

**PRARANCANGAN PABRIK ETIL AKRILAT DARI
ASAM AKRILAT DAN ETANOL
KAPASITAS PRODUKSI 24.000 TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Konsentrasi Teknik Kimia



Oleh :

Nama : Rizky Reldian R.

Nama : Wahyu Setyati

NIM : 15521146

NIM : 15521171

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

2022

**PRARANCANGAN PABRIK ETIL AKRILAT DARI
ASAM AKRILAT DAN ETANOL
KAPASITAS PRODUKSI 24.000 TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Konsentrasi Teknik Kimia



Oleh :

Nama : Rizky Reldian R.

Nama : Wahyu Setyati

NIM : 15521146

NIM : 15521171

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

2022

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL LAPORAN PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizky Reldian Rachman

Nama : Wahyu Setyati

NIM : 15521146

NIM : 15521171

Yogyakarta, November 2022

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

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



Rizky Reldian Rachman

NIM. 15521146



Wahyu Setyati

NIM. 15521171

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRARANCANGAN PABRIK ETIL AKRILAT DARI
ASAM AKRILAT DAN ETANOL
KAPASITAS PRODUKSI 24.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Rizky Reldian R.

Nama : Wahyu Setyati

NIM : 15521146

NIM : 15521171

Yogyakarta, November 2022

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Ir. Agus Taufiq, M. Sc.

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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK ETIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN ETANOL KAPASITAS PRODUKSI 24.000 TON/TAHUN PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Rizky Reldian R

NIM : 15521146

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, November 2022

Tim Penguji,

Ir. Agus Taufiq, M.Sc.

Ketua

Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.

Anggota I

Umi Rofiqah, S.T., M.T.

Anggota II

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



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

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikah rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua. Tak lupa sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi besar kita Muhammad SAW. Berkat rahmat serta karunia-Nya penyusun dapat menyusun dan menyelesaikan naskah tugas akhir dengan judul **“Prarancangan Pabrik Etil Akrilat dari Asam Akrilat dan Etanol Kapasitas 24.000 Ton/Tahun”**.

Tugas akhir prarancangan pabrik ini disusun sebagai terapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam penyusunan naskah ini penyusun banyak sekali mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik yang secara langsung maupun tidak langsung. Penulisan laporan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang menyertai dan meridhoi setiap jalan yang di lalui dan memberikan semua kemudahan yang di hadapi.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan dan tauladan serta ajaran-ajaran yang menjadi pedoman dalam setiap langkah kehidupan.
3. Bapak Rachman, Ibu Puspa dan Rendra Fahreza, serta seluruh saudara yang tidak pernah berhenti mendukung dan mendorong penulis untuk tetap berusaha ketika penulis dalam keadaan terpuruk sekalipun, serta do'a yang selalu di berikan.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.,Eng., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

6. Bapak Ir. Agus Taufiq, M.Sc.selaku pembimbing 1 Pra Rancangan Pabrik di Universitas Islam Indonesia.
7. Ibu Venitalitya Alethea S. A., S.T., M.Eng.selaku pembimbing 2 Pra Rancangan Pabrik di Universitas Islam Indonesia.
8. Seluruh staff akademik Jurusan Teknik Kimia.
9. Teman-teman Teknik Kimia 2015 yang selalu memberikan dukungan semangat serta do'a dan selalu mendukung penulis selama mengerjakan tugas akhir ini.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan mengingat keterbatasan pengalaman dan kemampuan penulis, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis demi hasil yang lebih baik di masa mendatang.

Yogyakarta, November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Tinjauan Pustaka	15
BAB II PERANCANGAN PRODUK	19
2.1 Spesifikasi Produk	19
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	19
2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu	20
2.4 Pengendalian Kualitas	20
BAB III PERANCANGAN PROSES	23
3.1 Uraian Proses	23
3.2 Spesifikasi Alat Proses	24
3.3 Perencanaan Produksi	37
3.4 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses	38
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	40
4.1 Lokasi Pabrik	40
4.2 Tata Letak Pabrik	42
4.3 Tata Letak Alat Proses	44
4.4 Alir Proses dan Material	48
4.5 Perawatan (Maintance)	54

4.6	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	55
4.7	Organisasi Perusahaan.....	71
4.8	Manajemen Produksi.....	91
4.9	Evaluasi Ekonomi.....	93
BAB V PENUTUP.....		107
5.1	Kesimpulan.....	108
DAFTAR PUSTAKA.....		110



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Data Impor Etil Akrilat di Indonesia Tahun 2010-2017	14
Tabel 1. 2	Kapasitas Pabrik Etil Akrilat yang Telah Berproduksi	15
Tabel 1. 3	Perbandingan Proses Pembuatan Etil Akrilat	17
Tabel 4. 1	Perincian luas tanah dan bangunan pabrik	43
Tabel 4. 2.	Neraca Massa Total.....	48
Tabel 4. 3.	Neraca Massa Reaktor	48
Tabel 4. 4.	Neraca Massa Dekanter	49
Tabel 4. 5.	Neraca Massa Menara Distilasi-01	49
Tabel 4. 6	Neraca Massa Menara Distilasi-02	49
Tabel 4. 7	Neraca Panas Reaktor	50
Tabel 4. 8	Neraca Panas Dekanter	50
Tabel 4. 9.	Neraca Panas Dekanter	51
Tabel 4. 10	Neraca Panas Menara Distilasi-02	51
Tabel 4. 11.	Neraca Panas Heater (HE-01).....	52
Tabel 4. 12	Neraca Panas Heater (HE-02).....	52
Tabel 4. 13	Neraca Panas Heater (HE-03).....	52
Tabel 4. 14	Neraca Panas Cooler (CL-01).....	53
Tabel 4. 15	Neraca Panas Cooler (CL-02).....	53
Tabel 4. 16.	Kebutuhan Air Pembangkit Steam.....	61
Tabel 4. 17	Kebutuhan Air Pendingin.....	61
Tabel 4. 18	Kebuthan air untuk perkantoran dan rumah tangga	62
Tabel 4. 19.	Spesifikasi Pompa Utilitas	70
Tabel 4. 20	Jabatan dan keahlian	84
Tabel 4.21	Jumlah Karyawan Menurut Jabatan.....	86
Tabel 4. 22	Penggolongan gaji menurut jabatan.....	88
Tabel 4. 23	Harga Indek.....	95
Tabel 4. 24	Physical Plant Cost	102
Tabel 4. 25	Direct Plant Cost (DPC).....	102
Tabel 4. 26	Fixed Capital Investment (FCI)	102
Tabel 4. 27	Direct Manufacturing Cost (DMC).....	103
Tabel 4. 28	Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	103
Tabel 4. 29	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	103
Tabel 4. 30	Total Manufacturing Cost (MC)	104
Tabel 4. 31	Working Capital (WC).....	104
Tabel 4. 32	General Expense (GE)	104
Tabel 4. 33	Total Biaya Produksi.....	104
Tabel 4. 34	Fixed Cost (Fa)	105
Tabel 4. 35	Variable Cost (Va)	105
Tabel 4. 36	Regulated Cost (Ra).....	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Impor Etil Akrilat di Indonesia Tahun 2010-2017	14
Gambar 4. 1 Tata Letak Pabrik	46
Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Pabrik	47
Gambar 4. 3 Diagram Alir Kualitatif PabrikEtil Akrilat.....	53
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif PabrikEtil Akrilat.....	54
Gambar 4. 5 Gambar Utilitas	71
Gambar 4. 6 Struktur Organisasi Perusahaan	75
Gambar 4. 7 indeks Harga	96
Gambar 4. 8 Grafik hubungan BEP dan SDP terhadap kapasitas produksi	107



ABSTRAK

Pabrik Etil Akrilat memiliki prospek yang baik, mengingat kebutuhan Etil Akrilat di Indonesia yang terus meningkat. Bahan utama Asam akrilat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai Indonesia, Cilegon dan etanol dari PT. Bukit Manikam Subur Persada, Lampung. Pabrik ini direncanakan akan dibangun di Cilegon, di atas lahan seluas 12.958 m², di provinsi Banten, Jawa Barat pada tahun 2025. Pabrik kimia ini akan dioperasikan selama 330 hari atau 24 jam sehari dengan total 132 karyawan. Pabrik Etil Akrilat menggunakan proses esterifikasi dengan kapasitas 24.000 ton/tahun, memiliki kemurnian 99,5%. Reaksi terjadi dalam tangki reaktor Fixed Bed, Reaktor dioperasikan terus menerus dalam suhu 85 ° C dan tekanan pada 1 atm, sebagai pemanas reaktor digunakan uap. Waktu reaksi dalam reaktor adalah 1 jam, perbandingan antara asam akrilat dan etanol yang digunakan dalam reaksi adalah 1: 1,1. Pabrik ini menggunakan 74.008,461 kg / jam air dari sungai Cidanau yang di olah di unit utilitas, 2822,844 kg / jam uap dan 182 kW tenaga listrik yang disediakan oleh PLN dan juga membutuhkan generator sebagai cadangan. Seluruh produk output dari reaktor adalah dalam bentuk cair, kemudian di alirkan ke dekanter, dan di murnikan dalam dua kolom distilasi dan siap di pasarkan. Parameter kelayakan menggunakan analisis ekonomi dengan total investasi modal sebesar Rp 569.509.844.259 terdiri dari Rp 1.317.838.263.136.250 sebagai investasi modal tetap, dan Rp 200.131.213.692 sebagai modal kerja. Total biaya Rp 569.509.844.259 dan hasil penjualan tahunan Rp 1.713.960,000,000 sehingga di peroleh laba Rp 138.941,379.113 sebelum pajak, dan 97.258.965.379 1 setelah pajak. Hasil hitungan parameter adalah persentase *Return On Investment (ROI)* 39,93% setelah pajak, *Pay Out Time (POT)* 2,00 tahun setelah pajak, *Discounted Cash Flow (DCF)* 27,15%, *Break Event Point (BEP)* 46,45%, sementara *Shut Down Point (SDP)* 27%. Dari analisis ekonomi menunjukkan bahwa hasilnya memuaskan sehingga pabrik layak untuk di bangun.

Kata kunci : Etil Akrilat, Asam Akrilat, Etanol, Fixed Bed Reaktor, Parameter, investasi

ABSTRACT

The Ethyl Acrylate plant gives very good prospect, considering the requirement of Ethyl Acrylate in Indonesia had increased gradually. The main material of Acrylate Acid obtained from the PT. Nippon Shokubai Indonesia, Cilegon and Methanol from PT. Bukit Manikam Subur Persada, Lampung, The factory is planned to built in Cilegon, in the area of land of 12.958 m², at the province of Banten , West Java in 2025. This chemical plant will be operated for 330 days or 24 hours a day with total 132 employees. Ethyl Acrylate plant using esterification process with capacity of 24.000 ton/years, has a purity of 99,5%. The reaction happened within a stirred reactor tank, Reactor is operated continuously in temperature 85°C and pressure at 1 atm, as a reactor heater is used steam. Time of reaction in the reactors is 1 hour, a comparison between the acrylic acid and methanol used in reaction is 1 : 1,1. This plant are needed 74.008,461 kg/hour of water from Cidanau river which proceeded in utility unit, 2822,844 kg/hour of steam, and 182 kW of electricity power provided by PLN and also need a generator as reserve. An entire ouput product of the reactor is in the form of liquid then, through a decanter, and purified in a two column of distillation and ready to market. A parameter of appropriatness uses an economic analysis with total capital investment Rp 569.509.844.259 consisted of Rp 1.317.838.263.136.250 as Manufacturing cost, and Rp 200.131.213.692 as a Working Capital. Total Cost Rp Rp 569.509.844.259 and Annual Sales Rp 1.713.960,000,000 thus it can get profit Rp 138.941,379.113 before taxes, and Rp 97.258.965.379 after taxes. A count result of parameter is percentage of Return On Investment (ROI) 39,93% after taxes, Pay Out Time (POT) 2,00 year after taxes, Discounted Cash Flow (DCF) 27,15%, Break Event Point (BEP) 46,45%, while Shut Down Point (SDP) 27%. From the analyses above it showed that the result was satisfied so the plant are appropriate to build.

Keywords : Ethyl Acrylate, Acrylic Acid, Ethanol, Fixed Bed Reactor, Parameter, investment.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan industri kimia yang menghasilkan produk antara sangat penting, karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri di luar negeri. Sebagian besar dari produk-produk kimia tersebut masih diimpor dari luar negeri, terutama produk antara (*intermediate*) yang akan menjadi bahan baku untuk membuat produk yang lebih bermanfaat dan lebih luas penggunaannya.

Produk antara yang banyak dibutuhkan antara lain adalah produk-produk akrilat, salah satunya adalah etil akrilat. Etil akrilat adalah senyawa kimia yang mempunyai ikatan rangkap yang biasa digunakan sebagai komonomer (dengan *acrylonitrile*) dalam pembuatan *acrylic* dan *modacrylic fibers*. Etil akrilat merupakan salah satu bahan kimia yang banyak digunakan di dalam negeri. Jika diproduksi sendiri dapat membantu pemerintah dalam rangka swasembada bahan baku. Etil akrilat banyak digunakan untuk pelapis pada logam, untuk pembuatan *fiber*, sebagai bahan dasar semir, pembuatan kertas dan buku, sering digunakan pada industri tekstil sebagai pelapis.

Hasil polimerisasi dari etil akrilat ini bisa memiliki sifat fisis yang bervariasi dengan mengontrol rasio monomer yang digunakan. Sifat dari hasil polimerisasi pada umumnya mempunyai daya tahan tinggi terhadap bahan-bahan kimia dan juga terhadap lingkungan, sangat jernih, dan kuat. Begitu banyak manfaat dari etil akrilat, maka pendirian pabrik etil akrilat tentu berdampak bagus bagi industri-industri yang menggunakannya dalam proses-proses kimia karena akan semakin mudah untuk mendapatkannya di dalam negeri. Dalam rangka menunjang perkembangan industri yang semakin pesat, maka usaha untuk memenuhi kebutuhan bahan baku terhadap industri mempunyai peranan yang sangat penting.

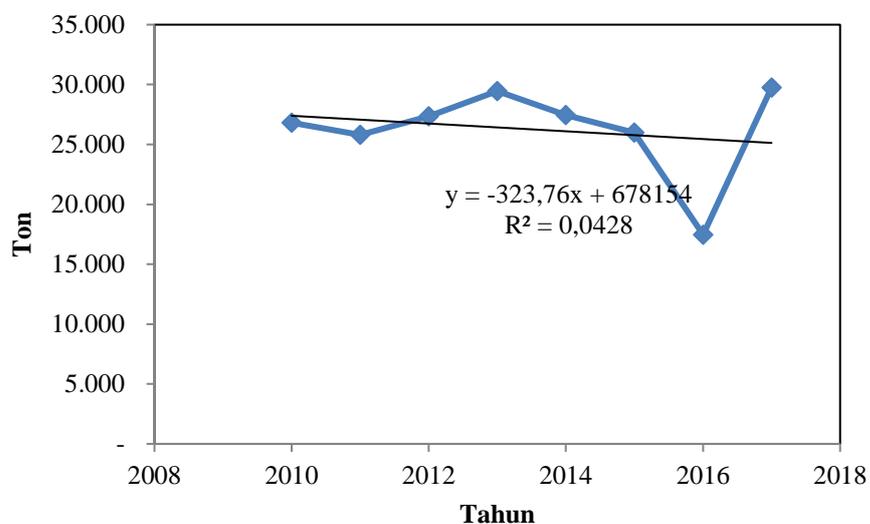
1.1.1 Penentuan Kapasitas Produksi

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), impor etil akrilat dari tahun 2010-2015 disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1

Tabel 1. 1 Data Impor Etil Akrilat di Indonesia Tahun 2010-2017

Tahun	Impor (Ton)
2010	26.807
2011	25.800
2012	27.342
2013	29.464
2014	27.465
2015	25.988
2016	17.464
2017	29.742

(Badan Pusat Statistik, 2019)



Gambar 1. 1 Grafik Impor Etil Akrilat di Indonesia Tahun 2010-2017

Dari hasil regresi polinomial dapat diperkirakan kebutuhan Etil Akrilat pada tahun 2025 :

$$y = -323,76x - 678154$$

$$y = -323,76 \cdot 2025 - 678154$$

$$= 24158,8$$

1.1.2 Kapasitas Pabrik yang Telah Berproduksi

Sebagai pertimbangan dalam mendirikan pabrik Etil Akrilat di Indonesia dapat juga dilihat dari data kapasitas produksi pabrik-pabrik Etil Akrilat yang sudah berproduksi di dunia. Beberapa pabrik yang telah berproduksi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. 2 *Kapasitas Pabrik Etil Akrilat yang Telah Berproduksi*

No.	Perusahaan	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	Shanghai Huayi Group Co.	China	30.000
2.	Sasol Dia Acrylates	Afrika Selatan	35.000
3.	LG Chemical Ltd.	Korea Selatan	30.000
4.	PT.Tri Polyta Indonesia	Indonesia	20.000

(Sumber: www.icis.com)

Berdasarkan pertimbangan data impor Etil Akrilat dan data kapasitas produksi Pabrik-pabrik Etil Akrilat yang sudah berproduksi di Indonesia dan dunia, maka diputuskan kapasitas produksi pabrik etil akrilat ini sebesar 24.000 Ton/Tahun.

1.2 Tinjauan Pustaka

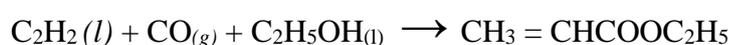
1.2.1 Macam-macam Proses Pembuatan Etil Akrilat

Terdapat beberapa proses yang dikenal dalam pembuatan Etil Akrilat, di antaranya adalah:

a. Proses Reppe Tekanan Tinggi

Proses ini merupakan proses pembuatan asetilen yang dibuat dengan beberapa reaksi yang diteliti oleh Walter Reppe pada tahun 1920. Bahan baku yang digunakan adalah asetilen. Bahan direaksikan dengan karbon monoksida dan senyawa hidroksil. Reaksi berlangsung pada suhu 150°C dan tekanan 15 – 30 atm dengan menggunakan katalis nikel. Reaksi ini tidak dikembangkan secara industri karena pemakaian katalis nikel yang tidak baik.

Reaksi:



b. Proses Asetilen

Proses ini menggunakan asetilen sebagai bahan baku dan kemudian mereaksikan asetilen dengan alkohol dalam suasana asam dengan adanya nikel karbonil. Reaksi berlangsung pada suhu 40°C dan tekanan 1 atm.

Reaksi:



Nikel karbonil yang dihasilkan didaur ulang pada pengolahan nikel. Tetapi nikel karbonil bersifat volatile dan sangat beracun. Jika diolah kembali akan sangat berbahaya, oleh karena itu sering kali nikel karbonil langsung dibakar di *flare* (Kirk Othmer).

c. Proses Ethyl 3-ethoxypropionate

Bahan baku *ethyl 3-ethoxypropionate* dikondisikan pada suhu 150°C dan tekanan atmosferis dengan menggunakan katalis *mercury* (II) dan berlangsung dalam reaktor *Jacketed Kettle*.

Reaksi:



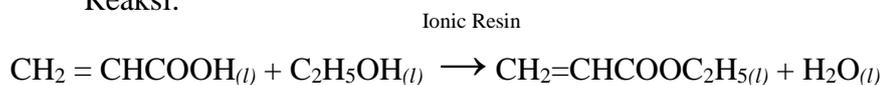
Keuntungan dari proses ini adalah konversi yang tinggi, dimana proses ini dapat menghasilkan 95% etil akrilat. Namun adapun kerugian yang ditimbulkan dari proses ini adalah reaksi bersifat korosif sehingga diperlukan biaya yang lebih untuk penanganan korosi serta biaya katalis yang mahal dan berpotensi menghasilkan racun. (US Patent 2 980 730)

d. Proses Esterifikasi Asam Akrilat

Pada proses ini asam akrilat direaksikan dengan etanol dengan katalis *Acidic ionic exchange resin* sehingga membentuk etil akrilat dan air. Reaksi esterifikasi berlangsung pada suhu 60 -105°C dan tekanan 1 atm. Perbandingan mol antara asam akrilat dengan etanol adalah 1:1,1

dengan konversi asam akrilat mencapai 95-98%. Reaksi berlangsung dalam reaktor *fixed bed*.

Reaksi:



2 Pemilihan Proses

Tabel 1. 3 Perbandingan Proses Pembuatan Etil Akrilat

Parameter	Proses Reppe	Proses Asetilen	Proses Ethyl 3-ethoxy propionate	Proses Esterifikasi
Bahan Baku	Karbon monoksida senyawa hidroksil	Asetilen Alkohol	<i>Ethyl 3-ethoxypropionate</i>	Etanol Asam akrilat
Fase bahan baku	Gas – Gas	Gas – Cair	Gas – Cair	Cair – Cair
Kondisi Operasi	T = 150°C P = 15 – 30 atm	T = 40°C P = 1 atm	T = 150° P = 1 atm	T = 60 – 130 °C P = 1 atm
Katalis	Nikel	Nikel karbonil	<i>Mercury (II)</i>	<i>Acidic Ionic Exchange Resin</i>
Sifat Katalis	Tidak baik	Volatile dan sangat beracun	Beracun	Umur katalis panjang
Konversi	-	80%	95%	95-98%

Proses yang dipilih dalam pembuatan etil akrilat pada pabrik ini adalah proses esterifikasi asam akrilat dengan etanol. Hal ini dikarenakan proses yang digunakan relatif sederhana sehingga alat yang digunakan untuk proses produksi tidak terlalu banyak dan lebih ekonomis, bahan baku yang lebih murah, menghasilkan produk samping berupa air, dan konversi etil akrilat yang tinggi.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

1. Etil Akrilat

Rumus molekul	: C ₅ H ₈ O ₂
BM, kg/kgmol	: 100,12
Titik beku, K	: 201,95
Titik didih, K	: 372,65
Suhu Kritis, K	: 553
Tekanan kritis, Bar	: 36,8
Densitas 298K, g/ml	: 0,918
Viskositas 298, cp	: 1,138
Fase	: cair
Sifat fisik	: tidak berwarna, bau menusuk, mudah terbakar

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

1. Asam Akrilat

Kadar	: 99,7%
Rumus molekul	: C ₃ H ₄ O ₂
BM, kg/kgmol	: 72
Titik beku, K	: 286,65
Titik didih, K	: 414,15
Suhu Kritis, K	: 615
Tekanan kritis, Bar	: 56,6
Densitas 298K, g/ml	: 1,046
Viskositas 298, cp	: 1,138
Fase	: cair
Sifat fisik	: tidak berwarna, mudah terbakar

2. Etanol (

Kadar	: 95%
-------	-------

Rumus molekul	: C ₂ H ₆ O
BM, kg/kgmol	: 46
Titik beku, K	: 159,05
Titik didih, K	: 351,44
Suhu Kritis, K	: 516,25
Tekanan kritis, Bar	: 63,84
Densitas 298K, g/ml	: 0,787
Viskositas 298, cp	: 1,057
Fase	: cair
Sifat fisik	: tidak berwarna, mudah menguap dan terbakar

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

Katalis *Amberlyst 131-Wet*

- Bentuk : *spherical beads* (manik-manik bulat)
- Warna : coklat muda
- Ukuran partikel : 0,7 – 0,8 mm
- *Bulk density* : 740 g/L
- Porositas : 0,33
- Suhu operasi maksimum : 130°C
- *Batas pressure drop* : 1 Bar di sepanjang *bed*
- Umur katalis : < 3 tahun

(Rohm and Haas, 2006)

2.4 Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*quality control*) pada pabrik etil akrilat meliputi :

1. Pengendalian kualitas bahan baku

Pengendalian kualitas bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apa sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses.

2. Pengendalian bahan pembantu

Bahan-bahan pembantu untuk proses pembuatan etil akrilat di pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisisnya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

3. Pengendalian kualitas bahan selama proses

Untuk menjaga kelancaran proses maka perlu diadakan pengendalian/pengawasan bahan selama proses berlangsung.

4. Pengendalian kualitas produk pada waktu pemindahan

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama etil akrilat pada saat akan dipindahkan dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi, maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun alat kontrol.

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di control room, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang ditetapkan atau diset baik itu flow meter bahan baku atau produk, *level controller*, maupun *temperature controller*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu dan bunyi alarm. Bila terjadi penyimpangan, maka harus dikembalikan pada kondisi atau set semua baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat kontrol yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

a. *Level controller*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, level yang terukur akan dicocokkan dengan set point bila belum sesuai maka level tersebut akan dikoreksi sampai diperoleh level yang diinginkan.

b. *Flow controller*

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk, dan aliran keluar proses

c. *Temperature controller*

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Temperature yang terukur akan dicocokkan dengan set point bila belum sesuai maka suhu tersebut akan dikoreksi sampai diperoleh temperatur yang diinginkan .

d. *Pressure controller*

Merupakan alat yang dipasang pada alat proses untuk mengendalikan tekanan di dalam sesuai dengan kondisi operasi alat tersebut. Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standart, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk adalah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan etil akrilat terdiri dari tiga tahapan yaitu:

1. Persiapan umum
2. Reaksi
3. Pemurnian produk

3.1.1. Persiapan Bahan Baku

Asam akrilat, etanol dan katalis dari tangki penyimpanan dipanaskan dengan penukar kalor pipa ganda sampai diperoleh suhu reaktor 85°C, setelah suhu mencapai 85°C kemudian diumpankan ke reaktor.

3.1.2. Reaksi

Reaksi berlangsung dengan menggunakan Reaktor Fixed Bed Multitube. Konversi yang dicapai berdasarkan asam akrilat adalah sebesar 95%. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, sehingga untuk menjaga kondisi suhu di reactor tetap pada range operasi perlu dilakukan penghilangan panas. Pendingin yang digunakan adalah air.

3.1.3. Pemurnian Produk

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh produk etil akrilat hingga mencapai kemurnian 99,7% berat. Produk keluar reactor berupa campuran etanol, asam akrilat, etil akrilat dan air. Kemudian dialirkan ke Dekanter untuk memisahkan air sebagai komponen berat dari campuran etanol, asam akrilat dan etil akrilat dengan kemurnian 93,37% berat sebagai komponen ringan. Decanter yang digunakan adalah decanter vertical. Komponen ringan decanter kemudian diumpankan ke menara distilasi-01. Etil akrilat dengan kemurnian 97% diperoleh dari hasil dasar Menara Distilais-01 yang

kemudian diumpankan menuju Menara Distilasi-02, etil akrilat dengan kemurnian 99,96% berat diperoleh dari hasil puncak Menara Distilasi-02.

3.2 Spesifikasi Alat Proses

3.2.1 Tangki Penyimpan bahan baku, T-01 (Ethanol 95%)

Fungsi	:	Menyimpan etanol dengan waktu penyimpanan 15 hari
Jenis	:	Tangki silinder tegak dan beratap kerucut
Kondisi Operasi	:	Tekanan = 1 atm Suhu = 30°C
Jumlah	:	1 buah
Spesifikasi	:	Volume = 926,535 m ³ Tinggi = 10,973 m Diameter = 10,668 m
Bahan	:	Carbon Steel
Tebal shell	:	0,1875 in
Harga	:	Rp 2.699.370.866

3.2.2 Tangki Asam Akrilat, T-02 (Asam Akrilat 95%)

Fungsi	:	Menyimpan asam akrilat dengan waktu penyimpanan 15 hari
Jenis	:	Tangki silinder tegak dan beratap kerucut
Kondisi Operasi	:	Tekanan = 1 atm Suhu = 30°C
Jumlah	:	1 buah
Spesifikasi	:	Volume : 796,806m ³ Tinggi : 10,973 m Diameter : 10,668 m
Bahan	:	Carbon Steel
Tebal shell	:	0,1875 in
Harga	:	Rp 2.699.370.866

3.2.3 Tangki Penyimpanan Etil akrilat, T-03

Fungsi	: Menyimpan asam akrilat dengan waktu penyimpanan 15 hari
Jenis	: Tangki silinder tegak dan beratap kerucut
Kondisi Operasi	: Tekanan = 1 atm Suhu = 30°C
Jumlah	: 1 buah
Spesifikasi	: Volume : 671,721 m ³ Tinggi : 9,754 m Diameter : 9,754 m
Bahan	: Carbon Steel
Tebal shell	: 0,1875 in
Harga	: Rp 2.078.981.234

3.2.4 Reaktor

Fungsi	: Mereaksikan Asam Akrilat dan Etanol dengan katalis amberlyst 131-wet
Jenis	: Reaktor Fixedbed Multitube
Kondisi Operasi	: Tekanan = 1 atm Suhu = 85°C
Katalis	: Amberlyst-131wet
• <i>Tube</i>	
ID	: 0,375 in
OD	: 0,75 in
Jumlah tube	: 718 tube
Susunan	: <i>triangular pitch</i>
<i>Pitch</i>	: 1 in
• <i>Shell</i>	
Material	: <i>Stainless Steel</i>
ID	: 33 in

OD	: 36 in
Tebal	: 0,1875 in
• <i>Head</i>	
Jenis	: <i>Torispherical head (Flanged and Dishead Head)</i>
Material	: <i>Stainless Steel</i>
Tebal	: 0,1875 in
Tinggi	: 5,245 in
Tinggi	: 18,50 m
Harga	: Rp 500.217.306

3.2.5 Dekanter

Fungsi	: Memisahkan cairan hasil keluaran Reaktor yaitu air dengan etanol, asam akrilat dan etil akrilat
Jenis	: Dekanter Vertikal
Kondisi Operasi	: Tekanan = 1 atm Suhu = 25°C
Jumlah	: 1 buah
Spesifikasi	: Tinggi : 2,3 m Diameter : 0,7663 m
Bahan	: Stainless Steel, 316 SS
Tebal shell	: 0,1875 in
Harga	: Rp 435.625.218

3.2.6 Menara Distilasi-01

Fungsi	: Memisahkan Etanol sebagai hasil puncak Menara Distilasi
Jenis	: Sieve Tray Distillation Tower
Kondisi Operasi	: Tekanan <ul style="list-style-type: none"> • Top : 1 atm • Feed : 1 atm • Bottom : 1 atm

Suhu

- Top : 78,53
- Feed : 96,61
- Bottom : 100,36

Jumlah plate : 36
Diameter kolom : 1,5 m
Tinggi menara : 16,96 m
Bahan konstruksi : Carbon Steel
Harga : Rp 840.460.266

3.2.7 Menara Distilasi-02

Fungsi : Memisahkan Etil Akrilat sebagai hasil dasar
Menara Distilasi

Jenis : Sieve Tray Distilation Tower

Kondisi Operasi : Tekanan

- Top : 1 atm
- Feed : 1 atm
- Bottom : 2 atm

Suhu

- Top : 99,412
- Feed : 98,82
- Bottom : 139,25

Jumlah plate : 12
Diameter : 1 m
Tinggi menara : 23,49 m
Bahan konstruksi : Carbon Steel
Harga : Rp 712.570.229

3.2.8 Condenser-01

Fungsi	: Mengembunkan uap yang keluar dari puncak menara MD-01 pada suhu 78,13°C dengan pendingin air pada suhu 30°C dan keluar suhu 50°C
Jenis	: Shell and Tube Heat Exchanger
Jumlah Alat	: 1 buah
Aliran Fluida	:
• Shell	: Produk
• Tube	: Cold Water
Spesifikasi Tube	
• OD	: ¾ in
• ID tube	: 0,584 in
• BWG	: 14
• Nt	: 124
• Passes	: 2
• Panjang	: 3,658 m
Spesifikasi Shell	
• IDs	: 15/16 in
• Passes	: 2
• Baffle	: 0,55 in
Bahan konstruksi	: Carbon Steel
Harga	: Rp 262.876.962

3.2.9 Condenser-02

Fungsi	: Mengembunkan uap yang keluar dari puncak menara MD-02 pada suhu 78,13°C dengan pendingin air pada suhu 30°C dan keluar suhu 50°C
Jenis	: Shell and Tube Heat Exchanger
Jumlah Alat	: 1 buah
Aliran Fluida	:

- Shell : Produk
- Tube : Cold Water

Spesifikasi Tube

- OD : $\frac{3}{4}$ in
- ID tube : 0,584 in
- BWG : 14
- Nt : 37
- Passes : 2
- Panjang : 3,658 m

Spesifikasi Shell

- IDs : 15/16 in
- Passes : 2
- Baffle : 0,55

Bahan konstruksi : Carbon Steel

Harga : Rp 79.178.541

3.2.10 Reboiler-01

Fungsi : Menguapkan sebagian cairan yang berasal dari dasar menara distilasi (MD-01)

Jenis : Ketel Reboiler

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran Fluida :

- Shell : Produk
- Tube : Steam

Spesifikasi Tube

- OD : $\frac{3}{4}$ in
- ID tube : 0,584 in
- BWG : 14
- Jumlah tube : 112
- Passes : 2

- Panjang : 16 ft

Spesifikasi Shell

- ID : 16 in
- Passes : 1

Bahan konstruksi : Carbon Steel

Harga : Rp 428.113.910

3.2.11 Reboiler-02

Fungsi : Menguapkan sebagian cairan yang berasal dari dasar menara distilasi (MD-02)

Jenis : Ketel Reboiler

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran Fluida :

- Shell : Produk
- Tube : Steam

Spesifikasi Tube

- OD : $\frac{3}{4}$ in
- ID tube : 0,584 in
- BWG : 14
- Jumlah tube : 98
- Passes : 2
- Panjang : 16 ft

Spesifikasi Shell

- ID : 14 in
- Passes : 1

Bahan konstruksi : Carbon Steel

Harga : Rp 267.383.425

3.2.12 Heat Exchanger-01

Fungsi : Memanaskan umpan campuran T-01 dan recycle (hasil atas MD-01) dari suhu 308,15 K sampai

358,15 K dengan media pemanas steam jenuh pada suhu 393,15 K.

Jenis : Double Pipe
Pemanas : steam sebanyak 93,100 kg/jam
Jumlah alat : 1 buah

Aliran Fluida :

- Annulus = Steam
- Inner pipe = Cold fluid

Spesifikasi Annulus

- Ukuran pipa (NPS) : 2in
- OD : 2,38 in
- ID : 2,067 in

Spesifikasi Inner pipe

- Ukuran pipa (NPS) : 1¼ in
- OD : 1,66 in
- ID : 2,47 in

Bahan konstruksi : Stainless Steel

Harga : Rp 70.240.724

3.2.13 Heat Exchanger-02

Fungsi : Memanaskan umpan campuran T-02 dan recycle (hasil bawah MD-02) dari suhu 305,15 K sampai 358,15 K dengan media pemanas steam jenuh pada suhu 393,36 K

Jenis : Double Pipe
Pemanas : Steam sebanyak 97,988 kg/jam
Jumlah alat : 1 buah

Aliran Fluida :

- Annulus = Steam
- Inner pipe = Cold fluid

Spesifikasi Annulus

- Ukuran pipa (NPS) : 2in
- OD : 2,38 in
- ID : 2,067 in

Spesifikasi Inner pipe

- Ukuran pipa (NPS) : 1¼ in
- OD : 1,66 in
- ID : 2,47 in

Bahan konstruksi : Stainless Steel

Harga : Rp. 67.431.696,-

3.2.14 Heat Exchanger-03

Fungsi : Memanaskan umpan campuran T-02 dan recycle (hasil bawah MD-02) dari suhu 305,15 K sampai 358,15 K dengan media pemanas steam jenuh pada suhu 393,36 K

Jenis : Double Pipe

Pemanas : Steam sebanyak 189,948 kg/jam

Jumlah alat : 1 buah

Aliran Fluida :

- Annulus = Steam
- Inner pipe = Cold fluid

Spesifikasi Annulus

- Ukuran pipa (NPS) : 3 in
- OD : 3,5 in
- ID : 3,07 in

Spesifikasi Inner pipe

- Ukuran pipa (NPS) : 2 in
- OD : 2,38 in
- ID : 2,07 in

Bahan konstruksi : Stainless steel

Harga : Rp 50.712.721

3.2.15 Cooler-01

Fungsi : Menurunkan suhu keluar reaktor dari 342,65 K sampai 298,15 K dengan media pendingin chilled water suhu 278,15 K

Jenis : Double Pipe

Jumlah alat : 1 buah

Aliran Fluida :

- Annulus = Produk
- Inner pipe = Air

Spesifikasi Annulus

- Ukuran pipa (NPS) : 6 in
- OD : 6,625 in
- ID : 6,065 in

Spesifikasi Inner pipe

- Ukuran pipa (NPS) : 4 in
- OD : 4,5 in
- ID : 4,026 in

Bahan konstruksi : Stainless Steel

Harga : Rp 21.030.157

3.2.16 Cooler-02

Fungsi : Menurunkan suhu hasil atas menara distilasi MD-02 dengan media pendingin air dari suhu 303,15 K sampai 323,15 K

Jenis : Double Pipe

Jumlah alat : 1 buah

Aliran Fluida :

- Annulus = Produk
- Inner pipe = Air

Spesifikasi Annulus

- Ukuran pipa (NPS) : 4 in
- OD : 4,5 in
- ID : 4,03 in

Spesifikasi Inner pipe

- Ukuran pipa (NPS) : 3 in
- OD : 3,50 in
- ID : 3,068 in

Bahan konstruksi : Stainless Steel

Harga : Rp 19.528.003

3.2.17 Pompa-01 (P-01)

Fungsi : memompa Etanol dari tangki pembelian menuju

T-01

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah alat : 2 buah

Spesifikasi :

- Kapasitas : 48 m³/jam
- Head : 3,025
- Daya Pompa : 1

Harga : Rp 66.094.779

3.2.18 Pompa-02 (P-02)

Fungsi : Memompa Asam Akriat dari tangki pembelian
menuju T-02

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah alat : 2 buah

Spesifikasi :

- Kapasitas : 48 m³/jam

- Head : 5,85
 - Daya Pompa : 2
- Harga : Rp 66.094.779

3.2.19 Pompa-03 (P-03)

- Fungsi : Memompa Etanol dari T-01 menuju H-01
- Jenis : Pompa sentrifugal
- Jumlah alat : 2 buah
- Spesifikasi :
- Kapasitas : 2,145 m³/jam
 - Head : 11,00
 - Daya Pompa : 0,5
- Harga : Rp 114.163.709

3.2.20 Pompa-04 (P-04)

- Fungsi : Memompa Asam Akrilat dari T-02 menuju H-02
- Jenis : Pompa sentrifugal
- Jumlah alat : 2 buah
- Spesifikasi :
- Kapasitas : 2,325 m³/jam
 - Head : 8,91
 - Daya Pompa : 0,5
- Harga : Rp 114.163.709

3.2.21 Pompa-05 (P-05)

- Fungsi : Memompa hasil fase organic dari DE-01 ke MD-01
- Jenis : Pompa sentrifugal
- Jumlah alat : 2 buah
- Spesifikasi :
- Kapasitas : 4,19 m³/jam

- Head : 7,50
 - Daya Pompa : 0,5
- Harga : Rp 114.163.709

3.2.22 Pompa-06 (P-06)

- Fungsi : Memompa cairan hasil dari AC-01 ke puncak MD-01 ke umpan Reaktor
- Jenis : Pompa sentrifugal
- Jumlah alat : 2 buah
- Spesifikasi :
- Kapasitas : 3,92 m³/jam
 - Head : 14,42
 - Daya Pompa : 1
- Harga : Rp 66.094.779

3.2.23 Pompa-07 (P-07)

- Fungsi : Memompa cairan hasil dari RB-01 ke MD-02
- Jenis : Pompa sentrifugal
- Jumlah alat : 2 buah
- Spesifikasi :
- Kapasitas : 3,24 m³/jam
 - Head : 7,26
 - Daya Pompa : 0,5
- Harga : Rp 66.094.779

3.2.24 Pompa-08 (P-08)

- Fungsi : Memompa cairan hasil dari AC-02 ke puncak MD-02 dan ke T-03
- Jenis : Pompa sentrifugal
- Jumlah alat : 2 buah
- Spesifikasi :

- Kapasitas : 4,75 m³/jam
 - Head : 20,15
 - Daya Pompa : 1
- Harga : Rp 66.094.779

3.2.25 Pompa-09 (P-09)

- Fungsi : Memompa Etil Akrilat dari T-03 ke tangki penjualan
- Jenis : Pompa sentrifugal
- Jumlah alat : 2 buah
- Spesifikasi :
- Kapasitas : 48 m³/jam
 - Head : 4,59
 - Daya Pompa : 1
- Harga : Rp 66.094.779

3.3 Perencanaan Prodiksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan Etil Akrilat di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan etil akrilat dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industry kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan etil akrilat akan terus meningkat di tahun yang akan datang, sejalan dengan berkembangnya industry-industri yang menggunakan etil akrilat sebagai bahan baku maupun bahan tambahan. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 24.000Ton/Tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “Statistik Perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan Etil akrilat di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat.

Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

- a. Dapat membantu memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- b. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju import etil akrilat dapat ditekan seminimal mungkin.

2. Ketersediaan bahan baku

Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan Etil akrilat adalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan pada penentuan kapasitas produksi suatu pabrik. Bahan baku Etil akrilat termasuk mudah untuk di dapat di Indonesia.

3.4 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

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

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya

- 1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- 2) Mencari daerah pemasaran.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

a. Material (bahan baku)

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

b. Manusia (tenaga kerja)

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

c. Mesin (peralatan)

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

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Penentuan dimana suatu pabrik akan didirikan merupakan suatu hal yang penting karena akan menentukan kelancaran perusahaan di dalam menjalankan operasinya. Pabrik etil akrilat dengan kapasitas produksi 24.000 ton/tahun direncanakan didirikan di Kota Cilegon, Provinsi Banten, yang merupakan kawasan industri terpadu. Pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

4.1.1 Faktor Utama Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor utama merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor utama yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

1. Ketersediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan laut jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

Bahan baku pabrik etil akrilat ini adalah asam akrilat dari PT. Nippon Shokubai Indonesia di Cilegon dan etanol yang diperoleh dari PT. Bukit Manikam Subur Persada di Lampung.

2. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Jawa Barat adalah pasar yang potensial untuk pemasaran etil akrilat, hal ini dikarenakan di Jawa Barat terdapat industri yang menggunakan etil akrilat sebagai bahan baku yaitu industri coating, kertas dan cat.

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar, dan listrik. Penyediaan kebutuhan listrik direncanakan akan disuplai dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) dan juga disediakan generator untuk cadangan. Untuk kebutuhan air dapat disuplai dari PT. Krakatau Tirta Industri. Air dari KTI ini diolah terlebih dahulu sebelum digunakan. Sedangkan untuk Bahan bakar solar yang digunakan, diperoleh dari PT PERTAMINA terdekat, sedangkan *fuel oil* diperoleh dari PT. Megatama Vision.Tbk.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpebidikan kejuruan atau menengah dan sebgian sarjana. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar pabrik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

5. Transportasi

Untuk mempermudah lalu lintas produk dan pemasarannya, pabrik didirikan di Cilegon karena lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan induatri, serta dilengkapi jalan raya yang memadai dan dekat dengan akses jalan tol Jakarta-Merak, sehingga diharapkan pemasaran Etil Krilat baik ke daerah-daerah pulau Jawa atau ke pulau-pulau lain di Indonesia maupun ke luar negeri dapat berjalan dengan baik.

6. Letak Geografis

Cilegon merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri dan pesisir pantai yang memiliki daerah alam yang sangat menunjang. Daerah Cilegon sendiri terletak di ujung barat pulau Jawa dan lokasi yang dekat dengan Ibukota Indonesia, Jakarta, serta dekat dengan kawasan industri lainnya yang berdiri di Provinsi Jawa Barat dan Provinsi Banten.

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting yang akan menentukan kelancaran perusahaan dalam menjalankan operasinya. Dari pertimbangan tersebut maka area tanah yang tersedia memenuhi persyaratan untuk pembangunan sebuah pabrik.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Adapun faktor-faktor sekunder adalah sebagai berikut :

1. Perluasan Area Unit

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan Industri Cilegon, Baten, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perizinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

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

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

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

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

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat

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 :

1. Daerah Administrasi /Perkantoran 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 yang dijual.

2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

Daerah proses merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang kontrol berfungsi sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

3. Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel dan Garasi

4. Daerah Utilitas dan Power Station

Daerah utilitas merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan.

Adapun perincian luas tanah bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 1 Perincian luas tanah dan bangunan pabrik

Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
Kantor utama	40	15	600
Pos Keamanan/satpam	10	8	80
Mess	16	36	576
Parkir Tamu	12	22	264
Parkir Truk	20	12	240
Ruang timbang truk	12	6	72
Kantor teknik dan produksi	20	14	280
Klinik	12	10	120
Masjid	15	20	300
Kantin	15	10	150

Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
Bengkel	12	24	288
Unit pemadam kebakaran	16	14	224
Gudang alat	22	10	220
Laboratorium	12	16	192
Utilitas	24	10	240
Area proses	65	35	2275
Control Room	28	10	280
Control Utilitas	10	10	100
Jalan dan taman	40	10	2400
Perluasan pabrik	110	20	2200
Luas Tanah			12958
Luas Bangunan			10758
Total			10979

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.

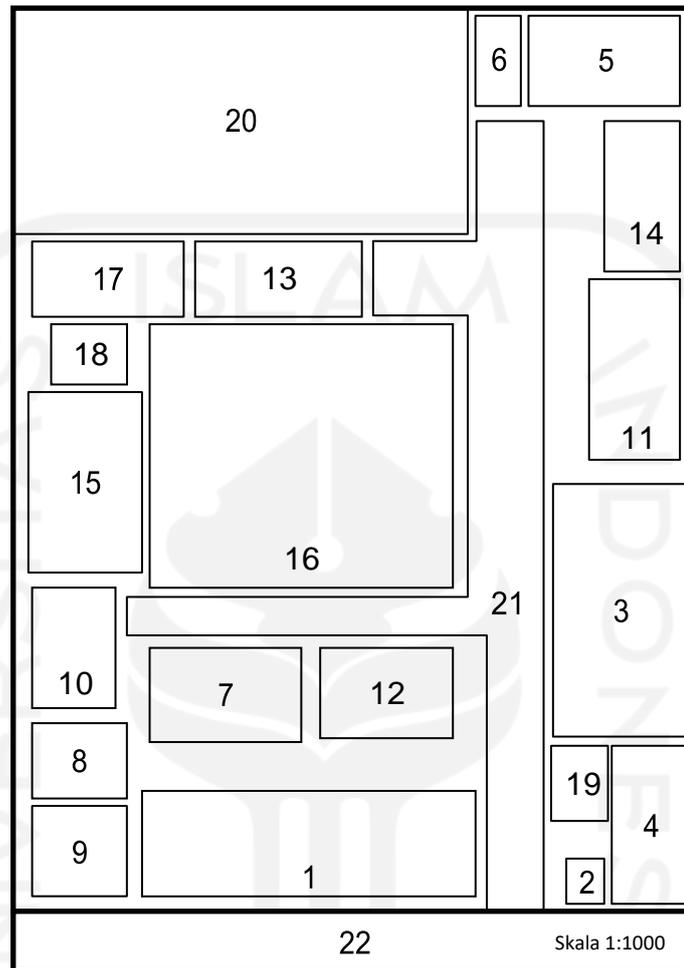
5. Pertimbangan Ekonomi

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.

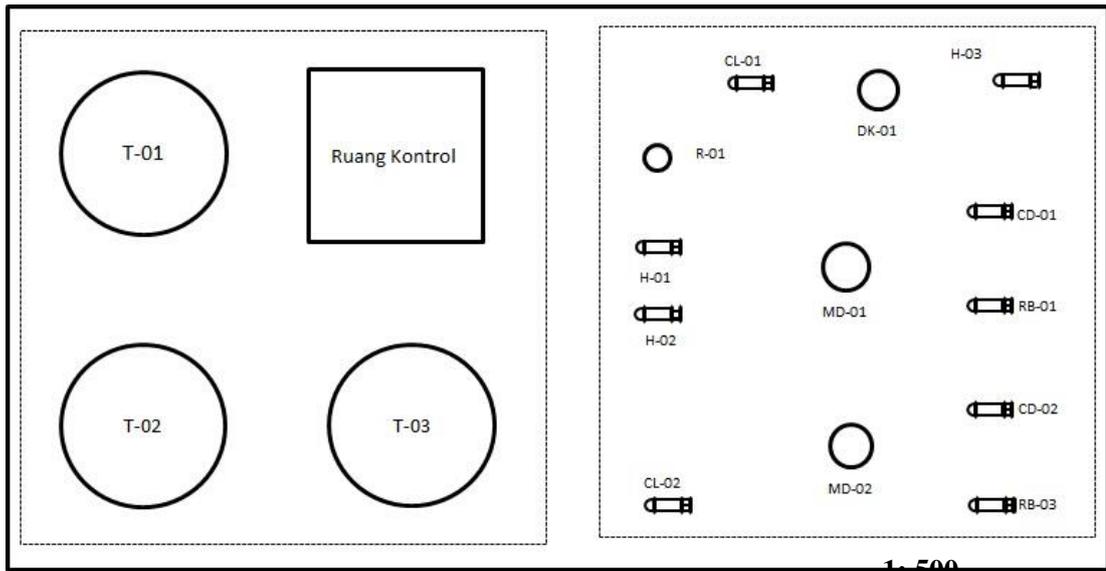
LAY OUT PABRIK ETIL AKRILAT



Gambar 4. 1 Tata Letal Pabrik

Keterangan gambar :

- | | | |
|------------------------------|---------------------------|---------------------|
| 1 Kantor Utama | 8 Klinik | 15 Utilitas |
| 2 Pos Keamanan | 9 Masjid | 16 Area Proses |
| 3 Mess | 10 Kantin | 17 Kontrol room |
| 4 Parkir Tamu | 11 Bengkel | 18 Kontrol Utilitas |
| 5 Parkir truk | 12 Laboratorium | 19 Taman |
| 6 Ruang timbang truk | 13 Gudang alat | 20 Perluasan pabrik |
| 7 Kantor teknik dan produksi | 14 Unit pemadam kebakaran | 21 Jalan Pabrik |
| | | 22 Jalan raya |



Gambar 4. 2 Tata Letak Alat Pabrik

Keterangan Gambar :

- T : *Tangki*
 HE : *Heater*
 DK : *Decanter*
 CL : *Cooler*
 MD : *Menara Destilasi*
 CD : *Condensor*
 AC : *Accumulator*
 RB : *Reboiler*

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2. Neraca Massa Total

Alat	Massa Masuk (kg/jam)	Massa Keluar (kg/jam)
R-01	4000,83	4000,83
D-01	1613,873	220,074
MD-01	0,014	3029,091
MD-02	91,922	636,913
Total	4000,83	4000,83

4.4.1.2 Neraca Massa per Alat

4.4.1.2.1 Reaktor

Tabel 4. 3. Neraca Massa Reaktor

Komponen	Massa Masuk (kg/jam)	Massa Keluar (kg/jam)
C ₃ H ₄ O ₂	2295,019	114,751
C ₂ H ₅ OH	1613,873	220,074
C ₅ H ₈ O ₂	0,014	3029,091
H ₂ O	91,922	636,913
Total	4000,83	4000,83

4.4.1.2.2 Dekanter

Tabel 4. 4. Neraca Massa Dekanter

Komponen	Massa Masuk	Massa Keluar	
		Organik	Anorganik
C ₂ H ₅ OH	114,751	114,751	0,000
C ₅ H ₈ O ₂	220,074	219,919	0,154
H ₂ O	3029,091	0,000	3029,091
C ₃ H ₄ O ₂	636,913	636,903	0,010
		971,573	3029,256
Total	4000,829	4000,829	

4.4.1.2.3 Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4. 5. Neraca Massa Menara Distilasi-01

Komponen	Massa Masuk (kg/jam)	Massa Keluar (kg/jam)	
		Hasil Atas	Hasil Bawah
C ₂ H ₅ OH	173,80	158,175	15,625
C ₅ H ₈ O ₂	3019,537	0,795	3018,742
C ₃ H ₄ O ₂	90,623	0,000	90,623
		158,97	3124,99
Total	3283,96	3283,96	

4.4.1.2.4 Menara Distilasi (MD-02)

Tabel 4. 6 Neraca Massa Menara Distilasi-02

Komponen	Massa Masuk (kg/jam)	Massa Keluar (kg/jam)	
		Hasil Atas	Hasil Bawah
C ₂ H ₅ OH	15,625	15,625	0,000
C ₅ H ₈ O ₂	3018,742	3018,082	0,661
C ₃ H ₄ O ₂	90,623	8,714	81,908
		3042,421	82,5689
Total	3124,99	3124,99	

4.4.2 Neraca Panas

Ketentuan diambil suhu referensi 25°C dan nilai panas dalam satuan kJ/jam.

4.4.2.1 Reaktor

Tabel 4. 7 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Q in (kJ/jam)	Q out (kJ/jam)
C ₂ H ₅ OH	246291,63900	44780,29800
C ₃ H ₄ O ₂	310048,08603	31004,80860
C ₅ H ₈ O ₂		349716,56815
H ₂ O	24170,95185	160064,89759
Qpendingin		5055,895
Total	580510,6769	580510,6769

4.4.2.2 Dekanter

Tabel 4. 8 Neraca Panas Dekanter

Komponen	Qin	Qout	
		Organik	Anorganik
C ₂ H ₅ OH	146,488	6748,577	0,000
C ₅ H ₈ O ₂	554,403	55533,915	0,600
H ₂ O	994,668	0,000	17918,948
C ₃ H ₄ O ₂	1695,559	4016,890	0,037
Steam	80827,850		
		66299,383	17919,585
TOTAL	84218,968	84218,968	

4.4.2.3 Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4. 9. Neraca Panas Dekanter

Komponen	Masuk	Keluar	
		Distilat	Bottom
C2H5OH	36326,105	26706,589	195,121
C5H8O2	236959,82	87,645526	255796
C3H4O2	10174,942	7,165E-11	11340,3
Reboiler	7108650,8	-	-
Kondenser	-	6956179,975	
Panas yang diambil	141806	-	
Total	7250305,7	7250305,987	

4.4.2.4 Menara Distilasi (MD-02)

Tabel 4. 10 Neraca Panas Menara Distilasi-02

Komponen	Masuk	Keluar	
		Distilat	Bottom
C2H5OH	1986,45	2003,75	0,00
C5H8O2	248896,40	251220,40	12,82
C3H4O2	371,08	1,38	765,53
Reboiler	2791142,93	-	-
Kondenser	-	363261,92	
Panas yang diambil		692902,70	
Total	3042396,86	3042396,90	

4.4.2.5 Heater (HE-01)

Tabel 4. 11. Neraca Panas Heater (HE-01)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Qin	42342,238	-
Qout	-	258474,520
Steam	216132,281	-
Total	258474,5201	258474,520

4.4.2.6 Heater (HE-02)

Tabel 4. 12 Neraca Panas Heater (HE-02)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Qin	25134,576	-
Qout	-	148628,090
Steam	123493,514	-
Total	148628,090	148628,090

4.4.2.7 Heater (HE-03)

Tabel 4. 13 Neraca Panas Heater (HE-03)

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Qin	142673,294	-
Qout	-	684593,976
Steam	541920,681	-
Total	684593,976	684593,976

4.4.2.8 Cooler (CL-01)

Tabel 4. 14 Neraca Panas Cooler (CL-01)

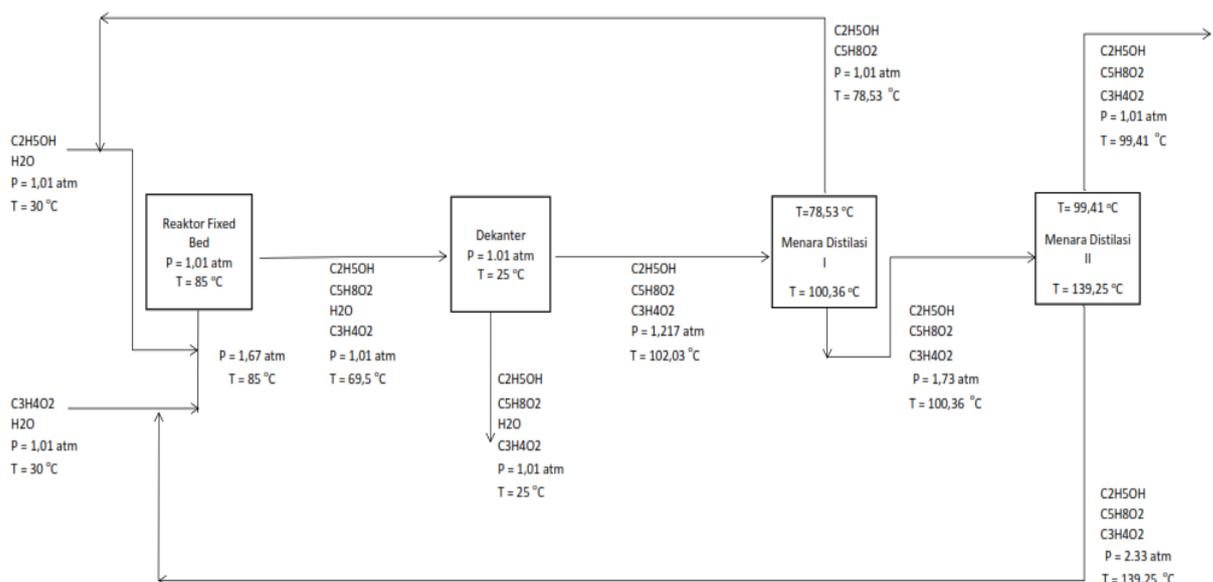
Komponen	Masuk(kj/jam)	Keluar(kj/jam)
Entalpi Umpan	441.269,362	-
Entalpi Keluar	-	113.982,002
Steam	327.287,360	-
Total	3.086.794,81	3.086.794,81

4.4.2.9 Cooler (CL-02)

Tabel 4. 15 Neraca Panas Cooler (CL-02)

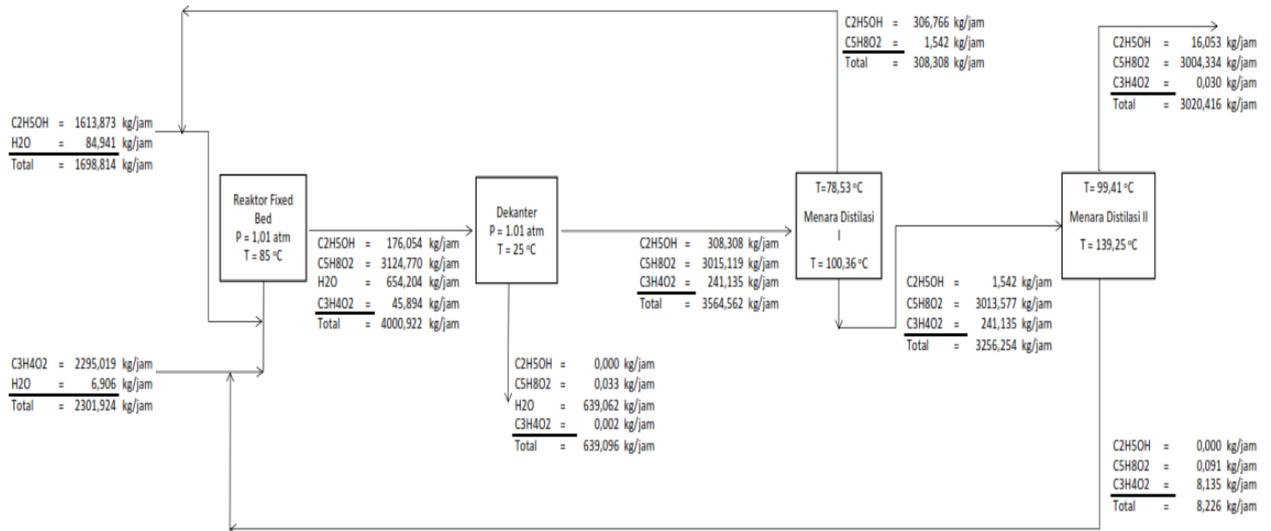
Komponen	Masuk(kj/jam)	Keluar(kj/jam)
Entalpi Umpan	366.491,027	-
Entalpi Keluar	-	119.719,375
Steam	246.771,652	-
Total	3.086.794,81	3.086.794,81

4.4.3 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 3 Diagram Alir Kualitatif PabrikEtil Akrlilat

4.4.4 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Etil Akrilat

4.5 Perawatan (Maintenance)

Maintenance berguna untuk menjaga sarana 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*:

- Umur alat

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

- Bahan baku

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

- Tenaga manusia

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

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Faktor penunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas dalam pabrik. Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi isopropil asetat agar tidak terjadi kendala didalam pengoperasian. Seperti yang diketahui apabila suatu proses produksi dalam suatu pabrik tanpa memiliki utilitas yang baik atau bahkan tidak memiliki utilitas maka sudah dipastikan pabrik tidak akan berjalan dengan lancar. Oleh karena itu diperlukannya sarana dan prasarana yang akan dirancang sedemikian rupa sesuai kebutuhan untuk menunjang segala proses produksi etil akrilat ini menjadi lancar seperti yang diharapkan.

Untuk menjamin kelancaran suatu proses produksi suatu pabrik etil

akrilat dari asam akrilat dan etanol terdapat faktor-faktor penunjang yang berhubungan dengan penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas tersebut 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

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

Air merupakan bahan yang sangat dibutuhkan dalam pabrik ini, karena air memiliki peran yang besar sebagai pendingin sebuah proses produksi bahkan sebagai penunjang kebutuhan konsumsi dan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik etil akrilat ini, sumber air yang digunakan berasal dari daerah aliran sungai Cidanau. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- 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.
- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
- Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

1) Air pendingin

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

- a) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.

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

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

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler*

adalah sebagai berikut :

- a) Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam *boiler* disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O₂, CO₂, H₂S dan NH₃. O₂ masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

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

Terbentuknya kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika. Salah satu akibat yang ditimbulkan dari adanya kerak adalah menimbulkan isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat dan dengan terbentuknya kerak sewaktu-waktu bisa menimbulkan kebocoran terhadap alat serta mengganggu proses produksi.

- c) Zat yang menyebabkan *foaming*.

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

3) Air sanitasi.

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air yang digunakan untuk sanitasi harus memenuhi syarat kualitas

tertentu sehingga tidak membahayakan apabila digunakan . Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a) Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : Di bawah suhu udara
- Warna : Jernih
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau

b) Syarat kimia, meliputi:

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

4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai yang diolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat meliputi secara fisik dan kimia. Tahapan - tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1) Pengendapan

Air sungai yang telah difilter dialirkan ke bak pengendap awal. Tujuannya untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari penyaring awal. Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

2) Penggumpalan

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya *flokulan* yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ($Al_2(SO_4)_3$) dan Na_2CO_3

3) Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpungkan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

- a) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.
- b) Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

4) Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/ menyaring partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira - kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

5) Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi

persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan *ion - ion* yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

6) *Cation Exchanger*

Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan *ion H⁺* sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung *anion* dan *ion H⁺*. Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung *anion* dan *ion H⁺*. Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, *kation* resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

Reaksi:



7) *Anion Exchanger*

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (*anion*) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga *anion-anion* seperti Cl^- akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



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

Reaksi:



8) *Deaerasi*

Dearasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan *hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi:



Air yang keluar dari deaerator ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*)

4.6.1.3 Unit Pengolahan Air

1. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 4. 16. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
HE-01	98,174
HE-02	123,159
HE-03	175,215
RB-01	1685,510
RB-02	740,786
Total	2822,844

Diperkirakan sebanyak 10% *steam* hilang selama di dalam alat proses, maka Air pembangkit *steam* yang dapat dimanfaatkan kembali sebesar 90%, sehingga dibutuhkan *make up* air sebesar 10%, maka *make up steam* 10% dari 2.822,844 kg/jam adalah 310,513 kg/jam.

2. Air Pendingin

Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
CD-01	30497,607
CD-02	14021,672
CL-02	1726,415
REAKTOR	24000,000
Total	70245,694

Diperkirakan sebanyak 10% air pendingin hilang selama di dalam alat proses, maka air pendingin yang dapat dimanfaatkan kembali sebesar 90%, sehingga dibutuhkan *make up* air sebesar 10%, maka *make up air pendingin* 10% dari 70.245,694 kg/jam adalah 7.727,026 kg/jam.

3. Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 100L/hari

(Metcalf dan Eddy, 1991)

Jumlah karyawan = 132 orang

Tabel 4. 18 Kebuthan air untuk perkantoran dan rumah tangga

Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
Air untuk karyawan & kantor = 100 L/orang/hari	594,880
Air untuk Laboraturium	75,000
Air untuk kantin dan tempat ibadah	205,000
Air untuk keperluan <i>hydrant</i>	15,043
Air untuk Poliklinik	50,000
Total	939,923

4.6.2 Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

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

- Kapasitas : 2.822,84 kg/jam
- Jenis : *Water Tube*
- 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 pHnya 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 minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 150°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 ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power - power yang dinilai penting antara lain *boiler*, kompresor, pompa. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

- Kapasitas : 200 KW
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari

- hari digunakan listrik PLN 100%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

4.6.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 48,59 m³/jam. Daftar alat yang membutuhkan udara tekan contohnya pompa, reaktor, decanter, accumulator, dan reboiler

4.6.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan *boiler*. Tenaga yang disediakan bahan bakar :

$$= (300 \text{ Hp} / 0,7) \times (0,7457 \text{ Kwatt/Hp}) \times (0,9478 \text{ Btu/dt} / \text{kVA})$$

$$= 148,422 \text{ Btu/dt}$$

Spesifikasi Minyak Solar :

$$\text{Heating Value} = 18774,941 \text{ Btu/gal}$$

$$\text{Densitas} = 870,3 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$\mu = 0,7 \text{ cp}$$

Kebutuhan minyak solar = 26,954 liter/jam

Kebutuhan minyak diesel selama 1 tahun untuk generator:

$$= 26,954 \text{ liter/jam} \times 3 \text{ jam} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= 970,339 \text{ liter/tahun}$$

4.6.6 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

1. Bak Pengendap Awal (BU-01)

Tugas : Mengendapkan kotoran kasar dalam air.
Pengendapan terjadikarena gravitasi dengan waktu tinggal = 2 jam

Jenis : Bak empat persegi panjang

Kapasitas : 64,235 m³

Dimensi :

Panjang : 15,226 m

Lebar : 0,914 m

Dalam : 2,438 m

Harga : \$ 125.679

2. Tangki Flokuator

Tugas : melarutkan dan membuat campuran yang akan diumpankan ke dalam clarifier

Jenis : Tangki Silinder Vertical

Kapasitas : 64,235 m³

Diameter : 4,482 m

Tinggi : 4,491

Harga : \$ 125.679

3. Clarifier (CL-01)

Tugas : menggumpalkan dan mengendapkan kotoran yang bersifat koloid yang berasal dari bak penampung awal (BU-02) dengan waktu tinggal = 24 jam

Jenis : Tangki benuk conis

Kapasitas : 70,717 m³

Diameter : 4,522 m

Tinggi : 6,783 m

Harga : \$ 70674

4. Bak Penampung awal (BU-02)

Tugas : Menampung air yang berasal dari Bak Pengendap awal (BU-01) sekaligus mengendapkan kotoran lembut secara gravitasi dengan waktu tinggal = 1 jam

Jenis : Bak Silinder Tegak

Kapasitas : 64,235 m³

Diameter : 4,482 m

Tinggi : 4,491

Harga : \$ 125.679

5. Tangki Alum (TU - 01)

Tugas : Melarutkan dan membuat larutan Alum 26 % yang akan diumpankan kedalam *Clarifier* (CL - 01)

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Kapasitas : 22,796 m³

Dimensi :

Diameter = 3,074

Tinggi = 4,611

Harga : \$ 18.819

6. Tangki Klorin (TU - 02)

Tugas : Menyiapkan dan menyimpan larutan klorin konsentrasi 30% volum untuk diinjeksikan ke dalam bak pengumpul.

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Kebutuhan klorin : 769,502 Kg/jam

Diameter : 8,575 m

Tinggi : 12,863 m

Harga : \$18.819

7. Tangki *Soda Kausatik*

Tugas : Melarutkan dan menyimpan larutan soda kausatik konsentrasi 40% volum untuk diinjeksikan ke dalam bak penggumpal dan regeneran anion exchanger

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Kebutuhan : 32,021Kg/jam

Diameter : 2,439 m

Tinggi : 3,739 m

Harga : \$ 158.005

8. Sand Filter

Fungsi : menyaring kotoran yang masih terbawa
Clarifier

Tipe : Silinder vertical dengan media penyaring
kerikil

Kapasitas : 70,655 m³

Diameter : 5,128 m

Tinggi : 5,426 m

Harga : \$10.096,39

9. Tangki Air Filter

Fungsi : Menampung kebutuhan air total sebanyak
64,22 m³/jam

Tipe : Silinder tegal vertical dengan dasar flat
bottom dan atap berbentuk kerucut (conical)

Kapasitas : 12.947 m³

Diameter : 35,29 m

Tinggi : 13,24 m

Harga : \$10.096,39

10. Bak Penampung Air Bersih (BU - 03) :

Tugas : Menampung air bersih yang berasal dari
Bak Saringan Pasir dengan waktu tinggal =
24 jam

Jenis : Bak empat persegi panjang

Kapasitas : 535,768 m³

Dimensi :

Diameter : 15,24 m

Tinggi : 7,31 m

Harga : \$ 544.093

11. Cooling Tower (CT - 01)

Tugas : Mendinginkan kembali air pendingin yang telah dipergunakan untuk disirkulasi kembali

Jenis : *Inducted Draft Cooling Tower*

Air yang menguap : $6,94 \times 10^{-5}$ m³/jam

Air yang disirkulasi : 0,003 m³/jam Kapasitas : 0,002 m³

Dimensi :

Panjang : 0,050 m

Lebar : 0,025

Tinggi : 1,222 m

Harga : \$424.828

12. *Kation Exchanger* (KE - 01)

Tugas : Mengikat ion - ion positif yang ada dalam air lunak

Jenis : Silinder Tegak

Volume : 0,0103 m³

Dimensi :

Tinggi : 0,914 m

Diameter : 1,016 m

Harga : \$ 17.846

13. *Anion Exchanger* (AE - 01)

Tugas : Mengikat ion - ion negatif yang ada dalam air lunak

Jenis : Silinder Tegak

Volume : 0,0385 m³

Dimensi :

Tinggi : 0,446 m

Diameter : 1,956 m

Harga : \$17.846

14. Deaerator (D - 01)

Tugas : Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air seperti O₂,CO₂ dan lain – lain

Jenis : Silinder Tegak

Volume : 4,4419 m³

Dimensi :

Tinggi : 2,335 m

Diameter : 1,557 m

Harga : \$77.888

15. Boiler (BLU - 01)

Tugas : Membangkitkan steam jenuh tekanan 2,177 atm pada suhu 240,05°F sebanyak

Jenis : Water tube boiler

Kebutuhan Bahan Bakar : 113,88 liter/jam

Kebutuhan Air : 1847,8 kg/jam

Jumlah : 1

Harga : \$131.463

16. Tangki Bahan Bakar (TU - 08)

Tugas : Menyimpan bahan bakar untuk persediaan 10 hari sebagai bahan bakar *Boiler*

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Volume : 13,386 m³

Dimensi :

Tinggi : 3,6576 m

Diameter : 4,572

Harga : \$622.444

17. Pompa Utilitas (PU - 01)

Tugas : Mengalirkan air dari sungai menuju Bak Pengendap awal (BU - 01) dengan kecepatan 2650,122 Kg/j

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed flow impeller*

Bahan : *Carbon steel*

Kapasitas pompa : 38,284gpm

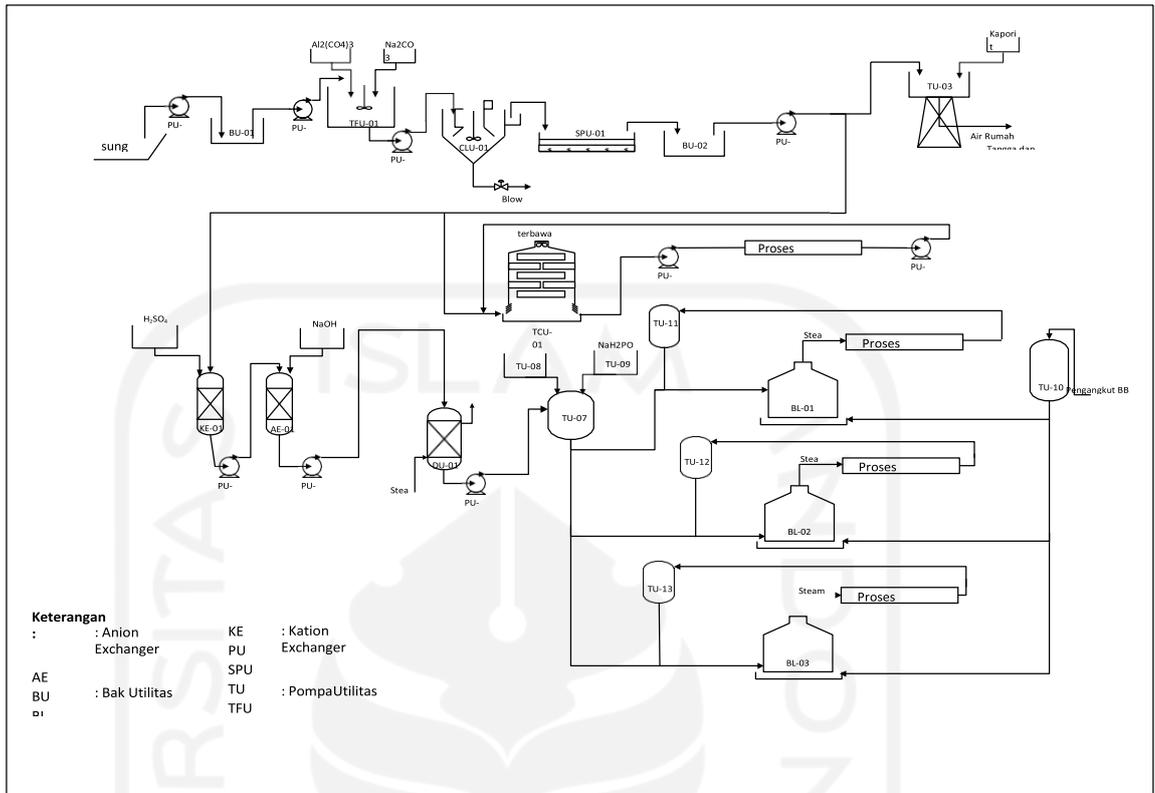
Head pompa : 6,5407 ft

Tenaga Pompa : 0,5HP

Harga : \$ 2313,76

Tabel 4. 19. Spesifikasi Pompa Utilitas

Nama	Kapasitas (gpm)	Head pompa (ft)	Tenaga pompa (hP)	Jumlah	Harga (\$)
PU-02	38,284	6,5407	0,5	1	\$ 2.313,76
PU-03	38,284	3,1678	0,5	1	\$ 2.313,76
PU-04	38,284	1,1177	0,5	1	\$ 2.313,76
PU-05	311,085	6,7264	0,5	1	\$ 1.682,73
PU-06	4,566	2,1639	0,5	1	\$ 1.682,73
PU-07	9,052	1,1320	0,5	1	\$ 2.313,76
PU-08	4,566	3,000	0,5	1	\$ 2.313,76
PU-09	338,423	5,9639	3	1	\$ 2.313,76
PU-10	9,051	1,0092	0,5	1	\$ 2.313,76
PU-11	9,051	3,0106	0,5	1	\$ 2.313,76
PU-12	93,369	1,0235	0,5	1	\$ 2.313,76



Gambar 4.5 Gambar Utilitas

4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik etil akrilat yang akan didirikan ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk 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 atas beberapa faktor sebagai berikut :

1. Mudah 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. Efisiensi dari manajemen
Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.
5. Lapangan usaha lebih luas
Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
7. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
8. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
9. Mudah bergerak di pasar global.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang – undang hukum dagang
2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.
3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham - saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang pemburuhan.

4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Untuk menjalankan segala aktivitas di dalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing - masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing - masing personil dalam perusahaan tersebut.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain:

- a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- b) Pendelegasian wewenang
- c) Pembagian tugas kerja yang jelas
- d) Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- e) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- f) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap azas - azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : sistem *line* dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan 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.

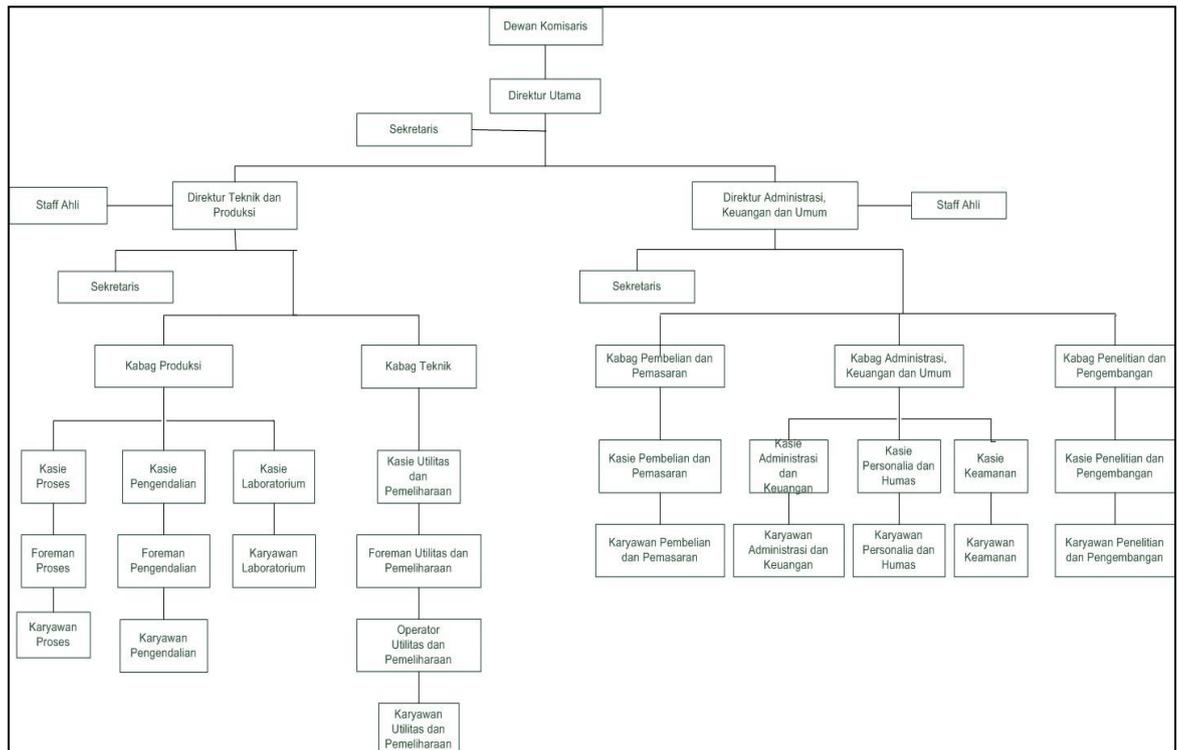
Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

- a) Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
- b) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- c) Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- d) Penyusunan program pengembangan manajemen.

- e) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik etil akrilat dari asam akrilat dan etanol dengan kapasitas 24.000 ton/tahun.



Gambar 4. 6 Struktur Organisasi Perusahaan

4.7.3 Tugas dan Wewenang

4.7.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan dana modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) dan menyelenggarakan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

- Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- Mengangkat dan memberhentikan direktur

- c) Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.7.4 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 :

- a) Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber – sumber dana dan pengarah pemasaran.
- b) Mengawasi tugas - tugas direktur.
- c) Membantu direktur dalam tugas - tugas penting.

4.7.5 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:

- a) Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
- b) Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
- c) Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- d) Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

- a) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.

- b) Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala - kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

- a) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.
- b) Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala - kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.7.6 Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari 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:

- a) Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- b) Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
- c) Mempertinggi efisiensi kerja.

4.7.7 Kepala Bagian

a. Kepala Bagian Produksi

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

Kepala Bagian Produksi membawahi :

1. 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.
- 2. Seksi Pengendalian
Tugas Seksi Pengendalian meliputi
 - Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan kerja pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada
- 3. Seksi Laboratorium
Tugas Seksi Laboratorium meliputi
 - Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
 - Mengawasi dan menganalisa produk
 - Mengawasi kualitas buangan pabrik

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain :

- Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan.
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya

Kepala Bagian Teknik Membawahi:

1. Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain :

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

2. Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas antara lain:

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, steam, dan tenaga listrik.

c. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran antara lain :

- 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 :

1. 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.

2. Seksi Pemasaran

Tugas seksi pemasaran antara lain:

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

d. Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum

Tugas kepala bagian administrasi, keuangan dan umum:

- 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:

1. Seksi Administrasi Keuangan

Tugas seksi administrasi keuangan antara lain:

- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

2. 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.

3. Seksi Humas

Tugas seksi humas antara lain :

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

4. 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.

e. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas kepala bagian penelitian dan pengembangan antara lain :

- Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan produksi.
- Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi:

1. Seksi Penelitian
2. Seksi Pengembangan

4.7.8 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya

sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.7.9 Status Karyawan

Sistem pengupahan karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan ini dapat dibagi menjadi 3 golongan, sebagai berikut :

- a) **Karyawan Tetap**
Karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.
- b) **Karyawan Harian**
Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.
- c) **Karyawan Borongan**
Karyawan yang digunakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.7.10 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shut down*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

- a) **Karyawan *Non Shift***
Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan *non shift* adalah : Direktur Utama, Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di

Tabel Jadwal kerja shift tiap regu

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

Keterangan : P = Shift Pagi

S = Shift Siang

M = Shift Malam

L = Libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan presensi dan masalah presensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

4.7.11 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.7.11.1 Jabatan dan Keahlian

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana S-1 sampai lulusan SMP. Perinciannya sebagai berikut :

Tabel 4. 20 Jabatan dan keahlian

No.	Jabatan	Keahlian
1	Direktur Utama	Magister Teknik Kimia
2	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4	Staf Ahli	Sarjana Teknik Kimia dan Ekonomi
5	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
6	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin
7	Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
10	Kepala seksi Personalia dan Humas	Sarjana Sosial
11	Kepala Seksi Keamanan	Ahli Madya
12	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Industri/Ekonomi
13	Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	Sarjana Industri/Ekonomi
14	Kepala Seksi Proses	Sarjana Teknik Kimia
15	Kepala Seksi Pengendalian	Sarjana Teknik Kimia
16	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
17	Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	Sarjana Teknik Kimia
18	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
18	<i>Foreman</i> Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
20	Operator Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
21	<i>Foreman</i> Teknik	Ahli Madya Teknik Mesin

No.	Jabatan	Keahlian
22	Operator Teknik	Ahli Madya Teknik Mesin
23	Foreman Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
24	Operator Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
25	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	Ahli Madya Teknik Industri/Ekonomi
26	Karyawan Administrasi dan Keuangan	Ahli Madya Ekonomi
27	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	Ahli Madya Teknik Kimia
28	Karyawan Personalia dan Humas	Ahli Madya Sosial
29	Karyawan Keamanan	Lulusan SMA
30	Karyawan Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
31	Karyawan Pengendalian	Ahli Madya Teknik Kimia
32	Karyawan Laboratorium	Ahli Madya Teknik Kimia
33	Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	Ahli Madya Teknik Kimia
34	Sekretaris	Ahli Madya Sekretaris
35	Medis	Dokter
36	Paramedis	Sarjana Keperawatan
37	Sopir	Lulusan SMP
38	Cleaning Service	Lulusan SMP

4.7.11.2 Perincian Jumlah Karyawan

Jumlah Karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat di selenggarakan dengan baik dan efisien. Berikut merupakan princiian jumlah karyawan menurut jabatannya :

Tabel 4.21 Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

Jabatan	Jumlah
Direktur Utama	1
Direktur Teknik dan Produksi	1
Direktur Keuangan dan Umum	1
Staff Ahli	1
Ka. Bag. Produksi	1
Ka. Bag. Teknik	1
Ka. Bag. Pemasaran	1
Ka. Bag. Administrasi, Keuangan dan Umum	1
Ka. Sek. Proses	1
Ka. Sek. Pengendalian	1
Ka. Sek. Laboratorium	1
Ka. Sek. Utilitas	1
Ka. Sek. Instrument dan listrik	1
Ka. Sek. Pemeliharaan	1
Ka. Sek. Pemasaran	1
Ka. Sek. Administrasi dan Keuangan	1
Ka. Sek. Personalia dan Humas	1
Ka. Sek. Keamanan	1
Ka. Sek. K3	1
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	4
Karyawan Administrasi dan Keuangan	4

Karyawan K3	5
Karyawan Personalia dan Humas	5
Karyawan Keamanan	3
Karyawan Proses	8
Karyawan Pengendalian	6
Karyawan Instrument dan Listrik	6
Karyawan Pemeliharaan	6
Karyawan Utilitas	8
Karyawan Laboratorium	5
Operator Proses	25
Operator Utilitas	14
Supir	4
<i>Cleaning service</i>	5
Dokter	2
Perawat	3
Total	132

4.7.11.3 Penggolongan Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

a) Gaji Bulanan

Gaji diberikan kepada pegawai tetap. Besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

b) Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian

c) Gaji Lembur

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

Berikut penggolongan gaji menurut jabatannya :

Tabel 4. 22 Penggolongan gaji menurut jabatan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	45.000.000,00	45.000.000,00
Direktur Teknik dan Produksi	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Direktur Keuangan dan Umum	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Staff Ahli	1	35.000.000,00	35.000.000,00
Ka. Bag. Produksi	1	30.000.000,00	30.000.000,00
Ka. Bag. Teknik	1	30.000.000,00	30.000.000,00
Ka. Bag. Pemasaran	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Bag. Administrasi, Keuangan dan Umum	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Proses	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Pengendalian	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Laboratorium	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Utilitas	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Instrument dan listrik	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Pemeliharaan	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Ka. Sek. Pemasaran	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Sek. Administrasi dan Keuangan	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Sek. Personalia dan Humas	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Sek. Keamanan	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Sek. K3	1	20.000.000,00	20.000.000,00

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	4	10.000.000,00	40.000.000,00
Karyawan Administrasi dan Keuangan	4	10.000.000,00	40.000.000,00
Karyawan K3	5	10.000.000,00	50.000.000,00
Karyawan Personalia dan Humas	5	10.000.000,00	50.000.000,00
Karyawan Keamanan	3	10.000.000,00	30.000.000,00
Karyawan Proses	8	10.000.000,00	80.000.000,00
Karyawan Pengendalian	6	10.000.000,00	60.000.000,00
Karyawan Instrument dan Listrik	6	10.000.000,00	60.000.000,00
Karyawan Pemeliharaan	6	10.000.000,00	60.000.000,00
Karyawan Utilitas	8	10.000.000,00	80.000.000,00
Karyawan Laboratorium	5	10.000.000,00	50.000.000,00
Operator Proses	25	9.000.000,00	225.000.000,00
Operator Utilitas	14	9.000.000,00	126.000.000,00
Supir	4	7.000.000,00	28.000.000,00
<i>Cleaning service</i>	5	5.000.000,00	25.000.000,00
Dokter	2	10.000.000,00	20.000.000,00
Perawat	3	9.000.000,00	27.000.000,00
Total	132		1.561.000.000,00

4.7.12 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa :

- 1) Tunjangan
 - a) Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.

- b) Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
- c) Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2) Cuti

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

3) Pakaian Kerja

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

4) Pengobatan

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

5) Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 3.000.000,00 per bulan.

Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain:

- a. Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
- b. Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
- c. Sarana peribadatan seperti masjid.
- d. Pakaian seragam kerja dan peralatan - peralatan keamanan seperti *safety helmet*, *safety shoes* dan kacamata, serta tersedia pula alat - alat keamanan lain seperti *masker*, *ear plug*, sarung tangan tahan api.

- e. Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.

4.8 Manajemen Produksi

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

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan - penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian. Dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

a. Perencanaan Produksi

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

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi dua kemungkinan :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.

- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran lain.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

a. Material (Bahan Baku)

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (Tenaga Kerja)

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

c. Mesin (Peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin.

Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu

b. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1. Pengendalian kualitas

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

2. Pengendalian kuantitas

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

3. Pengendalian waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian bahan proses

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

4.9 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor - faktor yang ditinjau adalah :

1. *Return On Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow*
4. *Break Even Point*

5. *Shut Down Point*

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut :

1. Penentuan modal industri (*Total Capital*

Investment) Meliputi :

- a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

2. Penentuan biaya produksi total (*Total*

Production Cost) Meliputi :

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
- c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik etil akrilat beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2014. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain di perhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

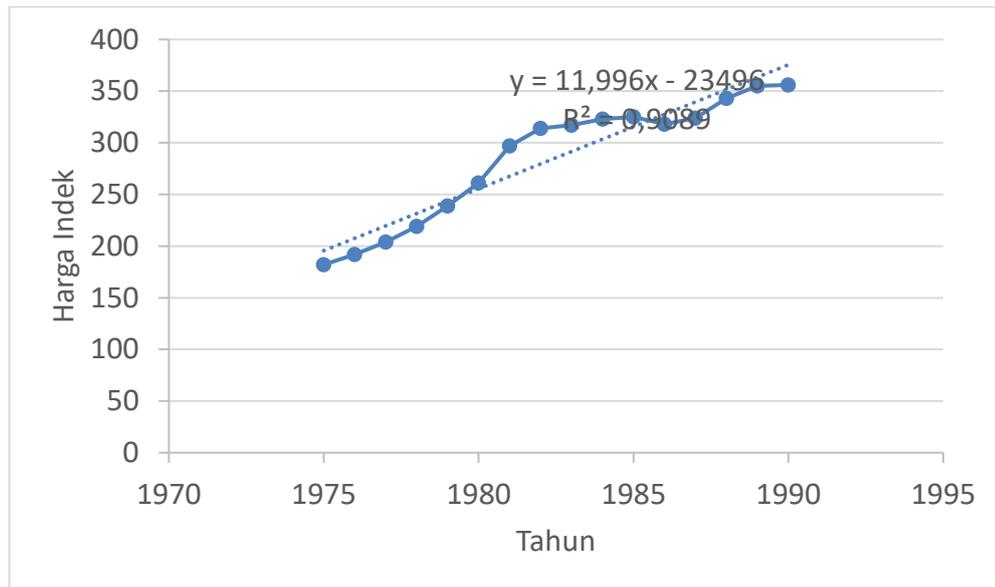
Harga indeks tahun 2014 diperkirakan secara garis besar dengan menggunakan data indeks dari tahun 1975 sampai 1990, dicari dengan

persamaan regresi linier.

Tabel 4. 23 Harga Indeks

Tahun	Index
1975	182
1976	192
1977	204
1978	219
1979	239
1980	261
1981	297
1982	314
1983	317
1984	323
1985	325
1986	318
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356

Dari data table di atas dibuat data grafik indeks harga sebagai berikut :



Gambar 4. 7 indeks Harga

Dengan menggunakan grafik tersebut dibuat persamaan regresi linier, sehingga diperoleh persamaan :

$$y = 11,996x - 23496$$

Dengan menggunakan persamaan di atas dapat di cari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini indeks pada tahun 2025 = 698,275

Harga – harga alat dan lainnya di perhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya di tentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat di cari dengan persamaan :

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (\text{Aries \& Newton, 1995})$$

Dalam hubungan ini :

Ex : harga pembelian pada tahun 2025

Ey : harga pembelian pada tahun referensi 2014

Nx : index harga pada tahun 2025

Ny : index harga pada tahun referensi 2014

4.9.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Etil Akrilat = 24.000 ton/tahun

Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2026
Kurs mata uang	= 1 US\$
	= Rp 14.238,- (11Juni2020)
Harga bahan baku (asam akrilat)	= Rp 360.811.223.177
Harga bahan baku (Etanol)	= Rp 288.258.155.513
Harga katalis	= Rp 11.880.000.000
Harga Jual	= Rp 1.713.960.000.000

4.9.3 Perhitungan Biaya

4.9.3.1 Capital Investment

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran – pengeluaran yang di perlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital *investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

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

4.9.3.2 Manufacturing Cost

Manufacturing cost merupakan jumlah Direct, Indirect dan Fixed Manufacturing Cost, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries & Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi :

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Cost*

Fixed Cost adalah biaya – biaya tertentu yang selalu di keluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

4.9.3.3 General Expense

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

4.9.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat di kategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka di lakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang di gunakan untuk menyatakan kelayakan adalah sebagai berikut

4.9.4.1 Percent Return On Investment

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat di hasilkan dari tingkat investasi yang di keluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

4.9.4.2 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah :

- Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum di dapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum di kurangi depresiasi.
- Waktu minimum teoritis yang di butuhkan untuk pengembalian modal tetap yang di tanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun di tambah dengan penyusutan.
- Waktu pengembalian modal yang di hasilkan berdasarkan keuntungan yang di peroleh. Perhitungan ini di perlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah di lakukan akan kembali.

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

4.9.4.3 Break Event Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah :

- Titik impas produksi (suatu kondisi di mana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang di jual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus di capai agar mendapat keuntungan.
- Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan akan untung jika beroperasi

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

Dalam hal ini :

Fa : Annual Fixed Manufacturing Cost pada produksi maksimum

Ra : Annual Regulated Expense pada produksi maksimum

Va : Annual Variable Value pada produksi maksimum

Sa : Annual Sales Value pada produksi maksimum

4.9.4.4 Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

- Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi di hentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).
- Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
- Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

4.9.4.5 Discounted Cash Flow Rate Of Return(DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

- Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik

Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$(FC + WC)(1 + i)^N = C \sum_{n=0}^{n-N-1} (1 + i)^N + WC + SV$$

Dimana :

FC	:Fixed Capital
WC	: Working Capital
SV	: Salvage Value
C	: Cash Flow
n	: umur pabrik
i	: Nilai DCFR

4.9.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik Etil Akriolat memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing-masing disajikan pada table sebagai berikut :

Tabel 4. 24 Physical Plant Cost

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Purchased Equipment cost	24.210.940.637	1.695.087,91
2	Delivered Equipment Cost	6.052.735.159	423.771,98
3	Instalasi cost	4.081.191.970	285.737,73
4	Pemipaan	13.502.910.115	945.383,33
5	Instrumentasi	6.076.498.597	425.435,73
6	Insulasi	947.888.922	66.364,83
7	Listrik	2.421.094.064	169.508,79
8	Bangunan	64.548.000.000	4.519.218,65
9	Land & Yard Improvement	38.874.000.000	2.721.697,12
	Total	160.715.259.464	11.252.206,08

Tabel 4. 25 Direct Plant Cost (DPC)

No	Type of Capital Investment	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Engineering and Construstion	40.178.814.866	2.813.051,5204
	DPC	200.894.074.330	14.065.257,6020

Tabel 4. 26 Fixed Capital Investment (FCI)

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya, \$
1	Direct Plant Cost	200.894.074.330	14.065.257,60
2	Cotractor's fee	20.089.407.433	1.406.525,76
3	Contingency	50.223.518.582	3.516.314,40
	Jumlah	271.207.000.345	18.988.097,76

Tabel 4. 27 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	660.949.378.691	46.275.248,8056
2	Labor	21.828.000.000	1.528.250,3676
3	Supervision	2.182.800.000	152.825,0368
4	Maintenance	21.696.560.028	1.519.047,8210
5	Plant Supplies	3.254.484.004	227.857,1732
6	Royalty and Patents	17.139.600.000	1.200.000,0000
7	Utilities	1.906.251.843	133.462,9870
	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	728.957.074.565	51.036.692,1911

Tabel 4. 28 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	4.365.600.000	305.650,0735
2	<i>Laboratory</i>	4.365.600.000	305.650,0735
3	<i>Plant Overhead</i>	17.462.400.000	1.222.600,2941
4	<i>Packaging and Shipping</i>	514.188.000.000	36.000.000,0000
	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	540.381.600.000	37.833.900,4411

Tabel 4. 29 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	27.120.700.035	1.898.810
2	<i>Propertu taxes</i>	5.424.140.007	379.762
3	<i>Insurance</i>	2.712.070.003	189.881
	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	35.256.910.045	2.468.453

Tabel 4. 30 Total Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	728.957.074.565	51.036.692,1911
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	540.381.600.000	37.833.900,4411
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	35.256.910.045	2.468.452,7092
	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	1.304.595.584.610	91.339.045,3413

Tabel 4. 31 Working Capital (WC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	14.020.138.336	981.596,19
2	<i>Inproses Onventory</i>	1.976.659.977	138.392,49
3	<i>Product Inventory</i>	27.673.239.674	1.937.494,90
4	<i>Extended Credit</i>	36.356.727.273	2.545.454,55
5	<i>Available Cash</i>	118.599.598.601	8.303.549,58
	<i>Working Capital (WC)</i>	198.626.363.860	13.906.487,70

Tabel 4. 32 General Expense (GE)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	78.275.735.077	5.480.342,72
2	<i>Sales Expense</i>	130.459.558.461	9.133.904,53
3	<i>Research</i>	36.528.676.369	2.557.493,27
4	<i>Finance</i>	9.396.667.284	657.891,71
	<i>General Expenses(GE)</i>	254.660.637.191	17.829.632,23

Tabel 4. 33 Total Biaya Produksi

Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	1.304.595.584.610,320	91.339.045,34
<i>General Expenses(GE)</i>	254.660.637.190,839	17.829.632,23
<i>Total Production Cost (TPC)</i>	1.559.256.221.801,150	109.168.677,57

Tabel 4. 34 Fixed Cost (Fa)

Komponen	Biaya (Rp)
Depresiasi	27.120.700.035
Proerty Taxes	5.424.140.007
Asuransi	2.712.070.003
TOTAL Fa	35.256.910.045

Tabel 4. 35 Variable Cost (Va)

Komponen	Biaya (Rp)
Raw Material	660.949.378.691
Packaging and Shipping	514.188.000.000
Utilities	1.906.251.843
Royalty & Patent	17.139.600.000
TOTAL Va	1.194.183.230.534

Tabel 4. 36 Regulated Cost (Ra)

Komponen	Biaya (Rp)
Gaji Karyawan	21.828.000.000
Payroll Overhead	4.365.600.000
Supervision	2.182.800.000
Plant Overhead	17.462.400.000
Laboratorium	4.365.600.000
General Expense	254.660.637.191
Maintenance	21.696.560.028
Plant Supplies	3.254.484.004
TOTAL Ra	329.816.081.223

4.9.6 Analisa Keuntungan

Harga Jual produk Etil Akrilat = Rp 71.190

Annual Sales (Sa) = Rp 1.713.960.000.000

Total Cost	= Rp 1.559.256.221.801
Keuntungan sebelum Pajak	= Rp 154.703.778.199
Pajak Pendapatan	= 30%
Keuntungan setelah pajak	= Rp 108.292.644.739

4.9.7 Analisa Keuntungan

4.9.7.1 Percent Return On Investment

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

ROI sebelum pajak = 57,04%

ROI sesudah pajak = 39,93%

4.9.7.2 Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

POT sebelum pajak = 1,49 Tahun

POT sesudah pajak = 2,00 Tahun

4.9.7.3 Pay Out Time (POT)

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

BEP = 46,45%

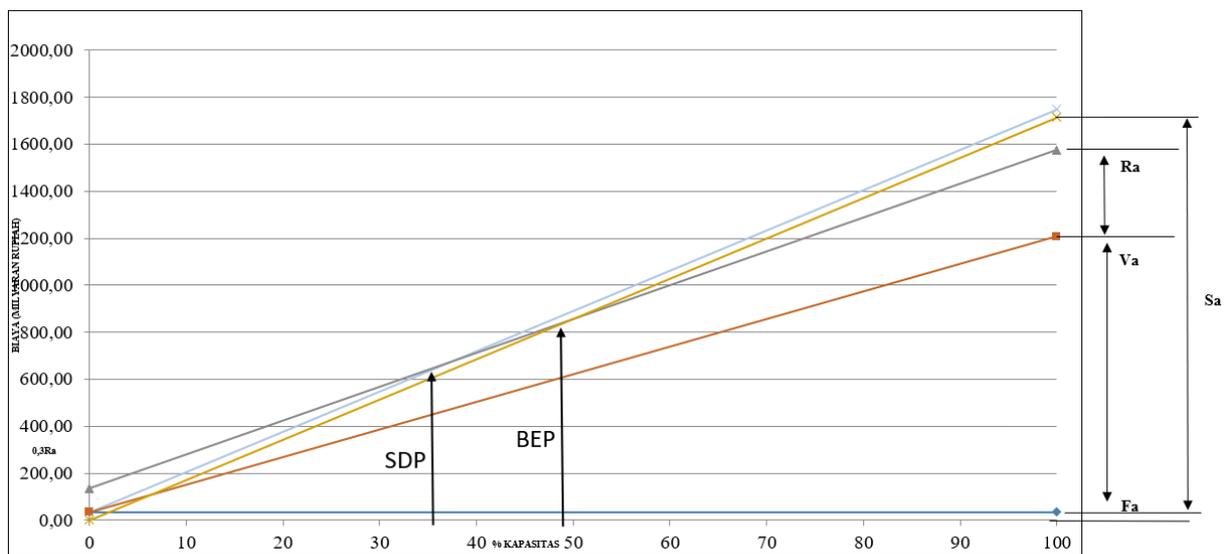
4.9.7.4 Shut Down Point (SDP)

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

SDP = 34,25%

4.9.7.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur pabrik = 10 Tahun
 Fixed Capital Investment = Rp 271.207.000.345
 Working Capital = Rp 198.626.363.860
 Salvage Value (SV) = Rp 27.120.700.035
 Cash Flow(CF) = Annual profit + depresiasi + finance
 CF = Rp 144.810.012.058



Gambar 4. 8 Grafik hubungan BEP dan SDP terhadap kapasitas produksi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam perancangan pabrik etil akrilat dari asam Akrilat dan ethanoldengan kapasitas 24.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan:

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka pabrik etil akrilat ini tergolong pabrik beresiko rendah.
2. Pabrik etil akrilat berbentuk didirikan didaerah kawasan industri Cilegon, Jawa Barat dengan luas tanah sebesar 12.958m²dengan jumlah karyawan 132 orang dan beroperasi selama 330 hari/tahun.
3. Pendirian pabrik Etil akrilat dengan kapasitas 24.000 ton/tahun dilatarbelakangi oleh pengurangan nilai import atau ketergantungan Etil akrilat dari luar negeri, juga sebagai penyedia bahan baku bagi pabrik-pabrik lainnya, sekaligus sebagai wujud pemulihan ekonomi Indonesia dan untuk menghadapi eraglobalisasi.
4. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :

a. Return On Investment (ROI)

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 57,04%, dan ROI setelah pajak sebesar 39,93%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% (Aries & Newton, 1955).

b. Pay Out Time (POT) :

POT sebelum pajak selama 1,49 tahun dan POT setelah pajak selama 2,00 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

Break Event Point (BEP) pada 46,45 %, dan *Shut Down Point (SDP)* pada 27 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.

c. Discounted Cash FlowRate (DCFR) besarnya 27,15 %.

Suku bunga bank saat ini adalah 6,00 % (www.bi.go.id), syarat minimum DCFR adalah 1,5 dikali suku bunga pinjaman yaitu 9,00%

jadi DCFR lebih besar dari suku bunga pinjaman di bank.

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik etil akrilat dengan kapasitas 24.000 ton/tahun ini layak dan dapat didirikan.



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. 2019. Statistic Indonesia. www.bps.go.id. Diakses pada tanggal 5 Maret 2019 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.
- Fogler, H.S. 2006. *Elements of Chemical Reaction Engineering*. 4th ed. Pearson Education Inc. Massachusetts.
- Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer*. Mc. Graw-Hill International Book Company Inc. New York.
- Kementrian Perindustrian Republik Indonesia. 2014. Profil Industri Petrokimia.
- Kirk, R. E., and Othmer D. F. 1998. *Encyclopedia of Chemical Technology, 4th ed.* The Interscience Encyclopedia Inc. New York.
- Matche. 2019. *equipment cost*. <http://www.matche.com/>. Diakses pada tanggal 12 Oktober 2019 pukul 20.00 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.
- PT. Chandra Asri Petrochemical. 2018. Paparan Publik Perseroan Tahun 2018.
- PT. Pertamina. 2019. Biosolar. <http://www.pertamina.com/>. Diakses pada tanggal 10 Maret 2019 pukul 10.00 WIB.
- PT. Syrindo Mono Indonesia. 2019. Toluena. <http://www.barito-pasific.com/>. Diakses pada tanggal 10 Maret 2019 pukul 13.00 WIB.

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

Yaws, C.L. 1999. Chemical Properties Handbook. Mc Graw Hill Handbooks. New York.

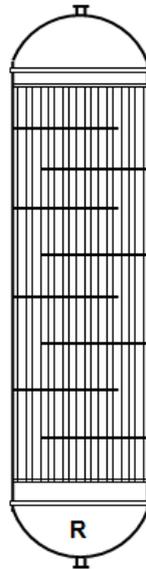
Wallas, S.M. Chemical Process Equipment. Mc. Graw Hill Book Koagakusha Company. Tokyo.





LAMPIRAN

Perancangan Reaktor (R-01)



Tugas reaktor: mereaksikan asam akrilat ($C_3H_4O_2$) dan etanol (C_2H_5OH) menjadi produk etil akrilat ($C_5H_8O_2$) dengan bantuan katalis Amberlyst 131-wet
Jenis reaktor : Fixed bed reaktor (multitube)



Neraca Massa Reaktor

Komponen	Q in (kJ/jam)	Q out (kJ/jam)
C_2H_5OH	246291,6390	44780,2980
$C_3H_4O_2$	310048,0860	31004,8086
$C_5H_8O_2$		349716,56815
H_2O	24170,9518	160064,8975
Steam		-5055,895
Total	580510,6769	580510,6769

Laju alir massa : 4000,828kg/jam

Q pendingin :
 Tekanan : 1 atm
 Temperatur : 80 °C

(Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes by Richard T., Richard C., Baile and Friend)

Densitas Campuran :

$$\rho_{campuran} = \rho_i \cdot X_i$$

$$\rho_i = \frac{BM_i \times P}{R \times T}$$

P = 1 atm
 T = 353 K
 R = 0,0821 L.atm/mol.K

(Berdasarkan laju alir masuk Reaktor)

Komponen (i)	ni (mol/jam)	fraksi mol i (Xi)	BM (g/mol)	ρi (gr/dm3)	ρcamp. (gr/dm3)
C2H5OH	28,546	3,99E-06	46,069	1,59	0,000
C5H8O2	7151428,571	1,00E+00	100,12	3,455	3,455
H2O	195,991	2,74E-05	18,016	0,622	0,000
C3H4O2	31,400	4,39E-06	72,064	2,487	0,000
Total	7151684,509	1			3,455

$$\rho = \frac{m}{V} \quad V = \frac{m}{\rho}$$

Densitas Campuran : 3,455 gr/dm3
 Volumetrik Rate (V) : 1158132,204 dm3/jam

1. Spesifikasi Katalis

Jenis Katalis : Amberlyst-131 wet

Diameter Katalis : 0,8 mm
 Panjang : mm (US Patent 378388)
 GHSV : /jam
 Bentuk :
 Porositas :
 Densitas : 740 gr/cm³

2. Volume Katalis

$$LHSV = \frac{\text{Volumetrik rate gas}}{\text{Volume katalis (volume reaktor)}}$$

$$\text{Volume Katalis} = \frac{\text{Volumetrik rate gas}}{LHSV}$$

$$\text{Volumetrik rate gas} = 1158132,204 \text{ dm}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume katalis} = 356,198 \text{ dm}^3$$

$$\text{Faktor keamanan 20\%} = 427,438 \text{ dm}^3$$

3. Jumlah Tube (Nt)

$$1 \text{ in} = 0,0254 \text{ m}$$

$$1 \text{ ft} = 0,305 \text{ m}$$

$$\text{jumlah tube (Nt)} = \frac{\text{Volume katalis}}{(1 - X) \times (0,25 \pi ID^2 L)}$$

Spesifikasi tube : (Tabel 10. Kern)

OD (in) = 1,

BWG = 8

ID (in) = 0,67 = 0,02 m

Flow area per tube = 0,355 (in²)

Surface per lin = 0,1754 (ft²/ft)

Volume Katalis = 356,198 dm³ = 0,3562 m³

X = 0,6

ID = 0,017m

L (panjang tube) = 6,198 in = 2,44 m

Nt = 718

Nt = 718 (mengikuti standar Tabel 9.

Kern)

Shell ID (in) = 33

1-P = 718 tube

Tube OD (in) = 0,75 (3/4) (Tabel 9 Kern)

1 in square pitch

L (in) = 718

Laju alir umpan dalam tube masuk / jumlah tube = Feed = 1612,997 dm³/jam

4. Tebal Tube

$$tebal\ tube = \frac{P_{design} \times (r\ tube)}{f \times e - (0,6P_{design})} + C$$

P design = P operasi + P hidrostatik (psi)

P operasi = 25 atm

P hidrostatik = ρ.g.tinggi cairan

$$\begin{aligned}
 &= 617413,3 \text{ gr/m.s}^2 \\
 &= 617,4133 \text{ kg/m.s}^2 \\
 &= 617,4133 \text{ Pa} \\
 &= 0,00609 \text{ atm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{tinggi cairan} &= 718 \text{ in} \\
 &= 18,237 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{campuran}} &= 3,4546 \text{ gr/dm}^3 \\
 &= 3454,6 \text{ gr/m}^3
 \end{aligned}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}$$

$$P_{\text{design}} = 1 \text{ atm}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

Bahan yang digunakan adalah stainless steel SA-167 grade 11 tipe 316

$$\begin{aligned}
 \text{Allowable stress (f)} &= 8500 \text{ psia} \\
 &= 1112 \text{ F} = 600 \text{ }^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

(item 4, allowable stress p.342)

$$P_{\text{design}} = 1,2073 \text{ atm} = 17,754 \text{ psi}$$

$$r_{\text{tube}} = \text{Tube OD(in)}/2 = 0,375 \text{ in}$$

$$f = 8500 \text{ psia} = 578 \text{ (1 psia = 0,068}$$

atm)

$$\text{effisiensi penyambungan} = 0,8 \text{ atm}$$

$$C \text{ (faktor korosi)} = 0,0125 \text{ in/tahun} = 0,125 \text{ in}$$

$$\text{tebal tube} = \frac{P_{\text{design}} \times (r_{\text{tube}} \text{ (OD)})}{f \times e - (0,6P_{\text{design}})} + C$$

$$\text{tebal tube} = 0,12598 \text{ in} = 0,1875 \text{ in}$$

(mengikuti standar tabel 5.6 brownell young)

$$\text{ID tube} = \text{OD} - 2 (\text{tebal tube}) = 0,375 \text{ in}$$

$$\text{ID tube} = 0,375 \text{ in}$$

5. Diameter Shell

$$\text{ID shell} = 33 \text{ in} = 0,8382 \text{ m}$$

6. Tebal Shell

$$\text{tebal shell} = 0,16814 \text{ in}$$

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

(mengikuti standar tabel 5.6 brownell young)

$$\text{OD shell} = \text{ID shell} + 2 (\text{tebal shell})$$

$$= 33 + 0,375$$

$$\text{OD shell} = 36 \text{ in}$$

7. Tebal Head

$$\text{Tebal Head} =$$

$(P_{\text{design}} \times \text{radius of crown} \times W) / ((2 \times f \times e) - (0,2 \times P_{\text{design}}))$

$$r = 36$$

$$\text{icr} = 2,25 \text{ } 3 \frac{3}{4} \text{ (Tabel 5.7 Brownell young)}$$

$$W = 1/4 \times ((3 + (r/\text{icr}))^{0,5})$$

Torispherical head (Flanged and dishead head)

$$= 1,089$$

$$f = 578 \text{ atm}$$

$$e = 0,8$$

$$P \text{ design} = 1,006 \text{ atm}$$

$$\text{Tebal Head} = 0,04268 \text{ in}$$

$$\text{Tebal Head standar} = 0,1875 \text{ in} = 3/16$$

(Tabel 5.6 Brownell Young)

8. Tinggi head dan volume head

$$\text{Thickness (in)} = 0,1875 \text{ in}$$

$$\text{Sf dipilih} = 1,5 \text{ 1 1/2 in}$$

$$\text{Icr} = 0,5625 \text{ 4/7 in}$$

$$r = 30 \text{ in}$$

$$a = \text{ID}/2 = 13,5 \text{ in}$$

$$\text{AB} = a - \text{icr} = 12,9375 \text{ in}$$

$$\text{BC} = r - \text{icr} = 29,4375 \text{ in}$$

$$\text{AC} = (\text{BC}^2 - \text{AB}^2)^{0,5} = 26,442 \text{ in}$$

$$b = r - \text{AC} = 3,5578 \text{ in}$$

$$\text{OA} = \text{Tinggi head} = \text{th} + b + \text{Sf}$$

$$= 0,1875 + 3,5578 + 1,5$$

$$\text{Tinggi head} = 5,2453 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi head} = 0,13323 \text{ m}$$

$$1 \text{ in} = 0,0254 \text{ m}$$

$$\text{Volume head} = 2 \times 0,000076 \times \text{ID}^3$$

$$1 \text{ ft} = 0,305 \text{ m}$$

$$= 8,95\text{E-}05 \text{ m}^3$$

9. Reaktor dan volume reaktor

$$\begin{aligned} \text{Tinggi reaktor} &= \text{Tinggi shell} + 2 \times \text{Tinggi Head} \\ &= 18.2372 + 0,2665 \\ \text{Tinggi reaktor} &= 18,503 \text{ m} \quad \text{- Volume total} \\ \text{reaktor} \end{aligned}$$

$$V_t = V_{\text{silinder}} + V_{\text{head}} + 2V_{\text{sf}}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{silinder}} &= \frac{1}{4} \times \pi \times \text{ID}_{\text{shell}}^2 \times L \\ &= 0,006489 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dengan demikian direncanakan reaktor fixed bed dengan spesifikasi :

Shell :

ID	=	33 in	=	0,8382 m
OD	=	36 in	=	0,9144 m
Tebal shell	=	0,1875 in	=	0,0047625 m

Tube :

ID	=	0,375 in	=	0,009525 m
OD	=	0,75 in	=	0,01905 m
Jumlah tube dengan 1-P	=		=	1330 tube
Pitch	=	1 in triangular pitch	=	0,0254 m
Panjang tube	=	718 in	=	18,2372 m
Tebal tube	=	0,1875 in	=	0,0047625 m

Tebal head	=	0,1875 in	=	0,028575 m
Tinggi head	=	5,245346154 in	=	0,133231792 m
Volume head	=	8,95131E-05 m ³	=	8,95131E-05 m ³
Tinggi reaktor	=	18,50366358 m	=	18,50366358 m
Volume total	=	0,006605818 m ³	=	0,006605818 m ³

reaktor

Bahan yang digunakan adalah stainless steel SA-167 grade 11 tipe 316

Bentuk head *Torispherical head (Flanged and dishead head)*

$$V_{\text{head}} = 8,95\text{E-}05 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} V_{\text{sf}} &= \frac{1}{4} \times \pi \times \text{ID}_{\text{shell}}^2 \times \text{sf} \\ &= 1,36\text{E-}05 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

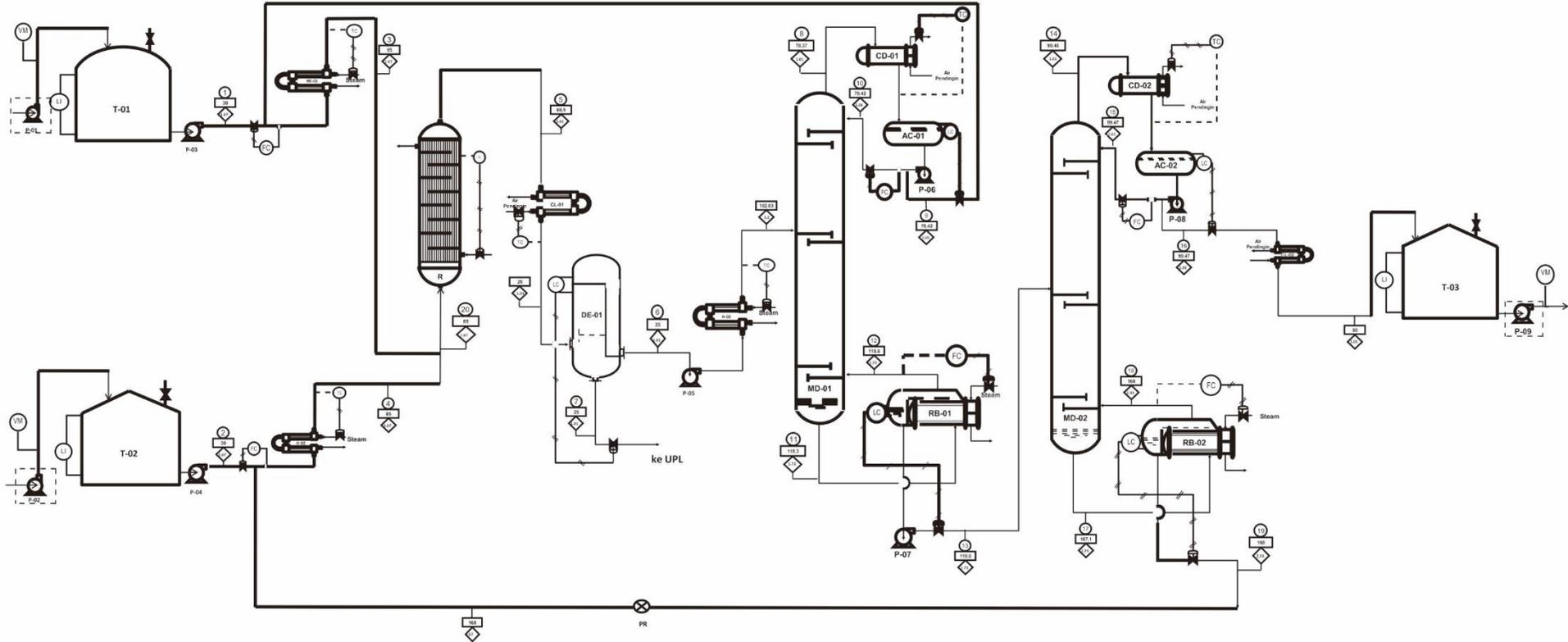
$$2V_{sf} = 2,71E-05 \text{ m}^3$$

$$V_t = 0,006606 \text{ m}^3$$



PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK ETIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN ETANOL

KAPASITAS PRODUKSI : 24.000 Ton/Tahun



No o r	Komponen			Laju Alir (kg/jam)																			
	Nama	Rumus Molekul	Massa Relative (kg/kgmol)	Nomor Arus																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Etanol	C ₂ H ₅ OH	46,069	1613,87	-	1651,66	-	176,05	308,31	-	4998,81	306,77	4692,05	8,67	11,37	1,54	21,90	5,85	16,05	0,00	0,00	0,00	1651,66
2	Etil Akrilat	C ₅ H ₈ O ₂	100,17	-	-	1,54	1,47	3124,77	3015,12	0,03	25,12	1,54	23,58	16215,41	10157,40	3013,58	4098,49	1094,15	3004,33	98,37	98,28	0,09	3,01
3	Air	H ₂ O	18,015	84,94	6,91	70,78	70,78	654,20	-	639,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	141,57
4	Asam Akrilat	C ₃ H ₄ O ₂	72,064	-	2295,02	-	2295,02	45,89	241,13	0,00	0,00	0,00	0,00	100,66	197,58	241,13	0,04	0,01	0,03	2920,30	2912,17	8,13	2295,02
Jumlah				1698,81	2301,92	1723,99	2367,27	4000,92	3564,56	639,10	5023,93	308,31	4715,63	16324,73	10366,35	3256,25	4120,43	1100,01	3020,42	3018,68	3010,45	8,23	4091,26

KETERANGAN			
AC	Accumulator	(CD)	Pressure Controller
CD	Condensor	(FC)	Flow Controller
CL	Cooler	(TC)	Temperatur Controller
DE	Decanter	(LC)	Level Controller
HE	Heater	(LI)	Level Indicator
MD	Menara Distilasi	(VM)	Volume Meter
P	Pompa	(N)	Nomor Arus
PR	Pressure Reducer	(T)	Temperatur, (°C)
R	Reaktor	(P)	Tekanan, (atm)
RB	Reboiler		

	PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA	
	PRARANCANGAN FLOW MULAW KAPASITAS PRODUKSI : 34.000 TON/TAHUN	
Dikerjakan oleh :	No. Mhs. :	
N A M A	: 1. Rizky Reklia R.	15521167
	: 2. Wahyu Setyati	15521171
DOSEN PEMBIMBING	: 1. Ir. Agus Taufiq, M.Sc.	
	: 2. Venetia Aethrea S. A., S.T.M.Eng.	