

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
PHENYL ETHYL ALCOHOL DARI BENZENE DAN
ETHYLENE OXIDE DENGAN PROSES FRIEDEL-CRAFTS
KAPASITAS 1.100 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Disusun oleh :

Nama : Dea Sylvia N

Nama : Rafika Devi A

No. Mahasiswa : 17521108

No. Mahasiswa : 17521139

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA *PHENYL ETHYL ALCOHOL DARI BENZENE DAN ETHYLENE OXIDE DENGAN PROSES FRIEDEL-CRAFTS* KAPASITAS 1.100 TON/TAHUN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dea Sylvia N. Nama : Rafika Devi A.
No. Mahasiswa : 17521108 No. Mahasiswa : 17521139

Yogyakarta, 4 Agustus 2021

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karyasendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka kami siap menanggungresiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakansebagaimana mestinya.



Dea Sylvia N.
NIM. 17521108



Rafika Devi A.
NIM.17521139

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
PHENYL ETHYL ALCOHOL DARI *BENZENE* DAN
ETHYLENE OXIDE DENGAN PROSES *FRIEDEL-CRAFTS*
KAPASITAS 1.100 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Dea Sylvia N

Nama : Rafika Devi A

No.Mahasiswa : 17521108

No. Mahasiswa : 17521139

Yogyakarta, 4 Agustus 2021

Pembimbing I

Pembimbing II



Prof. Ir. Zainus Salimin, M.Si.

Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMA *PHENYL ETHYL ALCOHOL* DARI *BENZENE* DAN *ETHYLENE OXIDE* DENGAN PROSES REAKSI *FRIEDEL-CRAFTS* KAPASITAS 1.100 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Dea Sylvia N

Nama : Rafika Devi A

No.Mahasiswa : 17521108

No. Mahasiswa : 17521139

Telah Dipertahankandi Depan Sidang Penguji sebaga Salah Satu Syaratuntuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia ProgramStudi
Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 24 Agustus 2021

Tim Penguji

Prof.Ir. Zainus Salimin, M.Si.

Ketua Penguji

Agus Taufik,Ir.,M.Sc.

Penguji II

Fadilla Noor Rahma,S.T.,M.Sc.

Penguji III

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri Universitas
Islam Indonesia

Ketua Program Studi.



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 sahabatnya, 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 1.100 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. Allah SWT yang selalu melimpahkan Rahmat dan Hidayahnya yang senantiasa memberikan kemudahan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
2. Orangtua yang telah membantu secara materil maupun spiritual, sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini dengan lancar.
3. Rektor Universitas Islam Indonesia, Bapak Fathul Wahid, S. T., M. Sc., Ph.D.

4. Ketua Jurusan Teknik Kimia Bapak Dr. Suharno Rusdi.
5. Bapak Prof. Ir. Zainus Salimin, M.Si dan Bu Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak ilmu kepada kami dan juga telah sabar dalam membimbing kami selama mengerjakan tugas akhir hingga selesai.
6. Teman-teman seperjuangan tugas akhir yang kami sayangi, terimakasih atas kerjasamanya, kebersamaan serta kepedulian yang diberikan kepada kami yang sangat berkesan.
7. Seluruh teman Angkatan Teknik Kimia UII 2017 dan 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, 4 Agustus 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.2.1 Supply	2
1.2.2 Demand.....	3
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku	6
1.3 Tinjauan Pustaka.....	6
1.3.1 <i>Phenyl Ethyl Alcohol (PEA)</i>	6
1.3.2 Proses-proses Pembuatan <i>Phenyl Ethyl Alcohol (PEA)</i>	9
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	12
2.1 Spesifikasi Produk	12
2.1.1 <i>Pheny Ethyl Alcohol (PEA)</i>	12
2.2 Spesifikasi Bahan.....	12
2.2.1 <i>Benzene</i>	12
2.2.2 <i>Ethylene Oxide</i>	13
2.3 Spesifikais Katalis.....	14
2.3.1 <i>Aluminium Chloride</i>	14
2.4 Pengendalian Kualitas.....	14
2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	14
2.4.2 Pengendalian Proses Produksi.....	15
2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk.....	17

BAB III PERANCANGAN PROSES	18
3.1 Uraian Proses	18
3.2 Spesifikasi Alat Proses	20
3.2.1 Tangki Penyimpanan	20
3.2.2 Heater.....	22
3.2.3 Cooler.....	25
3.2.4 Pompa	31
3.2.5 Screw Conveyer	33
3.2.6 Bucket Elevator.....	33
3.2.7 Reaktor	34
3.2.8 Rotary Drum Vacum Filter	35
3.2.9 Dekanter	36
3.2.10 Menara Distilasi.....	37
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	40
4.1 Lokasi Pabrik.....	40
4.1.1 Sumber Bahan Baku	41
4.1.2 Pemasaran Produk	41
4.1.3 Utilitas.....	41
4.1.4 Transportasi.....	42
4.1.5 Tenaga Kerja.....	42
4.1.6 Keadaan Iklim.....	43
4.1.7 Faktor Penunjang Lain	43
4.1.8 Daerah Utilitas dan <i>Power Station</i>	43
4.1.9 Faktor Penunjang Penentuan Lokasi Pabrik	45
4.2 Tata Letak Pabrik	47
4.2.1 Daerah Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium	47
4.2.2 Daerah Proses dan Ruang Kontrol	47
4.2.3 Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel dan Garasi	47
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	47
4.4 Alir Proses dan Material.....	50
4.4.1 Neraca Massa Total.....	50
4.4.2 Neraca Massa per Alat	51
4.4.3 Neraca Panas.....	54

4.5	Perawatan (<i>Maintenance</i>)	58
4.6	Utilitas.....	59
4.6.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>).60	
4.6.2	Unit Pembangkit Steam (<i>Steam Generation System</i>)	73
4.6.3	Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>)	74
4.6.4	Unit Penyediaan Udara Tekan.....	78
4.6.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar	78
4.7	Organisasi Perusahaan	79
4.7.1	Bentuk Hukum Badan Usaha.....	79
4.7.2	Struktur Organisasi Perusahaan	80
4.7.3	Tugas dan Wewenang	85
4.7.4	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	91
4.7.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	94
4.7.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan	96
4.8	Manajemen Produksi	97
4.9	Analisa Ekonomi.....	99
4.10	Penaksiran Harga Peralatan	101
4.11	Dasar Perhitungan.....	106
4.11.1	Perhitungan Biaya.....	107
4.12	Analisis keuntungan	112
4.12.1	Keuntungan Sebelum Pajak	112
4.12.2	Keuntungan Sesudah Pajak	113
4.12.3	Analisi Kelayakan	113
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		119
5.1	Kesimpulan.....	119
5.2	Saran.....	121
DAFTAR PUSTAKA		xiv
LAMPIRAN.....		xv

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah impor <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i> 2013-2018	2
Tabel 1.2 Kapasitas pabrik PEA di beberapa negara.....	5
Tabel 1.3 Perbandingan proses-proses pembuatan PEA.....	9
Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik.....	44
Tabel 4.2 Neraca massa total.....	50
Tabel 4.3 Neraca massa reaktor	51
Tabel 4.4 Neraca massa <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	51
Tabel 4.5 Neraca massa dekanter	52
Tabel 4.6 Neraca massa menara distilasi 1	52
Tabel 4.7 Neraca massa menara distilasi 2	53
Tabel 4.8 Neraca massa menara distilasi 3	53
Tabel 4.9 Neraca panas reaktor	54
Tabel 4.10 Neraca panas menara distilasi 1.....	54
Tabel 4.11 Neraca panas menara distilasi 2.....	55
Tabel 4.12 Neraca panas menara distilasi 3.....	55
Tabel 4.13 Kebutuhan air pembangkit <i>steam</i>	70
Tabel 4.14 Kebutuhan air pendingin.....	71
Tabel 4.15 Kebutuhan Listrik Proses	75
Tabel 4.16 Kebutuhan listrik utilitas.....	76
Tabel 4.17 Total kebutuhan listrik	78
Tabel 4.18 Jadwal Karyawan Shift.....	93
Tabel 4.19 Penggolongan jabatan	94

Tabel 4.20	Perincian jumlah karyawan dan gaji95
Tabel 4.21	Indeks harga	101
Tabel 4.22	Harga alat proses.....	103
Tabel 4.23	Harga alat utilitas.....	105
Tabel 4.24	<i>Physical plan cost (PPC)</i>.....	107
Tabel 4.25	<i>Direct plan cost (DPC)</i>	108
Tabel 4.26	<i>Fixed capital investment (FCI)</i>	108
Tabel 4.27	<i>Total Working capital onvestment (WCI)</i>.....	109
Tabel 4.28	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	110
Tabel 4.29	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	110
Tabel 4.30	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>.....	111
Tabel 4.31	<i>Total Manufacturing Cost (TMC)</i>	111
Tabel 4.32	<i>General Expense (GE)</i>	112
Tabel 4.33	<i>Total Production Cost (TPC)</i>	112
Tabel 4.34	<i>Annual Fixed Cost (Fa)</i>	114
Tabel 4.35	<i>Annual Variable Cost (Va)</i>	115
Tabel 4.36	<i>Annual regulated cost (Ra)</i>.....	115
Tabel 5.1	Hasil Analisa ekonomi.....	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik proyeksi impor 2013-2018.....	3
Gambar 4.1 Peta lokasi pabrik PEA	40
Gambar 4.2 <i>Layout</i> pabrik <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i> (PEA)	45
Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i> (PEA)	49
Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif.....	56
Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif	57
Gambar 4.6 Diagram Pengolahan Air.....	63
Gambar 4.7 Struktur Organisasi.....	84
Gambar 4.8 Tahun Vs Indeks Harga	102
Gambar 4.9 Grafik Analisa Ekonomi	118

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 1.100 ton/tahun direncanakan didirikan di Cilacap, Jawa Tengah diatas lahan seluas 11.574 m². Pabrik beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam perhari dengan jumlah tenaga kerja 182 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 vacuum filter*. Hasil pemisahan berupa cairan akan dipisahkan menggunakan *decanter*. Hasil atas *decanter* akan diumpankan kedalam menara distilasi 1, hasil atas menara distilasi 1 berupa *benzene* yang akan dikembalikan ke reaktor sedangkan untuk hasil bawah *decanter* akan diumpankan ke menara distilasi 2 untuk memurnikan produk *phenyl ethyl alcohol* dengan kemurnian 99%, untuk hasil atas menara distilasi 2 berupa *ethylene oxide* akan diumpankan ke menara distilasi 3 untuk dimurnikan dan akan dikembalikan ke reaktor. Kebutuhan air total sebanyak 314.95 kg/jam dengan kebutuhan air *makeup* sebesar 271,623 kg/jam untuk utilitas pabrik *phenyl ethyl alcohol* yang diperoleh dari Sungai Serayu dan kebutuhan listrik sebesar 222 kW. Dari hasil analisis ekonomi diperoleh hasil keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 39.547.773.643 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 18.982.931.349. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 26,728 % dan setelah pajak sebesar 12,830 %. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 2,8 tahun sedangkan setelah pajak selama 4,6 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 46,52 %, dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 22,51 % *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 1.100 ton/tahun layak untuk didirikan.

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

ABSTRACT

The phenyl ethyl alcohol factory is one of the the factories that produces raw materials for the manufacture of perfumes and detergents that are often used daily. Phenyl ethyl alcohol factory form ethylene oxide and benzene with a capacity of 1100 tins/year is planned to be established in Cilacap, Central Java on an area of 11.574 m². The factory operates continuously for 330 days a year and 24 hours per day with a workforce of 182 people. The process of making phenyl ethyl alcohol from ethylene oxide and benzene is reactor in a stirred tank flow reactor (RATB) using an AlCl₃ catalyst. The raction take place at a temperature of 10°C with a pressure of 1.0 atm and is an exothermic reaction, so it requires cooling. The reaction products will be separated with AlCl₃ catalyst in a rotary drum vacuum filter. The result of the separation in the from of liquid will be separated using a decanter. The top product of the decanter will be fed to the distillation towe 1, the top product of the distillation towe 1 is benzene which will be returned to the reactor while thr bottom product of the decanter will be fed to the distillation tower 2 to purify the phenyl ethyl alcohol product with a purity of 99%, for the top product of the distillation tower 2 in the form of ethylene oxide will be fed to distillation tower 3 ti be purified and will be returned to the reactor. The total water requirement is 314.95 kg/hour with the make up water requirement of 271.623 kg/hour for the utility of the phenyl ethyl alcohol factory obtained from Serayu River and the electricity is 222 kW. From the result of the economic analysis, the profit before tax is Rp. 39.547.773.643 and the profit after tax is Rp. 18.982.931.349. Percent Return On Invesment (ROI) before tax is 26,728% and after tax is 12,830%. Pay Out Time (POT) before tax is 2,8 years while after tax is 4,6 years. Break Event Point (BEP) is 46,52%, and Shut Down Poin (SDP) is 22,51%. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 7,03%. Based on the above economic analysis, a phenyl ethyl alcohol factory from ethylene oxide and benzene with a capacity of 1.100 tons/year is feasible to build.

Keyword : Phenyl Ethyl Alcohol 99%, Benzene, Ethylene Oxide, dan Alumunium Chloride

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu Negara berkembang, yang sedang giat melakukan pembangunan di berbagai bidang industry dan diharapkan mampu bersaing dengan negara-negara industry lain di dunia. Peningkatan yang sangat pesat baik secara kualitas maupun kuantitas juga terjadi dalam industry kimia. Oleh karena itu untuk masa yang akan datang, industry kimia khususnya, perlu dikembangkan untuk mengurangi impor dan tidak selalu bergantung pada negara lain.

Pembangunan industry sebagai bagian dari usaha ekonomi jangka panjang yang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih baik dan seimbang yaitu struktur ekonomi Indonesia maju didukung oleh perindustrian yang tangguh, sehingga produk yang dihasilkan mempunyai pasar, daya saing yang tinggi, efektif, efisien, serta harus ramah terhadap lingkungan.

Salah satu produk industry yang dibutuhkan saat ini adalah *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).

Seiring dengan bertambahnya kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol* maka perlu dilakukan pengembangan dalam proses pembuatan *Pheny Ethyl Alcohol* guna meningkatkan hasil dan mutu produk yang lebih baik. Pendirian pabrik *Phenyl Ethyl alcohol* juga sangatlah tepat, karena dapat memberikan dampak positif seperti dibukanya lapangan kerja baru, sehingga dapat menyerap tenaga kerja dan mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia. Disamping itu juga untuk memenuhi kebutuhan pasar di dalam negeri yang diharapkan dapat meningkatkan devisa negara.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

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

1.2.1 Supply

Supply yang terdiri dari penjumlahan data impor dengan produksi dalam negeri.

1. Impor

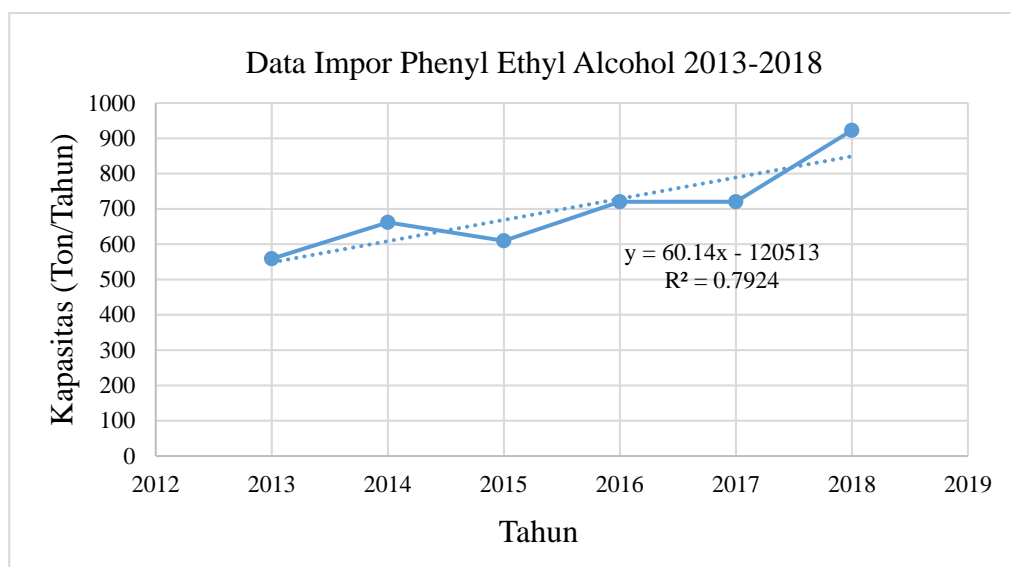
Data impor dalam enam tahun terakhir menunjukkan bahwa kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol* dalam negeri terus mengalami peningkatan. Hal ini sesuai dengan data dari UNDATA yang ditunjukkan pada Tabel 1.1 di bawah ini.

Tabel 1.1 Data *Impor Pheny Ethyl Alcohol* 2013 -2018

No	Tahun	Jumlah Impor (ton/tahun)
1	2013	558,667
2	2014	661,871
3	2015	609,547
4	2016	720,505
5	2017	720,381
6	2018	922,347

(sumber : UNDATA,2020)

Dari Tabel 1.1 proyeksi impor pada tahun 2026 dapat diperkirakan pabrik akan didirikan untuk memproduksi PEA, sehingga dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut



Gambar 1.1 Grafik Proyeksi Impor Tahun 2013-2018

Berdasarkan perhitungan menggunakan regresi linear dengan persamaan $Y = 60,14X - 120513$, dengan Y sebagai kebutuhan kapasitas dan X sebagai tahun didapatkan kebutuhan impor pada tahun 2026 sebesar 1330,6 Ton/tahun.

2. Produk dalam negeri

Untuk produksi *Phenyl Ethyl Alcohol* di Indonesia belum tersedia karena belum ada pabrik yang memproduksi *Phenyl Ethyl Alcohol* di Indonesia.

1.2.2. Demand

Demand terdiri dari nilai ekspor ditambah dengan konsumsi dalam negeri.

1. Ekspor

Indonesia belum melakukan ekspor *Phenyl Ethyl Alcohol* ke luar negeri, karena di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi *Phenyl Ethyl Alcohol*.

2. Konsumsi dalam negeri

Karena data konsumsi dalam negeri produk *Phenyl Ethyl Alcohol* tidak ditemukan, maka diambil asumsi nilai impor produk *Phenyl Ethyl Alcohol* digunakan keseluruhannya untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri. Hal tersebut sesuai dengan kondisi tidak ada ekspor produk *Phenyl Ethyl Alcohol*.

Berdasarkan data tersebut, dimana belum ada pabrik di Indonesia yang memproduksi *Phenyl Ethyl Alcohol*, nilai impor hanya untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri maka peluang mendirikan pabrik adalah untuk substitusi impor. Nilai proyeksi impor produk *Phenyl Ethyl Alcohol* pada tahun pendirian pabrik (tahun 2026) sebesar 1.330,6 ton/tahun, nilai tersebut merupakan peluang pendirian pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* untuk substitusi impor. Peluang tersebut diambil 82 %, sehingga pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* yang akan didirikan mempunyai kapasitas 1.100 ton/tahun, nilai ini sesuai dengan kapasitas ekonomis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.2.

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>Hangzhou Yunuo Chemical Co.,Ltd</i>	China	120 ton
4	<i>Toyotama</i>	Japan	1100 ton
5	<i>Silverline Chemical</i>	India	1.200 ton
6	<i>Hunan Suncheng Enterprises Corp.</i>	China	1.800 ton
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

Berdasarkan grafik impor yang semakin meningkat, kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol* pada tahun 2026 sebesar 1330,6 ton/tahun, untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri maka diambil kapasitas sebesar 1.100 ton/tahun dan sisanya digunakan untuk diekspor.

1.2.3. 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 RU IV Pertamina Cilacap, *Ethylene Oxide* yang berasal dari PT. Prima Ethycolindo Merak, dan aluminium klorida yang berasal dari PT. Lumbung Sumber Rejeki, Cirebon, Jawa Barat.

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. (KirkOthmer, 1981).

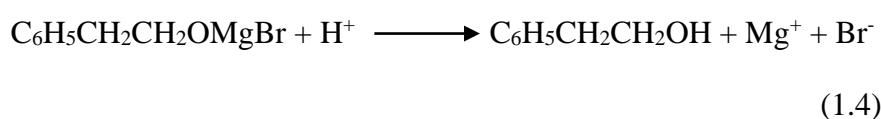
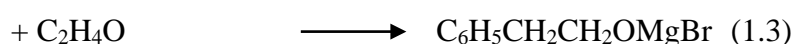
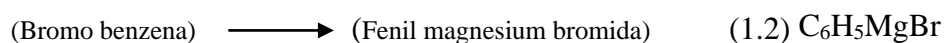
2-phenyletanol (2-PEA) adalah komponen utama minyak mawar yang diperoleh dari bunga mawar 2-phenyletanol adalah cairan tidak berwarna yang memiliki bau samar tetapi memiliki bau yang tahan lama seperti kelopak mawar, menjadikannya sebagai bahan berharga dalam perdagangan. 2-PEA sangat banyak digunakan 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 sintetis (2-fenilfil metil eter). Generasi dari sejumlah garam anorganik yang sesuai dengan penggunaan stoikiometri pereaksi dan sintesis multi langkah merupakan kelemahan utama dari proses konvensional untuk bahan kimia murni. 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 (Noller, 1957) sebagai berikut :



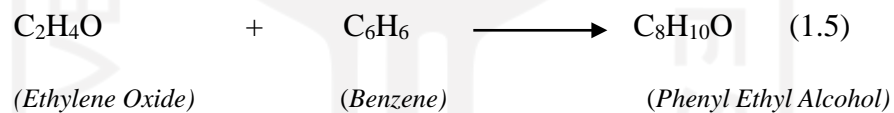
Kondisi operasi :

$P = 1 \text{ atm}$

$T = 10^\circ\text{C}$

2. Reaksi *Friedel-Crafts*

Ketika *Ethylene Oxide* ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$) secara komersial ditemukan, maka teknik *Friedel-Crafts* menggeser penggunaan reaksi yang lain. Reaksi *Friedel-Crafts* pertama kali digunakan oleh Schaarschmidt pada tahun 1925, yaitu dengan mereaksikan *Benzene* (C_6H_6) dan *Ethylene Oxide* ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$) dengan menggunakan katalis AlCl_3 . Proses ini berjalan pada suhu $9\text{-}13^\circ\text{C}$ dan tekanan atmosfer (US patent 2.483.323). Reaksi *Friedel-Crafts* (Kirk & Othmer 1981) sebagai berikut:



Kondisi operasi :

$P = 1 \text{ atm}$

$T = 10^\circ\text{C}$

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 daripada 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 Ethylcolindo Mera, Banten.

1.3.2 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 1.3 berikut.

Tabel 1.3. Perbandingan proses-proses pembuatan PEA

Proses	Kondisi Operasi	Kelebihan	Kelemahan
Grignard	P : 1,3 atm T : 100°C	Merupakan penentuan awal produksi PEA	<ul style="list-style-type: none"> - Produk samping biphenyl sulit dipisahkan - Pelarut dietil eter bahan berbahaya - Kualitas produk rendah

Proses	Kondisi Operasi	Kelebihan	Kelemahan
Hidrogenasi styrene oxide	P : 1 atm T : 30-80°C	<ul style="list-style-type: none"> - Selektivitas tinggi $\pm 97\%$ - Konversi 50-90 % 	<ul style="list-style-type: none"> - Resiko ledakan gas hidrogen bertekanan - Memakai banyak katalis dan mahal - Kebutuhan alat banyak - Potensial ekonominya kecil
<i>Friedel-Crafts</i>	P : 1 atm T : 9-13°C	<ul style="list-style-type: none"> - Kemurnian tinggi - Proses konvensional - Bahan baku memadai - Kebutuhan alat sedikit - Potensial ekonomi besar - Konversi besar $\pm 60-95\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> - Kondisi operasi harus sangat dijaga

Setelah memperhatikan ketiga proses di atas maka dipilih proses yang ketiga, yaitu proses *Friedel-Crafts* dikarenakan konversi proses lebih besar yaitu sebesar 95% dibandingkan dengan kedua proses lainnya sehingga akan mempercepat proses reaksi. Pengadaan bahan baku yang lebih mudah ditemukan dalam jumlah yang banyak didalam negeri dari pada kedua proses lainnya. Selain itu karena kebutuhan alat yang digunakan juga sedikit.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 *Pheny Ethyl Alcohol (PEA)*

Rumus molekul	: $C_8H_{10}O$
Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak Berwarna
Berat molekul, g/gmol	: 122,16
Kemurnian, min % berat	: 99,00
Impuritas, H_2O , % berat	: 1,00
Densitas (pada $20^\circ C$), kg/m^3	: 1025,35
Titik didih, 1 atm, $^\circ C$: 218,2
Melting Point, $^\circ C$: -27
Kelarutan	: Tidak larut

(Vigon International,2019)

2.2 Spesifikasi Bahan

2.2.1 *Benzene* (PT. Pertamina RU IV Cilacap)

Rumus molekul	: C_6H_6
Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak Berwarna
Berat molekul, kg/kgmol	: 78
Kemurnian, min % berat	: 98,00
Impuritas: <i>toluene</i> % berat	: 2,00

Densitas (pada 20°C), g/cm ³	: 0,8789
Titik didih, 1 atm, °C	: 80
Melting Point	: 6
Suhu kritis	: 289,01
Kelarutan	: Larut dalam air

(CIT GO Corporation,2018)

2.2.2 Ethylene Oxide (PT. Prima Ethycolindo, Merak)

Rumus molekul	: C ₂ H ₄ O
Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak Berwarna
Berat molekul, kg/kgmol	: 44,06
Kemurnian, min % berat	: 97,00
Impuritas: H ₂ O, % berat	: 3,00
Densitas(pada 20°C), g/cm ³	: 0,8719
Titik didih, 1 atm, °C	: 10,4
Suhu kritis, °C	: 195,8
Kelarutan	: Larut dalam air, larut dalam alkohol, larut dalam eter

(ARC Specialty Product,Balchem Corporation 2014)

2.3 Spesifikais Katalis

2.3.1 *Aluminium Chloride* (PT. Lumbung Sumber Rezeki, Banten)

Rumus molekul	: AlCl_3
Bentuk	: Serbuk
Warna	: Kuning / Abu-abu
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	: Larut dalam air 69, 87 kg/100 kg air

(LTS Research Laboratories Inc,2015)

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.

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 memproduksi, perlu adanya pengendalian pada proses produksi agar proses berjalan dengan baik dan diharapkan mendapatkan hasil dengan mutu dan kapasitas sesuaistandar 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 ini digunakan 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 karena 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 dilakukan 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 *Ethylene Oxide* dengan kemurnian 97% dan *Benzene* dengan kemurnian 98% 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 *Ethylene 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 *Ethylene Oxide*, *air*, dan *Phenyl Ethyl Alcohol* dialirkan dengan pompa (P-06) menuju menara distilasi (MD-02) untuk dipisahkan untuk mendapatkan produk *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan kemurnian 99% yang akan ditampung pada tangki produk (T-04).

Sedangkan hasil atas dari (MD-02) yang berupa *Ethylene Oxide* akan dialirkan menuju (MD-03) untuk dimurnikan kembali sampai kemurnian 97%. Hasil atas decanter berupa *Benzene* dan *Toluene* akan dialirkan menuju (MD-01) untuk dipisahkan dan didapatkan kemurnian *Benzene* sebesar 98% yang akan dialirkan kembali ke reaktor sebagai bahan baku recycle. Untuk hasil bawah (MD-01) berupa *Toluene* akan ditampung dalam tangka UPL sebagai produk samping.

3.2 Spesifikasi Alat Proses

Spesifikasi alat pada pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* ini dirancang berdasarkan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses.

Berikut adalah spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol*.

3.2.1 Tangki Penyimpanan

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Jumlah	Kondisi Operasi	Bahan	Dimensi	Harga
T-01	Menyimpan Benzene dengan waktu tinggal 7 hari	Tangki Silinder Vertikal	1	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu 30°C • Tekanan 1 atm 	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 3,048 m • Tinggi 4,653m Tebal Shell <ul style="list-style-type: none"> • <i>Course I</i> 0,3973 in • <i>Course II</i> 0,3883 in 	\$ 36.902
T-02	Menyimpan Etilen Oksida dengan waktu tinggal 7 hari	Tangki Silinder Vertikal	1	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu 30°C • Tekanan 1 atm 	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 3,04 m • Tinggi 4,667m Tebal Shell <ul style="list-style-type: none"> • <i>Course I</i> 0,3674 in • <i>Course II</i> 0,3582 in 	\$ 29.921

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Jumlah	Kondisi Operasi	Bahan	Dimensi	Harga
Silo S-03	Menyimpan Alumunium Klorida $AlCl_3$ Dengan waktu tinggal 168 jam	Silinder vertikal dengan alas kerucut	1	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu $30^{\circ}C$ • Tekanan 1 atm 	<i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 1,2281 m • Kedalaman 2,4562 m <i>Screw Conveyor</i> <ul style="list-style-type: none"> • Diameter 0,305 m • Panjang Screw 1,5 m • Diameter Jaket 0,135m 	\$ 10.528
T-04	Menyimpan <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i> dalam waktu 7 hari	Tangki silinder vertikal	1	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu $30^{\circ}C$ • Tekanan 1 atm 	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 tipe 304</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 3,048 m • Tinggi 4,643m Tebal Shell <ul style="list-style-type: none"> • <i>Course I</i> 0,4507 m • <i>Course II</i> 0,4402 m 	\$48.427
T-05	Menyimpan Toluene dengan waktu tinggal 7 hari	Tangki Silinder Vertikal	1	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu $30^{\circ}C$ • Tekanan 1 atm 	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 3,048 m • Tinggi 4,655m Tebal Shell <ul style="list-style-type: none"> • <i>Course I</i> 0,3670 in • <i>Course II</i> 0,3582 in 	\$ 37.900

3.2.2 Heater

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Beban Panas	Luas Transfer Panas	Umpan dan Pemanas	Hairpin	Dimensi	Bahan	Harga
HE-01	Memanaskan umpan <i>benzene, ethylene oxide</i> Dari suhu 10°C menjadi 86°C	<i>Double pipe</i>	1351,008 kj/jam	0,59 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> Kecepatan umpan masuk 6,5151 kg/jam 	1	<i>Ineer pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 1,66 in ID pipa 1,38 in <i>Pressure drop</i> 0,00004 psi Panjang 12 ft <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 2,88 in ID pipa 2,47 in <i>Pressure drop</i> 1×10^{-9} 	<i>Stainless steel</i>	\$887

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Beban Panas	Luas Transfer Panas	Umpan dan Pemanas	Hairpin	Dimensi	Bahan	Harga
HE-02	Memanaskan umpan <i>benzene</i> , <i>ethylene oxide</i> dan <i>phenyl ethyl alcohol</i> dari suhu 81°C menjadi 196°C	<i>Double pipe</i>	30236,27 kj/jam	0,59 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> Kecepatan umpan masuk 141,724 kg/jam 	1	<i>Ineer pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 1,25in ID pipa 1,66 in <i>Pressure drop</i> 0,000624 psi Panjang 12 ft <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 2,88 in ID pipa 2,47 in <i>Pressure drop</i> 12×10^{-6} 	<i>Stainless steel</i>	\$776

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Beban Panas	Luas Transfer Panas	Umpan dan Pemanas	Hairpin	Dimensi	Bahan	Harga
HE-03	Memanaskan umpan <i>benzene</i> , <i>ethylene oxide</i> dan <i>phenyl ethyl alcohol</i> dari suhu 11°C menjadi 15°C	<i>Double pipe</i>	11,828 kj/jam	0,59 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> Kecepatan umpan masuk 2,835 kg/jam 	1	<i>Ineer pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 1,66 in ID pipa 1,38 in <i>Pressure drop</i> 0,00001 psi Panjang 12 ft <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> OD pipa 2,88 in ID pipa 2,47 in <i>Pressure drop</i> 4×10^{-9} 	<i>Stainless steel</i>	\$776

3.2.3 Cooler

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Beban Pendingin	Luas Transfer Panas	Umpan dan Pendingin	Hairpin	Dimensi	Bahan	Harga
CL-01	Mendinginkan umpan <i>benzene</i> dan <i>toluene</i> dari suhu 30°C menjadi 10°C	<i>Double pipe</i>	593,93 kj/jam	1,050 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> • Kecepatan umpan masuk 94,422 kg/jam • Kecepatan Pendingin 17,461 kg/jam 	1	<i>Inner pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD pipa 1,66 in • ID pipa 1,38 in • <i>Pressure drop</i> 3×10^{-6} psi • Panjang 12 ft <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD pipa 2,88 in • ID pipa 2,47 in • <i>Pressure drop</i> 2×10^{-5} psi 	<i>Stainless steel</i>	\$ 776

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Beban Pendingin	Luas Transfer Panas	Umpan dan Pendingin	Hairpin	Dimensi	Bahan	Harga
CL-02	Mendinginkan umpan <i>aluminium chlorida</i> dari suhu 218°C menjadi 30°C	<i>Double pipe</i>	463,93 kj/jam	1,050 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> • Kecepatan umpan masuk 2,7072 kg/jam • Kecepatan Pendingin 235,935 kg/jam 	1	<i>Inner pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD pipa 1,25 in • ID pipa 1,66 in • <i>Pressure drop</i> 3×10^{-5} psi • Panjang 12 ft <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD pipa 2,38 in • ID pipa 2,067 in • <i>Pressure drop</i> 2×10^{-5} psi 	<i>Stainless steel</i>	\$ 776

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Beban Pendingin	Luas Transfer Panas	Umpan dan Pendingin	Hairpin	Dimensi	Bahan	Harga
CL-03	Mendinginkan umpan <i>benzene</i> , <i>ethylene oxide</i> , <i>phenyl ethyl alcohol</i> dari suhu 15°C menjadi 11°C	<i>Double pipe</i>	579,87 kj/jam	1,050 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> • Kecepatan umpan masuk 2,835 kg/jam • Kecepatan Pendingin 0,0069 kg/jam 	1	<i>Inner pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD pipa 1,66 in • ID pipa 1,38 in • <i>Pressure drop</i> 1×10^{-5} psi • Panjang 12 ft <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD pipa 2,88 in • ID pipa 2,47 in • <i>Pressure drop</i> 4×10^{-9} psi 	<i>Stainless steel</i>	\$ 23.500

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Beban Pendingin	Luas Transfer Panas	Umpan dan Pendingin	Hairpin	Dimensi	Bahan	Harga
CL-04	Mendinginkan <i>phenyl ethyl alcohol</i> dari suhu 110°C menjadi 30°C	<i>Double pipe</i>	569,67 kj/jam	0,860 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> • Kecepatan umpan masu 139,88 kg/jam • Kecepatan Pendingin 501,699 kg/jam 	1	<i>Inner pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD pipa 1,66 in • ID pipa 1,38 in • <i>Pressure drop</i> 17×10^{-3} psi • Panjang 12 ft <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD pipa 2 in • ID pipa 2,38 in • <i>Pressure drop</i> 36×10^{-4} psi 	<i>Stainless steel</i>	\$ 776

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Beban Pendingin	Luas Transfer Panas	Umpan dan Pendingin	Hairpin	Dimensi	Bahan	Harga
CL-05	Mendinginkan <i>ethylene oxide</i> dan air dari suhu 30°C menjadi 10°C	<i>Double pipe</i>	569,67 kj/jam	0,001 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> • Kecepatan umpan masu 2,693 kg/jam • Kecepatan Pendingin 3,784 kg/jam 	1	<i>Inner pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD pipa 1,25 in • ID pipa 1,66 in • <i>Pressure drop</i> 3×10^{-5} psi • Panjang 12 ft <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD pipa 2,38 in • ID pipa 2,067 in • <i>Pressure drop</i> 2×10^{-5} psi 	<i>Stainless steel</i>	\$ 776

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Beban Pendingin	Luas Transfer Panas	Umpan dan Pendingin	Hairpin	Dimensi	Bahan	Harga
CL-06	Mendinginkan <i>ethylene oxide</i> dan air dari suhu 90°C menjadi 30°C	<i>Double pipe</i>	569,67 kj/jam	0,286 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> • Kecepatan umpan masu 0,1430 kg/jam • Kecepatan Pendingin 30,6646 kg/jam 	1	<i>Inner pipe</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD pipa 1,66 in • ID pipa 1,38 in • <i>Pressure drop</i> 39×10^4 psi • Panjang 12 ft <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD pipa 2,88 in • ID pipa 2,47 in • <i>Pressure drop</i> 6×10^{-4} psi 	<i>Stainless steel</i>	\$ 776

3.2.1 Pompa

Nama Alat	Fungsi	Tipe	Kapasitas	Head Pompa	Tenaga Pompa	Tenaga Motor	Jumlah	Harga
P-01	Mengalirkan umpan <i>benzene</i> dari tangki T-01 ke CL-01	<i>Centrifugal pump</i>	0,572 gpm	0,1069 ft.lbf/lbm	0,003 Hp	0,007 Hp	1	\$ 16.290
P-02	Mengalirkan umpan <i>ethylene oxide</i> dari tangki T-02 ke CL-02	<i>Centrifugal pump</i>	0,330 gpm	4,2184 ft.lbf/lbm	0,202 Hp	0,262 Hp	1	\$ 32.580
P-03	Mengalirkan umpan <i>benzene, ethylene oxide, phenyl ethyl alcohol</i> dari tangki R-01 ke F-01	<i>Centrifugal pump</i>	4,375 gpm	39,7685 ft.lbf/lbm	4,22 Hp	4,843 Hp	1	\$ 32.580
P-04	Mengalirkan umpan <i>benzene, ethylene oxide, phenyl ethyl alcohol</i> dari tangki F-01 ke D-01	Centrifugal pump	0,478 gpm	11,5919 ft.lbf/lbm	0,478 Hp	0,623 Hp	1	\$ 32.580
P-05	Mengalirkan umpan <i>benzene</i> dan <i>phenyl ethyl alcohol</i> dari D-01 ke MD- 01	Centrifugal pump	0,007 gpm	1,6110 ft.lbf/lbm	0,007 Hp	0,012 Hp	1	\$ 32.580

Nama Alat	Fungsi	Tipe	Kapasitas	Head Pompa	Tenaga Pompa	Tenaga Motor	Jumlah	Harga
P-06	Mengalirkan keluaran hasil bawah D-01 ke MD-01	<i>Centrifugal pump</i>	0,734 gpm	6,8355 ft.lbf/lbm	0,287 Hp	0,345 Hp	1	\$ 32.580
P-07	Mengalirkan <i>benzene</i> dan impuritasnya (<i>toluene</i>) dari MD-01 ke CL-03	<i>Centrifugal pump</i>	0,011 gpm	1,5460 ft.lbf/lbm	0,002 Hp	0,005 Hp	1	\$ 16.290
P-08	Mengalirkan <i>benzene</i> , dan <i>toluene</i> dari MD-01 ke HE-02	<i>Centrifugal pump</i>	0,027 gpm	1,5885 ft.lbf/lbm	0,007 Hp	0,013 Hp	1	\$ 32.580
P-09	Mengalirkan <i>ethylene oxide</i> dan air dari MD-02 ke MD-03	<i>Centrifugal pump</i>	0,017 gpm	0,1189 ft.lbf/lbm	0,004 Hp	0,008 Hp	1	\$ 16.290
P-10	Mengalirkan <i>ethylene oxide</i> dan air dari MD-03 ke CL-05	<i>Centrifugal pump</i>	0,016 gpm	0,1069 ft.lbf/lbm	0,003 Hp	0,007 Hp	1	\$ 16.290

Nama Alat	Fungsi	Tipe	Kapasitas	Head Pompa	Tenaga Pompa	Tenaga Motor	Jumlah	Harga
P-11	Mengalirkan <i>ethylene oxide</i> dan air dari MD-03 ke T-03	<i>Centrifugal pump</i>	0,017 gpm	0,007 ft.lbf/lbm	0,001 Hp	0,002 Hp	1	\$ 16.290

3.2.2 Screw Conveyor

Nama Alat	Fungsi	Tipe	Kapasitas	Mateial	Panjang	Jumlah alat	Diameter Screw	Power Motor	Harga
SC-01 dan SC-02	Mengangkat katalis $AlCl_3$	<i>Helicoid flight</i>	9,753 kg/jam	<i>Carbon steel SA 167 Grade 11 tipe 316</i>	4,572 m	2	12 in	0,5 Hp	\$13.409

3.2.1 Bucket Elevator

Nama Alat	Fungsi	Tipe	Mateial	Lebar	Tinggi	Jumlah alat	Power Motor	Harga
BE-01 dan BE-02	Mengangkut katalis $AlCl_3$ keluaran RDVF menuju reaktor untuk di reaksi kembali	<i>Centrifugal discharge bucket</i>	<i>Carbon steel SA 167 Grade 11 tipe 316</i>	0,101 m	7,620 m	2	1,275 Hp	\$ 994

3.2.2 Reaktor

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Kondisi Operasi	Bentuk	Bahan	Dimensi	Jenis Pengaduk	Power Pengaduk	Harga
R-01	Mereaksikan <i>benzene</i> , <i>ethylene oxide</i> , dan katalis AlCl_3 dengan kecepatan umpan masuk 150,947 kg/jam	Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)	<ul style="list-style-type: none"> • Eksotermis • Fase Cair-cair • Suhu operasi 10°C • Tekanan 1 atm • Waktu tinggal 100 menit 	Tangki Silinder Tegak	<i>Stainless steel 316 AISI (18Cr, 12Ni, 2,5Mo)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter tangki 0,6 m • Tinggi tangki 1,2 m • Tebal <i>shell</i> 0,1875 in • Tebal <i>head</i> 0,1875 in • Tinggi cairan 0,9 m 	<i>Marine propeller with 3 blades and pitch 2Di</i> <ul style="list-style-type: none"> • Diameter pengaduk 0,2009 m • Jarak pengaduk dari dasar tangki 0,2611 m 	0,1502 Hp	\$ 11.525

3.2.3 Rotary Drum Vacum Filter

Nama Alat	Fungsi	Jenis	Bahan	Kondisi Operasi	Dimensi	Kecepatan	Power	Harga
F-01	Memisahkan padatan katalis alumunium chloride 7,590 kg/jam dari slurry sebanyak 404,70 kg/jam	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	<i>Stainless steel 316 AISI (18Cr, 12Ni, 2,5Mo)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu 10°C • Tekanan 1 atm 	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 2 m • Panjang 5 m • Tebal cake 1 in 	0,35 rpm	0,02 Hp	\$ 278.152

3.2.4 Dekanter

Nama Alat	Fungsi	Tipe Alat	Bahan	Kondisi Operasi	Dimensi	Jumlah	Harga
D-01	Memisahkan fase ringan berupa <i>benzene</i> dan fase berat berupa <i>phenyl ethyl alcohol, ethylene oxide</i>	<i>Vertical cylinder</i> dengan tutup <i>thorospherical dished head</i>	<i>Carbon steel SA Grade 11 tipe 316</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu 10°C • Tekanan 1 atm • Waktu tinggal 5 menit 	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 0,305 m • Tinggi 0,4197 m • Tebal <i>shell</i> 0,1875 in • Tebal <i>head</i> 0,1875 in 	1 buah	\$ 129.621

3.2.5 Menara Distilasi

Nama Alat	Fungsi	Jenis plate	Bahan	Kondisi Operasi	Dimensi	Jumlah stage	Reflux Ratio	Plate spacing	Harga
MD-01	Memisahkan Benzene dan toluene	Sieve tray	Stainless Steel SA 167 grade 3	Puncak Menara <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1 atm • Suhu 81°C Umpan <ul style="list-style-type: none"> • Tekana 1 atm • Suhu 86°C Dasar Menara <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1 atm • Suhu 109°C 	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 1,05 m • Tinggi 9 m • Tebal <i>shell</i> 0,250 in • Tebal <i>head</i> 0,188 in 	25	0,724	0,6 m	\$ 26.596

Nama Alat	Fungsi	Jenis plate	Bahan	Kondisi Operasi	Dimensi	Jumlah stage	Reflux Ratio	Plate spacing	Harga
MD-02	Memisahkan <i>Ethylene Oxide</i> dan air dari <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i>	<i>Sieve tray</i>	<i>Stainless Steel SA 167 grade 3</i>	Puncak Menara <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1 atm • Suhu 11°C Umpan <ul style="list-style-type: none"> • Tekana 1 atm • Suhu 196°C Dasar Menara <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1 atm • Suhu 218°C 	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 1,05 m • Tinggi 7 m • Tebal <i>shell</i> 0,188 in • Tebal <i>head</i> 0,188 in 	19	0,247	0,6 m	\$ 26.596

Nama Alat	Fungsi	Jenis plate	Bahan	Kondisi Operasi	Dimensi	Jumlah stage	Reflux Ratio	Plate spacing	Harga
MD-03	Memisahkan Ethylene Oxide dan air	Sieve tray	Stainless Steel SA 167 grade 3	Puncak Menara <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1 atm • Suhu 11°C Umpan <ul style="list-style-type: none"> • Tekana 1 atm • Suhu 15°C Dasar Menara <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1 atm • Suhu 90°C 	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 1,05 m • Tinggi 9,8 m • Tebal <i>shell</i> 0,188 in • Tebal <i>head</i> 0,188 in 	26	0,02	0,6 m	\$ 26.596

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, 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 dan untuk *Alumunium Chlorida* dari PT. Lumbang Sumber Rejeki, Cirebon.

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 Daerah Utilitas dan Power Station

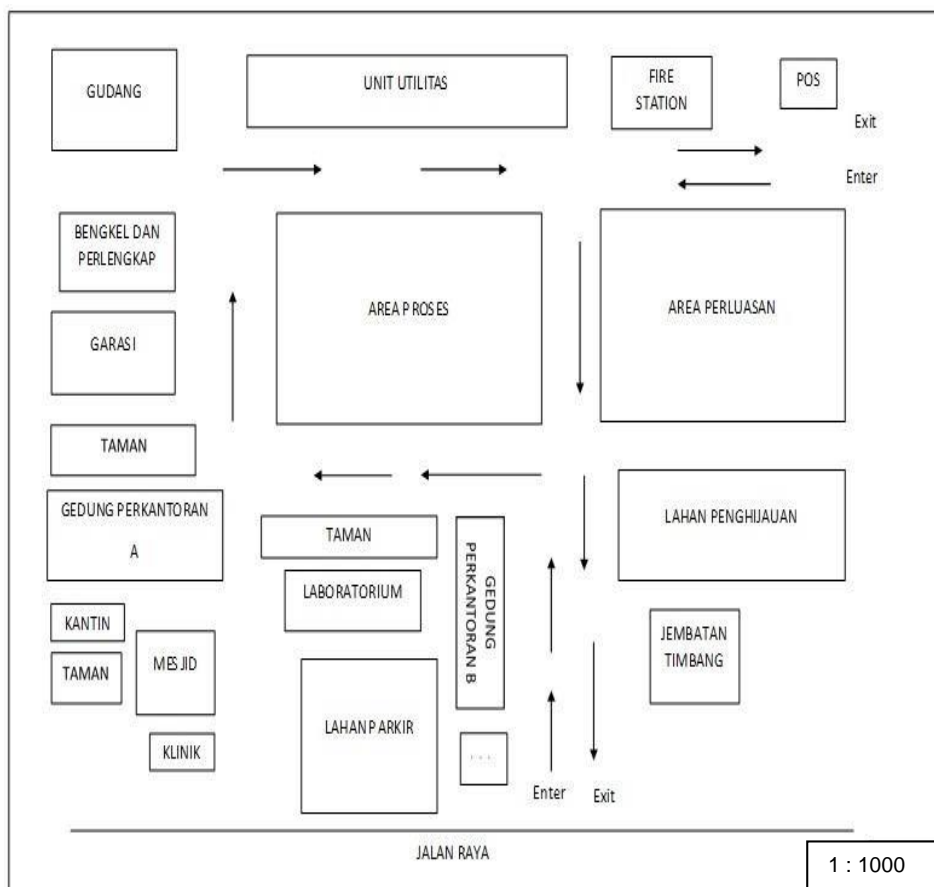
Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan. Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada Tabel 4.1.

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	1300
	Total	10.974

Luas tanah : 10.974 m²

Luas bangunan : 6.374 m²



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

4.1.9 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.

4.3 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 perlu memperhatikan 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

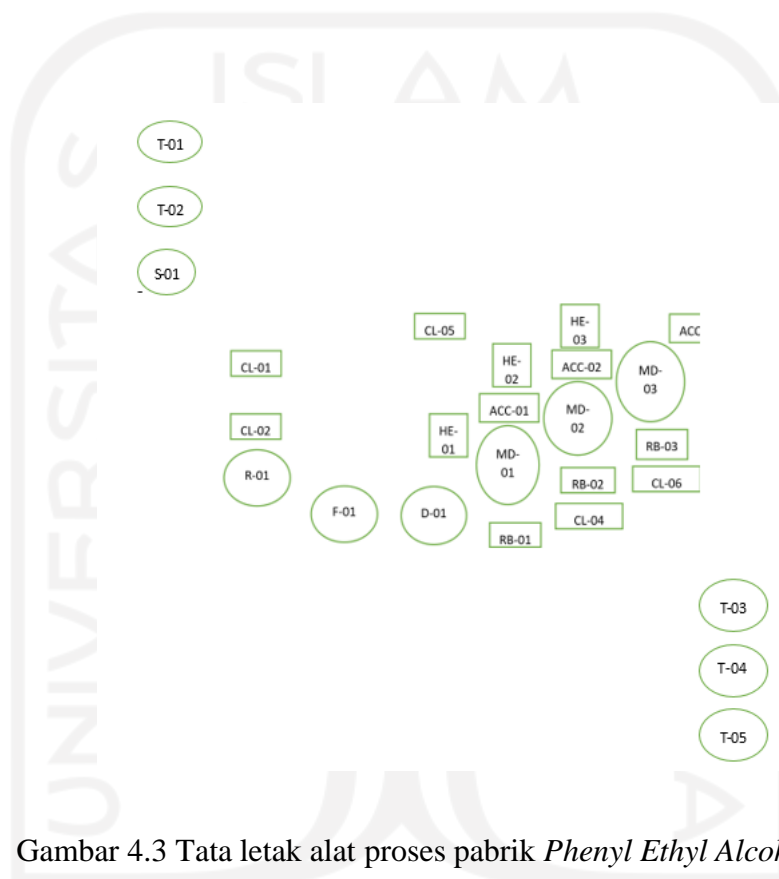
Dalam perancangan *lay out* peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

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.



Gambar 4.3 Tata letak alat proses pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol*

Keterangan Gambar :

R-01 : Reaktor

F-01 : *Rotary drum Vacuum Filter*

D-01 : Dekanter

MD-01: Menara Distilasi 1

MD-02: Menra Distilasi 2

MD-03: Menara Distilasi 3

T-01 : Tangki 1

T-02 : Tangki 2

HE-01 : *Heater 1*

HE-01 : *Heater 2*

HE-02 : *Heater 3*

CL-01 : *Cooler 1*

CL-02 : *Cooler 2*

CL-03 : *Cooler 3*

CL-04 : *Cooler 4*

CL-05 : *Cooler 5*

T-03 : Tangki 3	CL-06 : Cooler 6
T-04 : Tangki 4	RB-01 : Reboiler 1
T-05 : Tangki 5	RB-02 : Reboiler 2
T-06 : Tangki 6	RB-03 : Reboiler 3
S-03 : Silo 3	ACC-01 : Accumulator 1
CD-01 : Condensor 1	ACC-02 : Accumulator 2
CD-02 : Condensor 2	ACC-03 : Accumulator 3
CD-03 : Condensor 3	

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca massa total

Komponen	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam
C ₆ H ₆	92,534	4,627
C ₇ H ₈	1,888	1,888
C ₂ H ₄ O	52,203	2,610
H ₂ O	1,615	1,615
AlCl ₃	2,680	2,680
H ₂ O	0,027	0,027
C ₈ H ₁₀ O		137,500
Total	150,947	150,947

4.4.2 Neraca Massa per Alat

1. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (R-01)

Tabel 4.3 Neraca massa reaktor

Komponen	Input, kg/jam	Output, kg/jam
C ₆ H ₆	92,534	4,627
C ₇ H ₈	1,888	1,888
C ₂ H ₄ O	52,203	2,610
H ₂ O	1,615	1,615
AlCl ₃	2,680	2,680
H ₂ O	0,027	0,027
C ₈ H ₁₀ O		137,500
Total	150,947	150,947

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

Tabel 4.4 Neraca massa Rotary Drum Vacuum Filter

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Top	Bottom
C ₆ H ₆	4,627	4,627	
C ₇ H ₈	1,888	1,888	
C ₂ H ₄ O	2,610	2,610	
H ₂ O	1,615	1,615	
AlCl ₃	2,680		2,680
H ₂ O	0,027		0,027
C ₈ H ₁₀ O	137,500	137,500	
Total	150,947	150,947	

3. Dekanter (D-01)

Tabel 4.5 Neraca massa dekanter

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		<i>Heavy Stream</i>	<i>Light Stream</i>
C ₆ H ₆	4,627	4,627	
C ₇ H ₈	1,888	1,888	
C ₂ H ₄ O	2,610		2,610
H ₂ O	1,615		1,615
C ₈ H ₁₀ O	137,500		137,500
Total	148,240	148,240	

4. Menara Distilasi 1 (MD-01)

Tabel 4.6 Neraca massa menara distilasi 1

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		<i>Top</i>	<i>Bottom</i>
C ₆ H ₆	4,627	4,589	0,037
C ₇ H ₈	1,888	0,094	1,795
Total	6,515	6,515	

5. Menara Distilasi 2 (MD-02)

Tabel 4.7 Neraca massa menara distilasi 2

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Top (<i>recycle</i>)	Bottom (<i>waste</i>)
C ₂ H ₄ O	2,610	2,610	
H ₂ O	1,615	0,226	1,389
C ₈ H ₁₀ O	137,500		137,500
Total	141,725	141,725	

6. Menara Distilasi 3 (MD-03)

Tabel 4.8 Neraca massa menara distilasi 3

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Top (<i>recycle</i>)	Bottom (<i>waste</i>)
C ₂ H ₄ O	2,610	2,612	0,004
H ₂ O	0,226	0,081	0,139
Total	2,836	2,836	

4.1.1 Neraca Panas

1. Reaktor (R-01)

Tabel 4.9 Neraca panas reaktor

Komponen	H in (kJ/jam)	H out (kJ/jam)
C ₆ H ₆	177,086	8,854
C ₇ H ₈	-5,853	-5,853
C ₂ H ₄ O	-137,464	-6,873
H ₂ O	-29,672	-29,672
AlCl ₃	-2121,951	-2121,951
H ₂ O	-0,498	-0,498
C ₈ H ₁₀ O		-293,217
Panas Reaksi	73419,884	
Panas yang diambil		73750,742
Total	71301,532	71301,532

2. Menara Distilasi 1 (MD-01)

Tabel 4.10 Neraca panas menara distilasi 1

Komponen	H in (kJ/jam)	H out (kJ/jam)	
		Distilat	Bottom
C ₆ H ₆	383,715	364,064	10,620
C ₇ H ₈	52,187	8,682	24533,579
Panas yang keluar	24569,1966		
Panas yang diambil		88,1525	
Total	25005,0986	25005,0986	

3. Menara Distilasi 2

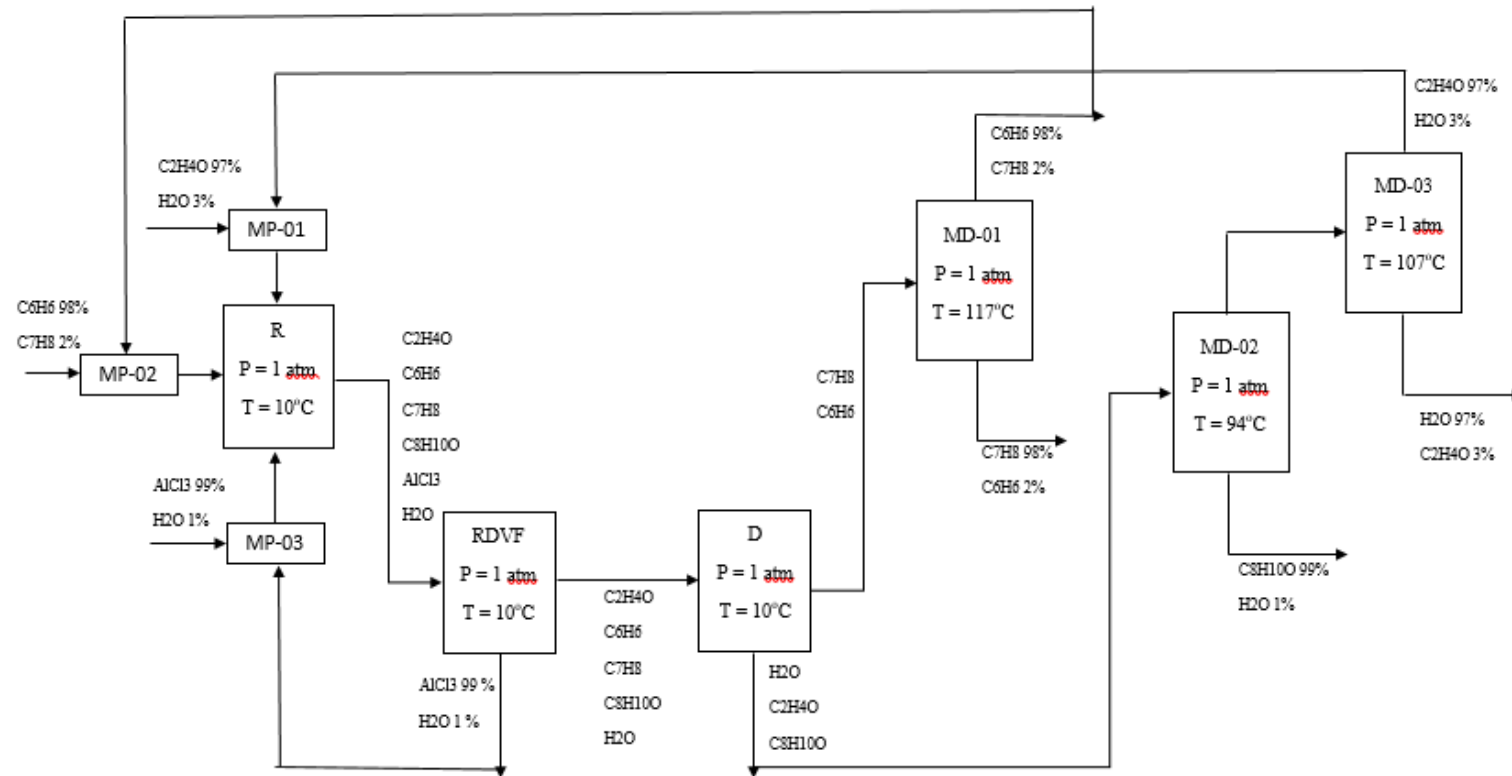
Tabel 4.11 Neraca panas menara distilasi 2

Komponen	H in (kJ/jam)	H out (kJ/jam)	
		Distilat	Bottom
C ₂ H ₄ O	52,501	715,477	
H ₂ O	82,974	31,997	1954,344
C ₈ H ₁₀ O	42997,629		1895313,714
Panas yang keluar	1855267,38		
Panas yang diambil		384,951	
Total	1898400,483	1898400,483	

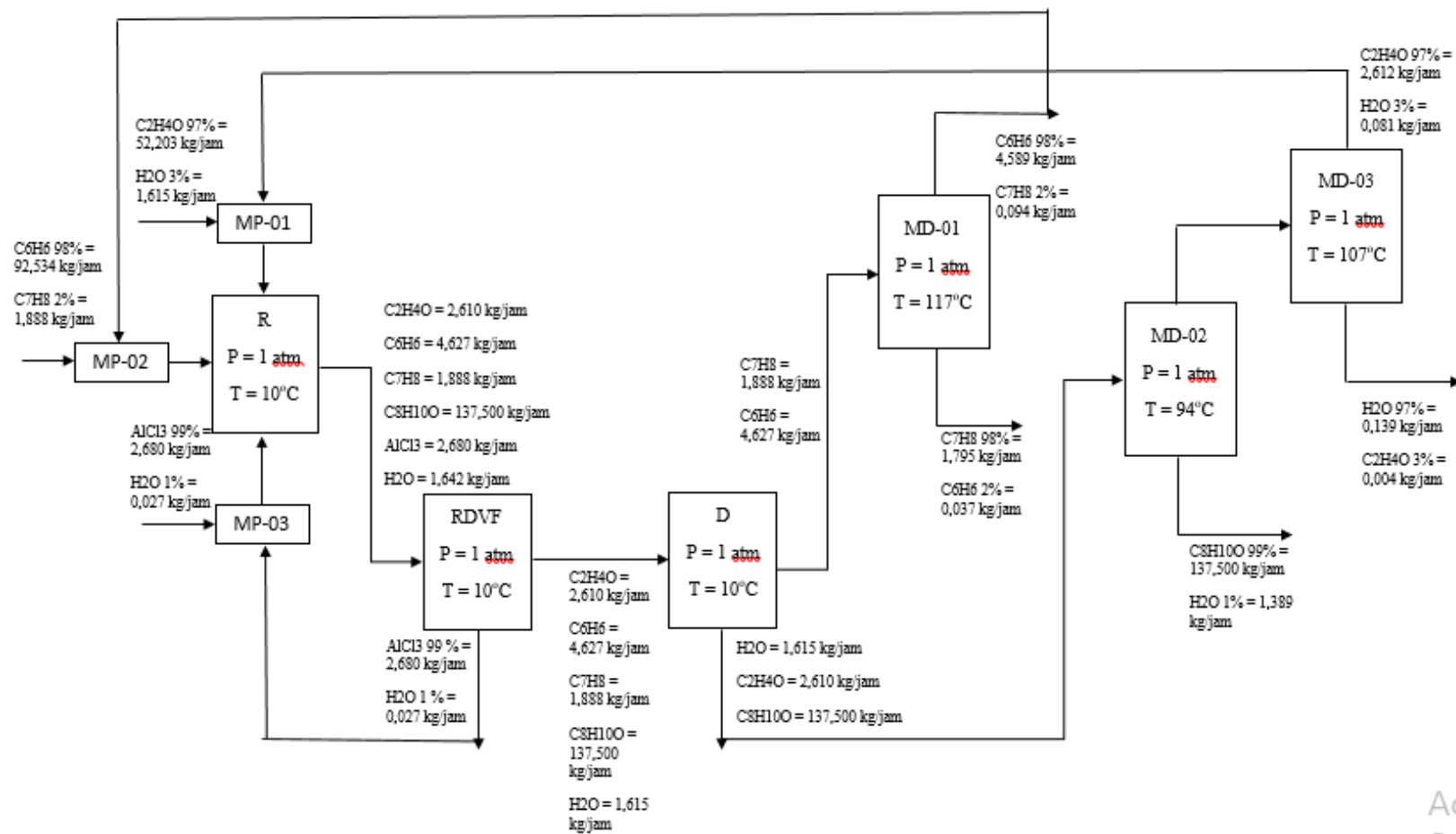
4. Menara Distilasi 2

Tabel 4.12 Neraca panas menara distilasi 2

Komponen	H in (kJ/jam)	H out (kJ/jam)	
		Distilat	Bottom
C ₂ H ₄ O	-41,319	-1079,594	0,335
H ₂ O	-1,570	-7,134	674,176
Panas yang keluar	-288,541		
Panas yang diambil		80,7865	
Total	-331,4308	-331,4308	



Gambar 4.4 Diagram alir kualitatif



Gambar 4.5 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 meyebabkan 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. Saranapenunjang 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 produksididalam 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

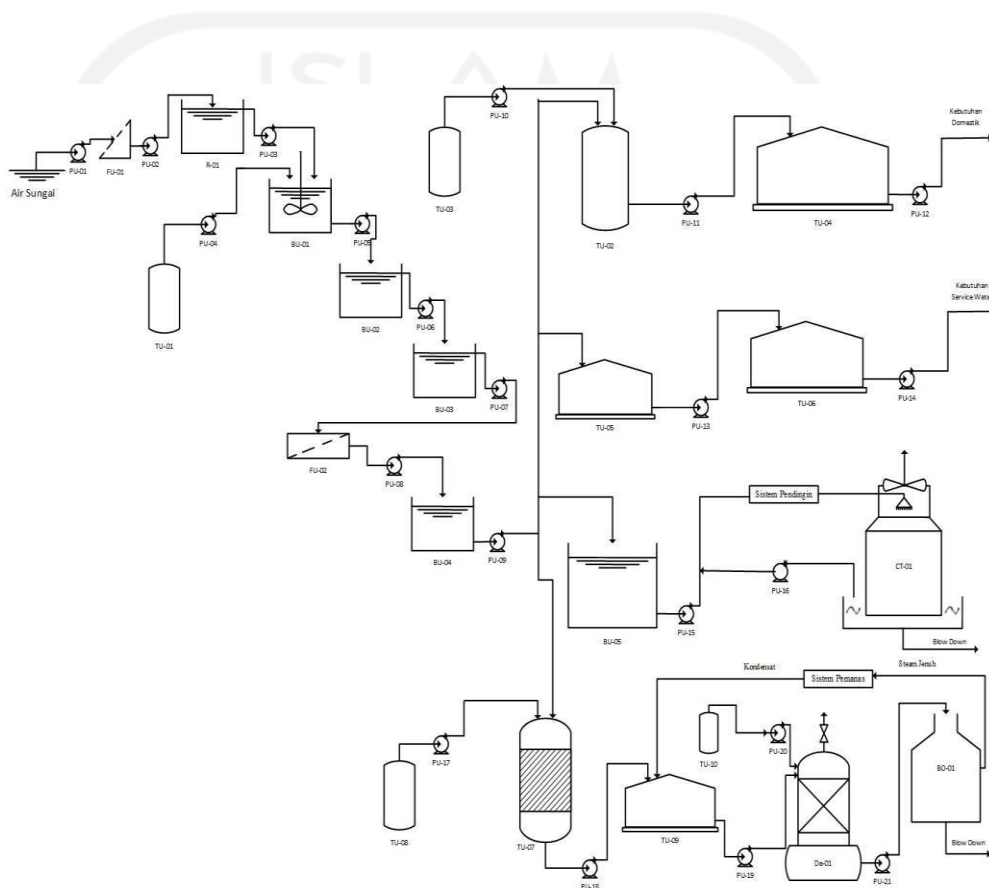
Bau : Tidak berbau

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 4.6 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 N_2H_4
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 ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), 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 didemineralisasi.

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.

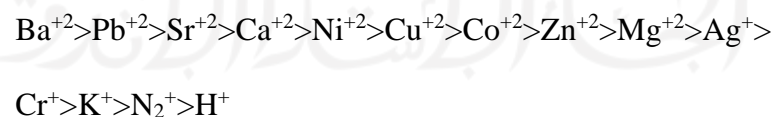
9) *Cation Exchanger*

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) Air Proses

- Kebutuhan Air Pembangkit *steam*

Tabel 4.13 Kebutuhan air pembangkit *steam*

Nama Alat	Jumlah (Kg/Jam)
HE – 01	0,791
HE – 02	17,693
HE – 03	0,007
RB – 01	14,404
RB – 02	1074,492
RB – 03	24,377
Total	1131,764

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 20\% \times 1131,7 \text{ kg/jam} \\ &= 1358,117 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blowdown} &= 15\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 15\% \times 1358,117 \text{ kg/jam} \\ &= 203,717 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Steam Trap} &= 5\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 5\% \times 1358,117 \text{ kg/jam} \\ &= 67,90 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan air *make up* untuk *steam*

$$= 203,171 \text{ kg/jam} + 67,90 \text{ kg/jam}$$

$$= 271,6 \text{ kg/jam}$$

4.14 Kebutuhan air pendingin

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
SC-01	12,037
F-01	14217,253
CD-01	2256,577
CD-02	3918,916
CD-03	5,015
CL-01	17,640
CL-02	19,098
CL-03	354,859
CL-04	227,567
CL-05	0,013
CL-06	5,015
Total	14.217,253

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= 20\% \times 14.217,253 \text{ kg/jam} \\ &= 17.061 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Make up air pendingin

$$\begin{aligned} W_m &= W_e + W_d + W_b \\ &= 145 \text{ kg/jam} + 3 \text{ kg/jam} \\ &\quad + 142 \text{ kg/jam} \\ &= 290 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

2) 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

Diambil kebutuhan air tiap orang = 120 liter/hari

= 5 kg/jam

Jumlah karyawan = 182 orang

Kebutuhan air untuk semua karyawan = 931 kg/jam

- Kebutuhan air untuk mess

Jumlah mess = 40 rumah

Penghuni mess = 80 orang

Kebutuhan air untuk mess = 11.446 kg/jam

Total kebutuhan air domestik =

= (931 + 11.446) kg/jam

= 12.377 kg/jam

- 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 : 2273 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 4.15 Kebutuhan Listrik Proses

Alat	Daya	
	Hp	Watt
Reaktor	0,150	1121,803
Rotary Drum Vacuum Filter	0,068	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
Reboiler-03	0,376	312,68
Condensor-01	0,332	247,572
Condensor-02	0,311	247,572
Condensor-03	0,289	231,913
Pompa-01	0,418	215,507
Pompa-02	0,202	150,824
Pompa-03	4,222	3148,466
Pompa-04	0,478	356,754
Pompa-05	0,008	5,716
Pompa-06	0,288	214,533
Pompa-07	0,003	1,888
Pompa-08	0,007	5,574
Pompa-09	0,0004	0,306
Pompa-10	0,0003	0,261
Pompa-11	0,0001	0,008
Total	8	5.939

2. Kebutuhan listik untuk utilitas

Tabel 4.16 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	1,114	830,920
Pompa-02	1,999	1.490,413
Pompa-03	3,086	2.301,382
Pompa-04	1,236	921,698
Pompa-05	2,183	1.628,073
Pompa-06	2,124	1.583,740
Pompa-07	0,652	485,907
Pompa-08	1,125	839,076
Pompa-09	0,728	542,947
Pompa-10	2,533	1.889,100
Pompa-11	2,513	1.605,363
Pompa-12	2,513	1,605,363
Pompa-13	1,074	801,011
Pompa-14	0,925	689,590
Pompa-15	0,461	343,805

Alat	Daya	
	Pompa-16	0,461
Pompa-17	0,004	2,641
Pompa-18	1,126	840,012
Pompa-19	0,528	393,569
Pompa-20	0,465	346,709
Total	68	50.805

3. Kebutuhan listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk penerangan diperkirakan adalah sebesar 100kW 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 4.17 Total kebutuhan listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	6
	b. Utilitas	51
2	a. Listrik AC	15
	b. Listrik Penerangan	100
3	Laboratorium dan Bengkel	40
4	Instrumentasi	10
Total		222

4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

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

4.6.5 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 106,194 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.

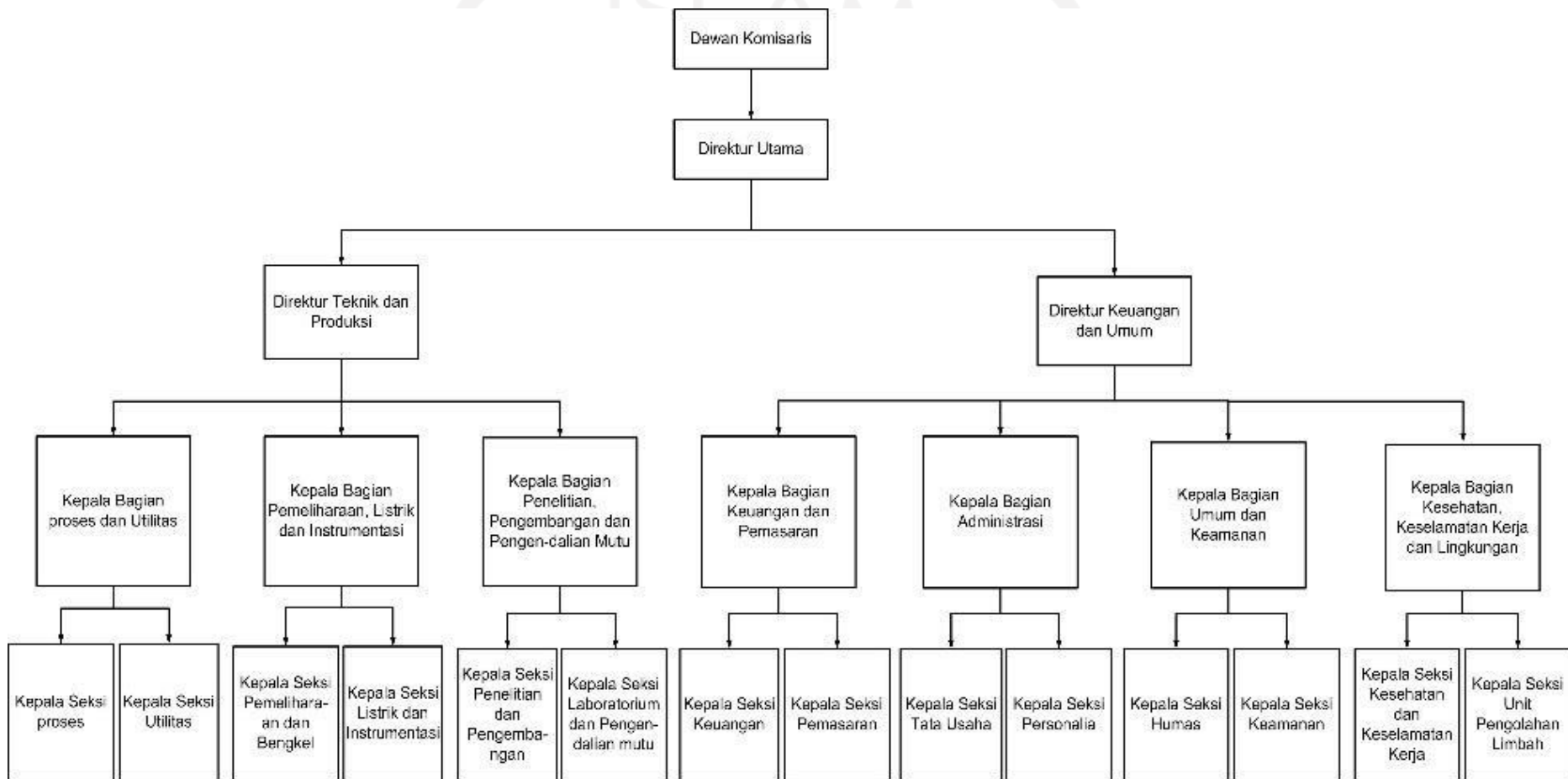
Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

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 4.7 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 table 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 (P) : 08.00 – 16.00

Shift II (S) : 16.00 – 24.00

Shift III (M) : 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 4.18 Jadwal karyawan *shift*

<i>Shift/</i> Hari	1	2	3	4	5	6	7	8
A	P	P	P	P	S	S	L	L
B	S	S	S	S	L	L	P	P
C	M	M	L	L	P	P	S	S
D	L	L	M	M	M	M	M	M

4.7.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

1. Penggolongan Jabatan

Tabel 4.19 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)
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 4.20 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	40	Rp 4.500.000	Rp 180.000.000
11	Satpam	8	Rp 3.000.000	Rp 23.000.000
12	Supir	10	Rp 3.000.000	Rp 30.000.000
13	<i>Cleaning Service</i>	8	Rp 1.500.000	Rp 12.000.000
181				Rp1.359.000.000

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 dilakukannya 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. *Discounterd 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. Analisis pendapatan modal terdiri dari:

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

4.10 Penaksiran Harga Peralatan

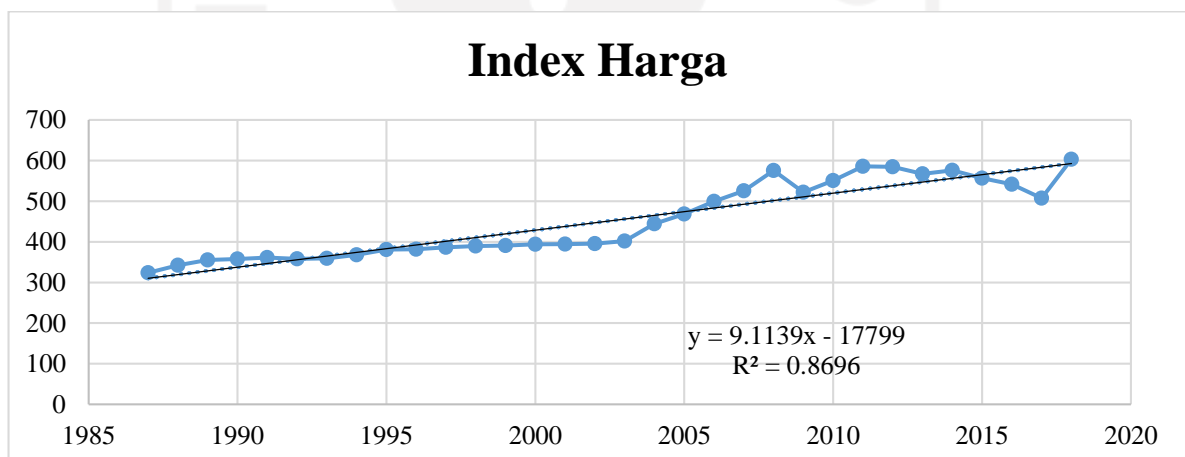
Harga dari suatu alat industriakan berubah seiring dengan perubahan ekonomi. Maka diperlukan perhitungan konversi harga alat sekarang terhadap harga alat beberapa tahun lalu.

Tabel 4.21 Indeks harga

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	323,8
2	1988	342,5
3	1989	355,4
4	1990	357,6
5	1991	361,3
6	1992	358,2
7	1993	359,2
8	1994	368,1
9	1995	381,1
10	1996	381,7
11	1997	386,5
12	1998	389,5
13	1999	390,6
14	2000	394,1
15	2001	394,3
16	2002	395,6
17	2003	402
18	2004	444,2
19	2005	468,2
20	2006	499,6
21	2007	525,4
22	2008	575,4
23	2009	521,9

No.	(Xi)	Indeks (Vi)
24	2010	550,8
25	2011	585,7
26	2012	584,6
27	2013	567,3
28	2014	576,1
29	2015	556,8
30	2016	541,7
31	2017	507,5
32	2018	603,1

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



Gambar 4.8 Tahun vs indeks harga

Berdasarkan data tersebut, maka persamaan regresi Linear yang diperoleh adalah $y = 9,1139x - 17799$. Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* kapasitas 1.100 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2026, maka dari persamaan regresi Linear diperoleh indeks sebesar 665,761.

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.matches.com) dan buku karangan Peters & Timmerhaus.

Perhitungan alat pada tahun pabrik dibangun diperoleh dengan rumus berikut:

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

(Aries & Newton, 1955)

Keterangan :

E_x = Harga pembelian alat pada tahun 2019 E_y

= Harga pembelian alat pada tahun referensi

N_x = Indeks harga pada tahun 2019

N_y = Indeks harga pada tahun referensi

Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan rumus tersebut:

Tabel 4.22 Harga alat proses

No	Nama alat	Kode	Jumlah	Harga Total
1	Tangki Benzena	T-01	1	\$ 36.902
2	Tangki <i>Ethylene Oxide</i>	T-02	1	\$ 29.921
3	Tangki Alumunium Klorida	SL-03	1	\$ 10.528
4	Tangki <i>Phenyl Ethyl Alcohol</i>	T-04	1	\$ 48.427
5	Tangki Penampung	T-05	2	\$ 37.900
6	Reaktor	R-01	1	\$ 11.525
7	Decanter	D-01	1	\$ 5.208
8	Rotary Drum Vacuum Filter	F-01	1	\$ 278.152
9	Menara Distilasi 1	MD-01	1	\$ 26.596
10	Menara Distilasi 2	MD-02	1	\$ 26.596
11	Menara Distilasi 3	MD-03	1	\$ 26.596

No.	Nama Alat	Kode	Jumlah	Harga
12	Screw Conveyor 1	SC-01	1	\$ 13.409
13	Screw Conveyor 2	SC-02	1	\$ 13.409
14	Heater 1	HE-01	1	\$ 887
15	Heater 2	HE-01	1	\$ 776
16	Heater 3	HE-01	1	\$ 776
17	Cooler 1	CL-01	1	\$ 776
18	Cooler 2	CL-02	1	\$ 776
19	Cooler 3	CL-03	1	\$ 26.042
20	Cooler 4	CL-04	1	\$ 776
21	Cooler 5	CL-05	1	\$ 776
22	Cooler 6	CL-05	1	\$ 776
23	Pompa 1	P-01	2	\$ 16.290
24	Pompa 2	P-02	2	\$ 32.580
25	Pompa 3	P-03	2	\$ 32.580
26	Pompa 4	P-04	2	\$ 32.580
27	Pompa 5	P-05	2	\$ 32.580
28	Pompa 6	P-06	2	\$ 32.580
29	Pompa 7	P-07	2	\$ 16.290
30	Pompa 8	P-08	2	\$ 32.580
31	Pompa 9	P-09	2	\$ 16.290
32	Pompa 10	P-10	2	\$ 16.290
	Total			\$ 858.171

Tabel 4.23 Harga alat utilitas

No	Nama Alat	Jumlah	Total Harga
1	Screening	1	\$ 26.707
2	Reservoir	1	\$ 1.662
3	Bak Penggumpal	1	\$ 1.662
4	Bak Pengendap I	1	\$ 1.662
5	Bak Pengendap II	1	\$ 1.662
6	Sand Filter	1	\$ 7.646
7	Bak Air Penampung Sementara	1	\$ 1.662
8	Bak Air Pendingin	1	\$ 10.749
9	Cooling Tower	1	\$ 10.749
10	Blower Cooling Tower	1	\$ 170.030
11	Deaerator	1	\$ 1.441
12	Mixed Bed	1	\$ 3.657
13	Boiler	1	\$ 8.200
14	Tangki Alum	1	\$ 11.857
15	Tangki Kaporit	1	\$ 776
16	Tangki Klorinasi	1	\$ 87.103
17	Tangki Air Bersih	1	\$ 17.952
18	Tangki NaCl	1	\$ 17.952
19	Tangki Air Demin	1	\$ 245.572
20	Tangki Hydrazine	1	\$ 4.433
21	Tangki Air Bertekanan	1	\$ 15.625
22	Tangki Service Water	1	\$ 6.538
23	Pompa 1	2	\$ 44.549
24	Pompa 2	2	\$ 44.549
25	Pompa 3	2	\$ 44.549
26	Pompa 4	2	\$ 12.412

No.	Nama Alat	Jumlah	Harga Alat
27	Pompa 5	2	\$ 44.549
28	Pompa 6	2	\$ 44.549
29	Pompa 7	2	\$ 44.549
30	Pompa 8	2	\$ 44.549
31	Pompa 9	2	\$ 44.549
32	Pompa 10	2	\$ 12.412
33	Pompa 11	2	\$ 17.952
34	Pompa 12	2	\$ 17.952
35	Pompa 13	2	\$ 12.412
36	Pompa 14	2	\$ 12.412
37	Pompa 15	2	\$ 41.024
38	Pompa 16	2	\$ 44.549
39	Pompa 17	2	\$ 12.412
40	Pompa 18	2	\$ 12.412
41	Pompa 19	2	\$ 12.412
42	Pompa 20	2	\$ 12.412
43	Pompa 21	2	\$ 12.412
44	Tangki Bahan Bakar	1	\$ 18.950
45	Kompresor	2	\$ 12.190
46	Tangki Silika Gel	1	\$ 4.433
Total		67	\$ 1.271.556

4.11 Dasar Perhitungan

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

1. Kapasitas produksi : 1.100 ton/tahun
2. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
3. Umur alat : 10 tahun
4. Nilai kurs : 1 US \$: Rp. 14.471,00

5. Pabrik didirikan tahun 2026
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.

b. *Fixed Capital Investment*

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

Tabel 4.24 *Physical plan cost (PPC)*

No	Type of Capital Investment	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	\$ 2.129.726	Rp 30.819.271.484
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	\$ 532.432	Rp 7.704.817.871
3	Instalasi cost	\$ 335.456	Rp 4.854.383.469
4	Pemipaan	\$ 494.674	Rp 7.158.420.577
5	Instrumentasi	\$ 530.107	Rp 7.671.174.582
6	Insulasi	\$ 79.702	Rp 1.153.369.333
7	Listrik	\$ 255.567	Rp 3.698.312.578
8	Bangunan	\$ 1.325.306	Rp 19.178.312.578
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	\$ 1.599.613	Rp 23.148.000.000
<i>Physical Plan Cost (PPC)</i>		\$ 7.282.582	Rp 105.386.249.895

Tabel 4.25 *Direct plan cost (DPC)*

No	Type of Capital Investment	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Teknik dan Konstruksi	\$ 1.456.526	Rp 21.077.249.979
Total (PPC+DPC)		\$ 8.739.099	Rp 136.463.499.873

Tabel 4.26 *Fixed capital investment (FCI)*

No	Type of Capital Investment	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Direct Plan Cost</i>	\$ 8.739.099	Rp 126.463.499.873
2	<i>Cotractor's fee</i>	\$ 611.737	Rp 8.852.444.991
3	<i>Contingency</i>	\$ 873.910	Rp 12.646.349.987
Fixed Capital Investment (FCI)		\$ 10.224.746	Rp 147.962.294.852

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 4.27 Total *Working capital onvestment* (WCI)

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	\$ 439.336	Rp 6.357.628.764
2	<i>In Process Inventory</i>	\$ 971.023	Rp 14,051.675.684
3	<i>Product Inventory</i>	\$ 1.942.046	Rp 28.103.351.267
4	<i>Extended Credit</i>	\$ 3.100.244	Rp 44.863.636.364
5	<i>Available Cash</i>	\$ 1.942.046	Rp 28.103.351.367
Working Capital Investment		\$ 8.394.696	Rp 121.479.643.546

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 4.28 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	\$ 1.610.898	Rp 23.311.305.468
2	<i>Labor</i>	\$ 1.126.943	Rp 16.308.000.000
3	<i>Supervision</i>	\$ 112.694	Rp 1.630.800.000
4	<i>Maintenance</i>	\$ 204.494	Rp 2.959.245.897
5	<i>Plant Supplies</i>	\$ 30.674	Rp 443.886.855
6	<i>Royalty and Patents</i>	\$ 113.675	Rp 1.645.000.000
7	<i>Utilities</i>	\$ 1.280.900	Rp 18.535.908.048
Total DMC		\$ 4.480.281	Rp 64.834.146.298

- *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

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

Tabel 4.29 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Payroll Overhead</i>	\$ 169.042	Rp 2.446.200.000
2	<i>Laboratory</i>	\$ 112.694	Rp 1.630.800.000
3	<i>Plant Overhead</i>	\$ 563.472	Rp 8.154.000.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	\$ 568.378	Rp 8.225.000.000
Indirect Manufacturing Cost		\$ 1.476.563	Rp 20.456.000.000

- *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

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

Tabel 4.30 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	\$ 920.227	Rp 13.316.606.537
2	<i>Property taxes</i>	\$ 204.495	Rp 2.959.245.897
3	<i>Insurance</i>	\$ 102.247	Rp 1.479.622.949
	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	\$ 1.226.969	Rp 17.755.475.382

Tabel 4.31 *Total Manufacturing Cost (TMC)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	\$ 4.480.281	Rp 64.834.146.298
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	\$ 1.413.586	Rp 20.456.000.000
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	\$ 1.226.969	Rp 17.755.475.382
	<i>Manufacturing Cost</i>	\$ 7.120.836	Rp 103.045.621.680

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 4.32 *General Expense (GE)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Administration</i>	\$ 213.625	Rp 3.091.368.650
2	<i>Sales expense</i>	\$ 356.042	Rp 5.152.281.084
3	<i>Research</i>	\$ 199.383	Rp 2.885.277.407
4	<i>Finance</i>	\$ 744.778	Rp 10.777.677.536
General Expense		\$ 1.513.828	Rp 21.906.604.677

Tabel 4.33 *Total Production Cost (TPC)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	\$ 7.120.836	Rp 103.045.621.680
2	<i>General Expense (GE)</i>	\$ 1.513.828	Rp 21.906.604.677
Total Production Cost		\$ 8.634.664	Rp 124.952.226.357

4.12 Analisis keuntungan

4.12.1 Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 164.500.000.000

Total biaya produksi : Rp 124.952.226.357

Keuntungan : Total penjualan - Total biaya produksi

: Rp 39.547.773.643

4.12.2 Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak	: 52 % x Rp 39.547.773.643
	: Rp 20.564.842.294
Keuntungan	: Keuntungan sebelum pajak – pajak
	: Rp 18.982.931.349

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)

$$\text{ROI}_b = 26,728\% \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

- ROI setelah pajak (ROI_a)

$$\text{ROI}_a = 12,830\% \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

2. Pay out Time (POT)

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

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

- 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)

$$POT_b = 2,8 \text{ tahun (pabrik memenuhi kelayakan)}$$

- POT setelah pajak (POT_a)

$$POT_a = 4,6 \text{ tahun (pabrik memenuhi kelayakan)}$$

3. 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.

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

Tabel 4.34 Annual Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Depreciation	\$ 920.227	Rp 13.316.606.537
2	Property taxes	\$ 204.495	Rp 2.959.245.897
3	Insurance	\$ 102.247	Rp 1.479.622.949
Annual Fixed Cost		\$ 1.226.969	Rp 17.755.475.382

Tabel 4.35 *Annual Variable Cost (Va)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Raw material	\$ 1.610.898	Rp 23.311.305.468
2	Packaging & shipping	\$ 568.378	Rp 8.225.000.000
3	Utilities	\$ 1.280.900	Rp 18.535.908.048
4	Royalties and Patents	\$ 113.676	Rp 1.645.000.000
Annual Fixed Cost		\$ 3.573.852	Rp 51.717.213.516

Tabel 4.36 *Annual regulated cost (Ra)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Labor cost	Rp 16.308.000.000	\$ 1.126.944
2	Plant overhead	Rp 8.154.000.000	\$ 563.472
3	Payroll overhead	Rp 2.446.200.000	\$ 169.042
4	Supervision	Rp 1.630.800.000	\$ 112.694
5	Laboratory	Rp 1.630.800.000	\$ 112.694
6	Administration	Rp 3.091.368.650	\$ 213.625
7	Finance	Rp 10.777.677.536	\$ 744.778
8	Sales expense	Rp 5.152.281.084	\$ 356.042
9	Research	Rp 2.885.277.407	\$ 199.383
10	Maintenance	Rp 2.959.245.897	\$ 204.495
11	Plant supplies	Rp 443.886.885	\$ 30.674
Regulated Cost (Ra)		Rp 55.479.537.459	\$ 3.833.843

Dari hasil perhitungan di dapatkan BEP sebesar 46,52 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40%–60%, sehingga pabrik memenuhi kelayakan.

4. *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*.

$$SDP = \frac{0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} \times 100\%$$

$$SDP = 22,51 \%$$

5. *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 147.962.294.852
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	: Rp 121.476.643.546
<i>Salvage value (SV) : Depresiasi</i>	: Rp 920.227

Cash flow (CF) :

= Annual profit + depresiasi + finance

= Rp 21.907.524.904

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

Persamaan untuk menentukan DCFR:

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

Dengan trial & error diperoleh nilai i : 0,0703

DCFR : 7,03 %

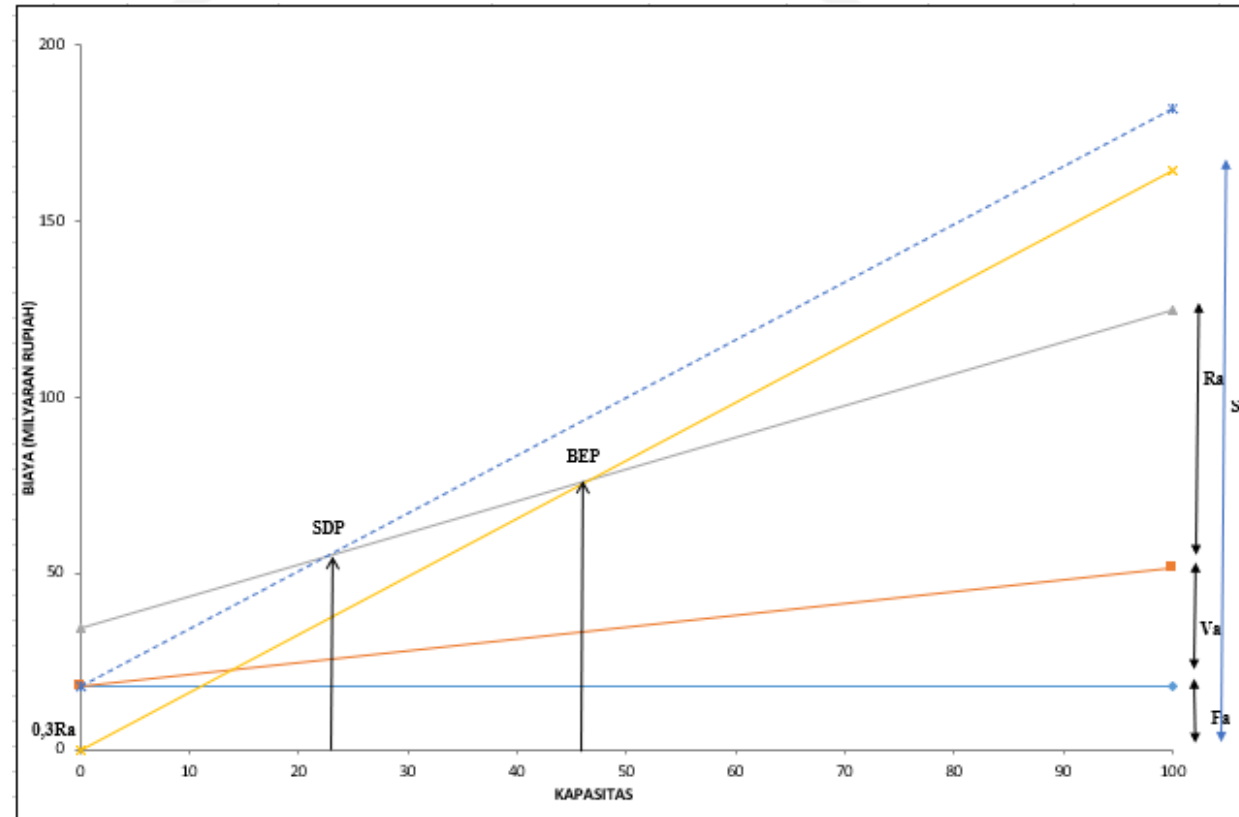
Minimum nilai DCFR : 1,5 x suku bunga acuan bank

: 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 4.9 Grafik Analisis Ekonomi

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 1100 ton/tahun, dengan bahan baku *benzene* sebanyak 92,534 kg/jam, *ethylene oxide* sebanyak 52,203 kg/jam, dan katalis *aluminium chloride* sebanyak 2,680 kg/jam.
3. Proses terpilih menggunakan proses *Friedel-Crafts* dikarenakan; konversi reaksi lebih tinggi dibandingkan dengan proses yang lain, langkah proses lebih sederhana, sehingga alat yang digunakan lebih sedikit dan bahan lebih mudah didapatkan, Bahan baku pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* yaitu, *Benzene* didatangkan dari PT Pertamina Cilacap, Jawa Tengah, untuk *Ethylene Oxide* dari PT. Prima Ethycolindo, Merak, Banten, dan katalis $AlCl_3$ dari PT. Lumbang Sumber Rejeki, Cirebon, Jawa Barat.
4. 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.
5. Berdasarkan kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta prosesnya, maka pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* tergolong pabrik berisiko rendah.

6. 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 39.547.773.643	
<i>Profit</i> sesudah pajak	Rp 18.982.931.349	keuntungan setelah pajak (52%)
<i>Return on investment (ROI)</i>		
(ROI) sebelum pajak	26,728 %	<i>Industrial Chemical</i> 11 - 44 %
(ROI) setelah pajak	12,830 %	
Parameter Kelayakan	Perhitungan	Standar Kelayakan (Aries and Newton, 1945)
<i>Pay out time (POT)</i>		
(POT) sebelum pajak	2,8 tahun	<i>Industrial Chemical</i> min 2 th / <i>High Risk-</i>
(POT) setelah pajak	4,6 tahun	
<i>Break even point (BEP)</i>	46,52 %	40 % -60 %
<i>Shut down point (SDP)</i>	22,51 %	
<i>Discounted cash flow rate of return (DCFRR)</i>	7,03 %	1,5 x suku bunga acuan bank = 7,013 %

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

5.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.

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. 2020. Statistic Indonesia. www.bps.go.id. Diakses pada tanggal 23 Desember 2020 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. 2021. *equipment cost*. <http://www.matche.com/>. Diakses pada tanggal 17 Juli 2021 pukul 19.00 WIB
- Nur Fala, Yasmin. 2018. *Prarancangan Pabrik Phenyl Ethyl Alcohol dari Benzene dan Ethylene Oxide Kapasitas 500 Ton/Tahun*. <https://dspace.uui.ac.id/discover> . Diakses pada tanggal 18 Juni 2020 pukul 13.00 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
- R.K.Sinnot. 1983. *An Introduction to Chemical Engineering Design*. Pergamon Press. Oxford.
- Science Lab. 2018. *Material Safety Data Sheet*. Diakses pada tanggal 25 Desember 2020.
- 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.

LAMPIRAN A

Reaktor

Jenis	= Reaktor alir tangki Berpengaduk (RATB)
Fase	= Cair - Cair
Bentuk	= Tangki Silinder
Bahan	= Carbon Steel SA 167 grade 11 type 316
Suhu Operasi	= 10 °C
Tekanan	= 1 atm
Waktu Tinggal	= 100 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	92.534	0.624	887.7887	554.1736
C ₇ H ₈	1.888	0.013	878.7029	11.1939
C ₂ H ₄ O	52.203	0.352	883.8450	311.2475
H ₂ O	1.615	0.011	1041.1642	11.3396
Total	148.2399	1.00	3691.5009	887.9546

Densitas campuran = 1074,444 kg/m³

$$volume\ cairan = \frac{massa}{densitas} \times waktu\ tinggal$$

$$volume\ cairan = \left(\frac{148.2399\ kg/m^3}{887.9546\ kg/m^3} \right) + \left(\frac{2.7072\ kg/m^3}{1639.9731\ kg/m^3} \right) \times 1.6667\ jam$$

$$volume\ cairan = 0.2810\ m^3$$

B. Menghitung Dimensi Reaktor

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

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor} &= 1.2 \times \text{volume cairan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor} &= 1.2 \times 0.2810 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor} &= 0.3772 \text{ m}^3 = \\ &11.9078 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

1. Menghitung diameter dan tinggi reaktor

Reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak

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

berbentuk *torispherical dished head*

Dengan :

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

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

Dipilih perbandingan D : H = 1 : 2

$$D = 1.9645 \text{ ft} = 0.5988 \text{ m} = 23.5735 \text{ in}$$

Maka tinggi reaktor :

$$H = 2D$$

$$H = 2 \times 1.9645 \text{ ft}$$

$$H = 3.9289 \text{ ft} = 1.1975 \text{ m} = 47.1469 \text{ m}$$

2. Menghitung tinggi cairan

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

$$0.2810 = h_{\text{cairan}} \times \frac{3.14 \times (0.5988 \text{ m})^2}{4}$$

$$0.2810 = h_{\text{cairan}} \times 0.2814 \text{ m}^2$$

$$h_{\text{cairan}} = \frac{0.2814 \text{ m}^3}{0.2810 \text{ m}^2}$$

$$h_{\text{cairan}} = 0.9984 \text{ m}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \rho \times g \times h_{\text{cairan}}$$

$$= 1074,444 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \times 0.9984 \text{ m}$$

$$= 8688.191 \text{ N/m}^2$$

$$= 1.2601 \text{ psia}$$

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

= tekanan operasi + tekanan hidrostatik

Tekanan (P)
= 14,6959 psia + 1.2061 psia
= 15.9560 psia

Sehingga :

$$ts = \frac{15.9560 \text{ psia} \times 11.7867 \text{ in}}{(18847.948 \text{ psia} \times 80\%) - (0.6 \times 15.9560 \text{ psia})}$$

$$ts = 0.1375 \text{ in}$$

Jadi, tebal shell minimum yang dibutuhkan sebesar 0.1375 in Berdasarkan tabel 5.6

Brownell & Young, maka dipilih ts standar :

$$ts = 3/16 \text{ in}$$

$$= 0.1875 \text{ in}$$

$$\text{ID shell} = 23.5735 \text{ in}$$

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

$$= 23.5735 \text{ in} + (2 \times 0.1875 \text{ in})$$

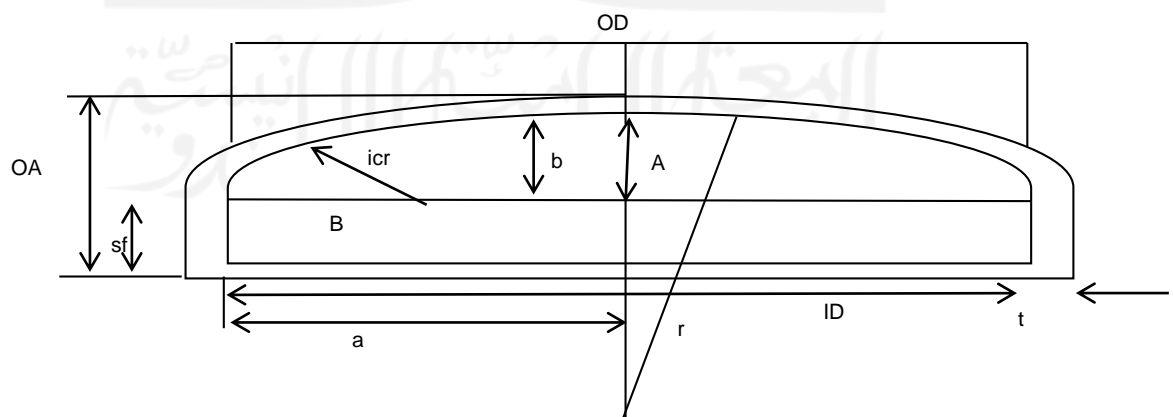
$$= 24 \text{ in}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= 20 \text{ in} \\
 &= 0,508 \text{ m} \\
 \text{ID} &= \text{OD} - 2 \text{ ts} \\
 &= 20 \text{ in} - (2 \times 0.1875 \text{ in}) \\
 &= 23.7250 \text{ in} = 1.9771 \text{ ft} = \\
 &0.6026 \text{ m} \\
 \text{H} &= 2 \times \text{D} \\
 &= 2 \times 23.7250 \text{ in} \\
 &= 47.4501 \text{ in} = 3.9542 \text{ ft} = \\
 &1.2052 \text{ m} \\
 \text{icr} &= 1.500 \text{ in} \\
 \text{rc} &= 24 \text{ in}
 \end{aligned}$$

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

a : diameter luar *head*

t : jari-jari *head* : tebal

r : jari-jari dalam *head*

icr : *inside corner radius*

sf : *straight of*

flanged OA : tinggi *head*

1. Menghitung tebal *head*

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

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

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

$$W = 1,7500$$

Sehingga :

$$th = \frac{15.9560 \text{ psia} \times 11.7867 \text{ in} \times 1.7500}{2 \times (18847.948 \text{ psia} \times 80\%) - (0.2 \times 15.9560 \text{ psia})}$$

$$th = 0.1359 \text{ in}$$

Berdasarkan tabel 5.6 Brownell & Young, dipilih *th* standar : $th = 3/16$

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

2. Menghitung tinggi *head*

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

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

$$ID = OD - 2th$$

$$= 20 \text{ in} - (2 \times$$

$$0.1359 \text{ in})$$

$$= 23.6250 \text{ in}$$

$$A = ID/2$$

$$= 23.6250/2$$

$$= 11.8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr$$

$$= (11.8125 - 1.500) \text{ in}$$

$$= 10.3125 \text{ in}$$

$$BC = rc - icr$$

$$= (24 - 1.500) \text{ in}$$

$$= 22.5000 \text{ in}$$

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

$$= \sqrt{(22.5000)^2 - (10.3125)^2}$$

$$= 19.9976 \text{ in}$$

$$b = rc - AC$$

$$= (24 - 19.9976) \text{ in}$$

$$= 4.0024 \text{ in}$$

Tinggi *head* total :

$$AO = sf + b + th$$

$$= (2 + 4.0024 + 0.3159) \text{ in}$$

$$= 6.1899 \text{ in} = 0.1572 \text{ m}$$

D. Menghitung Dimensi Pendingin

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

Inisial	Fluida panas ($^{\circ}\text{F}$)	Fluida panas ($^{\circ}\text{F}$)	Fluida dingin ($^{\circ}\text{F}$)
ΔT_2	158	158	86
ΔT_1	158	158	113

Suhu fluida dingin masuk = $4.444^{\circ}\text{C} = 40^{\circ}\text{F}$

Suhu fluida dingin keluar = $9.500^{\circ}\text{C} = 49.10^{\circ}\text{F}$

$$\Delta T_{\text{LMTD}} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}$$

$$\Delta T_{\text{LMTD}} = 3.7792^{\circ}\text{F}$$

E. Menghitung Luas Transfer Panas

Untuk fluida panas *light organics* dan fluida dingin air, nilai UD = 75-150 Btu/ft². $^{\circ}\text{F}$.jam (Kern table 8 pg 840).

Diambil Ud = 150 Btu/ft². $^{\circ}\text{F}$.jam

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta T_{\text{LMTD}}}$$

$$A = 123.3375 \text{ ft}^2$$

Menghitung Coil Pendingin

$$Q \text{ pendinginan} = 73.750,742 \text{ kkal/jam}$$

$$ID = 0,6590 \text{ m}$$

$$N = 7.5386 \text{ rps} = 452.3160 \text{ rpm}$$

$$P = 887.9564 \text{ kg/m}^3 = 55.4333 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0.6106 \text{ cP} = 0.0004 \text{ lb/ft.jam}$$

$$k = 0.0089 \text{ Btu/jam.ft.oF}$$

$$c = 0.043 \text{ kj/kg.K} = 0.0103 \text{ btu/lb.oF}$$

Jadi kecepatan pendingin yang digunakan masih dalam batasan

$$Re_t = \frac{ID.Gt}{\mu}$$

$$Re = 7372.3836,$$

$$\text{Turbulen} < 4000$$

Dari Fig. 20,2 Kern, dengan nilai $NRe = 7372,3836$ didapatkan sebesar :

$$jH = 250$$

maka h_o adalah :

$$hi = jH \left(\frac{k}{ID} \right) \left(\frac{C\mu}{k} \right)^{-1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{-0,14}$$

$$h_o = 43.3173 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{F}$$



LAMPIRAN B



LAMPIRAN C

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

1. Nama Mahasiswa : Dea Sylvia Novengtiyas

No. MHS : 17521108

2. Nama Mahasiswa : Rafika Devi Artamifia

No. MHS : 17521139






Judul Prarancangan *) : **PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA PHENYL ETHYL**

ALCOHOL DARI BENZENE DAN ETHYLENE OXIDE DENGAN PROSES FRIEDEL-

CRAFT KAPASITAS 1.100 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 9 November 2020

Batas Akhir Bimbingan : 8 Mei 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	3 Desember 2020	Konsultasi judul	
2.	29 Desember 2020	Konsultasi proses, penentuan kapasitas dan diagram alir	
3.	1 Februari 2021	Konsultasi neraca massa	
4.	3 Februari 2021	Konsultasi neraca massa	
5.	15 Februari 2021	Konsultasi neraca massa	

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
6.	19 Februari 2021	Konsultasi neraca panas	
7.	4 Maret 2021	Konsultasi neraca panas	
8.	17 Maret 2021	Konsultasi neraca panas	
9.	24 Maret 2021	Konsultasi perancangan alat	
10.	7 April 2021	Konsultasi perancangan alat	
11.	8 April 2021	Konsultasi perancangan alat	
12.	21 April 2021	Konsultasi perancangan alat	
13.	7 Mei 2021	Konsultasi perancangan alat	
14.	24 Juli 2021	Konsultasi perancangan alat	
15.	29 Juli 2021	Konsultasi PEFD	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, Juli 2021

Pembimbing I,



Prof. Ir. Zainus Salimin, M.Si.

***) Judul Penelitian Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Pra Rancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

الجامعة الإسلامية
الاستاذ المساعد الدكتور

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

1. Nama Mahasiswa : Dea Sylvia Novengtiyas

No. MHS : 17521108

2. Nama Mahasiswa : Rafika Devi Artamifia


No. MHS : 17521139

Judul Prarancangan *) : **PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA PHENYL ETHYL ALCOHOL DARI BENZENE DAN ETHYLENE OXIDE DENGAN PROSES FRIEDEL-CRAFT KAPASITAS 1.100 TON/TAHUN**

Mulai Masa Bimbingan : 9 November 2020

Batas Akhir Bimbingan : 8 Mei 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	3 Desember 2020	Konsultasi judul	f
2.	9 Februari 2021	Konsultasi naskah bab 1	
3.	17 Maret 2021	Konsultasi diagram alir	f
4.	23 Februari 2021	Konsultasi neraca massa	f
5.	23 Maret 2021	Konsultasi neraca panas	
6.	6 April 2021	Konsultasi perancangan alat	f
7.	25 April 2021	Konsultasi perancangan alat	f
8.	17 Maret 2021	Konsultasi neraca panas	
9.	24 Maret 2021	Konsultasi perancangan alat	f

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
10.	20 Juni 2021	Konsultasi perancangan alat	
11.	29 Juni 2021	Konsultasi perancangan alat	
12.	1 Agustus 2021	Konsultasi naskah	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, Juli 2021

Pembimbing II,



Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.

***) Judul Penelitian Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Pra Rancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy.

