

LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK ETIL AKRILAT DARI ASAM
AKRILAT DAN ETANOL DENGAN KATALIS ASAM SULFAT
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN



Disusun Oleh

Puti Pertiwi (19130248D)

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SETIA BUDI

SURAKARTA

2018

LEMBAR PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK ETIL AKRILAT DARI ASAM
AKRILAT DAN ETANOL DENGAN KATALIS ASAM SULFAT
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Oleh :

PUTI PERTIWI

19130248D

Telah disetujui oleh Pembimbing

Pada tanggal 9 Agustus 2018

Pembimbing I



Argoto Mahayana, S.T., M.T

NIS. 01.99.039

Pembimbing II



Narimo, S.T., M.M

NIS. 01.96.025

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng

NIS. 01.96.023

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK ETIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT
DAN ETANOL DENGAN KATALIS ASAM SULFAT
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

Oleh :

PUTI PERTIWI

19130248D

Telah Dipertahankan didepan penguji
Pada Tanggal ~~11~~ September 2018

- Penguji 1 : Dr. Supriyono, M.T.
Penguji II : Dewi Astuti Herawati S.T., M.Eng.
Penguji III : Narimo, S.T.,M.M.
Penguji IV : Argoto Mahayana, S.T.,M.T.



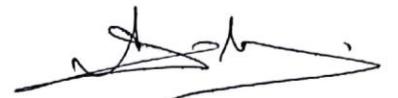
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi



Petrus Darmawan, S.T., M.T.
NIS.01.99.038

Ketua Program Studi
S1 Teknik Kimia



Dewi Astuti H, S.T., M.Eng
NIS.01.96.023

KATA PENGANTAR

Puji syukur dan doa penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta. Dalam penyusunan Laporan Tugas akhir ini penulis mengambil judul “Prarancangan Pabrik Etil Akrilat Dari Asam Akrilat dan Etanol dengan Katalis Asam Akrilat Kapasitas 15.00 ton/Tahun”.

Penulisan laporan penelitian ini tidak akan berhasil dengan baik dan lancar tanpa adanya izin dari Tuhan Yang Maha Esa dan kerjasama dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Dr. Djoni Tarigan, MBA, selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Petrus Darmawan. S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng., selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Kimia Universitas Setia Budi Surakarta.
4. Argoto Mahayana, S.T.,M.T dan Narimo, S.T.,M,M selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan laporan ini.
5. Dr. Supriyono,S.T.,M.T dan Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji dalam Tugas Akhir ini.
6. Orang Tua yang selalu memberikan dukungan doa dan motivasi dalam Tugas Akhir ini.

-
7. Teman-teman Program Studi S1 Teknik Kimia angkatan 2013 yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
 8. Semua pihak yang turut serta mendukung dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis telah bekerja dengan keras untuk menyelesaikan laporan ini, namun penulis sadar bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu segala saran dan kritik dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati, serta penulis juga berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya bagi pembaca.

MOTTO

Wahai orang-orang yang beriman! Jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya

Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.

(Q.S MUHAMMAD:7)

Ya Tuhanku, lapangkanlah dadaku, dan mudahkanlah urusanku, dan lepaskanlah

kekakuan dari lidahku agar mereka mengerti perkataanku.

(Q.S TAHA:25-28)

Laa Tahzan

Jangan pernah meragu dengan ketetapan Allah. Dari sedih kamu akan belajar

banyak hal yang tidak diajarkan oleh bahagia

Antara berjuang dan sabar itu sama-sama membutuhkan. Jika tidak ada salah

satunya, maka belum pantas di sebut pengorbanan.

Sudahkah BERSYUKUR hari ini?

SUJUD

Berbisik pada bumi, terdengar yang dilangit

Kejar Akhirat, maka dunia mengikuti

PERSEMBAHAN

Yang utama dan yang pertama puji syukur atas segala nikmat dan karunia **Allah SWT** yang masih memberi kesempatan untuk saya menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Skripsi ini kupersembahkan untuk yang selalu saya sayangi kedua orang tua saya **Bapak Wahyu Rohadi** atas kasih sayang dan segala dukungan yang diberikan selama proses pembuatan Tugas Akhir ini. Terimakasih selalu mendoakan dan tidak pernah berhenti menyemangati ketika timbul rasa lelah dan hampir putus asa, terimakasih untuk tidak marah ketika tahu bahwa anaknya akan lulus telat dibandingkan jurusan lainnya, dan **almarhumah Ibuk (Dyah Wahyu Winarsih)** yang telah mengajarkan banyak hal arti bersabar, kerja keras dan selalu mendoakan anak-anaknya menjadi anak yang sholeh dan sholehah.

Skripsi ini kupersembahkan untuk **Mbak Ana** dan **Om Yosua** yang selalu memberikan semangat, merangkul, dan membantu untuk segala hal selama 5 tahun ini.

Skripsi ini kupersembahkan untuk **Mbah Uti, Mbah Kakung, adik-adikku Samudra, Laras, Itsar, Hisyam, Azim, Nisa**. Serta **keluarga besar** yang selalu mendoakan dan memberi semangat untuk tidak meyerah.

Untuk Sahabatku **Nada, Dikha, dan Lu'lu'** terimakasih selalu ada disaat titik terendahku, masih bersama saat diatas maupun dibawah, dan selalu memberi dukungan serta doanya.

Untuk bapak **Arogoto Mahayana, S.T., M.T** dan bapak **Narimo, S.T., M.M** terimakasih telah membimbing saya dalam mengerjakan tugas akhir ini dari awal sampai pendadaran selama 1 tahun, terimakasih atas kesabaran serta semua ilmu yang diberikan selama mengerjakan tugas akhir ini.

Untuk Teman-teman satu angkatan Teknik kimia 2013 (**Lu'lu', Atika, Fristy, Intan, Nurul, Nuril, Nada, Dikha, Meini, Gani, Galih, Yusuf**) terimakasih sudah saling mengingatkan, belajar bersama, saling membantu, saling menyemangati dan saling mendoakan, sukses untuk kita semua.

Untuk bapak/ibu dosen yang memberikan ilmu selama kuliah (**Bu Dewi, Pak Dion, , Bu Happy, Bu Endah, Pak Argoto, Pak Petrus, Pak Seno, Pak Wisnu, Bu Peni, Pak Narimo, Pak Indra**), dan untuk **Pak Bowo** selaku TU fakultas teknik yang baik dan selalu membantu mengurus berkas.

Untuk **Solcan-Solgan (Firda,Nofika,Erni,Ovy,Nada,Lulu,NurMD), Grup Ligo' Az-zahra(Mbak Yofita,Nada,Lulu,Erni,Ovy), Sahabat Fosmi USB, Teman-teman KSR USB, Sedulur Karang Taruna (khususnya Titis, Erna, Rizal, Yanto, Wati), dan TPA BAROKAH** terimakasih untuk selalu mendoakan dan menyemangati setiap langkah ini dalam menyelesaikan skripsi.

Terimakasih untuk semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Persetujuan.....	ii
Lembar Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Motto dan Persembahan.....	vi
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar.....	xiv
Intisari	xv
BAB I Pendahuluan	1
1.1.Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2.Kapasitas Rancangan	2
1.3.Lokasi	4
1.4.Pemilihan Proses	7
1.5.Tinjauan Pustaka	9
BAB II Spesifikasi Bahan	22
1.1.Spesifikasi Bahan baku	22
1.2.Spesifikasi Bahan Pembantu	23
1.3.Spesifikasi Produk.....	23
BAB III Deskripsi Proses.....	25
3.1.Keterangan Proses	25
BAB IV Neraca Massa dan Neraca Panas	29
4.1. Neraca Massa	29
4.2. Neraca Panas	33
BAB V Spesifikasi Alat	37
5.1. Tangki Penyimpanan Asam Akrilat	37
5.2. Tangki Penyimpanan Etanol.....	37
5.3. Tangki Penyimpanan Asam Sulfat	38
5.4. Tangki Penyimpan Etil Akrilat.....	38

5.5.	Mixer	39
5.6.	Reaktor	39
5.7.	Tangki Akumulator	40
5.8.	<i>Kolom Destilasi</i>	40
5.9.	<i>Heat Exchanger</i>	41
5.10.	Pompa	45
BAB VI UTILITAS		51
6.1.	Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	51
6.1.1.	Unit Pengadaan dan Pengelolaan Air	51
6.1.2.	Unit Pengadaan Steam	57
6.1.3.	Unit Pengadaan Listrik	72
6.1.4.	Unit Pengadaan Bahan Bakar	74
6.1.5.	Unit Pengadaan Udara Tekan	75
6.1.6.	Unit Pengolahan Limbah	75
6.1.7.	Laboratorium	76
6.2.	Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	79
BAB VII Organisasi dan Tata Letak		82
7.1.	Struktur Organisasi	83
7.1.1.	Pemegang Saham.....	83
7.1.2.	Dewan Komisaris.....	84
7.1.3.	Direktur.....	84
7.1.4.	Staff Ahli	84
7.1.5.	Sekretaris	85
7.1.6.	Manager Produksi	85
7.1.7.	Manager Teknik.....	85
7.1.8.	Manager Umum dan Keuangan	85
7.1.9.	Manager Pembelian dan Pemasaran	86
7.2.	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	86
7.2.1.	Sistem Kepegawaian.....	86
7.2.2.	Sistem Gaji.....	86
7.2.3.	Perincian Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan	96

7.2.4.	Perincian Golongan dan Gaji Pegawai	89
7.2.5.	Pembagian Jam Kerja Karyawan	91
7.3.	Kesejahteraan Karyawan	93
7.4.	Manajemen Produksi	93
7.4.1.	Perencanaan Produksi	194
7.4.2.	Pengendalian Proses	95
7.5.	Tata Letak (Layout) Pabrik	96
BAB VIII Evaluasi Ekonomi		101
8.1.	Perhitungan Biaya	104
8.2.	<i>Total Fixed Capital Investment</i>	106
8.3.	<i>Working Capital</i>	107
8.4.	<i>Manufacturing Cost</i>	107
8.5.	<i>General Expenses</i>	108
8.6.	Analisis Ekonomi	108
8.6.1.	<i>Return on Investment (ROI)</i>	109
8.6.2.	<i>Pay out Time (POT)</i>	110
8.6.3.	<i>Break Even Point (BEP)</i>	110
8.6.4.	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	112
8.6.5.	<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	112
BAB IX Kesimpulan		115
Daftar Pustaka		116

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data Impor Etil Akrilat di Indonesia.....	2
Tabel 2. Kebutuhan Etil Akrilat di Dunia	3
Tabel 3. Kapasitas Pabrik yang telah Berproduksi	4
Tabel 4. Perbandingan Proses Pembuatan Etil Akrilat	14
Tabel 4.1 Neraca Massa Sekitar Mixer	29
Tabel 4.2 Neraca Massa Sekitar Reaktor	30
Tabel 4.3 Neraca Massa Sekitar Decanter	31
Tabel 4.4 Neraca Massa Sekitar Menara Destilasi.....	32
Tabel 4,5 Neraca Massa Total.....	32
Tabel 4.6 Neraca Panas Sekitar Mixer	33
Tabel 4.7 Neraca Panas Sekitar Heater 1	33
Tabel 4.8 Neraca Panas Sekitar Haeter 2	34
Tabel 4.9 Neraca Panas Sekitar Reaktor	34
Tabel 5.0 Neraca Panas Sekitar Cooler 1	35
Tabel 5.1 Neraca Panas Sekitar Decanter	35
Tabel 5.2 Neraca Panas Sekitar Heater 3	36
Tabel 5.3 Neraca Panas Sekitar Menara Destilasi	36
Tabel 5.4 Neraca Panas Sekitar Cooler 2.....	36
Tabel 6.1 Kebutuhan Air Proses	52
Tabel 6.2Kebutuhan Air Pendingin	53
Tabel 6.3 Kebutuhan Air Sanitasi	54
Tabel 6.4 Kebutuhan Air untuk Steam.....	55

Tabel 6.5 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	72
Tabel 6.6 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	73
Tabel 7.1 Jumlah Karyawan.....	87
Tabel 7.2 Daftar Gaji Karyawan	89
Tabel 7.3 Pembagian Shift Karyawan.....	92
Tabel 8.1 Cost Index Chemical Plant.....	102
Tabel 8.2 Total Fixed Capital Investment.....	106
Tabel 8.3 Working Capital.....	107
Tabel 8.4 Manufacturing Cost.....	107
Tabel 8.5 General Expanses	108
Tabel 8.6 Fixed Cost	110
Tabel 8.7 Variable Cost.....	111
Tabel 8.8 Regulated Cost	111

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Grafik Hubungan Impor Etil Akrilat si Indonesia.....	3
Gambar 2. Peta Lokasi Pabrik.....	7
Gambar 3. Diagram Alir Kualitatif	27
Gambar 4. Diagram Alir Kuantitatif	28
Gambar 5. Design Pengolahan Air.....	60
Gambar 6. Struktur Organisasi Perusahaan	98
Gambar 7. Tata Letak Pabrik	99
Gambar 8. Tata Letak Alat.....	100
Gambar 9. Grafik Hubungan Tahun dengann Cost Index.....	103
Gambar 10. Grafik Analisis Kelayakan Ekonomi.....	114

INTISARI

Pembuatan Etil Akrilat secara kontinyu dengan pertimbangan untuk proses dalam skala besar. Pabrik Etil Akrilat luas area sebesar 20.381 m², pabrik Etil Akrilat akan didirikan pada tahun 2020, lokasi pabrik berada di Kawasan Industri Krakatau Steel, Banten. Lokasi pabrik berdekatan dengan PT. Nippon Shokubai Indonesia (NSI) dan PT. Bukitmanikam Subur Persada yang menyediakan bahan baku untuk pembuatan Etil Akrilat, Pabrik Etil Akrilat memiliki kapasitas sebesar 15.000 ton/Tahun, selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri Etil Akrilat yang diproduksi akan diimpor ke negara.

Pembuatan Etil Akrilat berlangsung pada fase cair dengan menggunakan reaktor CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*) dengan kondisi tekanan 1 atm, suhu 90°C. Bahan Baku yang digunakan adalah Asam Akrilat 99,8% sebesar 12.208.542,33 kg/tahun dan Etanol 95,57% sebesar 7.378.763,39 kg/tahun, untuk katalis digunakan katalis Asam Sulfat 98% sebesar 880.088,21 kg/tahun.

Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik ini dengan modal tetap (FCI) Rp 414,532,325,143.17 dan modal kerja Rp 78,913,812,418.29 Keuntungan sebelum pajak Rp 115,312,809,422.85 pertahun setelah dipotong pajak sebesar 30% keuntungan mencapai Rp 80,718,966,596.00 pertahun. *Return On Investment* (ROI) 19%. *Pay Out Time* (POT) adalah 3,4 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 43%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 21% Dari data analisis kelayakan diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak didirikan.

Kata kunci : Etil Akrilat, *Continuous Stirred Tank Reactor*

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sebagai salah satu negara yang sedang berkembang, Indonesia melakukan pengembangan diberbagai bidang, salah satunya yaitu pembangunan dibidang industri kimia. Perkembangan ini di dorong dengan semakin meningkatnya kebutuhan pangsa pasar di dalam maupun di luar negeri. Salah satu industri petrokimia yang berkembang pesat dewasa ini adalah produksi asam akrilat berikut esternya. Etil akrilat, jenis ester akrilat ini ikut andil dalam meramaikan pasar produk bahan-bahan kimia. Permintaan akan etil akrilat mengalami peningkatan dari tahun ke tahun selaras dengan makin beragamnya penggunaan produk ini. Etil akrilat merupakan bahan baku pembuatan emulsion dan solution polymer. Emulsion polymer dari akrilat banyak digunakan sebagai cat (coatings), tekstil, bahan perekat (adhesive), kertas, pengkilap lantai, industri kulit, keramik dan sebagai kopolimer dari acrylic fiber. Sedangkan solution polymer dari akrilat utamanya digunakan dalam industri cat (coatings).

Konsumsi etil akrilat akan terus meningkat dari tahun ke tahun baik di pasar dalam negeri maupun luar negeri seiring dengan pertumbuhan ekomoni saat ini. Sehingga memungkinkan untuk pendirian pabrik etil akrilat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta dilakukan eksport ke luar negeri. Bahan baku etanol yang digunakan dalam pembuatan etil akrilat diperoleh dari PT. Bukitmanikam Subur Persada, Lampung. Sedangkan asam akrilat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai Indonesia (NSI),

Cilegon. Sehingga ketersediaan bahan baku tidak menjadi masalah karena cukup tersedia di Indonesia.

Kebutuhan akan etil akrilat dari tahun ke tahun semakin meningkat dan di Indonesia masih mengimpor dari luar negeri. Impor etil akrilat di Indonesia dari tahun 2010 sampai tahun 2015 berdasarkan data BPS (Biro Pusat Statistik) yaitu sekitar 27.144 ton per tahun. Untuk memenuhi kebutuhan etil akrilat tersebut, maka di rencanakan akan didirikan pabrik etil akrilat, yang berlokasi di Cilegon, Banten dengan kapasitas 34.000 ton per tahun. Etil akrilat sangat dibutuhkan di Indonesia dan prospeknya sangat cemerlang.

1.2 Kapasitas Rancangan

Untuk menentukan kapasitas pabrik etil akrilat, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya :

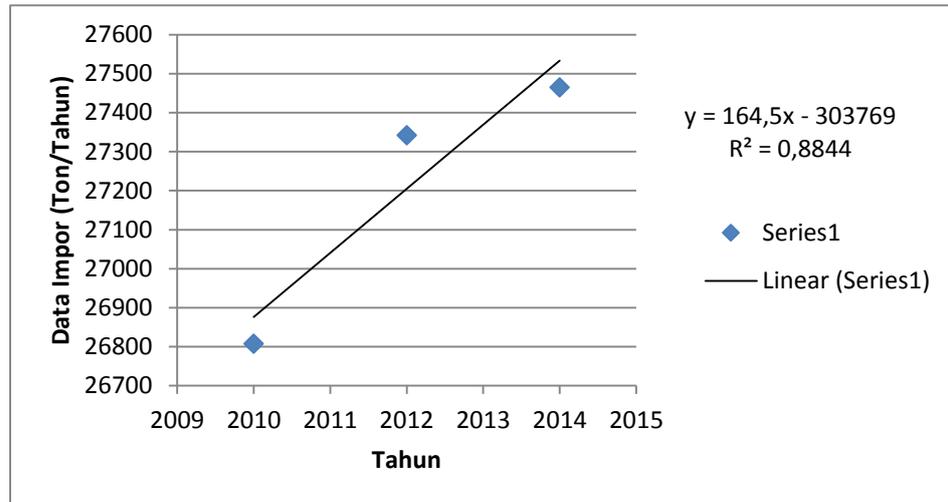
1.2.1 Kebutuhan Etil Akrlat di Indonesia

Impor etil akrilat berdasarkan data Biro Pusat Statistik (BPS) dari tahun 2010 – 2015 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data Impor Etil Akrlat di Indonesia

Tahun	Impor (Ton/tahun)
2010	26807
2011	25800
2012	27342
2013	29464
2014	27465
2015	25988

(Biro Pusat Statistik, 2015)



Gambar 1. Grafik Hubungan Impor Etil Akrilat di Indonesia

Dari hasil regresi linier pada tahun 2010,2012,dan 2014 dapat diperkirakan kebutuhan etil akrilat pada tahun 2022 sebagai berikut:

$$y = 164,5x - 303769$$

$$y = 164,5(2022) - 303769$$

$$y = 28.850 \text{ ton}$$

1.2.2 Kebutuhan Etil Akrilat di Dunia

Kebutuhan etil akrilat didunia dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Kebutuhan etil akrilat di dunia

Negara	Kebutuhan (ton/tahun)
Australia	17.954,74
Philipina	11.470,86
Thailand	46.684,9
Srilanka	2.217,58
Vietnam	39.530,8

(www.undata.go.id)

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku etanol yang digunakan dalam pembuatan etil akrilat diperoleh dari PT. Bukitmanikam Subur Persada, Lampung dengan

kapasitas produksi 51.282 kiloliter/tahun. Sedangkan asam akrilat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai Indonesia (NSI), Cilegon dengan kapasitas produksi 140.000 ton/tahun. Sehingga ketersediaan bahan baku tidak menjadi masalah karena cukup tersedia di Indonesia.

1.2.4 Kapasitas Pabrik yang Telah Berproduksi

Sebagai perbandingan kapasitas produksi dari beberapa pabrik yang telah berproduksi sebagaimana terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kapasitas pabrik yang telah berproduksi

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Singapore Acrylic Ester Pte. Ltd	82.000
Sasol Dia Acrylates (South Africa) (Pty) Limited	35.000
PT. Nippon Shokubai Indonesia (NSI)	20.000

Berdasarkan kebutuhan dan kapasitas pabrik yang telah ada, maka dirancang pabrik dengan kapasitas 15.000 ton per tahun, dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a) Dapat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri
- b) Terbuka kemungkinan untuk melakukan kegiatan ekspor

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pada dasarnya terdapat dua faktor utama yang dapat mempengaruhi lokasi suatu pabrik, yaitu :

1. Faktor utama atau primer

Faktor ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan itu meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut : macam kualitas, waktu dan tempat yang dibutuhkan

konsumen pada tingkat harga yang terjangkau, sedangkan pabrik masih dapat memperoleh keuntungan yang cukup wajar.

Faktor utama tersebut meliputi :

- a. Letak pabrik terhadap pasar
 - b. Letak pabrik terhadap sumber bahan baku
 - c. Tersedianya fasilitas pengangkutan
 - d. Tersedianya tenaga buruh atau karyawan, cukup memenuhi kebutuhan pabrik.
 - e. Tersedianya sumber air, dan tenaga listrik
2. Faktor sekunder

Faktor sekunder ini meliputi faktor – faktor berikut :

- a. Harga tanah dan gedung, biasanya dikaitkan dengan rencana dimasa yang akan datang.
- b. Kemungkinan perluasan area pabrik
- c. Tersedianya fasilitas service, misalnya disekitar lokasi tersebut atau jarak yang relatif tidak jauh dari bengkel – bengkel besar untuk reparasi alat atau lainnya yang semacam.
- d. Tersedianya tempat pembelanjaan untuk kepentingan pabrik
- e. Persediaan air yang cukup
- f. Peraturan daerah setempat
- g. Keadaan masyarakat daerah (sikap, keamanan, dsb)
- h. Iklim
- i. Keadaan tanah, penting untuk rencana bangunan, fondasi dst
- j. Perumahan penduduk atau bangunan – bangunan yang ada lainnya.

Berdasarkan pertimbangan hal di atas, direncanakan pendirian pabrik etil akrilat di kawasan industri Ciwandan, Cilegon, Banten dengan pertimbangan:

1. Dekat dengan bahan baku, yaitu: PT. Nippon Shokubai Indonesia yang terletak di kawasan industri Ciwandan, Cilegon sebagai sumber asam akrilat dengan kapasitas produksi 140.000 ton/tahun dan PT. Bukitmanikam Subur Persadam Lampung sebagai sumber etanol dengan kapasitas produksi 51.282 kiloliter/tahun.

2. Pangsa pasar etil akrilat adalah Jawa Barat karena terdapat banyak pabrik yang menggunakan etil akrilat sebagai bahan baku yaitu pabrik cat dan kertas. Dengan prioritas utama pasar di dalam negeri, maka diharapkan lokasi di daerah Jawa Barat tidak jauh dari konsumen, sehingga biaya pengangkutan akan lebih murah dan harga jual dapat ditekan, sehingga dapat diperoleh harga penjualan yang maksimal.
3. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik di Cilegon, Banten termasuk kawasan industri yang ditetapkan pemerintah dimana tersedia lahan dan infrastruktur yang memadai seperti jalan raya yang memudahkan transportasi maupun pendistribusian produk ke tujuan melalui jalur darat, dekat dengan pelabuhan yang memudahkan akses pengiriman bahan baku dari Lampung dan pendistribusian produk untuk ekspor ke luar negeri melalui jalur laut.
4. Tenaga kerja yang tersedia karena merupakan daerah kawasan industri yang sudah mapan.
5. Utilitas yang diperlukan seperti air dan tenaga listrik dapat dan dekat dengan kawasan industri sehingga dapat terpenuhi. Penyediaan air di peroleh dari proses pengolahan air sungai Cidanau. Serta penyediaan tenaga listrik di peroleh dari PLN dan generator pabrik.

Peta lokasi pabrik dapat ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi pabrik

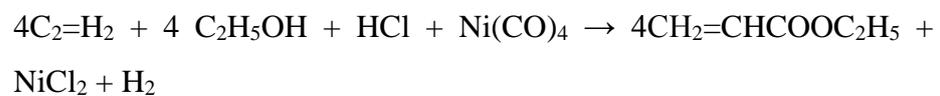
1.4 Pemilihan Proses

Ada beberapa proses dalam pembuatan etil akrilat antara lain :

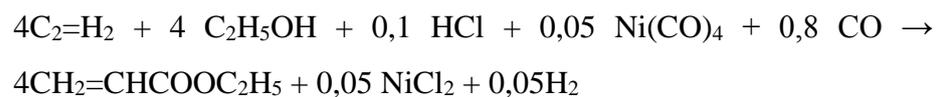
1. Proses Pembuatan Ester Akrilat dari *Acetylene*.

Pada proses ini ester akrilat diperoleh dengan jalan mereaksikan *acetylene* dengan alkohol dalam suasana asam dengan adanya nikel karbonil. Reaksi berlangsung pada tekanan 1 atm dan suhu 40°C (Hahn dan Neier, 1998).

Reaksi:



Proses ini dikembangkan kembali untuk mendapatkan nikel yang sedikit sehingga dilakukan penambahan karbon monoksida sebagai semikatalis :



Pada awalnya reaksi dapat berjalan dengan sama, tetapi katalis lebih dominan. Sehingga pada akhirnya, karbon monoksida, *acetylene*, dan alkohol membentuk reaksi esterifikasi yang membentuk *acrylate ester* dengan bantuan katalis. Nikel karbonil yang dihasilkan didaur ulang pada pengolahan nikel. Walaupun demikian, nikel karbonil bersifat korosif, volatil dan sangat beracun. Jika diolah kembali akan sangat berbahaya bagi operatornya. Maka biasanya nikel karbonil ini seringkali langsung dibakar di *flare*. (Othmer Kirk, 1992).

2. Proses *ethyl 3-ethoxypropionate*

Pada proses ini bahan baku *ethyl 3-ethoxypropionate* dikondisikan pada suhu 100°C - 200°C dan tekanan atmosferis dengan menggunakan katalis *mercury* (II). Reaktor yang digunakan *Jacketed kettle*. Reaksi :



(U.S. Patent 2,980,730)

Proses ini dapat menghasilkan 95-97% etil akrilat. Walaupun dapat menghasilkan etil akrilat dengan yield yang sangat tinggi, reaksi ini bersifat korosif, sehingga diperlukan penanganan terhadap korosi tersebut dengan biaya yang sangat mahal. Dengan biaya katalis yang sangat mahal dan potensial menghasilkan racun maka proses ini dihentikan (Othmer Kirk, 1998).

3. Proses esterifikasi

Pada proses ini asam akrilat direaksikan dengan etanol dengan katalis Asam sulfat membentuk Etil akrilat. Reaksi esterifikasi ini berlangsung pada suhu 85°C -105°C dan tekanan 1 atm. Perbandingan mol asam akrilat dan etanol yang digunakan adalah 1:1,1 sampai 1,5. Asam sulfat ditambahkan sebesar 4-8% dari jumlah massa umpan. Reaksi tersebut terjadi didalam reaktor alir tangki berpengaduk dengan *yield* produk etil akrilat sebesar 90%. Hasil reaktor dilanjutkan dengan proses pemurnian didalam kolom destilasi (Lee, 2005).

Reaksi :



(Hahn dan Neier, 1985)

Komposisi % alkil akrilat yang tinggi sangatlah penting dalam pembentukan produk-produk polimer. Dengan beberapa proses yang diketahui untuk pembentukan alkil akrilat, reaksi esterifikasi adalah yang terbaik. Dengan harga yang murah, baik dari bahan baku, maupun katalis (Hahn dan Neier, 1985).

1.5 Tinjauan Pustaka

1.5.1 Sifat fisis dan kimia bahan baku dan produk

1.5.1.1 Sifat Fisis dan Kimia Bahan baku

a. Asam Akrilat

Sifat Fisis :

- Fase : cairan
- Warna : tidak berwarna

- Rumus molekul : C₃H₄O₂
- Berat molekul : 72,06 g/mol
- Titik didih pada (101,3 kPa) : 141°C
- Titik leleh : 13,5°C
- Titik nyala : 50°C
- Tekanan uap (20°C) : 3,1 mmHg
- Densitas (10°C) : 1,060 g/ml
- (25°C) : 1,051 g/ml
- (30°C) : 1,040 g/ml
- (50°C) : 1,018 g/ml
- Kerapatan relatif (air=1) : 2,5
- Kelarutan dalam air : Tidak terbatas
- Viskositas (25°C) : 1,149 mPa.s

(ullmann's, 1985)

Sifat Kimia :

- Bahan dekomposisi : Dapat membentuk CO₂ dan CO bila dipanaskan
- Polimerisasi : Dapat terjadi jika terkontaminasi, jika dipanaskan, jika oksigen di atmosfer rendah (www.bpom.go.id)
- Reaksi adisi : Halogen, hydrogen halida dan hydrogen sianida dapat diadisi dengan asam akrilat menjadi 2,3-dihalopropionate, 3-halopropionate, dan 3-cyanopropionate

$$\text{CH}_2=\text{CHCOOR} + \text{HX} \longrightarrow \text{H}_2\text{CX}-\text{CH}_2\text{COOR}$$
- Reaksi esterifikasi : reaksi esterifikasi terjadi jika asam akrilat direaksikan dengan suatu alkohol membentuk ester dari asam akrilat dan air.



(Kirk Othmer, 1998)

b. Etanol

Sifat Fisis :

- Fase : cairan
- Warna : tidak berwarna
- Rumus molekul : $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- Berat molekul : 46,1 g/mol
- Titik didih : 78,39°C
- Titik leleh : -114°C
- Titik nyala : 13°C
- Tekanan uap (20°C) : 5,8 kPa
- Densitas (25°C) : 0,79 g/ml
- Viskositas (20°C) : 1,17 mPa.s (=cP)
- Kelarutan : larut dengan air, eter, aseton, etanol, kloroform

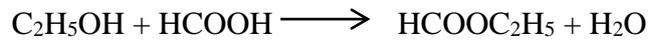
Sifat Kimia :

- Reaktivitas : Stabil pada kondisi normal.
- Dekomposisi : Karbon dioksida dan karbon monoksida
- Polimerisasi : Pada kondisi penggunaan dan penyimpanan normal, tidak terbentuk polimer yang berbahaya

(www.bpom.go.id)

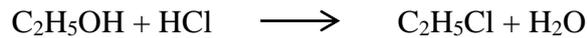
- Reaksi oksidasi
Reaksi oksidasi etanol dengan bantuan katalis $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KMnO_4 , $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ menghasilkan formaldehid. Reaksi :
$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$$
- Reaksi esterifikasi

Reaksi esterifikasi antara etanol dengan asam organik akan membentuk ester dan air. Reaksi :



- Reaksi substitusi

Reaksi substitusi antara etanol dengan HCl dengan bantuan katalis ZnCl_2 menghasilkan etil klorida. Reaksi :



(Perry, 1999)

1.5.1.2 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Pembantu

a. Asam Sulfat

Sifat fisis :

- Rumus molekul : H_2SO_4
- Fase : cairan
- Warna : tidak berwarna
- Berat molekul : 98,08 g/mol
- Titik lebur : $10,5^\circ\text{C}$
- Titik beku : -53°C
- Kemurnian : 93% sampai 100%
- Titik didih : 290°C atau 270°C
- Tekanan uap (145,8C) : 1,33 kPa
- Kerapatan uap (udara=1) : 3,4
- Densitas (25°C) : 1,84 g/ml
- Kelarutan : mudah larut dalam air dingin larut dalam etil alkohol

Sifat Kimia:

- Dekomposisi : Dekomposisi termal menghasilkan oksida sulfur
- Polimerisasi : Tidak terpolimerisasi

(www.bpom.go.id)

1.5.1.3 Sifat Fisis dan Kimia Produk

a. Etil Akrilat

Sifat fisis :

- Rumus Molekul :
 $\text{CH}_2\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$
- Berat molekul : 100.12 g/mol
- Relative Evaporation Rate nBuAc=1 : 3.3
- Tekanan uap pada 20°C : 28.8 mmHg
- Densitas pada(20°C) : 0,931 g/ml
(25°C) : 0,922 g/ml
- Spesifik gravity pada 20/20°C : 0.923
- Viskositas pada 20°C : 0.6 cP
- Surface Tension
(dynes/cm at 20°C) : -
(dynes/cm at 25°C) : 25.0
- Titik didih pada 760 mm Hg : 100 °C
- *Boiling points of azeotropes* :
Dengan air : 81,1°C
Kadar air : 15 %
Dengan etanol : 77,5°C
Kadar etanol : 72,7 %
- Titik leleh pada : -72 °C
- Kelarutan :
Dalam air (25°C) : 1,5g/100g air
Of water in ester : 1,5 g/100g
ester
- Titik nyala pada wadah tertutup : 8 °C

(www.dowacrylates.com)

Sifat kimia :

- Bereaksi secara tak terkendali dengan oksidan kuat yang akan menyebabkan ledakan dan kebakaran.
- Mudah terpolimerisasi pada suhu yang tinggi.

(Kirk Othmer, 1998)

b. Air (H₂O)

Sifat fisis :

- Bentuk : Cair
- Warna : Tidak Berwarna
- Berat molekul : 18,016 g/mol
- Titik leleh : 0°C
- Titik didih : 100°C
- Densitas : 0,998 g/ml
- Temperatur Kritis : 374,3°C
- Tekanan Kritis : 217,6 atm
- Panas pembentukan : - 99,972 kkal/mol
- Panas penguapan : 9,717 kal/mol
- Cp : 1 kkal/mol°C

(Perry,1999)

Sifat Kimia :

- Merupakan senyawa polar karena memiliki pasangan elektron bebas
- Melarutkan banyak substansi sehingga banyak digunakan sebagai pelarut
- Membentuk ikatan hidrogen yang lemah antara atom hidrogen pada satu molekul dengan atom oksigen pada molekul lain
- Tidak bersifat asam atau basa, tetapi netral dengan pH 7
- Menyebabkan korosi pada logam besi

- Memiliki aktivitas katalitik tertentu seperti oksidasi loga
- Merupakan elektrolit lemah, mengionisasi menjadi H_3O^+ dan OH^-

(Perry, 1999)

1.5.2 Proses pembuatan yang dipilih

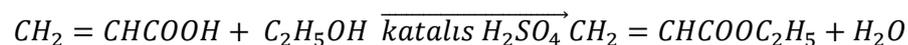
Berdasarkan beberapa proses pembuatan etil akrilat diatas maka dapat dibuat tabel perbandingan seperti berikut :

Tabel 4. Perbandingan Proses Pembuatan Etil Akrilat

Perbandingan	Proses <i>Acetylene</i> .	Proses <i>ethyl 3-ethoxypropionate</i>	Proses esterifikasi
Bahan baku	- <i>Acetylene</i> - Alkohol - Asam klorida - Nikel karbonil	- <i>Ethyl 3-ethoxypropionate</i>	- Asam akrilat - Etanol
Kondisi operasi	P = 1 atm T = 40°C	T = 100°C - 200°C P = 1atm	T = 90°C P = 1 atm
Katalis	-	<i>Mercury (II)</i>	Asam Sulfat
Yield	-	95-97%	90%

1.1.1 Dasar reaksi, konversi

Reaksi pembentukan etil akrilat adalah reaksi yang terjadi antara asam akrilat dengan etanol menggunakan katalis asam sulfat yang menghasilkan produk samping berupa air, dengan reaksinya sebagai berikut :



1.1.2 Kondisi operasi

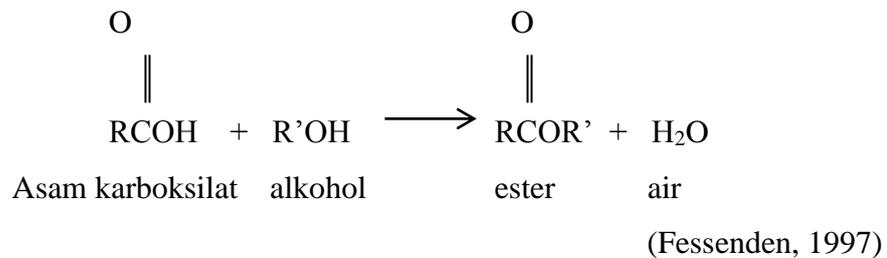
Pada proses ini asam akrilat direaksikan dengan etanol menggunakan katalis asam sulfat membentuk etil akrilat. Reaksi esterifikasi ini berlangsung pada fase cair-cair pada suhu 90°C dan

tekanan 1 atm. Perbandingan mol asam akrilat dan etanol yang digunakan adalah 1 : 1,2. Reaksi tersebut terjadi didalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Konversi produk berdasarkan asam akrilat sebesar 90%.

(United States Patent 0107629, 2005)

1.1.3 Mekanisme reaksi

Proses pembuatan etil akrilat dengan proses esterifikasi dilakukan dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB), dimana asam akrilat dan etanol dimasukkan secara bersamaan kedalam reaktor. Didalam reaktor terjadi reaksi sebagai berikut :



1.5.3 Tinjauan kinetika dan termodinamika

a. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (eksotermis/endotermis) dan arah reaksi (*reversible/irreversible*). Secara termodinamika reaksi pembentukan etil akrilat dapat dilihat dari harga entalpi dan konstanta kesetimbangannya.

Harga ΔH°_f masing-masing komponen pada suhu 298K (25°C) dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Komponen	ΔH°_f (kjoule/mol)
Asam akrilat ($C_3H_4O_2$)	-336,23
Etanol (C_2H_5OH)	-234,81
Etil akrilat ($C_5H_8O_2$)	-349,53
Air (H_2O)	-241,80

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}\Delta H_{r_{298}} &= \sum \Delta H_{produk} - \Delta H_{reaktan} \\ &= (\Delta H_f^\circ C_5H_8O_2 + \Delta H_f^\circ H_2O) - (\Delta H_f^\circ C_3H_4O_2 + \Delta H_f^\circ C_2H_5OH) \\ &= ((-349,53) + (-241,80)) - ((-336,23) + (-234,81)) \\ &= -20,29 \text{ kJoule/mol}\end{aligned}$$

Menghitung ΔH_r pada suhu reaksi = 363K (90°C)

Tabel data Cp komponen bahan baku dan produk

Komponen	Cp (joule/mol.K)
Asam akrilat ($C_3H_4O_2$)	160,85
Etanol (C_2H_5OH)	117,25
Etil akrilat ($C_5H_8O_2$)	202,80
Air (H_2O)	75,32

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}\Delta H_{reaktan\ 363} &= \sum Cp \cdot \Delta T \\ &= (160,85 \times (363 - 298)) + (117,25 \times (363 - 298)) \\ &= 18076,5 \text{ joule/mol} \\ &= 18,0765 \text{ kJoule/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{produk\ 363} &= \sum Cp \cdot \Delta T \\ &= (202,80 \times (363 - 298)) + (75,32 \times (363 - 298)) \\ &= 18077,8 \text{ joule/mol} \\ &= 18,0778 \text{ kJoule/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{r_{363}} &= \Delta H_{produk\ 363} + \Delta H_{r_{298}} - \Delta H_{reaktan\ 363} \\
 &= 18,0778 + (-20,29) - 18,0765 \\
 &= -20,2887\ kjoule/mol
 \end{aligned}$$

Karena $\Delta H_{r_{363}}$ pada reaksi di reaktor bernilai negatif, maka reaksi bersifat eksotermis (melepas panas).

Harga ΔG°_f untuk masing – masing komponen (suhu 298K) pada tabel dibawah ini :

Komponen	ΔG°_f (kjoule/mol)
Asam akrilat ($C_3H_4O_2$)	-286,060
Etanol (C_2H_5OH)	-168,280
Etil akrilat ($C_5H_8O_2$)	-245,450
Air (H_2O)	-228,642

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}
 \Delta G_r &= \sum \Delta G_{produk} - \sum \Delta G_{reaktan} \\
 &= (\Delta G^\circ_f C_5H_8O_2 + \Delta G^\circ_f H_2O) - (\Delta G^\circ_f C_3H_4O_2 + \Delta G^\circ_f C_2H_5OH) \\
 &= (-245,450 + (-228,642)) - (-286,060 + (-168,280)) \\
 &= -19,752\ kjoule/mol
 \end{aligned}$$

Dari harga $\Delta H_{r_{363}}$ tersebut dapat dilihat bahwa reaksi pembentukan etil akrilat adalah eksotermis (melepaskan panas), dan reaksi dapat berlangsung karena mempunyai $\Delta G_r < 0$.

Dari perhitungan – perhitungan diatas didapatkan :

Di reaktor :

$$\Delta H_{r_{298}} \text{ (Enthalpi reaktan)} = -20,29\ kjoule/mol$$

$$\Delta H_{r363} \text{ (Enthalpi reaktan)} = -20,2887 \text{ kjoule/mol}$$

$$\Delta G_r \text{ (Energi bebas)} = -19,752 \text{ kjoule/mol}$$

Menghitung harga konstanta kesetimbangan pada suhu 25°C (298 K)

$$\Delta G = -RT \ln K_{298K}$$

$$\ln K_{298K} = \frac{\Delta G}{-RT}$$

$$\ln K_{298K} = \frac{-19752 \text{ joule/mol}}{-8,314 \frac{\text{joule}}{\text{mol}} \cdot K \times 298 K}$$

$$\ln K_{298K} = 7,97$$

$$K_{298K} = 2899,5803$$

Menghitung harga konstanta kesetimbangan pada suhu 90°C (363 K)

$$\frac{d(\Delta G^\circ/RT)}{dT} = \frac{-\Delta H^\circ}{RT^2}$$

Dimana

$$\ln K = \frac{-\Delta G^\circ}{RT}$$

Sehingga

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2}$$

$$\ln \frac{K}{K'} = -\frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T'} \right)$$

$$\ln \frac{K_{363}}{K_{298}} = \frac{\Delta H}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln \left(\frac{K_{363}}{2899,5903} \right) = \frac{20290}{8,314} \times \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{363} \right)$$

$$\frac{K_{363}}{2899,5903} = \exp(1,4664)$$

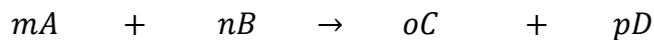
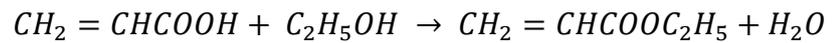
$$\frac{K_{363}}{2899,5903} = 4,3337$$

$$K_{363} = 12566,10814$$

Karena harga konstanta kesetimbangan ($K \gg 1$) sangat besar, maka dapat disimpulkan bahwa reaksi berjalan *irreversible* (searah) kearah produk (kekanan).

a. Tinjauan Kinetika

Proses esterifikasi asam akrilat dan etanol menjadi etil akrilat dan air terjadi pada fase cair dengan bantuan katalis asam sulfat, reaksi yang terjadi adalah :



mula-mula: n_{A0} n_{B0}

reaksi : $n_{A0} \cdot X_A$ $n_{A0} \cdot X_A$ $n_{A0} \cdot X_A$ $n_{A0} \cdot X_A$

sisa : $n_{A0}(1 - X_A)$ $n_{B0} - (n_{A0} \cdot X_A)$ $n_{A0} \cdot X_A$
 $n_{A0} \cdot X_A$

Tingkat reaksi/orde reaksi merupakan jumlah pangkat faktor konsentrasi didalam persamaan kecepatan reaksi :

$$r_A = k[A]^m[B]^n$$

Tingkat reaksi/ orde reaksi = 1+1=2

Maka reaksi tersebut merupakan reaksi orde 2

Kecepatan reaksi dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$(-r_A) = k(C_A)(C_B)$$

Dengan

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

$$C_B = C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A$$

Jadi kecepatan reaksi menjadi :

$$\begin{aligned} -r_A &= k C_A C_B \\ &= k C_{A0}(1 - X_A) \cdot C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A \end{aligned}$$

Dengan

$$b = \frac{C_{B0}}{C_{A0}}$$

C_{A0} = Konsentrasi A mula –mula

C_{B0} = Konsentrasi B mula –mula

k = konstanta kecepatan reaksi

X_A = Konversi

r_A = kecepatan reaksi

Suhu tergantung dari tingkat reaksi spesifik $k(T)$ berdasarkan hukum Arrhenius :

$$k(T) = k_0 e^{E/RT}$$

dimana :

k_0 = konstanta disebut sebagai *preexponential factor*

E = energi aktivasi (kcal/mol, kJ/kmol, or Btu/lb . mol)

R = konstanta gas ideal

T = suhu (K atau R)

(Luyben,2007)

BAB II. SPESIFIKASI BAHAN

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

a. Asam Akrilat

Fase	: cairan
Warna	: tidak berwarna
Rumus molekul	: $C_3H_4O_2$
Berat molekul	: 72,06 g/mol
Titik didih	: 141°C
Tekanan uap (20°C)	: 3,1 mmHg
Densitas (10°C)	: 1,060 g/ml
(25°C)	: 1,051 g/ml
(30°C)	: 1,040 g/ml
(50°C)	: 1,018 g/ml
Kerapatan relatif (air=1)	: 2,5
Viskositas (25°C)	: 1,149 mPa.s
Kelarutan dalam air	: Tidak terbatas
Kemurnian	: 99,5% berat asam akrilat
Impuritas	: maksimal 0,2% berat air

(ullmann's, 1985)

b. Etanol

Fase	: cairan
Warna	: tidak berwarna
Rumus molekul	: CH_3CH_2OH
Berat molekul	: 46,1 g/mol
Titik didih	: 79°C
Tekanan uap (20°C)	: 5,8 kPa
Densitas (25°C)	: 0,79 g/ml
Viskositas (20°C)	: 1,17 mPa.s (=cP)
Kelarutan	: larut dengan air, eter, aseton, etanol,

	kloroform
Kemurnian	: 95,57% berat etanol
Impuritas	: 4,43% berat air

(ullmann's, 1985)

2.2 Spesifikasi bahan pembantu

Asam Sulfat

Rumus molekul	: H ₂ SO ₄
Fase	: cairan
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 98,08 g/mol
Titik lebur	: 10,5°C
Titik beku	: -53°C
Kemurnian	: 93% sampai 100%
Titik didih	: 290°C atau 270°C
Kerapatan uap (udara=1)	: 3,4
Densitas (25°C)	: 1,84 g/ml
Kelarutan	: mudah larut dalam air dingin, larut dalam etil alkohol
Kemurnian	: minimal 98% berat asam sulfat
Impuritas	: maksimal 2% berat air

www.petrokimia-gresik.com

2.3 Spesifikasi produk

Etil Akrilat

Rumus Molekul	: CH ₂ CHCOOC ₂ H ₅
Berat Molekul	: 100.12 g/mol
Densitas pada(20°C)	: 0,931 g/ml
(25°C)	: 0,922 g/ml
Spesifik gravity pada 20°C	: 0.923

Viskositas pada 20°C	: 0.6 cP
Kelarutan	:
Dalam air (25°C)	: 1,5g/100g air
<i>Of water in ester</i>	: 1,5 g/100g ester
Titik didih pada 760 mmHg	: 100 °C
<i>Boiling points of azeotropes</i>	:
Dengan air	: 81,1°C
Kadar air	: 15 %
Dengan etanol	: 77,5°C
Kadar etanol	: 72,7 %
Kemurnian	: 99,5 % berat etil akrilat
Impuritas	: maksimal 0,005% berat asam akrilat, maksimal 0,05 % berat air

(ullmann's, 1985)

Sifat kimia :

- Bereaksi secara tak terkendali dengan oksidan kuat yang akan menyebabkan ledakan dan kebakaran.
- Mudah terpolimerisasi pada suhu yang tinggi.

Kegunaan etil akrilat :

Etil akrilat merupakan bahan baku pembuatan emulsion dan solution polymer. Emulsion polymer dari akrilat banyak digunakan sebagai cat (coatings), tekstil, bahan perekat (adhesive), kertas, pengkilap lantai, industri kulit, keramik dan sebagai kopolimer dari acrylic fiber. Sedangkan solution polymer dari akrilat utamanya digunakan dalam industri cat (coatings).

BAB III. DESKRIPSI PROSES

3.1 Keterangan Proses

Proses pembuatan etil akrilat dari etanol dan asam akrilat dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

1. Penyiapan bahan baku
2. Pengolahan
3. Pemurnian produk

Penjabaran dan uraian tiap-tiap tahap adalah sebagai berikut:

1. Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku asam akrilat dan etanol dari tangki penyimpan pada kondisi suhu 30°C dipompa menuju *mixer*, lalu dipompa menuju pemanas untuk menaikkan suhunya menjadi 90°C. Kemudian dialirkan ke dalam reaktor (RATB). Asam sulfat sebagai katalisator juga dipompa dari tangki penyimpan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm menuju pemanas, lalu dialirkan menuju reaktor (RATB).

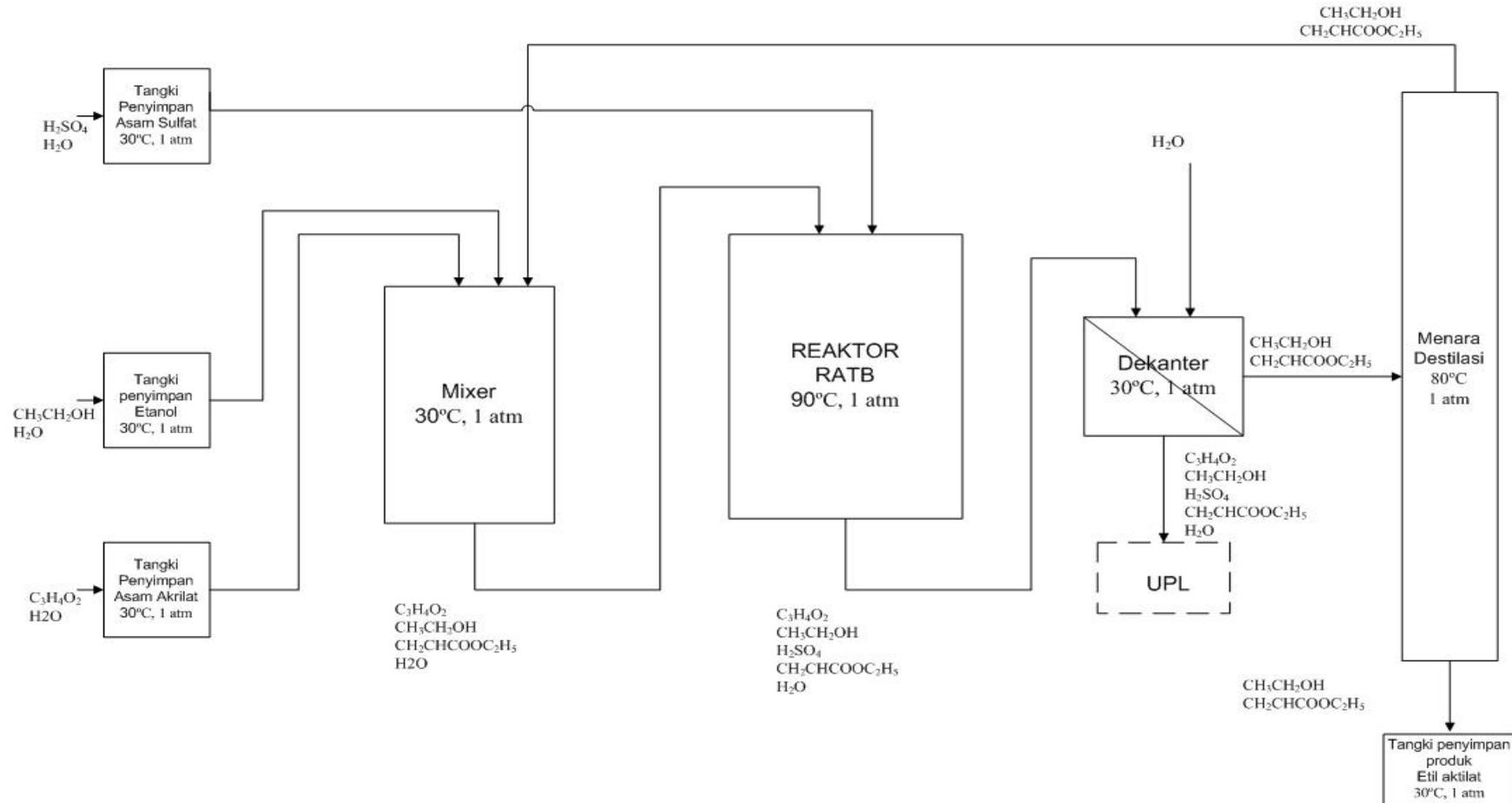
2. Pengolahan

Bahan baku asam akrilat dan etanol dengan perbandingan 1: 1,2 diumpankan ke dalam reaktor. Katalis asam sulfat dimasukkan ke dalam reaktor dengan konsentrasi 4% dari bahan baku (Lee, 2005). Reaktor beroperasi secara *isothermal* pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm. Reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan waktu tinggal selama 2 jam (Dougherty, 1989). Konversi produk berdasarkan asam akrilat sebesar 90%. Reaksi yang terjadi bersifat *eksotermis*, sehingga untuk menjaga kondisi *isothermal* perlu pendingin sebagai penghilang panas yang dihasilkan reaksi. Panas dihilangkan dari dalam reaktor dengan cara mengalirkan air pendingin melalui jaket pendingin yang dibuat melapisi disamping reaktor (Lee, 2005).

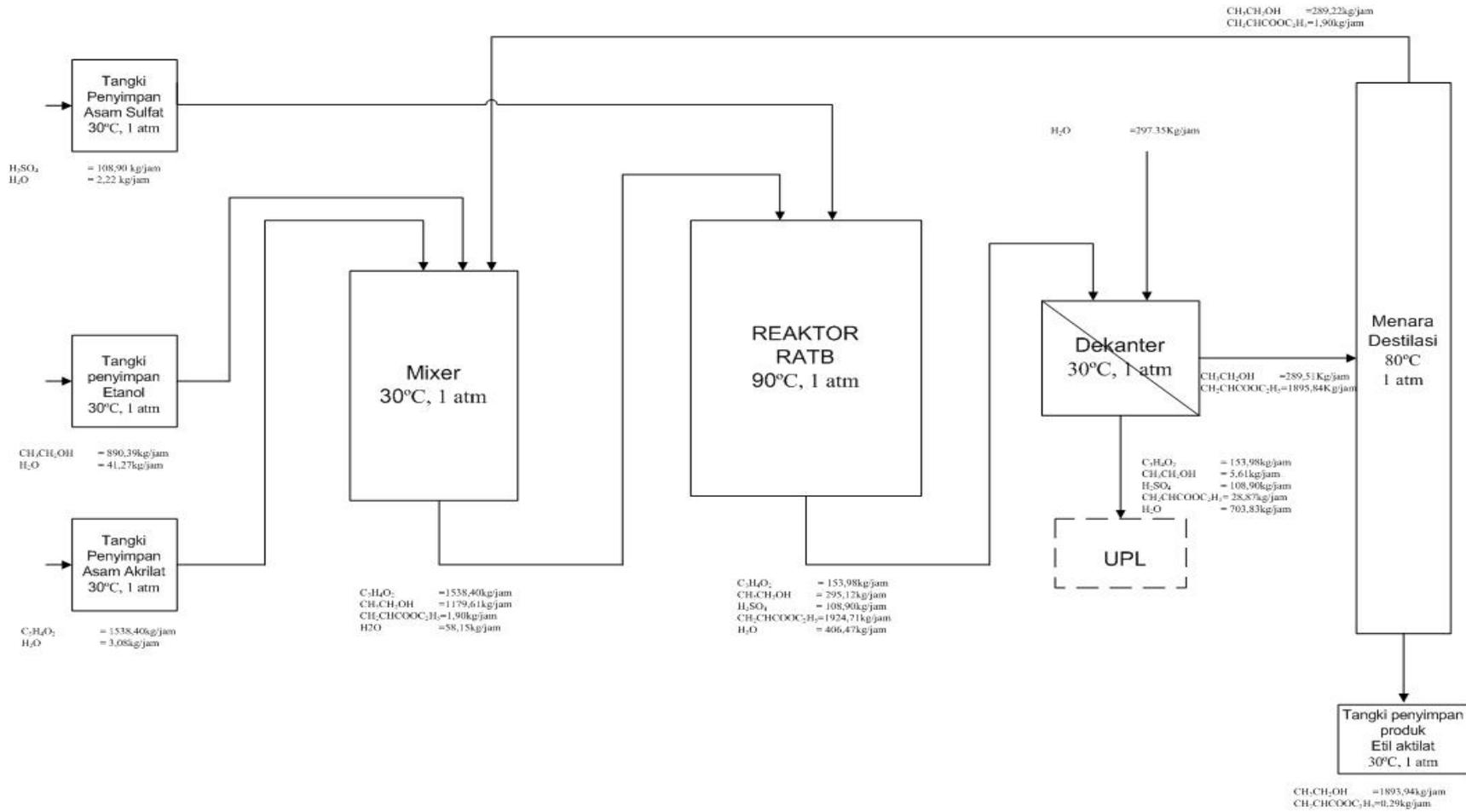
3. Pemurnian Produk

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh produk etil akrilat hingga mencapai kemurnian 99,5%. Produk yang keluar dari reaktor diumpankan masuk ke

decanter yang beroperasi pada tekanan 1 atm dan pada suhu 30°C. Memisahkan produk berdasarkan berat jenis dan kelarutan dalam air. Selanjutnya didalam *decanter* ditambahkan air untuk mempertahankan komposisi yang sesuai di dalam batas cairan (Witczak, 2004). Hasil bawah *decanter* berupa asam sulfat,air, asam akrilat, sedikit etanol, dan sedikit etil akrilat yang di umpankan menuju Unit Pengolahan Lain (UPL) . Hasil atas *decanter* diumpankan ke menara destilasi I yang beroperasi pada tekanan 1 atm dan suhu 85°C untuk dilakukan pemisahan produk dengan sisa reaktan. Sisa reaktan yang keluar dari atas distilasi II di *recycle* kembali ke dalam *mixer*, sedangkan produk etil akrilat diambil dari bagian bawah menara distilasi I yang kemudian di simpan ke tangki penyimpan produk.



Gambar 3. Neraca Massa Kualitatif



Gambar 4. Neraca Massa Kuantitatif

BAB VI. NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

4.1. Neraca Massa

Kapasitas pabrik per tahun = 15.000 ton/tahun

Waktu operasi satu tahun = 330 hari

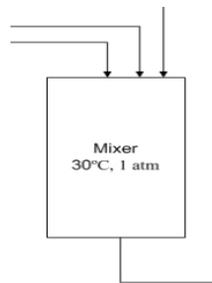
$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pabrik per tahun} &= 15.000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000\text{kg}}{1\text{tahun}} \times \frac{1 \text{ ton}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 1894,2289 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Yield = 99,90 %

$$\text{Komposisi} = \frac{99,9}{100} \times 1894,2289 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} = 1893,9394 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Impuritas} &= \frac{0,1}{100} \times 1894,2289 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} = \underline{0,2895 \text{ kg/jam}} \\ &= 1894,2289 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

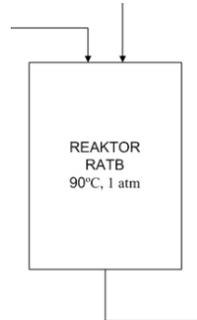
a) Mixer



Tabel 4.1 Neraca Massa sekitar *Mixer*

Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 9	Arus 11	Arus 3
C ₃ H ₄ O ₂	1538,40				1538,40
CH ₃ CH ₂ OH		890,39	289,22		1179,61
CH ₂ CHCOOC ₂ H ₅			1,90		1,90
H ₂ O	3,08	41,27		13,79	58,15
Jumlah	1541,48	931,66	291,12	13,79	
Total	2778,06				2778,06

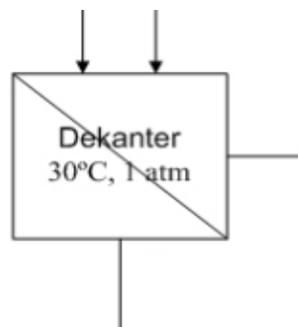
b) Reaktor



Tabel 4.2 Neraca Massa Sekitar Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
$C_3H_4O_2$	1538,40		153,98
CH_3CH_2OH	1179,61		295,12
H_2SO_4		108,90	108,90
$CH_2CHCOOC_2H_5$	1,90		1924,71
H_2O	58,15	2,22	406,47
Jumlah	2778,06	111,12	
Total	2889,18		2889,18

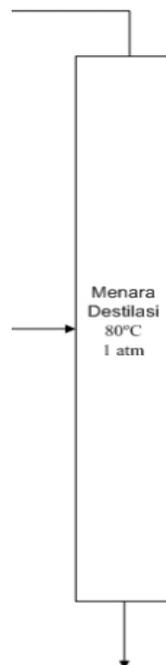
c) Decanter



Tabel 4.3 Neraca Massa Sekitar Decanter

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8
$C_3H_4O_2$	153,98		153,98	
CH_3CH_2OH	295,12		5,61	289,51
H_2SO_4	108,90		108,90	
$CH_2CHCOOC_2H_5$	1924,71		28,87	1895,84
H_2O	406,47	297,35	703,83	
Jumlah	2889,18	297,35	1001,18	2185,35
Total	3186,53		3186,53	

d) Menara Destilasi



Tabel 4.4 Neraca Massa Sekitar Menara Destilasi

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
CH ₂ CHCOOC ₂ H ₅	1895,84	1,90	1893,94
CH ₃ CH ₂ OH	289,51	289,22	0,29
Jumlah	2185,35	291,12	1894,23
Total	2185,35		2185,35

Neraca Massa Total
Tabel.4.5 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)					Output (kg/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Arus 4	Arus 6	Arus 11	Arus 7	Arus 10
C ₃ H ₄ O ₂	1538,40					153,98	
CH ₃ CH ₂ OH		890,39				5,61	0,29
H ₂ SO ₄			108,90			108,90	
CH ₂ CHCOOC ₂ H ₅	3,08	41,27	2,22		13,79	28,87	1893,94
H ₂ O	1541,48	931,66		297,35	13,79	703,83	
Jumlah	2778,06		111,12	297,35		1001,18	1894,23
Total			2895,41			2895,41	

4.2. Neraca Panas

Kapasitas panas bahan dipengaruhi suhu, $c_p = f(T)$ mengikuti persamaan :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

$$\int C_p dT = A(T - 298) + \frac{B}{2} (T^2 - 298^2) + \frac{C}{3} (T^3 - 298^3) + \frac{D}{4} (T^4 - 298^4)$$

C_p = Kapasitas panas (kJ/kmol K)

Suhu referensi = $T_{ref} = 298 \text{ K}$

a) Mixer

Tabel 4.6 Neraca Panas sekitar *Mixer*

Komponen	Q input (kJ/jam)				Q output (kJ/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 9	Arus 11	Arus 3
$C_3H_4O_2$	15960,49				19533,94
CH_3CH_2OH		10421,64	3385,26		16896,99
$CH_2CHCOOC_2H_5$			17,74		21,71
H ₂ O	64,66	865,59		289,23	1491,22
Jumlah	16025,14	11287,23	3404,00	289,23	37943,87
Q campuran		6939,27			
Total	37943,87				37943,87

b) Heater 1

Tabel 4.7 Neraca Massa Sekitar Heater 1

Komponen	Q input (kJ/jam)	Q output (kJ/jam)
H ₂ SO ₄	79,57	10424,64
H ₂ O	46,61	603,62
Jumlah	826,18	11028,26
Beban panas	10202,08	
Total	11028,26	11028,26

c) Heater 2

Tabel 4.8 Neraca Massa Sekitar Heater 2

Komponen	Q input (kJ/jam)	Q output (kJ/jam)
$C_3H_4O_2$	19533,94	215112,98
CH_3CH_2OH	16896,99	186566,79
$CH_2CHCOOC_2H_5$	21,71	239,31
H ₂ O	1491,22	15792,68
Jumlah	37943,87	417711,76
Beban panas	379767,89	
Total	417711,76	417711,76

d) Reaktor

Tabel 4.9 Neraca Panas Sekitar Reaktor

Komponen	Q input (kJ/jam)		Q output (kJ/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
$C_3H_4O_2$	19533,94		21530,38
CH_3CH_2OH	16896,99		46676,18
H_2SO_4		779,57	10424,64
$CH_2CHCOOC_2H_5$	21,71		242951,79
H ₂ O	1491,22	46,61	110399,07
Jumlah	37943,86	826,18	431982,07
Panas Reaksi	4171307,49		
Beban Pendingin			3739325,42
Total	4210077,54		4210077,54

e) Cooler 1

Tabel 5.0 Neraca Panas Sekitar Cooler 1

Komponen	Q input (kJ/jam)	Q output (kJ/jam)
$C_3H_4O_2$	21605,17	1597,46
CH_3CH_2OH	46839,77	3454,27
H_2SO_4	10460,45	779,57
$CH_2CHCOOC_2H_5$	243800,44	18011,90
H_2O	110768,81	8524,74
Jumlah	433474,66	32367,96
Beban Pendingin		401106,69
Total	433474,66	433474,66

f) Decanter

Tabel 5.1 Neraca Panas Sekitar Decanter

Komponen	Q input (kJ/jam)	Q output (kJ/jam)	
		Atas	Bawah
$C_3H_4O_2$	1597,46	1597,46	
CH_3CH_2OH	3454,27	65,63	3388,64
H_2SO_4	779,57	779,57	
$CH_2CHCOOC_2H_5$	18011,90	270,17	17741,73
H_2O	11440,82	17677,04	
Jumlah	35284,04	20389,89	21130,37
Total	35284,04	41520,27	

g) Heater 3

Tabel 5.2 Neraca Panas Sekitar Heater 3

Komponen	Q input (kJ/jam)	Q output (kJ/jam)
CH ₃ CH ₂ OH	3388,64	47207,74
CH ₂ CHCOOC ₂ H ₅	17741,73	246694,69
Jumlah	21130,37	293902,43
Beban Panas	272772,06	
Total	293902,43	293902,43

h) Menara Destilasi

Tabel 5.3 Neraca Panas Sekitar Menara Destilasi

Komponen	Q input (kJ/jam)	Q output (kJ/jam)	
		Atas	Bawah
CH ₂ CHCOOC ₂ H ₅	246694,69	196,09	276602,96
CH ₃ CH ₂ OH	47207,74	37462,44	53,00
Jumlah	293902,43	37658,53	276655,97
Q kondensor		11465,47	
Q reboiler	31877,54		
Total	325779,98	325779,98	

i) Cooler 2

Tabel 5.4 Neraca Panas Sekitar Cooler 2

Komponen	Q input (kJ/jam)	Q output (kJ/jam)
CH ₃ CH ₂ OH	53,0079	3,3886
CH ₂ CHCOOC ₂ H ₅	276602,96	17723,98
Jumlah	276655,97	17727,37
Beban Panas	258928,59	
Total	535584,56	17727,37

BAB V. SPESIFIKASI ALAT

5.1 Tangki Penyimpanan Asam Akrilat

Nama	:	Tangki Asam Akrilat (F-110)
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku asam akrilat selama 14 hari
Jenis	:	Silinder vertikal dengan tutup <i>ellipsoidal dan alas datar</i>
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel SA-240 type 304</i>
Operasi	:	Kontinyu
Jumlah	:	1
Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	1 Atm
Diameter	:	29,95 Ft
Tinggi	:	37,44 Ft
Volume	:	21104,065 ft ³
Tebal shell	:	6/8 In

5.2 Tangki penyimpan Etanol

Nama	:	Tangki Etanol (F-120)
Fungsi	:	Menyimpan bahan baku Etanol selama 30 hari
Jenis	:	Silinder vertikal dengan alas dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-240 type 304</i>
Operasi	:	Kontinyu
Jumlah	:	1
Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	1 Atm
Diameter	:	35,73 Ft
Tinggi	:	44,67 Ft
Volume	:	35828,177 ft ³
Tebal Shell	:	5/8 In

5.3 Tangki penyimpan Asam Sulfat

Nama	:	Tangki Asam Sulfat (F-130)
Fungsi	:	Menyimpan katalis Asam Sulfat selama 30 hari
Jenis	:	Silinder vertikal dengan alas dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-240 type 304</i>
Operasi	:	Kontinyu
Jumlah	:	1
Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	1 Atm
Diameter	:	13,36 Ft
Tinggi	:	16,70 Ft
Volume	:	1872,310 ft ³
Tebal Shell	:	5/8 In

5.4 Tangki penyimpan Etil Akrilat

Nama	:	Tangki Etil Akrilat (F-330)
Fungsi	:	Menyimpan produk Etil Akrilat selama 14 hari
Jenis	:	Silinder vertikal dengan alas dan tutup <i>ellipsoidal</i>
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-240 type 304</i>
Operasi	:	Kontinyu
Jumlah	:	1
Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	1 Atm
Diameter	:	33.51 Ft
Tinggi	:	41,89 Ft
Volume	:	29563,63 ft ³
Tebal Shell	:	5/8 In

5.5 Mixer

Nama	:	Mixer (M-140)
Fungsi	:	Mencampur bahan baku asam akrilat dan etanol silinder tegak dengan alas dan tutup berbentuk
Jenis	:	torispherical
Bahan konstruksi	:	Carbon Steel SA-285 Grade C
Operasi	:	Kontinyu
Jumlah	:	1
Suhu	:	30 °C
Tekanan	:	1 Atm
Diameter	:	3,42 Ft
Tinggi	:	3,42 Ft
Volume	:	3,85 ft ³
Tebal Shell	:	4/8 In
Jenis pengaduk	:	<i>Paddle agitator six blade</i>
Power pengaduk	:	2 Hp

5.6 Reaktor

Nama	:	Reaktor (R-210)
Jenis	:	RATB atau CSTR tutup torispherical
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless Steel SA-240 type 304</i> Mereaksikan asam akrilat dan etanol dengan
Fungsi	:	katalis asam sulfat membentuk etil akrilat :
Operasi	:	Kontinyu
Jumlah	:	6
Suhu	:	90 °C
Tekanan	:	1 Atm
Diameter	:	7.10 Ft
Tinggi	:	7.10 Ft
Volume	:	32,90 ft ³

Jenis pengaduk	:	<i>Turbin</i>	
Power pengaduk	:	4	hP
Desain jaket			
pendingin	:		
Diameter jaket	:	7,12	Ft
Tinggi jaket	:	7,09	Ft
Tebal Jaket	:	2	In
Medium	:	Air	

5.7 Tangki Akumulator

Nama	:	Tangki Akumulator (F-340)	
Fungsi	:	Untuk Menyimpan sementara destilat sebelum masuk mixer	
Jenis	:	Tangki silinder vertical dengan tutup dan alas elipsoidal	
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel SA-240 type 304</i>	
Operasi	:	Kontinyu	
Jumlah	:	1	
Suhu	:	78,67	°C
Tekanan	:	1	atm
Diameter	:	1,02	Ft
Tinggi	:	3,07	Ft
Tebal shell	:	11	In
Volume	:	2,80	ft ³

5.8 Kolom Destilasi

Nama	:	Kolom Destilasi (D-320)	
Fungsi	:	Memisahkan Etil akrilat dan etanol dari campuran, sehingga diperoleh asam akrilat 99% di bagian bawah	
Jenis	:	<i>Sieve – tray</i>	
Bentuk	:	Silinder vertikal dengan alas dan tutup elipsoidal	
Bahan konstruksi	:	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	
Jumlah	:	1 unit	
Jumlah <i>Tray</i>	:	8 plate	

<i>Tray Spacing</i>	: 0,6 m
<i>Hole Diameter</i>	: 4,5 mm
<i>Space Between Hole Center</i>	: 12 mm
<i>Weir Height</i>	: 0,8 cm
<i>Downsput Area</i>	: 0,16 m ²
<i>Active Area</i>	: 0,84 m ²
Tinggi kolom	: 5 m
Tebal	: 3/6 in

5.9 Heater 1

Kode	: Heater 1 (E-133)
Fungsi	: Memanaskan fluida keluar tangki asam sulfat menuju reaktor
Operasi	: Kontinyu
Jenis	: <i>Double Pipe Heat exchanger</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA-240 (tipe 304)</i>
Sisi Inner Pipe	: <i>Stainless steel SA-167 (tipe 304)</i>
Sisi Anulus	: Carbon Steel SA-285 grade C
Jumlah Hairpin	: 1 buah
Beban pemanas	: 10763,19 Btu/jam

Inner pipe

Ukuran pipa	: 1 ¼ In
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 0,00107 Psia

Annulus

Suhu	: 125 °C
Tekanan	: 0,01 Psia
Ukuran pipa	: 2 In

5.10 Heater 2

Kode	:	Heater 2 (E-143)
Fungsi	:	Memanaskan fluida keluar mixer menuju reaktor
Operasi	:	Kontinyu
Jenis	:	<i>Double Pipe Heat exchanger</i>
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel SA-240 (tipe 304)</i>
Sisi Inner Pipe	:	<i>Stainless steel SA-167 (tipe 304)</i>
Sisi Anulus	:	Carbon Steel SA-285 grade C
Jumlah Hairpin	:	1 buah
Beban pemanas	:	40030,78 Btu/jam

Inner pipe

Ukuran pipa	:	1 ¼ In
Suhu	:	60,05 °C
Tekanan	:	1,04 Psia

Annulus

Suhu	:	124,36 °C
Tekanan	:	1,5 Psia
Ukuran pipa	:	2 In

5.11 Heater 3

Kode	:	Heater 3 (E-321)
Fungsi	:	Memanaskan fluida keluar dekater menuju kolom destilasi
Operasi	:	Kontinyu
Jenis	:	<i>Double Pipe Heat exchanger</i>
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel SA-240 (tipe 304)</i>
Sisi Inner Pipe	:	<i>Stainless steel SA-167 (tipe 304)</i>
Sisi Anulus	:	Carbon Steel SA-285 grade C
Jumlah Hairpin	:	2 buah

Beban pemanas : 287774,52 Btu/jam

Inner pipe

Ukuran pipa : 1 ¼ In

Suhu : 60,05 °C

Tekanan : 1,12 Psia

Annulus

Suhu : 124,36 °C

Tekanan : 1,99 Psia

Ukuran pipa : 2 In

5.12 Cooler 1

Nama : Cooler
1(E-312)

Fungsi : Mendinginkan hasil reaktor menuju dekanter

Operasi : Kontinyu

Jenis : *Double Pipe Heat exchanger*

Bahan konstruksi

Sisi Inner Pipe : *Stainless steel SA-167 (tipe 304)*

Sisi Anulus : Carbon Steel SA-285 grade C

Jumlah Hairpin : 10 buah

Beban pendingin : 423132,40 Btu/jam

Inner pipe

Ukuran pipa : 1 ¼ In

Suhu : 90,2 °C

Tekanan : 0,37 Psia

Annulus

Suhu : 0,0075 °C

Tekanan : 1,5278 Psia

Ukuran pipa : 4 In

5.13 Cooler 2

Nama : Cooler
 : 2(E-332)
 Fungsi : Mendinginkan hasil reaktor menuju dekanter
 Operasi : Kontinyu
 Jenis : *Double Pipe Heat exchanger*
 Bahan konstruksi
 Sisi Inner Pipe : *Stainless steel SA-167 (tipe 304)*
 Sisi Anulus : Carbon Steel SA-285 grade C
 Jumlah Hairpin : 9 buah
 Beban pendingin : 273169,6 Btu/jam

Inner pipe

Ukuran pipa : 1 ¼ In
 Suhu : 99,7 °C
 Tekanan : 0,01 Psia

Annulus

Suhu : 57 °C
 Tekanan : 6,7 Psia
 Ukuran pipa : 4 In

5.13 Cooler 2

Nama : Cooler
 : 2(E-332)
 Fungsi : Mendinginkan hasil reaktor menuju dekanter
 Operasi : Kontinyu
 Jenis : *Double Pipe Heat exchanger*
 Bahan konstruksi
 Sisi Inner Pipe : *Stainless steel SA-167 (tipe 304)*
 Sisi Anulus : Carbon Steel SA-285 grade C
 Jumlah Hairpin : 9 buah
 Beban pendingin : 273169,6 Btu/jam

Inner pipe

Ukuran pipa : 1 ¼ In

Suhu : 99,7 °C

Tekanan : 0,01 Psia

Annulus

Suhu : 57 °C

Tekanan : 6,7 Psia

Ukuran pipa : 4 In

5.14 Pompa-01

Kode : L-111
Memompa bahan baku asam akrilat dari truk

Fungsi ke tangki penyimpanan asam sulfat

Type : *Centrifugal single stage*
Stainless steel SA-240 type

Bahan Konstruksi : 304
Drivers : Motor Elektrik
Specific speed : 3500 rpm
Total head : 11,11 m
BHP actual : 7,2 hp
Power motor : 10 hp
Jumlah : 2

5.15 Pompa-02

Kode : L-121
Memompa bahan baku etanol dari truk ke

Fungsi tangki penyimpan etanol

Type : *Centrifugal single stage*
Stainless steel SA-240 type

Bahan Konstruksi : 304
Drivers : Motor Elektrik
Specific speed : 3500 Rpm

<i>Total head</i>	:	13,31	M
<i>BHP actual</i>	:	5,24	Hp
<i>Power motor</i>	:	10	Hp
Jumlah	:	1	

5.16 Pompa-03

Kode	:	L-131	
Fungsi		Memompa katalis asam sulfat dari truk ke tangki penyimpan asam sulfat	

<i>Type</i>	:	<i>Centrifugal single stage</i>	
		Stainless steel SA-240 type	
Bahan Konstruksi	:	304	
Drivers	:	Motor Elektrik	
<i>Specific speed</i>	:	3500	Rpm
<i>Total head</i>	:	15,70	M
<i>BHP actual</i>	:	0,23	Hp
<i>Power motor</i>	:	½	Hp
Jumlah	:	2	

5.17 Pompa-04

Kode	:	L-141	
Fungsi		Memompa bahan baku asam akrilat dari tangki penyimpan ke mixer	

<i>Type</i>	:	<i>Centrifugal single stage</i>	
		Stainless steel SA-240 type	
Bahan Konstruksi	:	304	
Drivers	:	Motor Elektrik	
<i>Specific speed</i>	:	3500	Rpm
<i>Total head</i>	:	34,02	M
<i>BHP actual</i>	:	6,74	Hp
<i>Power motor</i>	:	10	Hp

Jumlah : 1

5.18 Pompa-05

Kode : L-142
 Memompa bahan baku etanol dari tangki penyimpanan ke mixer

Type : *Centrifugal single stage*
 Stainless steel SA-240 type

Bahan Konstruksi : 304
 Drivers : Motor Elektrik
Specific speed : 3500 Rpm
Total head : 33,43 M
BHP actual : 4,01 Hp
Power motor : 5 Hp
 Jumlah : 2

5.19 Pompa-06

Kode : L-132
 Memompa asam sulfat dari tangki penyimpanan ke reaktor

Type : *Centrifugal single stage*
 Stainless steel SA-240 type

Bahan Konstruksi : 304
 Drivers : Motor Elektrik
Specific speed : 3500 Rpm
Total head : 9,6 M
BHP actual : 0,14 Hp
Power motor : ½ Hp
 Jumlah : 1

5.20 Pompa-07 : L-211

Kode	
Fungsi	Memompa hasil keluar mixer ke reaktor
Type	: : <i>Centrifugal single stage</i> Stainless steel SA-240 type
Bahan Konstruksi	: 304
Drivers	: Motor Elektrik
<i>Specific speed</i>	: 3500 Rpm
<i>Total head</i>	: 3,6 M
<i>BHP actual</i>	: 1,3 Hp
<i>Power motor</i>	: ½ Hp
Jumlah	: 1

5.21 Pompa-08

Kode	: L-311
Fungsi	Memompa hasil keluar mixer ke reaktor
Type	: : <i>Centrifugal single stage</i> Stainless steel SA-240 type
Bahan Konstruksi	: 304
Drivers	: Motor Elektrik
<i>Specific speed</i>	: 3500 rpm
<i>Total head</i>	: 3,6 m
<i>BHP actual</i>	: 1,3 hp
<i>Power motor</i>	: ½ hp
Jumlah	: 1

5.22 Pompa-09

Kode	: L-313
Fungsi	Memompa hasil reaktor ke decanter
Type	: : <i>Centrifugal single stage</i>
Bahan Konstruksi	: Stainless steel SA-240 type

	304	
Drivers	:	Motor Elektrik
<i>Specific speed</i>	:	3500 rpm
<i>Total head</i>	:	1,65 m
<i>BHP actual</i>	:	0,08 hp
<i>Power motor</i>	:	½ hp
Jumlah	:	1

5.23 Pompa-10

Kode	:	L-322
Fungsi	:	Memompa hasil atas dekater ke kolom destilasi
Type	:	<i>Centrifugal single stage</i> Stainless steel SA-240 type
Bahan Konstruksi	:	304
Drivers	:	Motor Elektrik
<i>Specific speed</i>	:	3500 rpm
<i>Total head</i>	:	10,98 m
<i>BHP actual</i>	:	3,8 hp
<i>Power motor</i>	:	5 hp
Jumlah	:	1

5.24 Pompa-11

Kode	:	L-331
Fungsi	:	Memompa produk hasil kolom destilasi ke tangki penyimpan produk
Type	:	<i>Centrifugal single stage</i> Stainless steel SA-240 type
Bahan Konstruksi	:	304
Drivers	:	Motor Elektrik
<i>Specific speed</i>	:	3500 rpm
<i>Total head</i>	:	22,1 m

BHP <i>actual</i>	:	5,4	hp
<i>Power motor</i>	:	10	hp
Jumlah	:	1	

5.25 Pompa-12

Kode	:	L-341	
Fungsi		Memompa bahan dari tangki akumulator ke mixer	
<i>Type</i>	:	<i>Centrifugal single stage</i>	
		Stainless steel SA-240 type	
Bahan Konstruksi	:	304	
Drivers	:	Motor Elektrik	
<i>Specific speed</i>	:	3500	rpm
<i>Total head</i>	:	0,1	m
BHP <i>actual</i>	:	0,002	hp
<i>Power motor</i>	:	½	hp
Jumlah	:	1	

5.26 Pompa-13

Kode	:	L-333	
Fungsi		Memompa produk dari tangki penyimpan ke truk	
<i>Type</i>	:	<i>Centrifugal single stage</i>	
		Stainless steel SA-240 type	
Bahan Konstruksi	:	304	
Drivers	:	Motor Elektrik	
<i>Specific speed</i>	:	3500	rpm
<i>Total head</i>	:	12,4	m
BHP <i>actual</i>	:	9,9	hp
<i>Power motor</i>	:	10	hp
Jumlah	:	1	

BAB VI

ALAT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS)

6.1 Unit Pendukung Proses

Dalam suatu pabrik dibutuhkan unit untuk mendukung berjalannya proses. Unit pendukung proses (utilitas) merupakan bagian penting yang menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses yang ada dalam suatu pabrik meliputi :

1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pengadaan steam
3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik
4. Unit Udara Tekan
5. Unit Pengadaan Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah.
7. Unit Laboratorium

6.1.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Unit Pengadaan dan Pengolahan air meliputi keperluan *domestik*, umpan *mixer*, umpan *boiler* dan air pendingin memerlukan unit ini sebagai penyedia air. Dalam memenuhi kebutuhan air industri, air yang digunakan pada umumnya berasal dari air sumur, air sungai, air danau maupun air laut. Dalam perancangan pabrik Etil Akrilat pabrik terletak di kawasan industri Krakatau Steel, sumber air yang digunakan berasal dari sungai Cidanau yang merupakan sungai yang mengalir di kawasan industri tersebut dengan debit yang cukup besar. Air yang digunakan dalam unit utilitas harus

memenuhi syarat air proses industri kimia. Beberapa fungsi air dalam industri adalah :

a. Air proses

Hal- hal yang perlu diperhatikan dalam air proses adalah :

- 1) Kesadahan (*hardness*) yang dapat menimbulkan kerak.
- 2) Besi yang dapat menyebabkan korosi.
- 3) Minyak yang menyebabkan terbentuknya lapisan film mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

Tabel 6.1 Kebutuhan air proses

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1.	Mixer	13,7910
2.	Decanter	297,3542
	Over design	20 %
Total		373,3742

b. Air Pendingin

Penggunaan air sebagai media pendingin dengan mempertimbangkan beberapa faktor, pada umumnya beberapa faktor tersebut adalah:

- 1) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar
- 2) Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- 3) Dapat menyerap sejumlah panas persatuan volume yang tinggi dan tidak terdekomposisi.

Tabel 6.2 Kebutuhan air pendingin

No.	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1.	Reaktor	5141,5130
2.	Cooler 1	3839,8599
3.	Cooler 1	141,4343
4.	Kondesor 1	91,4531
	Over design	20 %
Total		11057,112

c. Air sanitasi

Air yang akan digunakan harus memenuhi syarat-syarat kesehatan. Untuk memenuhi syarat sebagai air sanitasi dapat dilakukan penambahan PAC atau kaporit untuk menghilangkan bibit penyakit dan mengurangi kekeruhan. Beberapa syarat fisik, kimia dan biologis air sanitasi adalah :

Syarat fisik:

- Suhu di bawah suhu udara luar.
- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa.
- Tidak berbau.

Syarat kimia:

- Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik.
- Tidak beracun.

Syarat bakteriologis:

- Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.

Tabel 6.3 Kebutuhan air sanitasi

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Karyawan	384
2	Laboratorium, poliklinik, bengkel	150
3	Pemadam Kebakaran	50
4	Kantin dan Mushola	150
5	Pembersihan, pemeliharaan dan taman	150
Total		884

d. Air Umpan Boiler

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

1. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Air yang mengandung asam dan gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dapat menyebabkan korosi di dalam boiler.

2. Zat yang menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan karena kesadahan dan suhu tinggi, penyebab utama dari kerak adalah garam-garam karbonat dan silikat yang terdapat dalam air.

3. Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang timbul dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tak larut dalam jumlah besar. Efek penembusan terjadi pada alkalinitas tinggi.

Tabel 6.4 Kebutuhan air untuk *steam*

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1.	Heater 2	6977,8207
	Over design	20 %
Total		6977,8207

Jadi total kebutuhan air yang disuplai dari unit penyedia air adalah sebesar 6977,8207kg/jam. Untuk menjaga adanya kebocoran saat distribusinya, *make up* air dlebihkan sebanyak 20%, sehingga air yang akan diambil dari air sungai saat dipompakan adalah sebesar 35856,7482 kg/jam. Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai yang mengalir di sungai Cidanau harus melalui beberapa tahap pengolahan untuk mengurangi resiko dalam proses dan memenuhi syarat.

Beberapa tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1. Penyaringan Awal / *Screen* (S)

Penyaringan air dari air sungai ada 3 tahap penyaringan, yaitu :

- a. *Coarse bar screen* (saringan kasar), berfungsi menahan kotoran yang berukuran besar seperti ranting dan sebagainya.
- b. *Rake screen*, kotoran yang lolos dari bar screen akan menempel dibawah *rake screen*. Kemudian kotoran yang tersaring dibersihkan atau dibawa ke atas dengan penggaruk yang digerakkan dengan sistem hidrolik.
- c. *Rotary screen*, berfungsi membersihkan kotoran yang sangat kecil.

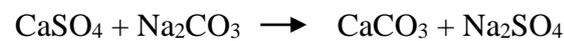
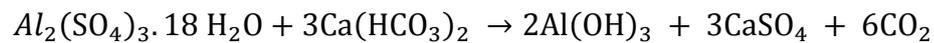
Untuk membersihkan kotoran yang menempel pada saringan

dilakukan penyemprotan dengan *sea water* menggunakan *spray nozzle*, kemudian dialirkan ke bak pengendap.

2. Bak penggumpal (BU-01)

Air setelah melalui penyaringan kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap awal dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$) dan larutan soda ash (Na_2SO_3) yang bertujuan untuk menurunkan kesadahan air.

Adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal adalah :



3. Clarifier (CL)

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

4. Bak Penyaring / *sand filter* (BU-02)

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

5. Bak Penampung Sementara (BU-03)

Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang siap distibusikan sebagai air sanitasi, air pendingin dan sebagai air proses.

6. Tangki Air Bersih (TU-01)

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

Air yang keluar dari tangki penampung air bersih harus ditambahkan kaporit (CaOCl_2) untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Kaporit digunakan sebagai penjernih karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya.

6.1.2 Unit Pengadaan *Steam*

Steam digunakan pada alat tertentu seperti pada *heater*, *vaporizer*, dan *boiler*. Untuk menghasilkan uap air yang digunakan dalam proses, alat yang digunakan adalah *boiler* atau ketel uap. Dalam hal ini yang digunakan

adalah boiler pipa api (*fire tube boiler*), karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Air umpan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa.
- Tidak memerlukan *plate* tebal untuk *shell*, sehingga harganya lebih murah.
- Tidak memerlukan tembok dan batu tahan api.
- Pemasangannya murah.

1. Unit Demineralisasi Air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- , dan lain-lain dengan menggunakan resin proses menghilangkan mineral dalam air disebut juga *Demineralisasi*. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan *boiler* (*Boiler Feed Water*).

Demineralisasi air diperlukan karena air umpan *boiler* harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Steam yang digunakan diharapkan tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam maupun pada *tube heat exchanger* karena dapat menyebabkan efisiensi proses menurun bahkan tidak dapat beroperasi samasekali.
- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2 .

Tahap Demineralisasi air adalah sebagai berikut :

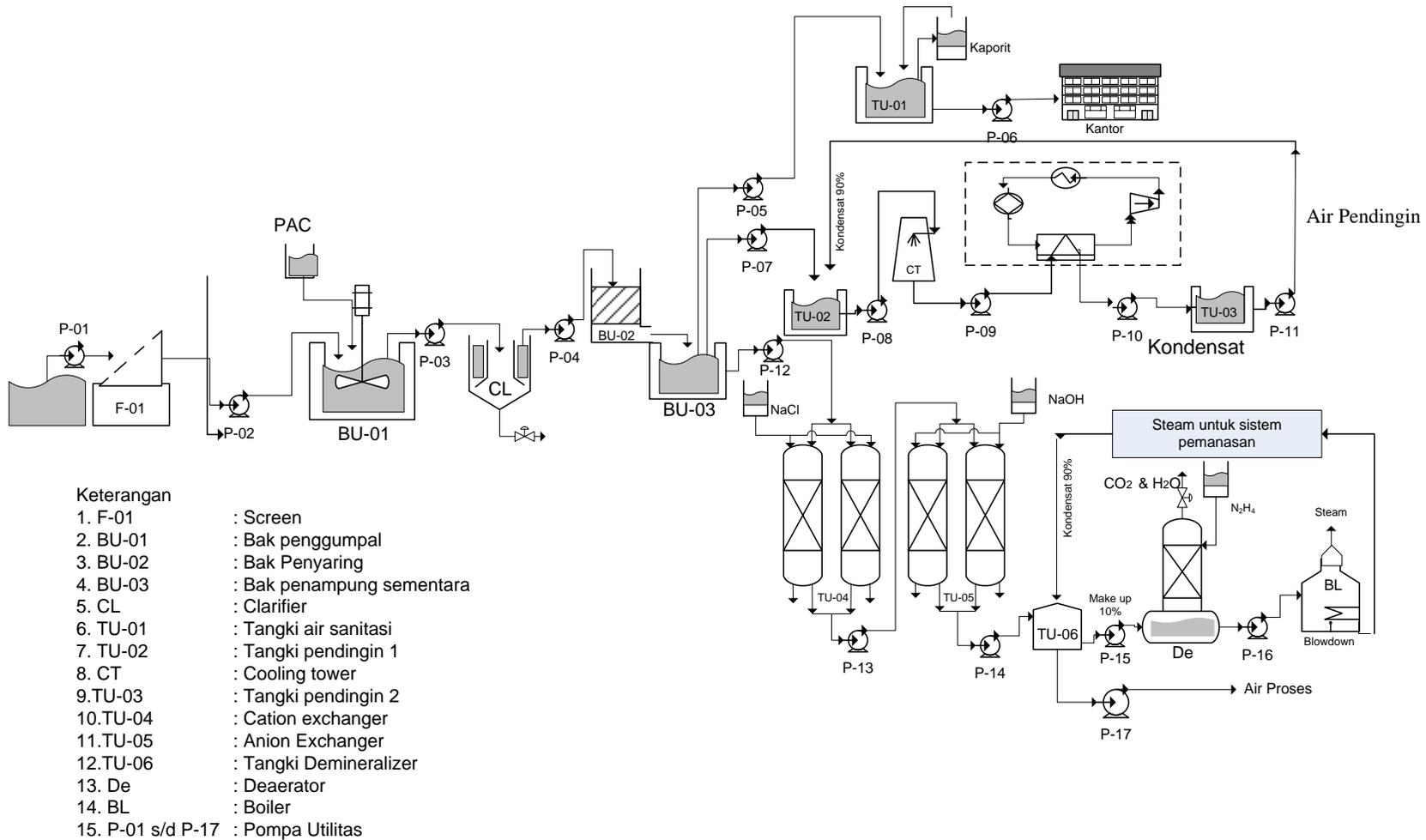
Air diumpankan ke *kation exchanger* untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , dan Al^{3+} . Air yang keluar dari *kation exchanger* diumpankan ke *anion exchanger* untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ditemui adalah HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , NO^- dan SiO_3^{2-} . Air yang keluar selanjutnya dikirim ke unit *demineralized water storage* sebagai penyimpanan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai BFW.

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

Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen. Gas tersebut dapat menyebabkan korosi, sehingga gas tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu dalam suatu *deaerator*. Pada *deaerator* diinjeksikan *steam* yang berfungsi untuk mengikat O_2 yang terkandung dalam air tidak sepenuhnya dapat menghilangkan kandungan O_2 , sehingga perlu ditambahkan Hidrazin. Hidrazin berfungsi mengikat sisa oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama gas-gas lain dihilangkan melalui stripping dengan uap bertekanan rendah.



Gambar 5. Design Pengolah Air

SPEKIFIKASI ALAT UTILITAS

1. *Screen*

Kode	: F-01
Fungsi	: Menyaring kotoran – kotoran yang berukuran kecil maupun besar.
Lebar	: 2,4384 m
Panjang	: 3,048 m
Diameter	: 0,01 m

2. Bak Penampung sementara

Kode	: BU-01
Fungsi	: Menyaring dan menggumpalkan kotoran yang terikut dengan waktu tinggal 1 jam.
Bahan	: Beton
Jenis	: Silinder horisontal
Volume	: 215,14 m ³
Diameter	: 7,5495 m
Tinggi	: 7,5495 m

3. Bak Penggumpal

Kode	: BU-02
Fungsi	: Menyaring dan menggumpalkan kotoran yang terikut dengan waktu tinggal 1 jam.

Bahan	: Beton
Jenis	: Silinder horisontal
Volume	: 28,9667 m ³
Diameter	: 3,3190 m
Tinggi	: 3,3190 m

4. Clarifier

Kode	: CL
Fungsi	: Mengendapkan partikel-partikel halus yang ada dalam air tanah dengan waktu tinggal 1 jam.
Bahan	: Beton
Jenis	: Silinder terpancung
Volume	: 107,57 m ³
Tinggi	: 3,04 m
Diameter atas	: 7,43 m
Diameter bawah	: 4,53 m

5. Bak Penyaring / Sand filter

Kode	: BU-03
Fungsi	: Menyaring partikel-partikel halus yang belum terendapkan di <i>Clarifier</i> .
Bahan	: Beton
Jenis	: <i>Graving sand filter</i>
Volume	: 23,04 m ³
Diameter	: 2,73 m

Tinggi : 5,46 m

6. Bak Penampung Sementara

Kode : BU-04

Fungsi : Menampung air yang berasal dari bak penyaringan.

Bahan : Beton

Jenis : Silinder vertikal

Volume : 34,42 m³

Diameter : 3.52 m

Tinggi : 3.52 m

7. Tangki karbon aktif

Kode : TU-01

Fungsi : Membersihkan air dari bau dan rasa tidak sedap

Jenis : Silinder vertikal

Volume : 0,8960 m³

Diameter : 0,2016 m

Tinggi : 1,3230 m

8. Tangki Air Sanitasi

Kode : TU-02

Fungsi : Menampung air bersih untuk kebutuhan sehari-hari.

Jenis : Silinder vertikal

Volume : 180,6336 m³

Diameter : 9,73 m

Tinggi : 4,86 m

9. *Kation Exchanger*

Kode	: TU-05
Fungsi	: Menurunkan kesadahan air umpan boiler.
Jenis	: <i>Down flow cation exchanger</i>
Resin	: <i>Natural greensand zeolite</i>
Kapasitas	: 29,9918 m ³ /jam
Diameter	: 2,2825 m
Tinggi	: 3,0227 m

10. *Anion Exchanger*

Kode	: TU-06
Fungsi	: Menghilangkan anion dari air keluaran kation exchanger.
Jenis	: <i>Down flow anion exchanger</i>
Resin	: <i>Synthetic resin anion exchanger</i>
Kapasitas	: 29,9385 m ³ /jam
Diameter	: 1,7665 m
Tinggi	: 2,7204 m

11. *Deaerator*

Kode	: De
Fungsi	: Menghilangkan kandungan gas dalam air terutama O ₂ , CO ₂ , NH ₃ , dan H ₂ S.
Jenis	: Silinder tegak dengan bahan isian
Kapasitas	: 29,9385 m ³ /jam

Diameter : 5,7559 m

Tinggi : 8,6338 m

12. *Boiler feed water*

Kode : TU-04

Fungsi : Menampung sementara air make up boiler.

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 31,3193 m³

Diameter : 2,5 m

Tinggi : 2,95 m

13. *Boiler*

Kode : BL

Fungsi : Membuat *steam* jenuh pada suhu 120°C.

Jenis : *Fire tube boiler*

Kapasitas : 23299,02767 kg/jam

14. Pompa

1. Pompa 1

Kode : PU-01

Fungsi : Mengalirkan air sungai menuju Screen

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 202,4099 m³/jam

15.2 Pompa 2

Kode : PU-02

Fungsi : Mengalirkan air sungai dari Screen ke BU-01

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 202,4099 m³/jam

15.3 Pompa 3

Kode : PU-03

Fungsi : Mengalirkan air sungai dari BU-01 ke BU-02

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 202,4099 m³/jam

15.4 Pompa 4

Kode : PU-04

Fungsi : Mengalirkan air sungai dari BU-02 ke CL

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 1,3091 m³/jam

15.5 Pompa 5

Kode : PU-05

Fungsi : Mengalirkan air sungai dari CL ke BU-04

Bahan : *Carbon steel (SA 283 C)*

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 161, 9279 m³/jam

15.6 Pompa 6

Kode : PU-06

Fungsi : Mengalirkan air sungai dari BU-04 ke TU-01

Bahan : *Carbon steel (SA 283 C)*

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 1,2612 m³/jam

15.7 Pompa 7

Kode : PU-07

Fungsi : Mengalirkan air TU-01 ke TU-02.

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 1,2612 m³/jam

15.8 Pompa 8

Kode : PU-08

Fungsi : Mengalirkan air sungai dari TU-02 ke kantor

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 1,2612 m³/jam

15.9 Pompa 9

Kode : PU-09

Fungsi : Mengalirkan air proses dari BU-04 ke TU-03

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 130,7637 m³/jam

15.10 Pompa 10

Kode : PU-10

Fungsi : Mengalirkan air proses dari TU-03 ke sistem pendingin

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 130,7637 m³/jam

15.11 Pompa 11

Kode : PU-11

Fungsi : Mengalirkan air dari sistem pendingin ke TU-04

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 130,7637 m³/jam

15.12 Pompa 12

Kode : PU-12

Fungsi : Mengalirkan air demin dari BU-04 ke *cation exchanger*

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 36,0869 m³/jam

15.13 Pompa 13

Kode : PU-13

Fungsi : Mengalirkan air dari *cation exchanger* ke *anion exchanger*

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 36,0869 m³/jam

15.14 Pompa 14

Kode : PU-14

Fungsi : Mengalirkan air dari *cation exchanger* ke *anion exchanger*

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 36,0869 m³/jam

15.14 Pompa 15

Kode : PU-15

Fungsi : Mengalirkan air dari *Demineralizer* ke *Deaerator*

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 36,0755 m³/jam

15.16 Pompa 16

Kode : PU-16

Fungsi : Mengalirkan air dari air proses ke boiler

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2

Kapasitas : 32,7959 m³/jam

15.17 Pompa 17

Kode : PU-17

Fungsi : Mengalirkan air dari air umpan Boiler ke air proses

Bahan : *Carbon steel* (SA 283 C)

Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 2
Kapasitas	: 0,0095 m ³ /jam

6.1.3 Unit Pengadaan Listrik

Listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, maupun untuk penerangan. Unit pengadaan listrik bertugas untuk menyediakan listrik guna memenuhi kebutuhan pabrik dan kantor. Kebutuhan listrik tersebut dipenuhi dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Dalam hal ini, karena pabrik dijalankan secara kontinyu, maka untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi digunakan *generator set* sebagai cadangan.

Kebutuhan listrik di pabrik meliputi:

- 1) Listrik untuk keperluan proses

Besarnya listrik untuk keperluan proses sebagai berikut :

Tabel 6.5 Kebutuhan listrik untuk keperluan proses

Nama dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
Mixer	2.00	1	2.0000
Reaktor	4.00	6	24.0000
Pompa-01	10.00	2	20.0000
Pompa-02	10.00	1	10.0000
Pompa-03	0.50	2	1.0000
Pompa-04	10.00	1	10.0000
Pompa-05	5.00	2	10.0000
Pompa-06	0.50	1	0.5000
Pompa-07	0.50	1	0.5000
Pompa-08	0.50	1	0.5000
Pompa-09	0.50	1	0.5000
Pompa-10	5.00	1	5.0000
Pompa-11	10.00	1	10.0000

Pompa-12	1.0000	1	1.0000
Pompa-13	10.00	1	10.0000
Total			105.0000

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 78,29 kW

2) Listrik untuk utilitas

Besarnya listrik untuk unit pendukung proses (utilitas) sebagai berikut :

Tabel 6.6 Kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas

Nama dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
Bak Penggumpal	0.5	1	0.5
Tangki N ₂ H ₄	0.5	1	0.5
Tangki NaCl	0.5	1	0.5
Tangki NaOH	0.5	1	0.5
Pompa-01	0.50	2	1.0000
Pompa-02	0.50	1	0.5000
Pompa-03	0.33	1	0.3333
Pompa-04	1.50	2	3.0000
Pompa-05	0.33	1	0.3333
Pompa-06	0.33	1	0.3333
Pompa-07	0.50	1	0.5000
Pompa-08	1.00	2	2.0000
Pompa-09	1.00	1	1.0000
Pompa-10	1.00	1	1.0000
Pompa-11	0.33	1	0.3333
Pompa-12	0.50	1	0.5000
Pompa-13	0.50	1	0.5000
Pompa-14	1.00	1	1.0000
Pompa-15	1.00	1	1.0000
Pompa-16	0.33	1	0.3333
Pompa-17	1.00	1	1.0000
Total			16.6667

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 12,42

kW

3) Listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk AC diperkirakan sebesar 20000 W = 2 kW

Listrik untuk penerangan diperkirakan sebesar = 100 kW

4) Listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik yang digunakan diperkirakan = 70 kW

5) Listrik untuk instrumentasi

Listrik yang digunakan diperkirakan sebesar = 10 kW

Jumlah kebutuhan listrik

= 290,72 kW

Emergency generator yang digunakan mempunyai efisiensi 80%, maka
input generator = 363,40 kW

Ditetapkan *input generator* 500 kW

Untuk keperluan dan cadangan = (500 - 363,40) kW x 80%

= 109,27 kW

Spesifikasi generator

a. Tipe = AC generator

b. Kapasitas = 500 kW

c. Tegangan = 220/360 volt

d. Efisiensi = 80%

e. Frekuensi = 50 Hz

f. Bahan bakar = Solar (*fuel oil*)**6.1.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar**

Unit ini bertugas menyediakan atau menyimpan bahan bakar yang digunakan dalam operasi pabrik.

Kebutuhan bahan bakar untuk *generator set* :

- a. Jenis bahan bakar : Solar
- b. Heating value : 18315 Btu/lb
- c. Efisiensi bahan bakar : 80%
- d. ρ solar : 53 lb/ft³
- e. Kapasitas input generator : 1706206 Btu/jam
- f. Kebutuhan solar : 2,1971 ft³/jam = 0,0622 m³/jam

6.1.5 Unit Penyediaan Udara Tekan

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

Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol *pneumatic*. Kebutuhan setiap alat kontrol *pneumatic* sekitar L/menit (Considine, 1970). Kebutuhan udara tekan diperkirakan 50 m³/jam. Alat untuk penyediaan udara tekan berupa kompressor.

6.1.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dalam pabrik ini adalah limbah cair, yaitu campuran zat organik seperti etil asetat, etanol, asam asetat dan zat anorganik seperti asam sulfat. Pengolahan bahan buangan cair meliputi :

- 1) Air yang mengandung zat organik dan anorganik
- 2) Buangan air sanitasi
- 3) *Back wash filter*, air berminyak dari pelumas pompa
- 4) Sisa regenerasi
- 5) *Blow down cooling water*

6) *Cake* dari *centrifuge separator*

Air buangan sanitasi dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran dikumpulkan dan diolah dalam unit *stabilisasi* dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi klorin. Klorin ini berfungsi untuk disinfektan, yaitu membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi yang mengandung NaOH dinetralkan dengan menambahkan H_2SO_4 . Hal ini dilakukan jika pH air buangan lebih dari tujuh (7). Jika pH air buangan kurang dari tujuh ditambahkan NaOH.

Air yang berminyak, yang berasal dari buangan pelumas pompa diolah atau dipisahkan dari air dengan cara perbedaan berat jenisnya. Minyak dibagian atas dialirkan ke penampungan terakhir, kemudian dibuang.

Sisa bahan proses yang keluar dari fase bawah dekanter di buang ke Unit Pengolah Lain.

6.1.7 Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan peran yang lain adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik limbah gas, cair maupun padat. Limbah cair berupa air limbah hasil proses.

Laboratorium kimia adalah sarana untuk mengadakan penelitian bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atau mutu produk dari perusahaan.

Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan proses serta produk.

Tugas laboratorium antara lain :

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

Dalam upaya pengendalian mutu produk, Adapun analisa pada proses pembuatan Etil Akrilat ini adalah sebagai berikut:

- Bahan baku yang berupa Asam akrilat, etanol, dan Asam Sulfat, yang dianalisa meliputi warna, *densitas*, *viskositas*, *specific gravity*, titik didih dan kemurnian masing-masing bahan baku.
1. Untuk analisa densitas bahan baku digunakan alat Aerometer, prinsip analisa menggunakan aerometer adalah hukum Arcimedes. Analisa ini dilakukan secara manual yaitu dengan cara mencelupkan Aerometer kedalam fluida kemudian mencatat angka yang terdapat dalam skala Aerometer.
 2. Untuk analisa viskositas digunakan Viscometer, viscometer yang digunakan adalah jenis Cone and Plate (brookefield). Analisa ini dilakukan dengan menempatkan sampel pada bagian tengah viscometer kemudian dinaikan hingga keatas kerucut, kerucut yang digerakan oleh motor akan berputar dan akan tercatat besarnya viscositas.

-
3. Analisa *specific gravity* dilakukan dengan cara manual dengan membandingkan densitas senyawa dengan densitas senyawa standar dalam hal ini densitas senyawa standar adalah air.
 4. Untuk analisa titik didih diukur dengan termometer secara manual.
 5. Untuk menganalisa kemurnian bahan baku digunakan alat refraktometer, dengan cara membaca indeks bias dari sampel yang akan dilihat kadarnya.
- Produk, yang dianalisa meliputi berat jenis etil akrilat, dan kadar pengotor yang terdapat dalam etil akrilat.

Analisa untuk unit utilitas meliputi:

- Air proses penjernihan, yang dianalisa pH, SiO_2 , Ca sebagai CaCO_3 , sulfur sebagai SO_4^- , klor sebagai Cl_2 dan zat padat terlarut.
 1. TDS meter (Total Dissolved Solid) digunakan untuk mengukur total zat padat terlarut dalam air. Satuan yang digunakan adalah ppm.
 2. Untuk menganalisa pH, Sulfur (SO_4^-), kesadahan (CaCO_3), Cl_2 digunakan Water test kit digital
- Air bebas mineral, analisa sama dengan penukar ion.
- Air minum yang dianalisa pH, bau, kekeruhan
 1. Pengukuran pH menggunakan alat pH meter dengan mencelupkan pH meter kedalam larutan.
 2. Untuk mengukur kekeruhan air digunakan Turbidity meter dengan menggunakan sifat optik akibat dispersi sinar dan dapat

dinyatakan sebagai perbandingan cahaya yang datang dengan cahaya yang dipantulkan.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik dibagi menjadi tiga (3) bagian :

1. Laboratorium pengamatan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua aliran yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan '*certificate of quality*' untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium analitik

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku dan produk akhir.

3. Laboratorium penelitian dan pengembangan

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

6.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

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

Tujuan keselamatan kerja :

1. Melindungi tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi

-
2. Menjamin keselamatan orang lain yang berada di lingkungan kerja
 3. Memelihara sumber produksi dan dipergunakan secara aman di lingkungan kerja

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

1. Sepatu *safety*
2. *Safety Goggle* (kacamata *safety*)
3. *Ear muff* / *Ear plug*, yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi suara bising dari mesin
4. *Safety Helmet*, yaitu alat pelindung kepala
5. Masker, yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihisap
6. *Breathing apparatus*, yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun.

Adapun tindakan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan antara lain:

1. Penyediaan alat pencegah kebakaran dan kebocoran.
2. Pemberian penerangan, latihan, dan pembinaan agar setiap pekerja yang ada di tempat dapat mengetahui cara melakukan pencegahan jika

terjadi kecelakaan, kebakaran, peledakan, dan kebocoran pipa yang berisi zat berbahaya.

3. Pemberian penerangan mengenai pertolongan pertama pada kecelakaan

BAB VII. ORGANISASI DAN TATA LETAK

Pabrik etil akrilat yang akan didirikan direncanakan mempunyai:

Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan Usaha : Industri Etil Akrilat
Lokasi Perusahaan : Kawasan industri Ciwandan, Cilegon, Banten
Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut:

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staffnya yang diawasi oleh dewan komisaris, sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staffnya atau karyawan perusahaan.
3. Efisiensi dari manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
4. Lapangan usaha lebih luas, PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
5. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
6. Mudah mendapatkan kredit bank dengan jaminan perusahaan yang ada.
7. Mudah bergerak dipasar modal.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) yaitu perseroan terbatas didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham. Pemiliknya adalah para pemegang saham serta yang memilih suatu direksi yang memimpin jalannya

perusahaan. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi tersebut dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

7.1. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan kerangka dasar suatu perusahaan. Untuk mendapat sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman, yang antara lain adalah perumusan tujuan perusahaan jelas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem lini dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada pimpinan yang terdiri dari Direktur Utama dan Direktur yang disebut Dewan Direksi. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada Rapat Anggota Tahunan.

Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini sebagai berikut:

7.1.1. Pemegang Saham

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

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

7.1.2. Dewan Komisaris

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

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

7.1.3. Direktur

Direktur merupakan pimpinan tertinggi yang diangkat oleh Dewan Komisaris. Adapun tugas-tugas Direktur adalah:

1. Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien.
2. Menyusun dan melaksanakan kebijaksanaan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS.
3. Mengadakan kerjasama dengan pihak luar demi kepentingan perusahaan.
4. Mewakili perusahaan dalam mengadakan hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga.
5. Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap personalia yang bekerja pada perusahaan.

Dalam melaksanakan tugasnya, direktur dibantu oleh manajer produksi, manajer teknik, manajer umum dan keuangan, dan manajer pembelian dan pemasaran.

7.1.2 Staf Ahli

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

Tugas dan wewenang Staf Ahli :

1. Memberi nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan

-
2. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan
 3. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum

7.1.3 Sekretaris

Sekretaris diangkat oleh direktur utama untuk menangani masalah surat-menyurat untuk pihak perusahaan, menangani kearsipan dan pekerjaan lainnya untuk membantu direktur dalam menangani administrasi perusahaan.

7.1.4 Manager Produksi

Manajer produksi bertanggung jawab langsung kepada direktur dalam mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan proses baik di bagian produksi maupun utilitas. Dalam menjalankan tugasnya manajer produksi dibantu oleh kepala seksi proses, kepala seksi laboratorium R&D (Penelitian dan Pengembangan), dan kepala seksi utilitas.

7.1.5 Manager Teknik

Manajer Teknik bertanggung jawab langsung kepada direktur dalam mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah teknik baik di lapangan maupun di kantor. Dalam menjalankan tugasnya manajer teknik dibantu oleh kepala seksi listrik, kepala seksi instrumentasi, kepala seksi HSE (*Human Safety and Environment*) dan kepala seksi pemeliharaan pabrik.

7.1.6 Manager Umum dan Keuangan

Manajer personalia dan umum bertanggung jawab kepada direktur dalam mengawasi dan mengatur segala hal yang berkaitan dengan personalia/kepegawaian serta hal umum seperti kesehatan dan keamanan. Dalam menjalankan tugasnya manajer personalia dan umum dibantu oleh 5 kepala seksi yaitu kepala seksi keuangan, kepala seksi administrasi, kepala seksi personalia, kepala seksi humas dan kepala seksi keamanan.

7.1.7 Manager Pembelian dan Pemasaran

Manajer Pembelian dan Pemasaran bertanggung jawab langsung kepada direktur utama. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan pembelian bahan baku dan pemasaran produk. Manajer ini dibantu oleh tiga kepala bagian, yaitu kepala bagian pembelian, kepala bagian penjualan serta kepala bagian gudang/logistik.

7.2 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

7.2.1 Sistem Kepegawaian

Pada pabrik etil asetat ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

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

2. Karyawan harian

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

3. Karyawan borongan

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

7.2.2 Sistem Gaji

Sistem gaji Perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

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

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

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

7.2.3 Perincian jumlah karyawan dan tingkat pendidikan

Dalam melaksanakan kegiatan perusahaan atau pabrik, dibutuhkan susunan karyawan seperti pada struktur organisasi. Jumlah karyawan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

7.1 Tabel Jumlah Karyawan

No	Jabatan	Klasifikasi	Jumlah
1	Direktur Utama	S2/S3-Teknik Kimia/Ekonomi/Hukum	1
2	Direktur Produksi dan Operasional	S2-Teknik Kimia	1
3	Direktur Keuangan dan Pemasaran	S2-Ekonomi	1
4	Direktur Sumberdaya Manusia dan Umum	S2-Manajemen/Hukum	1
5	Staff Ahli	S2-Teknik Kimia	3
6	Kepala Bagian Proses	S1-Teknik Kimia	1
7	Kepala Bagian Teknik	S1-Teknik Mesin	1
8	Kepala Bagian Utilitas	S1-Teknik Kimia	1
9	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	S1-Ekonomi	1
10	Kepala Bagian Pemasaran, Distribusi, dan Transportasi	S1-Teknik Industri/Manajemen	1
11	Kepala Bagian Litbang	S1-Kimia/Teknik Kimia	1
12	Kepala Bagian Personalia	S1-Psikologi/Teknik Industri	1
13	Kepala Bagian Umum	S1-Teknik Industri/Fisipol	1
14	Kepala Seksi Persediaan Produksi	S1-Teknik Industri	1
15	Kepala Seksi Laboratorium R&D	S1-Kimia	1
16	Kepala Seksi Pengendalian Proses	S1-Teknik Kimia	1
17	Kepala Seksi Evaluasi Proses	S1-Teknik Kimia	1
18	Kepala Seksi Mesin dan Instrumentasi	S1-Teknik Mesin/Elektro	1
19	Kepala Seksi Bengkel dan Konstruksi	S1-Teknik Mesin/Teknik Sipil/Teknik Fisika	1
20	Kepala Seksi Utilitas	S1-Teknik Kimia	1
21	Kepala Seksi Pemeliharaan Listrik	S1-Teknik Elektro	1
22	Kepala Seksi Pengolahan Limbah	S1-Teknik Kimia	1
23	Kepala Seksi Administrasi	S1-Akuntansi/Sekretaris	1
24	Kepala Seksi Keuangan	S1-Ekonomi	1
25	Kepala Seksi Pemasaran	S1-Manajemen	1
26	Kepala Seksi Distribusi dan Transportasi	S1-Teknik Industri	1
28	Kepala Seksi Pengembangan	S1-Teknik Kimia	1

29	Kepala Seksi Kepegawaian	S1-Psikologi	1
30	Kepala Seksi Pusdiklat	S1-Psikologi/Teknik Industri	1
31	Kepala Seksi Humas	S1-Ilmu Komunikasi	1
32	Kepala Seksi Kebersihan (HSE)	S1-Kesehatan Masyarakat	1
33	Kepala Seksi K3	S1-Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1
34	Kepala Seksi Keamanan	S1-Semua Jurusan	1
36	Karyawan Persediaan Produksi	S1/D3-Teknik Industri	5
37	Karyawan Laboratorium R&D	S1/D3-Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri	9
38	Karyawan Pengendalian Proses	S1/D3-Teknik Kimia	25
39	Karyawan Evaluasi Proses	S1/D3-Teknik Kimia	6
40	Karyawan Mesin dan Instrumentasi	D3/SMK-Teknik Mesin/ Teknik Elektro	13
41	Karyawan Bengkel dan Konstruksi	D3/SMK-Teknik Mesin	8
42	Karyawan Utilitas	D3/SMK-Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri	8
43	Karyawan Pemeliharaan Listrik	D3/SMK-Teknik Elektro	10
44	Karyawan Pengolahan Limbah	D3/SMK-Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri	2
45	Karyawan Administrasi	D3/SMK-Ekonomi	4
46	Karyawan Keuangan	D3/SMK-Akuntansi	4
47	Karyawan Pemasaran	D3/SMK-Manajemen	6
48	Karyawan Distribusi dan Transportasi	D3/SMK-Teknik Industri/Manajemen	4
50	Karyawan Pengembangan	D3/SMK-Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri	2
51	Karyawan Kepegawaian	D3/SMK-Teknik Industri	2
52	Karyawan Pusdiklat	D3/SMK-Teknik Industri/Manajemen	3
53	Karyawan Humas	D3/SMK-Ilmu Komunikasi	2
54	Petugas Kebersihan	SMA/SMK-Semua Jurusan	3
55	Karyawan K3	D3/D3-Kesehatan dan Keselamatan Kerja	20
56	Dokter	S1-Kedokteran	2
57	Perawat	S1-Keperawatan	2
58	Petugas Keamanan	SMA/SMK-Semua Jurusan	3
59	Supir	SMA/SMK-Semua Jurusan	14
Jumlah			192

7.2.4 Perincian golongan dan gaji pegawai

Adapun daftara gaji karyawan sebagai berikut :

Tabel 7.2 Daftar gaji karyawan

No	Jabatan	Klasifikasi	Jumlah	Gaji/Bulan(Rp)
1	Direktur Utama	S2/S3-Teknik Kimia/Ekonomi/Hukum	1	21,823,000
2	Direktur Produksi dan Operasional	S2-Teknik Kimia	1	16,823,000
3	Direktur Keuangan dan Pemasaran	S2-Ekonomi	1	16,823,000
4	Direktur Sumberdaya Manusia dan Umum	S2-Manajemen/Hukum	1	16,823,000
5	Staff Ahli	S2-Teknik Kimia	3	9,823,000
6	Kepala Bagian Proses	S1-Teknik Kimia	1	8,323,000
7	Kepala Bagian Teknik	S1-Teknik Mesin	1	8,323,000
8	Kepala Bagian Utilitas	S1-Teknik Kimia	1	8,323,000
9	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	S1-Ekonomi	1	8,323,000
10	Kepala Bagian Pemasaran, Distribusi, dan Transportasi	S1-Teknik Industri/Manajemen	1	8,323,000
11	Kepala Bagian Litbang	S1-Kimia/Teknik Kimia	1	8,323,000
12	Kepala Bagian Personalia	S1-Psikologi/Teknik Industri	1	8,323,000
13	Kepala Bagian Umum	S1-Teknik Industri/Fisipol	1	8,323,000
14	Kepala Seksi Persediaan Produksi	S1-Teknik Industri	1	6,323,000
15	Kepala Seksi Laboratorium R&D	S1-Kimia	1	6,323,000
16	Kepala Seksi Pengendalian Proses	S1-Teknik Kimia	1	6,323,000
17	Kepala Seksi Evaluasi Proses	S1-Teknik Kimia	1	6,323,000
18	Kepala Seksi Mesin dan Instrumentasi	S1-Teknik Mesin/Elektro	1	6,323,000
19	Kepala Seksi Bengkel dan Konstruksi	S1-Teknik Mesin/Teknik Sipil/Teknik Fisika	1	6,323,000
20	Kepala Seksi Utilitas	S1-Teknik Kimia	1	6,323,000
21	Kepala Seksi Pemeliharaan Listrik	S1-Teknik Elektro	1	6,323,000
22	Kepala Seksi	S1-Teknik Kimia	1	6,323,000

Pengolahan Limbah				
23	Kepala Seksi Administrasi	S1-Akuntansi/Sekretaris	1	4,823,000
24	Kepala Seksi Keuangan	S1-Ekonomi	1	4,823,000
25	Kepala Seksi Pemasaran	S1-Manajemen	1	4,823,000
26	Kepala Seksi Distribusi dan Transportasi	S1-Teknik Industri	1	4,823,000
28	Kepala Seksi Pengembangan	S1-Teknik Kimia	1	6,323,000
29	Kepala Seksi Kepegawaian	S1-Psikologi	1	4,823,000
30	Kepala Seksi Pusdiklat	S1-Psikologi/Teknik Industri	1	4,823,000
31	Kepala Seksi Humas	S1-Ilmu Komunikasi	1	4,823,000
32	Kepala Seksi Kebersihan (HSE)	S1-Kesehatan Masyarakat	1	4,823,000
33	Kepala Seksi K3	S1-Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	4,823,000
34	Kepala Seksi Keamanan	S1-Semua Jurusan	1	4,823,000
36	Karyawan Persediaan Produksi	S1/D3-Teknik Industri	5	3,823,000
37	Karyawan Laboratorium R&D	S1/D3-Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri	9	3,823,000
38	Karyawan Pengendalian Proses	S1/D3-Teknik Kimia	25	3,823,000
39	Karyawan Evaluasi Proses	S1/D3-Teknik Kimia	6	3,823,000
40	Karyawan Mesin dan Instrumentasi	D3/SMK-Teknik Mesin/ Teknik Elektro	13	3,823,000
41	Karyawan Bengkel dan Konstruksi	D3/SMK-Teknik Mesin	8	3,823,000
42	Karyawan Utilitas	D3/SMK-Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri	8	3,823,000
43	Karyawan Pemeliharaan Listrik	D3/SMK-Teknik Elektro	10	3,823,000
44	Karyawan Pengolahan Limbah	D3/SMK-Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri	2	3,823,000
45	Karyawan Administrasi	D3/SMK-Ekonomi	4	3,823,000
46	Karyawan Keuangan	D3/SMK-Akuntansi	4	3,823,000
47	Karyawan Pemasaran	D3/SMK-Manajemen	6	3,823,000
48	Karyawan Distribusi dan Transportasi	D3/SMK-Teknik Industri/Manajemen	4	3,823,000
50	Karyawan Pengembangan	D3/SMK-Kimia/Analisis Kimia/Kimia Industri	2	3,823,000
51	Karyawan	D3/SMK-Teknik	2	3,823,000

	Kepegawaian	Industri		
52	Karyawan Pusdiklat	D3/SMK-Teknik Industri/Manajemen	3	3,823,000
53	Karyawan Humas	D3/SMK-Ilmu Komunikasi	2	3,823,000
54	Petugas Kebersihan	SMA/SMK-Semua Jurusan	3	3,623,000
55	Karyawan K3	D3/D3-Kesehatan dan Keselamatan Kerja	20	3,823,000
56	Dokter	S1-Kedokteran	2	8,320,000
57	Perawat	S1-Keperawatan	2	3,623,000
58	Petugas Keamanan	SMA/SMK-Semua Jurusan	3	3,623,000
59	Supir	SMA/SMK-Semua Jurusan	14	3,623,000
	Total		192	351,785,000

7.2.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik etil akrilat beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan *shut down*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam 2 golongan, yaitu :

a. Karyawan non-shift

Karyawan non-shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Termasuk karyawan harian yaitu direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang ada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

1. Hari Senin-Jum'at : Jam 08.00-16.00
2. Hari Sabtu : Jam 07.00-13.00

Jam istirahat :

1. Hari Senin-Kamis : Jam 12.00-13.00
2. Hari Jumat : Jam 11.00-13.00

b. Karyawan Shift/Plong

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift antara lain seksi proses, sebagian seksi laboratorium, seksi pemeliharaan, seksi utilitas dan seksi keamanan. Para karyawan shift akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut :

Karyawan produksi dan teknik :

1. Shift pagi : Jam 07.00-15.00
2. Shift siang : Jam 15.00-23.00
3. Shift malam : Jam 23.00-07.00

Karyawan Keamanan :

1. Shift pagi : Jam 06.00-14.00
2. Shift siang : Jam 14.00-22.00
3. Shift malam : Jam 22.00-06.00

Untuk karyawan shift ini akan dibagi dalam 4 regu di mana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya.

Gambar 7.3 Pembagian shift karyawan

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

Keterangan :

P = *Shift* pagi

M = *Shift* malam

S = *Shift* siang

L = Libur

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

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

7.2.6 Kesejahteraan Karyawan

Untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan keluarganya, perusahaan memberikan fasilitas-fasilitas penunjang seperti: tunjangan, fasilitas kesehatan, transportasi, koperasi, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), cuti, dan lain-lain.

1. Tunjangan

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

2. Cuti

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

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

7.3 Manajemen Produksi

Manajemen produksi berfungsi untuk menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk jadi menggunakan faktor-faktor produksi proses sehingga sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar produk jadi yang dihasilkan memiliki kualitas yang sesuai rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya 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 kearah yang sesuai.

7.3.1 Perencanaan Produksi

Secara garis besar penyusunan rencana produksi disusun dengan mempertimbangkan dua hal yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor eksternal merupakan kemampuan pasar terhadap produk yang dihasilkan oleh pabrik sedangkan faktor internal merupakan kemampuan pabrik. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

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

Ada 3 alternatif yang bisa diambil, yaitu :

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

1. 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 ketrampilan meningkat.

c. Mesin/peralatan

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

7.3.2 Pengendalian Proses

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1) Pengendalian kualitas

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

7.4 Tata Letak (*Lay Out*) Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan nilai praktis dan menguntungkan, baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Perencanaan *lay out* pabrik meliputi perencanaan area penyimpanan, area proses dan *handling area*. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama yaitu:

1. Daerah administrasi atau perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol. Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses serta produk yang dijual.
2. Daerah proses merupakan daerah tempat-tempat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung.
3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi
4. Daerah utilitas merupakan daerah kegiatan penyediaan air, *steam*, udara tekan dan listrik.

Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

1) Penyediaan bahan baku

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

2) Pemasaran

Etil Akrilat merupakan bahan yang sangat dibutuhkan oleh industri sebagai bahan baku utama, sehingga pendirian pabrik diusahakan dilakukan di kawasan industri.

3) Ketersediaan energi dan air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik baik untuk air proses, pendingin atau kebutuhan lainnya. Sumber air biasanya berupa sungai, laut atau danau. Energi merupakan faktor utama dalam operasional pabrik.

4) Ketersediaan tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi.

5) Kondisi geografis dan sosial

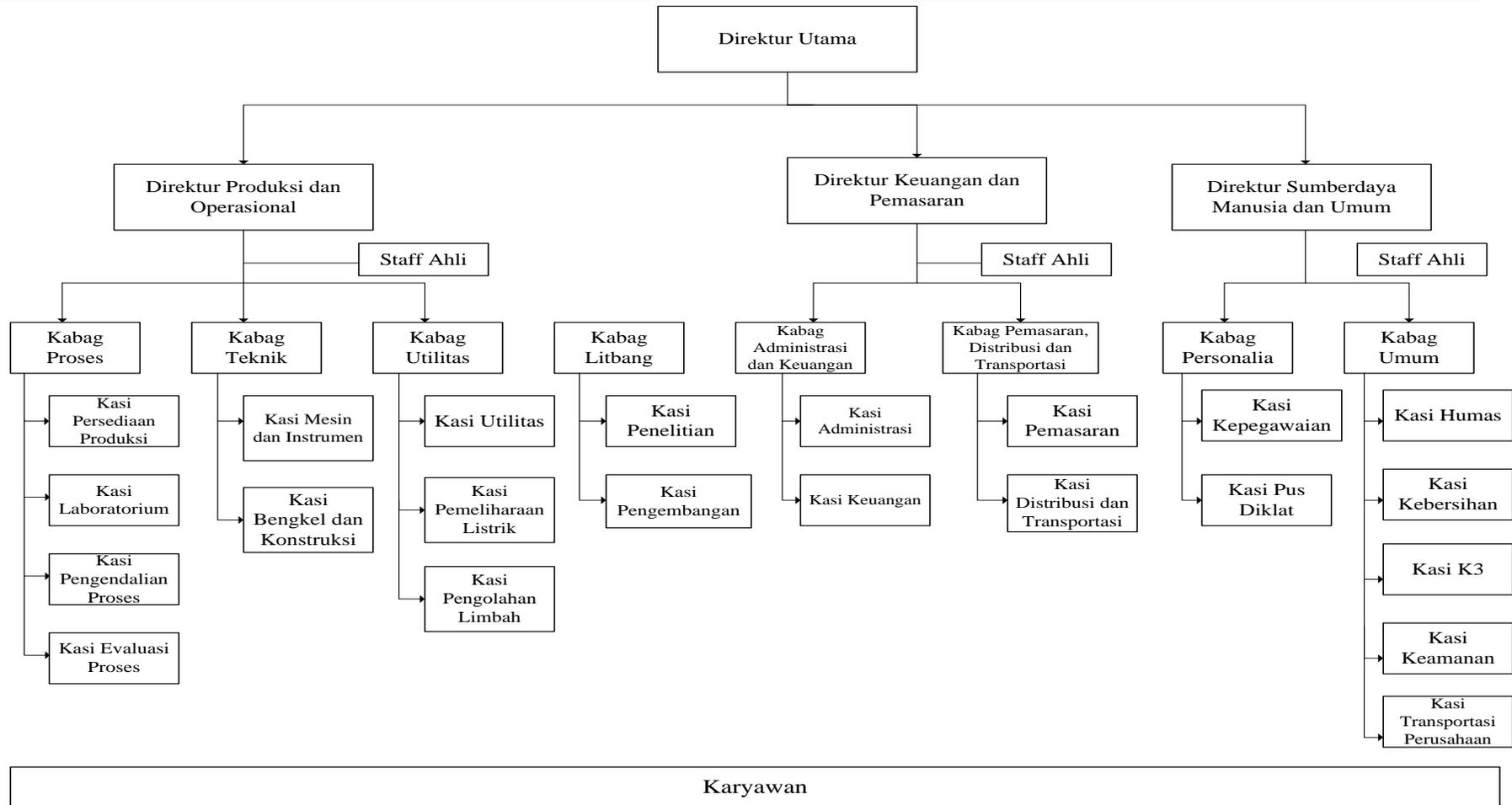
Lokasi pabrik sebaiknya terletak didaerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi pabrik yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

6) Luas area yang tersedia

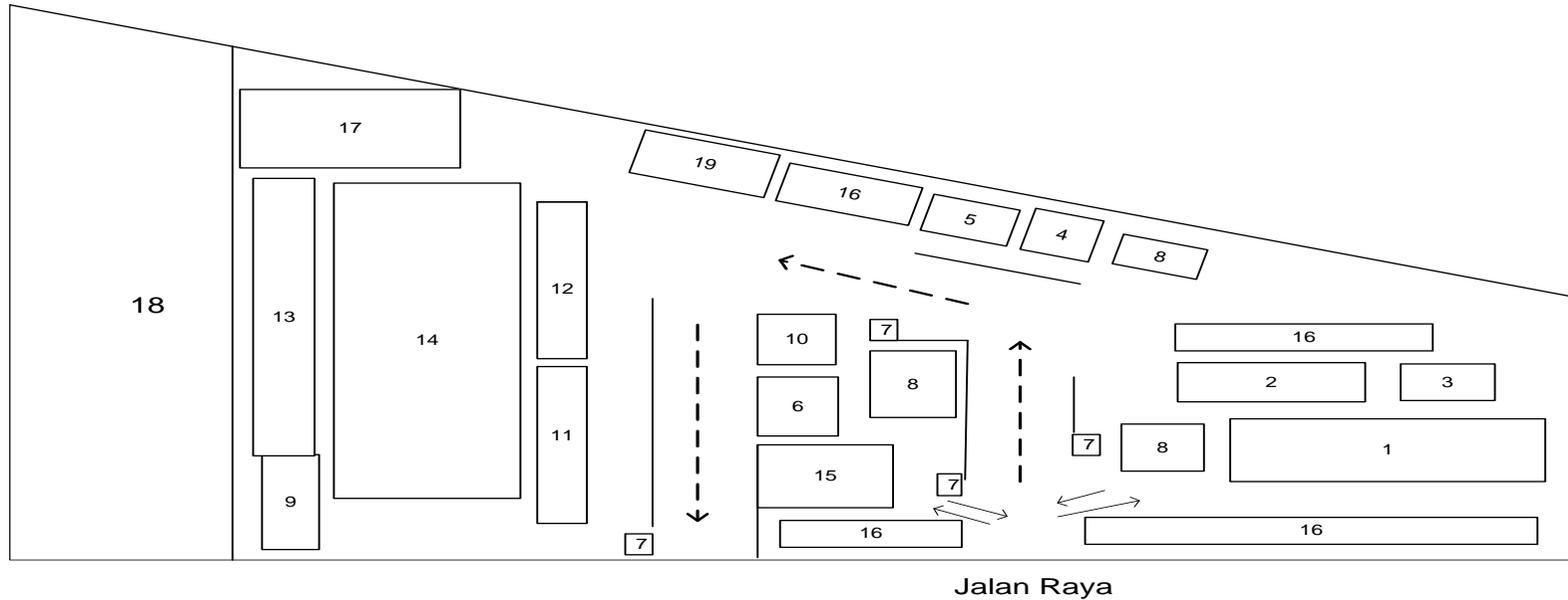
Harga tanah menjadi hal yang membatasi penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia, jika harga tanah amat tinggi maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain.

7) Fasilitas dan transportasi

8) Keamanan negara

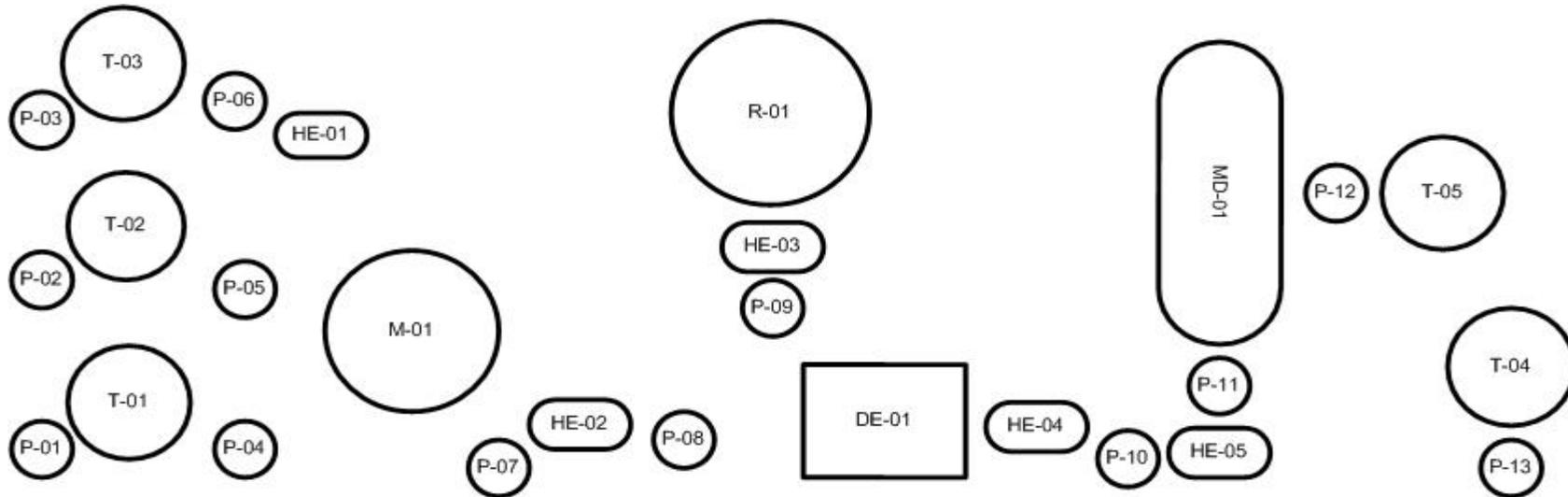


Gambar 6. Bagan Instruktur Organisasi Perusahaan



Keterangan	
1. Kantor	11. Lab
2. Gedung Pertemuan	12. Ruang Kontrol
3. Perpustakaan	13. Utilitas
4. Masjid	14. Unit Proses
5. Kantin	15. Bengkel
6. Poliklinik	16. Taman
7. Pos Keamanan	17. Gudang
8. Tempat Parkir	18. Area Perluasan
9. Pengolahan Limbah	19. Parkir Truk
10. K3	

Gambar 7. Tata Letak Pabrik


KETERANGAN:

T-01 : tangki penyimpan asam akrilat
 T-02 : tangki penyimpan etanol
 T-03 : tangki penyimpan asam sulfat
 T-04 : tangki penyimpan produk
 T-05 : tangki akumulator
 M-01 : mixer
 R-01 : reaktor
 DE-01 : dekanter
 MD-01: menara destilasi

P-01 : pompa 01
 P-02 : pompa 02
 P-03 : pompa 03
 P-04 : pompa 04
 P-05 : pompa 05
 P-06 : pompa 06
 P-07 : pompa 07
 P-08 : pompa 08
 P-09 : pompa 09

P-10 : pompa 10
 P-11 : pompa 11
 P-12 : pompa 12
 P-13 : pompa 13
 HE-01 : heat exchanger 01
 HE-02 : heat exchanger 02
 HE-03 : heat exchanger 03
 HE-04 : heat exchanger 04
 HE-05 : heat exchanger 05

Gambar 8. Tata Letak Alat

BAB VIII. EVALUASI EKONOMI

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

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tidak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
4. Analisis kelayakan
 - a. *Percent Return On Investment (ROI)*
 - b. *Pay Out Time (POT)*
 - c. *Break Even Point (BEP)*
 - d. *Shut Down Point (SDP)*
 - e. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Dasar Perhitungan :

Kapasitas produksi	: 15.000 ton/tahun
Pabrik beroperasi	: 330 hari kerja
Umur alat	: 10 tahun
Nilai kurs	: 1 US \$ = Rp 14.539

Tahun evaluasi : 2018

Upah buruh Indonesia : Rp 20,93 /*man hour*

(Peters & Timmerhaus, 2003)

Dalam satu tahun, pabrik beroperasi selama 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2018. Di dalam analisis ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisis. Untuk mencari harga pada tahun analisis, maka dicari index pada tahun analisis.

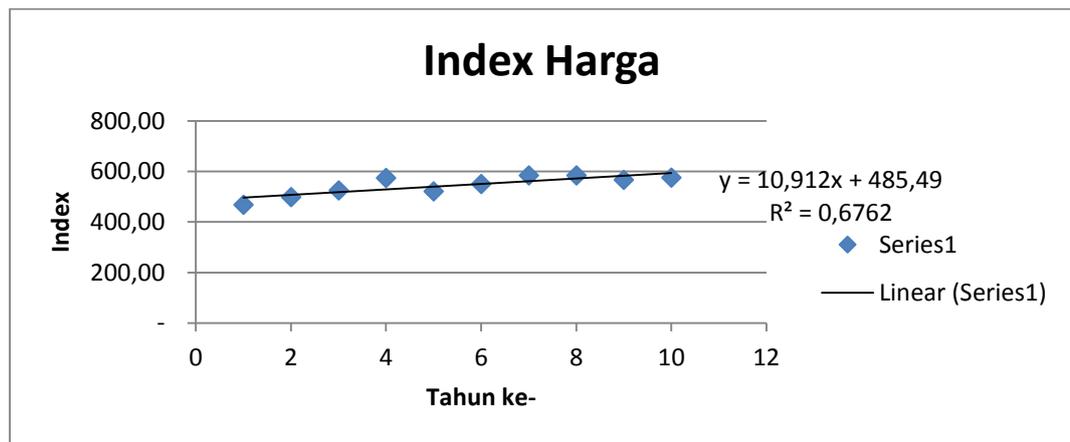
Asumsi kenaikan harga dianggap linier, dengan menggunakan program *excel* dapat dicari persamaan linier yaitu :

Tabel 8.1 *Cost index chemical plant*

Tahun	Tahun Ke-	Index
2005	1	468.20
2006	2	499.60
2007	3	525.40
2008	4	575.50
2009	5	521.90
2010	6	550.80
2011	7	585.70
2012	8	584.60
2013	9	567.30
2014	10	576.10

(Peters & Timmerhaus, 2003)

Dari table *cost index* tahun 2005-2014 diperoleh persamaan linear $y = 10,912x + 485,49$, maka dengan demikian dapat dicari *cost index* pada tahun 2018



Gambar 9. Grafik hubungan tahun dengan *cost index*

Persamaan yang diperoleh adalah $y = 10,912x + 485,49$ dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari harga *index* pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2018 adalah :

$$\begin{aligned} y &= 3,387x + 354,9 \\ &= 681,906 \end{aligned}$$

Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi dengan persamaan:

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

Dalam hubungan ini : Ex : Harga pembelian pada tahun 2018

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (tahun 2014)

Nx : Index harga pada tahun 2018

Ny : Index harga pada tahun referensi (tahun 2014)

8.1. Perhitungan Biaya :

A. Investasi Modal (*Capital Investment*).

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

1. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*).

Modal tetap adalah investmentasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

2. Modal Kerja (*Working Capital Investment*).

Modal kerja adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

B. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*).

Manufacturing cost merupakan jumlah dari semua biaya langsung, maupun tidak langsung dan biaya-biaya tetap yang timbul akibat pembuatan suatu produk.

Manufacturing Cost meliputi :

1. Biaya produksi langsung (*Direct cost*) adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.

2. Biaya produksi tak langsung (*Indirect cost*) adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik.

3. Biaya tetap (*Fixed cost*) merupakan biaya yang tidak tergantung waktu maupun jumlah produksi, meliputi : depresiasi, pajak asuransi dan sewa.

C. Pengeluaran Umum (*General Expenses*).

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

D. Analisis Kelayakan.

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

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan :

1. *Percent Return On Investment (ROI)*

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

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

Dengan : Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = *fixed capital investment*

2. *Pay Out Time (POT)*

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

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

3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah titik impas di mana pabrik tidak mempunyai suatu keuntungan.

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

Dimana : Sa = penjualan produk

Ra = *regulated cost*

Va = *variable cost*

Fa = *fixed manufacturing cost*

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *fixed cost* sehingga pabrik harus ditutup .

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

8.2. Total Fixed Capital Investment

Tabel 8.2 *Total fixed capital investment*

FIXED CAPITAL INVESMENT	Rp
PEC	104,039,207,051.43
Instalasi	26,009,801,762.86
Pemipaan	68,665,876,653.94
Isolasi	8,323,136,564.11
Instrument	26,009,801,762.86
Listrik	31,211,762,115.43
Bangunan	13,409,371,346.18
Pengembangan	17,964,000,000.00

Tanah	49,708,329,830.21
Jumlah DC	345,341,287,087.02
Engineering & Supervision, 8% DC	26,961,452,041.83
Construction expenses, 10% DC	33,701,815,052.29
Contractor's fee, 2% - 8% DC	16,850,907,526.15
Jumlah IC	77,514,174,620.27
Jumlah FCI	414,532,325,143.17
Contingency, 8%	33,162,586,011.45
Start Up expenses, 8 - 10% FCI	33,162,586,011.45

8.3. Working Capital

Tabel 8.3 *Working capital*

WC (WORKING CAPITAL)		Rp
Persediaan bahan baku	1/12 x bahan baku	16,240,249,276.62
Bahan baku dlm proses	0.5/330 x manufacturing	564,626,694.97
Biaya sebelum terjual	1/12 x manufaktur	31,054,468,223.35
Persediaan uang	1/12 x manufaktur	31,054,468,223.35
JUMLAH	WC (WORKING CAPITAL)	78,913,812,418.29

8.4. Manufacturing Cost

Tabel 8.4 *Manufacturing cost*

Manufacturing Cost	Rp
Bahan Baku	194,882,991,319.47
Buruh (Labor)	10,615,320,000
Supervisi	1,804,604,400
Perawatan	16,581,293,005.73
Operating Supplies	2,487,193,950.86
Royalty	5,389,421,906

UPL	53,894,219,057.71
Laboratory Charges	1,592,298,000
Direct Manufacturing Cost	384,266,042,252.21
Local Taxes	4,145,323,251.43
Depresiasi	41,453,232,514.32
Plant Overhead	4.313.400.000,00
Asuransi	2,072,661,625.72
Total Fixed Cost	101,565,436,449.18
Manufacturing Cost	538,942,190,577.15

8.5. General Expenses

Tabel 8.5 *General expenses*

General Expense	
Administrative cost	10,778,843,811.54
Distribution and Marketing Cost	10,778,843,811.54
Research and Development Cost	26,947,109,528.86
Finance	4,605,914,723.81
Total General Expenses	53,110,711,875.76

8.6. Analisis Ekonomi

$$\begin{aligned}
 \text{Total cost} &= \text{manufacturing cost} + \text{general expenses} \\
 &= \text{Rp } 538,942,190,577.15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keuntungan} &: \\
 \text{Harga jual (Sa)} &= \text{Rp } 654,255,000,000.00
 \end{aligned}$$

Total cost = Rp 538,942,190,577.15

Keuntungan sebelum pajak =Rp 115,312,809,422.85

Pajak 30% dari keuntungan = Rp 34,593,842,826.86

Keuntungan sesudah pajak = Rp 80,718,966,596.00

8.6.1 Return On Investment (ROI)

Salah satu cara yang paling umum untuk menganalisis keuntungan dari suatu pabrik baru adalah *percentreturn on investment* yaitu kecepatan tahunan dimana keuntungan-keuntungan akan mengembalikan investasi (modal). Dalam bentuk dasar ROI dapat didefinisikan sebagai rasio (perbandingan) yang dinyatakan dalam prosentase dari keuntungan tahunan dengan investasi modal.

$$Prb = \frac{Pb}{If} \qquad Pra = \frac{Pa}{If}$$

Dengan : Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = *fixed capital investment*

$$Prb = \frac{115,312,809,422.85}{414,532,325,143.7} \times 100\%$$

$$= 27 \%$$

Jadi ROI sebelum pajak = 28 %

$$Pra = \frac{80,718,966,596.00}{414,532,325,143.7} \times 100\%$$

$$= 19 \%$$

Jadi ROI sesudah pajak = 19 %

8.6.2 Pay Out Time (POT)

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

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

$$POT = \frac{414,532,325,143.7}{155,312,809,422.85 + (0,1 \times 414,532,325,143.7)}$$

$$= 2,7$$

Jadi POT sebelum pajak = 2,6 tahun

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

$$POT = \frac{414,532,325,143.7}{80,718,966,596,00 + (0,1 \times 414,532,325,143.7)}$$

$$= 3,4$$

Jadi POT sesudah pajak = 3,4 tahun

8.6.3 Break Even Point (BEP)

Break even point merupakan titik batas suatu pabrik dapat dikatakan tidak untung tidak rugi. Dengan kata lain, *break even point* merupakan kapasitas produksi yang menghasilkan harga jual sama dengan *total cost*.

Fixed Cost.

Tabel 8.6 *Fixed cost*

<i>Fixed cost (Fa)</i>	Rp
Depresiasi	41,453,232,514.32
Local taxes	4,145,323,251.43
Asuransi	2,072,661,625.72
	47,671,217,391.46

Variable cost

Tabel 8.7 *Variable cost*

<i>Variable cost (Va)</i>	Rp
Bahan Baku	194,882,991,319.47
Utilitas	150,912,919,670.38
Royalti & patent	5,389,421,906
	351,185,332,895.63

Regulated cost

Tabel 8.8 *Regulated cost*

<i>Regulateted cost (Ra)</i>	Rp
Operating Labor	10,615,320,000
Supervisi	1,804,604,400
Maintanance & Repair	16,581,293,005.73
Operating Supplies	2,487,193,950.86
Laboratory charges	1,592,298,000.00
Plant-overhead cost	53,894,219,057.71

General Expenses	53,110,711,875.76
	140,085,640,290.06
	10,615,320,000

$$\begin{aligned}
 BEP &= \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% \\
 &= \frac{44,671,391,46 + (0,3 \times 140,085,640,290,06)}{351,185,332,895,63 - 654,255,000,00 - (0,7 \times 140,085,640,290,06)} \times 100\% \\
 &= 43 \% \text{ (antara } 40 \% \text{ sampai } 60 \%)
 \end{aligned}$$

8.6.4 Shut Down Point (SDP)

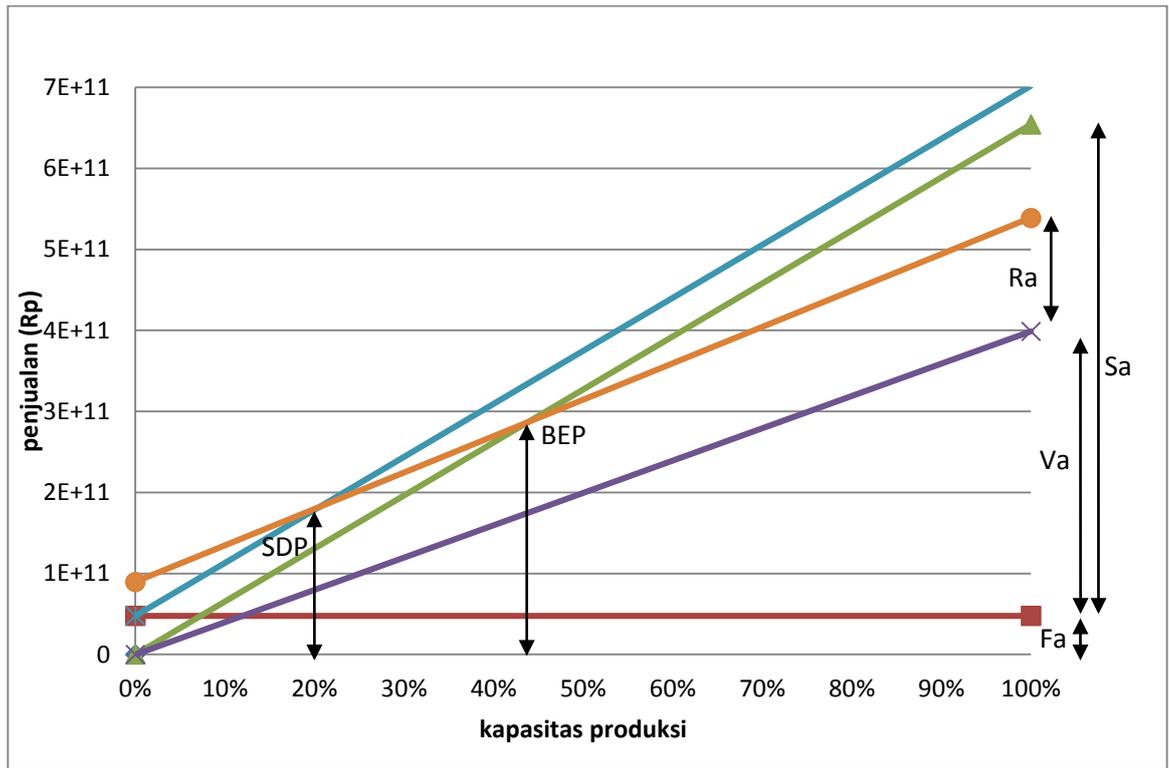
Shut down point adalah suatu titik di mana pabrik merugi sebesar *fixed cost*.

$$\begin{aligned}
 SDP &= \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3 \times 140,085,640,290,06}{654,255,000,00 - 351,185,332,895,63 - (0,7 \times 140,085,640,290,06)} \times 100\% \\
 &= 21\%
 \end{aligned}$$

8.6.5 Discounted Cash Flow (DCF)

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “*Discounted Cash Flow*” merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

TCI	460,591,472,381.30
Modal sendiri (70%)	460,591,472,381.30
Modal pinjaman	322,414,030,666.91
TCI- modal sendiri	138,177,441,714.39
TPC	538,942,190,577.15
Depresiasi	41,453,232,514.32
Harga Produk	654,255,000,000
Bunga Bank	10%
Pajak	30%
Usia Pabrik	10
Hutang tahun 0	138,177,441,714.39
Bunga bank	13,817,744,171.44



Gambar 10. Grafik analisis kelayakan ekonomi

BAB IX

KESIMPULAN

Pabrik Etil akrilat dari asam akrilat dan etanol dengan katalis asam sulfat kapasitas 15.000 ton/tahun setelah dilakukan perancangan awal, baik dari segi teknik maupun segi ekonomi, pabrik etil akrilat dapat disimpulkan termasuk pabrik dengan resiko rendah serta layak dan memiliki estimasi keuntungan yang cukup besar untuk didirikan, karena memiliki indikator perekonomian yang relative baik yaitu:

Tabel 9.1 Analisis kelayakan ekonomi

No	Analisis kelayakan	Kriteria	Hasil Perhitungan
1	Laba sebelum pajak		Rp 115,312,809,422.85
	Laba sesudah pajak		Rp 80,718,966,596.00
2	ROI	Minimum 11%	19 %
3	POT	Maksimum 5 tahun	3,4 tahun
4	BEP	40%-60%	43 %
5	SDP		21 %
6	DCF	>15% (1,5 x bunga bank)	21 %

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2010-2015. *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*.
<http://www.bps.go.id>. diakses maret 2017.
- Branan, C. 2005. *Rules of Thumb for Chemical Engineering*. 4th-ed Elsevier of 30
Corporate. Oxford.
- Brownell & Young. 1959. *Process Equipment Design*. John Willey Inc. USA.
- Chien, I.L and Kuo, C.L. *Optimum Design Of Ethyl Acrylate Process With
Coupled Reactor/Columns Configuration*. Department of Chemical
Engineering. National Taiwan University of Science and Technology.
Taipei 106. Taiwan.
- Coulson & Richardson. 1988. *Chemical Engineering Design*. 3rd-ed vol.6.R.K
Sinott, Oxford.
- Dougherty, Edward. 1989. *Process for Production of Alkyl Acrylates*. United State
: <http://freepatent.com>. Diakses maret 2017
- Fessenden, R.J and Fessenden, J.S. 1997. *Organic Chemistry 2nd edition*. United
State of America.
- Hahn, H.D., and Neier, W. 1985. *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*,
3rd edition, volume A1. VCH: Germany.
- Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw Hill Company. Singapore.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1998. *Encyclopedia of Chemical Technology*. 4th
ed. The Interscience Encyclopedia Inc. New York.
- K.R. Dobson. 1958. *Production of Ethyl Acrylate* U.S. Patent 2,980,730,
<http://www.unitedstatepatent.com>, diakses maret 2017.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering*. 3rd-ed, pp. 94-96; 208-213.
John Wiley & Sons, New York.
- Lee, Brian., dkk. 2005. *Method For Producing Ethyl Acrylate*. U.S. Patent
0107629. <http://www.unitedstatepatent.com>. diakses maret 2017
- Luyben, W.L. 2007. *Chemical Reactor Design and Control*. United States of
America

Perry, Robert H. dan Dow W. Green. 1999. *Chemical Engineering HandBook*. 8th Edition. New York: McGraw-Hill Book Company.

Petters & Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineerings*. International Edition, McGraw Hill Book Company. Singapore.

PT. Petrokimia Gresik. <http://www.petrokimia-gresik.com>. diakses april 2017

Ullmann, F and Bohnet, M. 1985. *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 3rd edition, volume A1. VCH: Germany.

Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. Mc Graw Hill Company : New York

<http://www.bpom.go.id>. Diakses maret 2017

<http://www.dowacrylates.com>. Diakses maret 2017

<http://www.kemenperin.go.id> Diakses mater 2017

<http://www.undata.go.id>. Diakses maret 2017