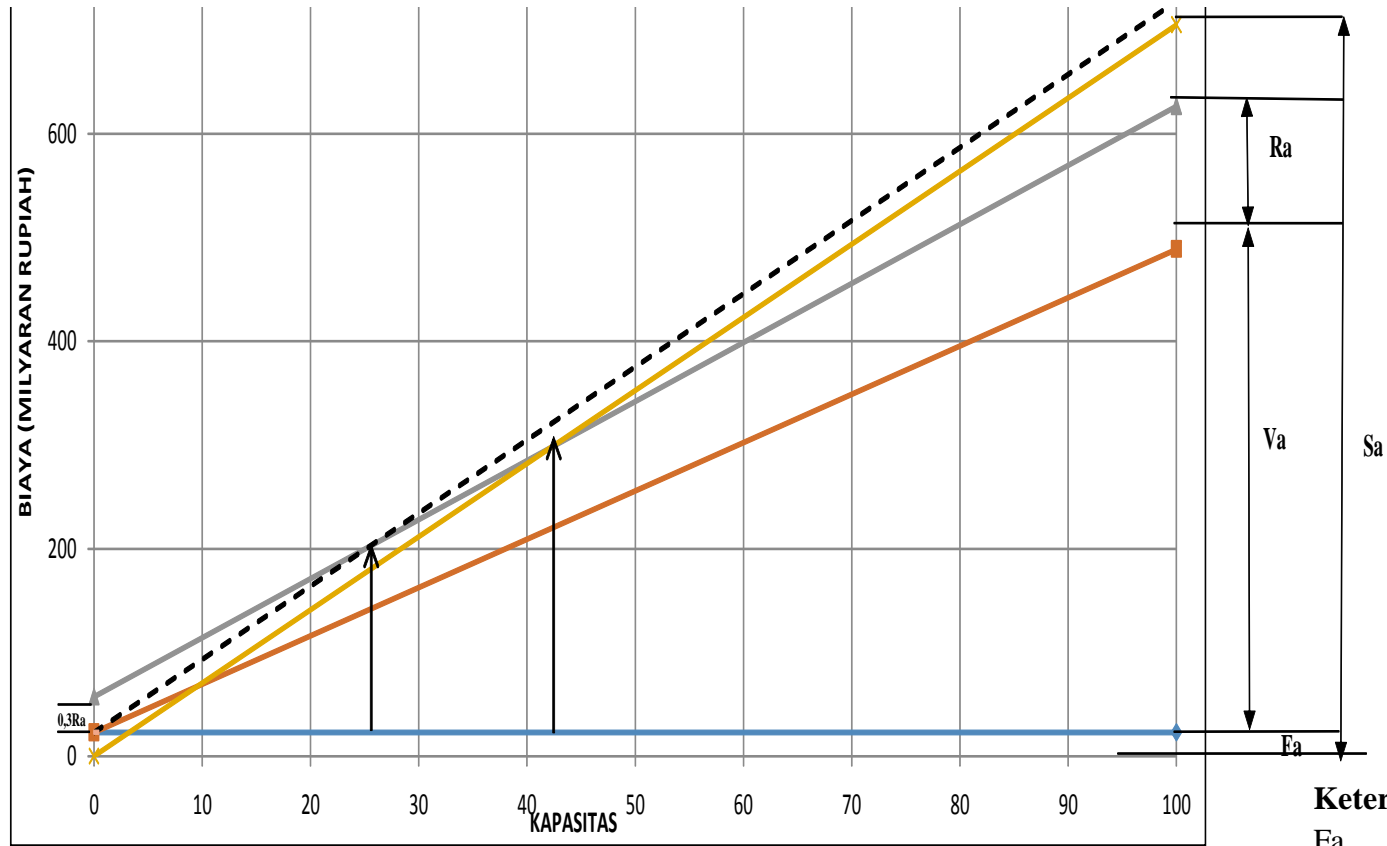
Minimum nilai DCFR : 1,5 x suku bunga acuan bank

: 4,75 %

Kesimpulan : Memenuhi syarat

: 1,5 x 4,75 % = 7,013 %

(Didasarkan pada suku bunga acuan di bank saat ini adalah 4,75 %, berlaku mulai akhir 19 Juli 2018).



Gambar 4.5 Grafik analisis kelayakan

Keterangan :

- Fa = Annual Fixed Cost
- Va = Annual Variable Cost
- Ra = Annual Regulated Cost
- Sa = Annual Sales Cost (Sa)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa, baik yang ditinjau secara teknis maupun ekonomi, maka dalam pra rancangan pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan import, memberikan lapangan pekerjaan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* akan didirikan dengan kapasitas 500 ton/tahun, dengan bahan baku *benzene* sebanyak 70,104 kg/jam, *ethylene oxide* sebanyak 38,730 kg/jam, dan katalis *aluminium chloride*. Sebanyak 9,753 kg/jam.
3. Pabrik akan didirikan di kawasan industri Cilacap, dengan pertimbangan mudah mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, pengembangan pabrik, ketersediaan air dan listrik, serta mempunyai prospek pemasaran yang baik.
4. Berdasarkan kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta prosesnya, maka pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* tergolong pabrik berisiko rendah.
5. Berdasarkan analisis ekonomi, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil Analisa ekonomi

Parameter Kelayakan	Perhitungan	Standar Kelayakan (Aries and Newton, 1945)
<i>Profit</i>		
<i>Profit</i> sebelum pajak	Rp 35.758.192.585	
<i>Profit</i> sesudah pajak	Rp 17.163.932.441	keuntungan setelah pajak (52%)
<i>Return on investment (ROI)</i>		
(ROI) sebelum pajak	29,861 %	<i>Industrial Chemical</i> 11 - 44 %
(ROI) setelah pajak	14,333 %	
<i>Pay out time (POT)</i>		
(POT) sebelum pajak	2,6 tahun	<i>Industrial Chemical</i> min 2 th / <i>High Risk</i> - 5 th/ <i>low Risk</i>
(POT) setelah pajak	4,3 tahun	
<i>Break even point</i> (BEP)	46, 72 %	40 % -60 %
<i>Shut down point</i> (SDP)	25, 30 %	
<i>Discounted cash flow rate of return</i> (DCFRR)	7,03 %	1,5 x suku bunga acuan bank = 7,013 % (suku bunga acuan bank 2018: 4,75 %)

6. Berdasarkan hasil analisis ekonomi, maka pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dari *Benzene* dan *Ethylene Oxide* layak untuk dipertimbangkan.

5.2 Saran

Dalam perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep - konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik, seperti : pemilihan alat proses atau alat penunjang, bahan baku dan kemurnian produk perlu diperhatikan sehingga dapat mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc Graw Hill Handbook Co., Inc. New York
- Austin, G.T. 1984. *Shreve's Chemical Process Industries, 5th ed.* Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York
- Badan Pusat Statistik. 2018. Statistic Indonesia. www.bps.go.id. Diakses pada tanggal 26 Februari 2018 pukul 10.00 WIB
- Brown, G.G. 1978. *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, 1st edition, Volume 6*. Pergason Press. Oxford.
- Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer*. Mc. Graw-Hill International Book Company Inc. New York.
- Kirk, R. E., and Othmer D. F. 1998. *Encyclopedia of Chemical Technology, 4th ed.* The Interscience Encyclopedia Inc. New York.
- Matche. 2018. *equipment cost*. <http://www.matche.com/>. Diakses pada tanggal 17 Juli 2018 pukul 19.50 WIB
- Peters, M., Timmerhause, K., dan West, R. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical engineers*. McGraw Hill. New York.
- Perry, R. H., and Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers, 7th ed.* McGraw Hill Companies Inc. USA.
- Powell, S.P., 1954, *Water Conditioning for Industry*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Fauzi, Irwan dan Haditya, Surya. 2014. *Prarancangan Pabrik Phenyl Ethyl Alcohol dari Benzene dan Ethylene Oxide Kapasitas 500 Ton/Tahun*. <http://digilib.uns.ac.id/43862/>. Diakses pada tanggal 5 Maret 2018 pukul 13.20 WIB
- R.K.Sinnot. 1983. *An Introduction to Chemical Engineering Design*. Pergamon Press. Oxford.
- Robert V. Hoffman. 1989. *Organic Chemistry*. John Wiley & Sons., Inc., Hoboken. Canada.
- Science Lab. 2018. *Material Safety Data Sheet*. Diakses pada tanggal 5 Maret 2018.
- Ulrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons, inc., New York.
- Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. Mc Graw Hill Handbooks. New York.

Wallas, S.M. *Chemical Process Equipment*. Mc. Graw Hill Book Koagakusha Company. Tokyo.

LAMPIRAN A

LAMPIRAN REAKTOR

Jenis	= Reaktor alir tangki Berpengaduk (RATB)
Fase	= Cair - Cair
Bentuk	= Tangki Silinder
Bahan	= Stainless Steel 316 AISI (18Cr, 12Ni, 2.5Mo)
Suhu Operasi	= 10 °C
Tekanan	= 1 atm
Waktu Tinggal (θ)	= 20 menit

A. Menghitung Densitas Cairan

Komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa (xi)	ρ_i (kg/m ³)	$\rho_i \cdot x_i$ (kg/m ³)
C ₆ H ₆	66,598	0.388	882,827	343,159
C ₇ H ₈	3,505	0.020	866,900	17,734
C ₂ H ₄ O	37,568	0.219	887,242	194,544
H ₂ O	1,162	0.006	1016,096	6,891
AlCl ₃	9,655	0,056	2440,000	137,499
H ₂ O	0,098	0,0006	1016,096	0,581
C ₈ H ₁₀ O	62,500	0,364	1025,350	374,034
Total	171,333	1.00		1074,444

$$\text{Densitas campuran} = 1074,444 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volume cairan} = \theta \times \frac{\text{massa}}{\text{densitas cairan}}$$

$$\text{Volume cairan} = 0,5 \text{ jam} \times \frac{171,333 \text{ kg/jam}}{1074,444 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Volume cairan} = 0,0845 \text{ m}^3$$

B. Menghitung Dimensi Reaktor

Perancangan reaktor dibuat dengan over design sebesar 20%, sehingga volume reaktor menjadi :

$$\text{Volume reaktor} = 1,2 \times \text{volume cairan}$$

$$\text{Volume reaktor} = 1,2 \times 0,0845 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume reaktor} = 0,102 \text{ m}^3 = 3,582 \text{ ft}^3$$

1. Menghitung diameter dan tinggi reaktor

Reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{volume silinder} + \text{volume tutup} \\ &= \text{volume silinder} + 2 \text{ volume head} \end{aligned}$$

Tutup berbentuk *torispherical dished head*

Dengan :

$$\text{Volume head} = 0,000049 \text{ d}^3$$

Sehingga :

$$\text{volume} = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times H \right) + [2 \times (0,000049) \times (D^3)]$$

Dipilih perbandingan D : H = 1 : 2,5

$$3,582 \text{ ft}^3 = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times H \right) + [2 \times (0,000049) \times (D^3)]$$

$$3,582 \text{ ft}^3 = \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \times 2,5D\right) + [(0,000098) \times (D^3)]$$

$$3,582 \text{ ft}^3 = D^3 \left(\frac{7,85}{4} + 0,000098\right)$$

$$3,582 \text{ ft}^3 = D^3(1,962)$$

$$D^3 = \frac{3,582 \text{ ft}^3}{1,962}$$

$$D = \sqrt[3]{2,629 \text{ ft}^3}$$

$$D = 1,316 \text{ ft} = 15,798 \text{ in} = 0,401 \text{ m}$$

$$\text{Maka diambil diameter standar} = 20 \text{ in} = 0,508 \text{ m}$$

Maka tinggi reaktor :

$$H = 2,5 D$$

$$H = 2,5 \times 0,508 \text{ ft}$$

$$H = 4,062 \text{ ft} = 48,750 \text{ in} = 1,238 \text{ m}$$

2. Menghitung tinggi cairan

$$\text{Volume cairan} = h_{\text{cairan}} \times \frac{\pi D^2}{4}$$

$$0,0845 \text{ m}^3 = h_{\text{cairan}} \times \frac{3,14 \times (0,508 \text{ m})^2}{4}$$

$$0,0845 \text{ m}^3 = h_{\text{cairan}} \times 0,1264 \text{ m}^2$$

$$h_{\text{cairan}} = \frac{0,0845 \text{ m}^3}{0,1264 \text{ m}^2}$$

$$h_{\text{cairan}} = 0,6688 \text{ m}$$

$$P \text{ hidrostatik} = \rho \times g \times h \text{ cairan}$$

$$\begin{aligned}
&= 1074,444 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \times 0,6688 \text{ m} \\
&= 6137,2017 \text{ N/m}^2 \\
&= 0,8901 \text{ psia}
\end{aligned}$$

3. Menghitung tebal dinding reaktor

Persamaan 13.1(Brownell 1959, Page 254) :

$$t_s = \frac{P \times r_i}{(f \times E) - (0,6 \times P)} + C$$

Dengan :

Allowable stress (f)	= 18847,948 psia
Sambungan yang dipilih	= double welded butt joint
Efisiensi sambungan (E)	= 80%
Corrosion allowance (C)	= 0,125 in
Jari-jari reaktor (ri)	= 7,8990 in
Teakanan (P)	= tekanan operasi + tekanan hidrostatik
	= 14,7 psia + 0,8901 psia
	= 15,5901 psia

Sehingga :

$$t_s = \frac{15,5901 \text{ psia} \times 7,8990 \text{ in}}{(18847,948 \text{ psia} \times 80\%) - (0,6 \times 15,5901 \text{ psia})} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_s = \frac{123,1461 \text{ psia.in}}{15069,004 \text{ psia}} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_s = 0,00817 + 0,125 \text{ in}$$

$$t_s = 0,1332 \text{ in}$$

Jadi, tebal shell minimum yang dibutuhkan sebesar 0,1332 in

Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young, maka dipilih ts standar :

$$ts = 1/4 \text{ in}$$

$$= 0,25 \text{ in}$$

$$\text{ID shell} = 15,7981 \text{ in}$$

$$\text{OD shell} = \text{ID} + 2ts$$

$$= 15,7981 \text{ in} + (2 \times 0,25 \text{ in})$$

$$= 16,2981 \text{ in}$$

Berdasarkan tabel 5.7 (*Brownell & Young, 1959*), untuk OD standar maka diambil OD terdekat yaitu :

$$\text{OD} = 20 \text{ in}$$

$$= 0,508 \text{ m}$$

$$\text{ID} = \text{OD} - 2 \text{ ts}$$

$$= 20 \text{ in} - (2 \times 0,25 \text{ in})$$

$$= 19,500 \text{ in} = ,6250\text{ft} = 0,4953 \text{ m}$$

$$\text{H} = 2,5 \times \text{D}$$

$$= 2,5 \times 19,500 \text{ in}$$

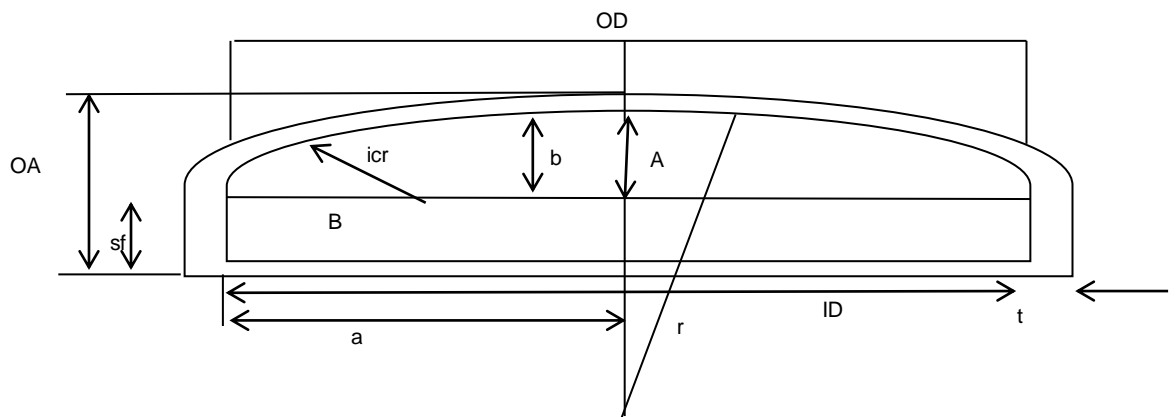
$$= 48,7500 \text{ in} = 4,0625 \text{ ft} = 1,2383 \text{ m}$$

$$\text{icr} = 1,250 \text{ in}$$

$$\text{rc} = 20 \text{ in}$$

C. Menghitung Dimensi Head Reaktor

Dipilih head dengan bentuk *Torispherical Flanged & Dished Head*, dengan pertimbangan harganya cukup ekonomis dan digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar.



Keterangan gambar :

ID : diameter dalam *head*

OD : diameter luar *head*

a : jari-jari *head*

t : tebal *head*

r : jari-jari dalam *head*

icr : *inside corner radius*

b : *deep of dish*

sf : *straight of flanged*

OA : tinggi *head*

1. Menghitung tebal *head*

$$t_h = \frac{P \times r_c \times W}{(2 \times f \times E) - (0,2 \times P)} + C \quad (\text{Brownell \& Young 1959, Page 138})$$

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

$$W = \frac{1}{4} x \left(3 + \sqrt{\frac{20 \text{ in}}{1,250 \text{ in}}} \right)$$

$$W = 1,7500$$

Sehingga :

$$t_h = \frac{15,5901 \text{ psia} \times 20 \text{ in} \times 1,7500}{(2 \times 18847,948 \text{ psia} \times 80\%) - (0,2 \times 15,5901 \text{ psia})} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_h = \frac{545,6535 \text{ psia} \cdot \text{in}}{30153,5987 \text{ psia}} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_h = 0,01809 \text{ in} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_h = 0,1431 \text{ in}$$

Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young, dipilih t_h standar :

$$t_h = 3/16 \text{ in} = 0,1875 \text{ in}$$

2. Menghitung tinggi *head*

Berdasarkan tabel 5.8 (Brownell & Young, hal. 93), maka digunakan s_f :

$$S_f = 2 \text{ in}$$

$$ID = OD - 2t_h$$

$$= 20 \text{ in} - (2 \times 0,1875 \text{ in})$$

$$= 19,6260 \text{ in}$$

$$A = ID/2$$

$$= 19,6260/2$$

$$= 9,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr$$

$$= (9,8125 - 1,250) \text{ in}$$

$$= 8,5625 \text{ in}$$

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

$$= (20 - 1,250) \text{ in}$$

$$= 18,7500 \text{ in}$$

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

$$= \sqrt{(18,7500)^2 - (8,5625)^2}$$

$$= 16,6807 \text{ in}$$

$$\text{B} = \text{rc} - \text{AC}$$

$$= (20 - 16,6807) \text{ in}$$

$$= 3,3193 \text{ in}$$

Tinggi *head* total :

$$\text{AO} = \text{sf} + \text{b} + \text{th}$$

$$= (2 + 3,3193 + 0,1875) \text{ in}$$

$$= 43,41 \text{ in} = 1,1025 \text{ m}$$

D. Menghitung Dimensi Pengaduk

$$\text{Volume cairan yang diaduk} = 0,0845 \text{ m}^3$$

$$= 300,7318 \text{ gallon}$$

$$\text{Kekentalan cairan yang diaduk } (\mu) = 2,1329 \text{ cp}$$

$$= 0,001433 \text{ lb/ft.s}$$

Jenis pengaduk yang dipilih yaitu *marine propeller with 3 blades and pitch*

2Di, dengan alasan cocok untuk cairan dengan viskositas mencapai 4000 cp.

Perancangan untuk pengadukan dilakukan dengan prinsip similaritas menggunakan model sesuai dengan referensi buku Brown pada Fig. 477 kurva no. 15 halaman 507 dan tabelnya.

$$\frac{Dt}{Di} = 3$$

$$\frac{Zl}{Di} = 3,9$$

$$\frac{Zi}{Di} = 1,3$$

Maka diperoleh :

- a. Diameter Pengaduk (D_i)

$$\begin{aligned} D_i &= \frac{Dt}{3} \\ &= \frac{21,6250 \text{ in}}{3} \\ &= 7,2083 \text{ in} \\ &= 0,1821 \text{ m} \\ &= 0,6007 \text{ ft} \end{aligned}$$

- b. Tinggi Cairan dalam Pengadukan (Z_l)

$$\begin{aligned} Z_l &= D_i \times 3,9 \\ &= 7,2083 \text{ in} \times 3,9 \\ &= 28,1125 \text{ in} \\ &= 0,1831 \text{ m} \\ &= 0,6007 \text{ ft} \end{aligned}$$

- c. Jarak Pengaduk dari Dasar Tangki

$$\begin{aligned}
Z_i &= D_i \times 1,3 \\
&= 7,2083 \text{ in} \times 1,3 \\
&= 9,3708 \text{ in} \\
&= 0,2380 \text{ m} \\
&= 0,7809 \text{ ft}
\end{aligned}$$

Menghitung jumlah pengaduk (sesuai referensi wallas halaman 288)

$$\begin{aligned}
\text{Rasio tinggi permukaan cairan dan diameter tangki} &= H/D \\
&= 0,6688/0,5953 \\
&= 1,1234
\end{aligned}$$

Berdasarkan referensi Wallas, maka jumlah pengaduk yang dipakai = 1 buah

Trial nilai rpm (N) :

Pada reaksi dengan transfer panas, nilai Hp/1000 gallon = 1,5-5

Dipilih $\pi DN = 28,315 \text{ ft/s}$

$$N = \frac{28,315 \text{ ft/s}}{\pi D}$$

$$N = \frac{28,315 \text{ ft/s}}{3,14 \times 0,6007 \text{ ft}}$$

$$N = 15,0118 /s$$

Menghitung nilai Re :

$$Re = \frac{\rho \times N \times D_i^2}{\mu}$$

$$Re = \frac{1074,4443 \text{ lb/ft}^3 \times 15,0118/s \times (0,6007\text{ft})^2}{0,001433 \text{ lb/ft.s}}$$

$$Re = 253508,4191$$

Power number (Po) yang didapat dari Fig. 477 Brown = 1,5

Sehingga :

$$P = \frac{N^3 \times D_i^5 \times \rho \times P_o}{gc}$$

$$P = \frac{(15,0118/s)^3 \times (0,6007 \text{ ft})^5 \times 1074,4443 \text{ lb/ft}^3 \times 1,5}{32,174 \text{ ft/s}^2}$$

$$P = 827,3996 \text{ lb.ft/s}$$

$$P = 1,5044 \text{ Hp}$$

Diambil Hp/1000 gallon = 5

Hp = 5 Hp/1000 gallon x volume cairan

$$= 5 \text{ Hp/1000 gallon} \times 300,7318 \text{ gallon}$$

$$= 1,504 \text{ Hp}$$

E. Menghitung Dimensi Jaket Pendingin

$$OD = 20 \text{ in} = 0,508 \text{ m} = 1,6678 \text{ ft}$$

$$ID = 19,5 \text{ in} = 0,4953 \text{ m} = 1,6250 \text{ ft}$$

$$H = 48,7500 \text{ in} = 1,2383 \text{ m} = 4,0625 \text{ ft}$$

$$\text{Luas Selimut (A)} = \pi \cdot OD \cdot H$$

$$= 3,14 \times 1,6678 \text{ ft} \times 4,0625 \text{ ft}$$

$$= 21,2604 \text{ ft}^2$$

$$Q \text{ pendinginan} = 33567,0022 \text{ kj/jam}$$

$$= 31821,5181 \text{ btu/jam}$$

1. Menghitung suhu LMTD

Hot fluid

$$T_{in} = 30\text{ }^{\circ}\text{C} = 303\text{ K} = 86\text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$T_{out} = 10\text{ }^{\circ}\text{C} = 283\text{ K} = 50\text{ }^{\circ}\text{F}$$

Cold fluid

$$t_{in} = 8\text{ }^{\circ}\text{C} = 281\text{ K} = 46\text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$t_{out} = 20\text{ }^{\circ}\text{C} = 293\text{ K} = 68\text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$\Delta t_1 = (86 - 50)\text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$= 36\text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$\Delta t_2 = (68 - 46)\text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$= 21\text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln\left(\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}\right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(21 - 36)\text{ }^{\circ}\text{F}}{\ln\left(\frac{21\text{ }^{\circ}\text{F}}{36\text{ }^{\circ}\text{F}}\right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 28,18\text{ }^{\circ}\text{F}$$

2. Menghitung luas transfer panas

Untuk *cold fluid* = water dan *hot fluid* = heavy organic

$$U_d = 75 - 150\text{ btu/ft}^2\cdot\text{F}\cdot\text{jam}$$

(Kern, Tabel 8

Hal.840)

Diambil harga $U_d = 500\text{ btu/ft}^2\cdot\text{F}\cdot\text{jam}$

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta T_{LMTD}}$$

$$A = \frac{31821,5181 \text{ btu/jam}}{75 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam} \times 28,18 \text{ }^\circ\text{F}}$$

$$A = 15,0512 \text{ ft}^2$$

Karena luas perpindahan panas kurang dari luas selimut reactor maka menggunakan jaket pendingin.

3. Menghitung kebutuhn air pendingin

Sifat fisis air pada $T_f = 69,5 \text{ }^\circ\text{F}$:

$$C_p = 4,1838 \text{ kj/kg} \cdot \text{K}$$

$$\rho = 1037,5667 \text{ kg/m}^3 = 63,4044 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 1,1966 \text{ cp} = 2,8958 \text{ lb/ft} \cdot \text{jam}$$

$$k = 0,3419 \text{ btu/jam} \cdot \text{ft} \cdot \text{F}$$

$$m_{\text{air}} = \frac{Q_{\text{pendinginan}}}{C_p \text{ air} \times \Delta T}$$

$$m_{\text{air}} = \frac{33567,0022 \text{ kj/jam}}{4,1838 \text{ kj/kg} \cdot \text{K} \times 12 \text{ K}}$$

$$m_{\text{air}} = 12034,6523 \text{ kg/jam}$$

$$= 26536,4082 \text{ lb/jam}$$

4. Menghitung kecepatan volumetrik air

$$Q_v = \frac{m_{\text{air}}}{\rho_{\text{air}}}$$

$$Q_v = \frac{12034,6523 \text{ kg/jam}}{1037,5667 \text{ kg/m}^3}$$

$$Q_v = 11,5989 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

5. Menentukan diameter dalamjaket

$$\begin{aligned} \text{Diameter dalam jaket}(D_{j1}) &= \text{Diameter tangki} + 2t_s \\ &= 20 \text{ in} + (2 \times 0,25) \\ &= 20,5 \text{ in} \end{aligned}$$

Asumsi lebar jaket = 2 in

$$\begin{aligned} \text{Diameter luar jaket } (D_{j2}) &= \text{Diameter dalam jaket} + 2 \times \text{jarak jaket} \\ &= 20,5 \text{ in} + (2 \times 2 \text{ in}) \\ &= 24,5 \text{ in} \end{aligned}$$

Atau diameter jaket = 20% x diameter tangki

$$\begin{aligned} \text{Tinggi jaket} &= 20\% \times \text{tinggi cairan} \\ &= 1,2 \times 0,6688 \\ &= 0,8026 \end{aligned}$$

Tebal jaket =

$$t_s = \frac{P \times r_i}{(f \times E) - (0,6 \times P)} + C$$

Sehingga :

$$t_j = \frac{15,5901 \text{ psia} \times 7,8990 \text{ in}}{(18847,948 \text{ psia} \times 80\%) - (0,6 \times 15,5901 \text{ psia})} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_j = \frac{123,461 \text{ psia} \cdot \text{in}}{15069,004 \text{ psia}} + 0,125 \text{ in}$$

$$t_j = 0,00817 + 0,125 \text{ in}$$

$$t_j = 0,1332 \text{ in}$$

Jadi, tebal jaket minimum yang dibutuhkan sebesar 0,32173 in

Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young, maka dipilih tebal jaket standar

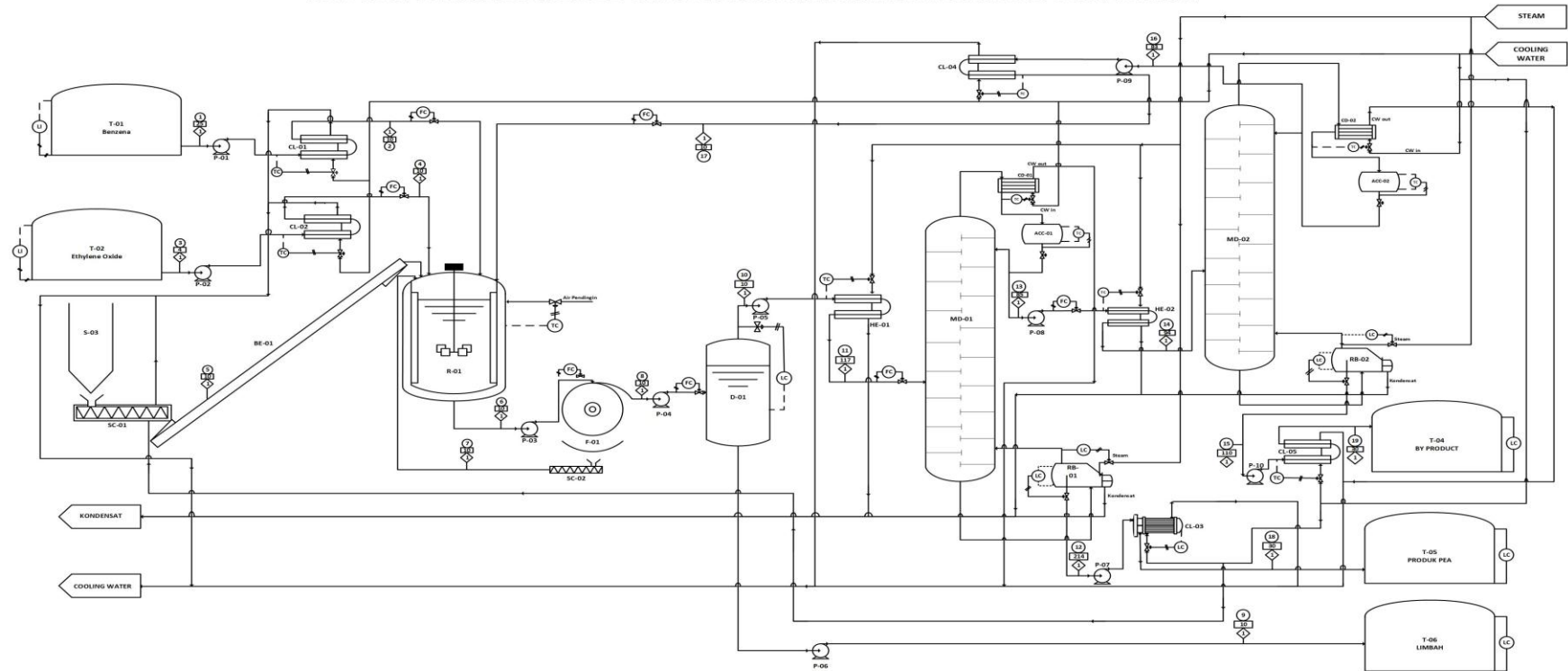
:

$$t_h = 1/4 \text{ in}$$

$$= 0,25 \text{ in}$$

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA PHENYL ETHYL ALCOHOL DARI BENZENE DAN ETHYLENE OXIDE
DENGAN PROSES FRIEDEL-CRAFTS KAPASITAS PRODUKSI 500 TON/TAHUN



Komponen	Arus (kg/jam)																			
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14	Arus 15	Arus 16	Arus 17	Arus 18	Arus 19	
C ₆ H ₆	66,598	66,598				26,639	26,639	3,996	22,643	22,643		22,643	22,643	1,132	21,511	21,511			1,132	
C ₂ H ₄ O	3,505	3,505					3,505		3,505		3,505	3,505	0,631	2,874	2,874	1,742	1,132	1,132	0,631	1,742
C ₂ H ₅ O			37,568	37,568		15,027	15,027	15,027												
H ₂ O			1,162	1,162	0,098	1,162	0,098	1,162	1,162											
AlCl ₃					9,655	9,655	9,655													
C ₈ H ₁₀ O						62,500	62,500	62,500	62,500	62,500	62,500									62,500
Total	70,104	70,104	38,730	38,730	9,753	118,489	9,753	108,834	20,185	88,649	88,649	63,131	25,517	25,517	2,874	22,643	22,643	63,131	2,874	

SIMBOL	KETERANGAN
	Level Controller
	Level Indikator
	Temperature Controller
	Nomor Arus
	Suhu, °C
	Tekanan, Atm
	Control Valve
	Electric Connection
	Piping
	Udara Tekan
	Flow Fraction Controller
	pH Controller

KETERANGAN ALAT	
R	REAKTOR
F	ROTARY DRUM VACUUM FILTER
D	DECANTER
MD	MENARA DISTILASI
HE	HEAT EXCHANGER
CE	COOLER
P	POMPA
T	TANGKAI
SL	SILU
SC	SCREW CONVEYOR

KETERANGAN INSTRUMEN	
FC	Flow Controller
LC	Level Controller
TC	Temperature Controller

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA PHENYL ETHYL ALCOHOL
DARI BENZENE DAN ETHYLENE OXIDE DENGAN PROSES
FRIEDEL-CRAFTS KAPASITAS 500 TON/TAHUN

Disusun Oleh:
 1. Nur Fala Hamad (14521147)
 2. Yasmin De Fista R. (14521176)

Desen Pembimbing: Prof. Ir. Zainus Salimin, M.Si