

**PRA RANCANGAN
PABRIK ETIL ASETAT DARI ASAM ASETAT DAN
ETANOL DENGAN KAPASITAS 25.000 TON /
TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh

**Nama : Rifky Putra Pratama
No. Mhs : 17521075**

**Nama : Muhammad Taufik Akbar
No. Mhs : 17521081**

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

2022

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

**PRA RANCANGAN PABRIK ETIL ASETAT DARI
ASAM ASETAT DAN ETANOL DENGAN
KAPASITAS 25.000 TON / TAHUN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama: Rifky Putra Pratama

Nama: Muhammad Taufik Akbar

No. Mahasiswa: 17521075

No. Mahasiswa: 17521081

Yogyakarta, 10 November 2021

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

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

Penyusun I,



Rifky Putra Pratama
NIM. 17521075

Penyusun II,



Muhammad Taufik Akbar
NIM. 17521081

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK ETIL ASETAT DARI ASAM
ASETAT DAN ETANOL DENGAN KAPASITAS 25.000 TON /
TAHUN
PERANCANGAN PABRIK**



Oleh:

Nama : Rifky Putra Pratama
NIM : 17521075

Nama : Muhammad Taufik Akbar
NIM : 17521081

Yogyakarta, 26 Januari 2022

Pembimbing I,

Tuasikal M. Amin, Ir., M.Sn

Pembimbing II,

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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK ETIL ASETAT DARI ASAM
ASETAT DAN ETANOL DENGAN KAPASITAS 25.000 TON /
TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Rifky Putra Pratama

Nama : Muhammad Taufik Akbar

NIM : 17521075

NIM : 17521081

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

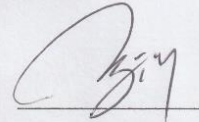
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 18 Februari 2022

Tim Penguji,

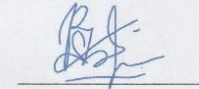
Tuasikal Muhamad Amin, Ir., M.Sn

Ketua



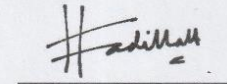
Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.

Anggota I



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

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Alhamdulillah, segala puji syukur tak henti-hentinya kami panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan ridho-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Kimia dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Etil Asetat dari Asam Asetat dan Etanol dengan Proses Esterifikasi dengan Kapasitas 25.000 ton/tahun". Pembuatan Tugas Akhir ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada

1. Allah SWT karena atas rahmat karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga kami yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik moril maupun materil selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T, selaku Dekan FTI yang telah memberikan kemudahan pelayanan administrasi.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi, selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan akademik.
5. Bapak Tuasikal Muhamad Amin, Ir., M.Sn selaku Dosen Pembimbing I kami yang selalu memberikan waktu, arahan dan bimbingannya selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Ibu Venitalitya Alethea Sari Augustia S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II kami yang juga selalu memberikan waktu, arahan dan bimbingannya selama penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.

7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya yang sangat bermanfaat kepada penulis.
8. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia angkatan 2017 yang selalu memberikan dukungan serta saling membagikan ilmunya.
9. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dan kesalahan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini baik dari segi isi maupun susunannya. Maka dari itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap Tugas Akhir ini akan berguna dan bermanfaat bukan hanya bagi penyusun, tetapi juga bagi para pembaca. Terima kasih atas perhatiannya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

DAFTAR ISI

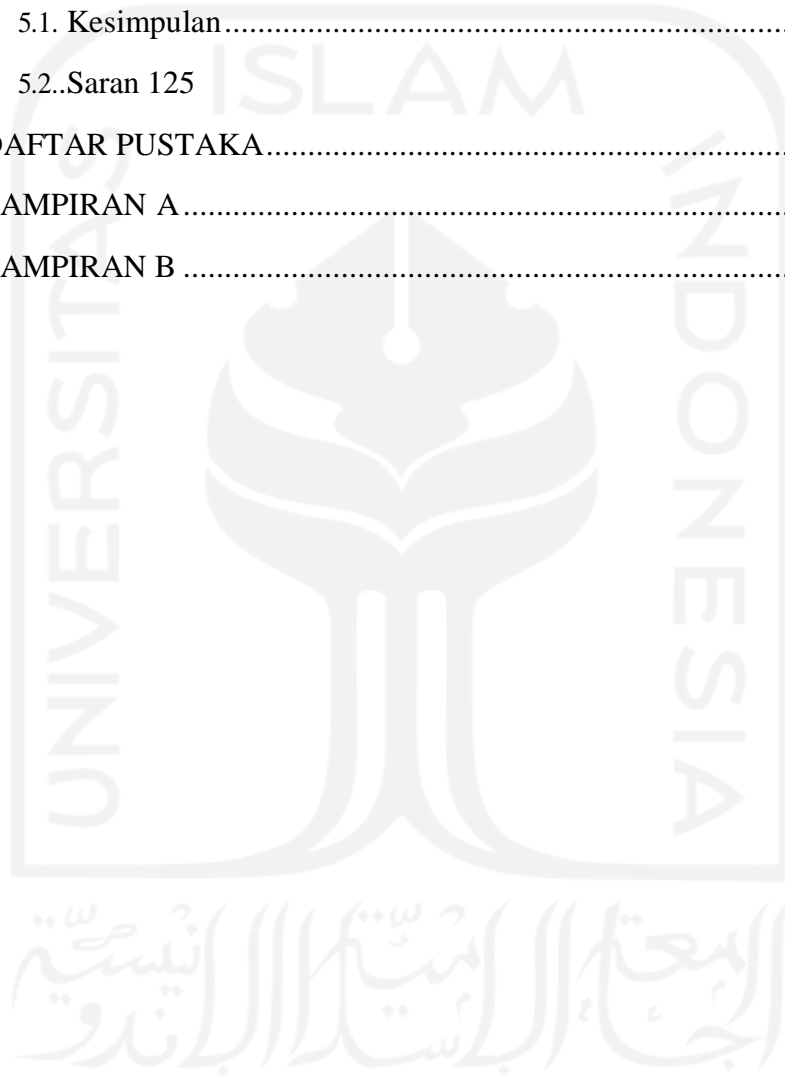
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Kapasitas Perancangan.....	3
1.2.1. Ekspor dan Impor.....	3
1.2.2. Produksi dan Konsumsi.....	6
1.2.3. Pabrik yang Memproduksi Etil Asetat di Dunia.....	7
1.3. Tinjauan Pustaka.....	8
1.3.1. Macam-Macam Proses Pembuatan Produk.....	8
1.3.2. Kegunaan Produk.....	14
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	15
2.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	15
2.1.1. Asam Asetat.....	15
2.1.2. Etanol.....	16
2.2. Spesifikasi Bahan Baku Pembantu.....	16
2.2.1. Asam Sulfat.....	16
2.2.2. Sodium Hidroksida.....	17
2.2.3. Air.....	17
2.3. Spesifikasi Produk.....	19

2.3.1.	Etil Asetat	19
2.4.	Pengendalian Kualitas	19
2.4.1.	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	19
2.4.2.	Pengendalian Kualitas Proses	20
2.4.3	Pengendalian Kualitas Produk	21
BAB III PERANCANGAN PROSES.....		23
3.1.	Uraian Proses	23
3.1.1.	Proses Persiapan Bahan Baku	24
3.1.2.	Tahap Reaksi.....	24
3.1.3.	Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk	25
3.2.	Spesifikasi Alat	26
3.2.1.	Tangki Penyimpanan	26
3.2.2.	Mixer (M-01)	28
3.2.3.	Reaktor.....	29
3.2.4.	Neutralizer	30
3.2.5.	Decanter	31
3.2.6.	Menara Distilasi	32
3.2.7.	Reboiler.....	33
3.2.8.	Condenser	34
3.2.9.	Accumulator.....	35
3.2.10.	Heater.....	36
3.2.11.	Pompa	37
3.2.12.	Cooler	42
3.3.	Perencanaan Produksi	44
3.3.1	Analisis Kebutuhan Bahan Baku/ Bahan Pembantu	44
3.3.2	Analisis Kebutuhan Peralatan Proses	45
BAB IV PERANCANGAN PABRIK		46
4.1.	Lokasi Pabrik	46

4.1.1.	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	46
4.1.2.	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	48
4.2.	Tata Letak Pabrik	50
4.2.1.	Perkantoran/Administrasi	50
4.2.2.	Proses.....	51
4.2.3.	Instalasi dan Utilitas	51
4.2.4.	Fasilitas Umum	51
4.2.5.	Keamanan	51
4.2.6.	Pengolahan Limbah	51
4.2.7.	Perluasan.....	52
4.3.	Tata Letak Alat Proses	53
4.3.1.	Aliran Bahan Baku Dan Produk.....	53
4.3.2.	Aliran Udara.....	54
4.3.3.	Pencahayaan.....	54
4.3.4.	Lalu Lintas Manusia Dan Kendaraan	54
4.3.5.	Jarak Antar Alat Proses	54
4.3.6.	Pertimbangan Ekonomi	54
4.4.	Aliran Proses dan Material	55
4.4.1.	Neraca Massa	55
4.4.2.	Neraca Energi.....	57
4.4.3.	Diagram Alir Proses	59
4.5.	Pelayanan Teknik (Utilitas)	62
4.5.1.	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>).....	62
4.5.2.	Unit Pembangkit <i>Steam (Steam Generation System)</i>	72
4.5.3.	Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>)	73
4.5.4.	Unit Penyediaan Udara Tekan (<i>Instrument Air System</i>).....	77
4.5.5.	Unit Penyediaan Bahan Bakar	77

4.5.6.	Unit Pengolahan Limbah	77
4.5.7.	Spesifikasi Alat Utilitas	82
4.5.7.1.	Pompa Utilitas	82
4.5.7.2.	Bak Penampung	87
4.5.7.3.	Tangki Utilitas.....	89
4.5.7.4.	Screeener	91
4.5.7.5.	Sand Filter.....	91
4.5.7.6.	Cooling Tower	92
4.5.7.7.	Mixed Bed.....	92
4.5.7.8.	Deaerator.....	92
4.5.7.9.	Blower Cooling Tower	93
4.6.	Organisasi Perusahaan.....	93
4.6.1.	Bentuk Perusahaan	93
4.6.2.	Struktur Organisasi.....	94
4.6.3.	Tugas dan Wewenang.....	95
4.6.4.	Status, Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan.....	100
4.6.5.	Pembagian Jam Kerja dan Sistem Gaji Karyawan.....	103
4.6.6.	Ketenagakerjaan.....	108
4.7.	Evaluasi Ekonomi	111
4.7.1.	Perkiraan Harga Alat	111
4.7.2.	Dasar Perhitungan	114
4.7.3.	Perhitungan Biaya	114
4.7.3.1.	<i>Capital Investment</i>	114
4.7.3.2.	Manufacturing Cost.....	116
4.7.3.3.	<i>General Expense</i>	117
4.7.4.	Analisis Keuntungan	118
4.7.5.	Analisis Kelayakan.....	118
4.7.5.1.	<i>Return on Investment (ROI)</i>	118

4.7.5.2. Pay Out Time (POT)	119
4.7.5.3. Break Even Point (BEP).....	120
4.7.5.4. Shut Down Point (SDP).....	121
4.7.5.5. Discaunted Cash Flow of Return (DCFR).....	122
BAB V	124
PENUTUP.....	124
5.1. Kesimpulan.....	124
5.2..Saran	125
DAFTAR PUSTAKA.....	126
LAMPIRAN A	129
LAMPIRAN B	144



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Impor Etil Asetat di Indonesia tahun 2012-2020.	3
Tabel 1.2 Tabel Proyeksi Import Etil Asetat di Indonesia tahun 2021-2026	5
Tabel 1.3 Tabel Ekspor Etil Asetat di Indonesia tahun 2012-2020	5
Tabel 1.4 Tabel Data Konsumsi Tinta Cetak di Indonesia tahun 2014-2018	6
Tabel 1.5 Daftar Pabrik Etil Asetat di Seluruh Dunia.....	7
Tabel 1.6 Perbandingan Jenis Proses	13
Tabel 3.1 Tangki Penyimpanan	26
Tabel 3.2 Mixer	28
Tabel 3.3 Reaktor.....	29
Tabel 3.4 Neutralizer.....	30
Tabel 3.5 Decanter	31
Tabel 3.6 Menara Distilasi	32
Tabel 3.7 Reboiler.....	33
Tabel 3.8 Condenser	34
Tabel 3.9 Accumulator.....	35
Tabel 3.10 Heater.....	36
Tabel 3.11 Pompa	37
Tabel 3.12 Cooler	42
Tabel 4.1 Rincian Luas Area Pabrik	52
Tabel 4.2 Neraca Massa di Mixer	55
Tabel 4.3 Neraca Massa di Reaktor 01	55
Tabel 4.4 Neraca Massa di Neutralizer	56
Tabel 4.5 Neraca Massa di Decanter	56
Tabel 4.6 Neraca Massa di Menara Distilasi	57

Tabel 4.7 Neraca panas di Mixer	57
Tabel 4.8 Neraca Panas di Reaktor 01	57
Tabel 4.9 Neraca Panas di Neutralizer	58
Tabel 4.10 Neraca Panas di Decanter	58
Tabel 4.11 Neraca Panas di Menara Distilasi.....	59
Tabel 4.12 Total Kebutuhan Air	72
Tabel 4.13 Kebutuhan Listrik Alat Proses	73
Tabel 4.14 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas	74
Tabel 4.15 Total Kebutuhan Listrik	76
Tabel 4.16 Pompa Utilitas	82
Tabel 4.17 Bak Utilitas	87
Tabel 4.18 Tangki Utilitas.....	89
Tabel 4.19 Screener	91
Tabel 4.20 Sand Filter	91
Tabel 4.21 Cooling Tower	92
Tabel 4.22 Mixed Bed.....	92
Tabel 4.23 Deaerator.....	92
Tabel 4.24 Blower Cooling Tower	93
Tabel 4.25 Penggolongan Jabatan	101
Tabel 4.26 Jumlah Karyawan	102
Tabel 4.27 Jadwal Shift Karyawan.....	105
Tabel 4.28 Gaji Karyawan.....	106
Tabel 4.29 Indeks Alat Tahun 1987-2015.....	112
Tabel 4.30 Physical Plant Cost (PPC).....	115
Tabel 4.31 Direct Plant Cost (DPC)	115
Tabel 4.32 Fixed Capital Investment (FCI)	115
Tabel 4.33 Working Capital Investment (WCI)	115
Tabel 4.34 Direct Manufacturing Cost	116
Tabel 4.35 Indirect Manufacturing Cost.....	116
Tabel 4.36 Fixed Manufacturing Cost	117
Tabel 4.37 Total Manufacturing Cost.....	117

Tabel 4.38 General Expense	117
Tabel 4.39 Total Production Cost	118
Tabel 4.40 Fixed Cost (Fa).....	120
Tabel 4.41 Annual Regulated Cost (Ra)	120
Tabel 4.42 Annual Variable Cost (Va)	121
Tabel 4.43 Annual Sales Value (Sa)	121



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Data Impor Etil Asetat di Indonesia.....	4
Gambar 1.2 Grafik Data Ekspor Etil Asetat di Indonesia	6
Gambar 4.1 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik	46
Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout)	53
Gambar 4.3 Tata Letak Alat-Alat Proses (Machines Layout).....	55
Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif.....	60
Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif	61
Gambar 4.6 Diagram Alir Unit Utilitas.....	80
Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan.....	95
Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara Tahun dan Indeks Harga.....	113
Gambar 4.9 Grafik Break Even Point	123

ABSTRAK

Etil Asetat merupakan salah satu bahan kimia yang banyak digunakan dalam industri kecantikan (parfum dan pelarut cat kuku), cat dan lain sebagainya. Saat ini, pabrik yang memproduksi etil asetat di Indonesia hanya satu dengan kapasitas yang tidak bisa menutupi kebutuhan nasional. Sehingga kebutuhan etil asetat di Indonesia terpenuhi dengan impor. Dengan peningkatan kebutuhan dari etil asetat ini, maka menjadikan perancangan pabrik etil asetat ini perlu dilakukan sehingga dapat menutupi kebutuhan Indonesia akan etil asetat. Pabrik ini rencananya akan didirikan di Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur dengan kapasitas produksi 25.000 ton/tahun yang akan dibangun di atas lahan seluas 19.635m². Dari evaluasi ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik Etil Asetat ini, didapatkan hasil bahwa modal tetap yang dibutuhkan sebesar Rp.225.485.566.458,00 dan modal kerja sebesar Rp.150.899.966.195,00. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp.83.061.470.616,00 dan setelah pajak sebesar Rp.61.546.102.962,00. Persentase *Return On Investment (ROI)* sebelum pajak adalah 36.39% dan setelah pajak 27.29%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak adalah 2.3 tahun dan setelah pajak 2.8 tahun. Nilai *Break Event Point (BEP)* sebesar 44.80% dan *Shut down Point (SDP)* sebesar 29.64% dengan *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)* sebesar 23.32 %. Pabrik Etil Asetat ini memiliki tingkat resiko rendah dari analisis kondisi operasi pabrik, bahann baku dan lain sebagainya. Berdasarkan keseluruhan analisa tersebut, Pra Perancangan Pabrik Etil Asetat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Etil Asetat, Esterifikasi, Asam Asetat, Etanol

ABSTRACT

Ethyl Acetate is one of the chemicals that are widely used in the beauty industry (perfume and nail polish solvents), paints, and so on. Currently, there is only one factory that produces ethyl acetate in Indonesia with a capacity that cannot cover national needs. So that the need for ethyl acetate in Indonesia is met by imports. With the increasing demand for ethyl acetate, it is necessary to design this ethyl acetate plant so that it can cover Indonesia's need for ethyl acetate. This factory is planned to be established in Bojonegoro Regency, East Java with a production capacity of 25,000 tons/year which will be built on an area of 19,635m². From the economic evaluation conducted on the Ethyl Acetate plant, it was found that the fixed capital needed was Rp. 225,485,566,458.00 and working capital was Rp. 150,899.96,195.00. Profit before tax is Rp. 83.061.470.616.00 and after-tax is Rp. 61.546.102.962.00. The percentage of Return On Investment (ROI) before tax is 36.39% and after-tax is 27.29%. Pay Out Time (POT) before tax is 2.3 years and after-tax 2.8 years. The value of the Break Even Point (BEP) is 44.80% and the Shutdown Point (SDP) is 29.64% with a Discounted Cash Flow Rate (DCFR) of 23.32%. This Ethyl Acetate Plant has a low-risk level from the analysis of factory operating conditions, raw materials, and so on. Based on the overall analysis, the Pre-Design of the Ethyl Acetate Plant with a capacity of 25,000 tons/year is feasible to build.

Keyword : Ethyl Acetate, Esterification, Acetid Acid, Ethanol

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan industri sebagai bagian dari usaha ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih baik dan seimbang yaitu struktur ekonomi yang dititik beratkan pada Indonesia maju yang didukung oleh perindustrian yang tangguh. Dengan semakin bertambahnya waktu, pembangunan diberbagai bidang makin harus diperhatikan. Saiah satu cara untuk meningkatkan taraf hidup bangsa adalah dengan pembangunan industri, termasuk diantaranya adalah industri kimia. Pembangunan industri kimia yang menghasilkan produk antara sangat menguntungkan karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap luar negeri yang pada akhirnya dapat mengurangi pengeluaran devisa negara untuk mengimpor bahan tersebut. Salah satu produk antara tersebut adalah Etil Asetat yang merupakan hasil reaksi esterifikasi.

Etil asetat adalah senyawa yang tersusun dari unsur-unsur karbon, hidrogen, dan oksigen yang diperoleh dari reaksi esterifikasi antara Etanol dan Asam Asetat. Etil Asetat merupakan cairan tidak berwarna, mudah terbakar dan mempunyai resiko peledakan.

Kebutuhan akan Etil Asetat ini semakin besar seiring dengan berkembangnya industri kimia dan teknologi yang berkembang di Indonesia. Oleh karena kebutuhan Etil Asetat semakin meningkat sedangkan produksi dalam negeri tetap, maka perlu didirikan pabrik Etil Asetat. Jadi diharapkan dengan pendirian pabrik Etil Asetat di Indonesia mampu memberikan keuntungan, antara lain :

- Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga mengurangi beban impor yang pada akhirnya menghemat devisa negara.
- Membuka peluang didirikannya industri yang menggunakan Etil Asetat sebagai bahan baku.
- Menciptakan lapangan kerja dalam rangka mengurangi pengangguran dan kemiskinan.
- Mendorong perkembangan di sektor ekonomi nasional pada umumnya dan di sekitar lokasi pabrik pada khususnya.

1.2. Kapasitas Perancangan

Penentuan dari kapasitas perancangan pabrik perlu mempertimbangkan kapasitas minimum berdasarkan dari kapasitas pabrik yang telah ada di dunia. Kemudian, penentuan kapasitas pabrik juga harus melihat dari proyeksi eksport produk dan juga melihat banyaknya kebutuhan dalam negeri. Penentuan dari kapasitas pabrik etil asetat berdasarkan atas pertimbangan yang akan diuraikan pada sub-bab 1.2.1 s.d 1.2.3

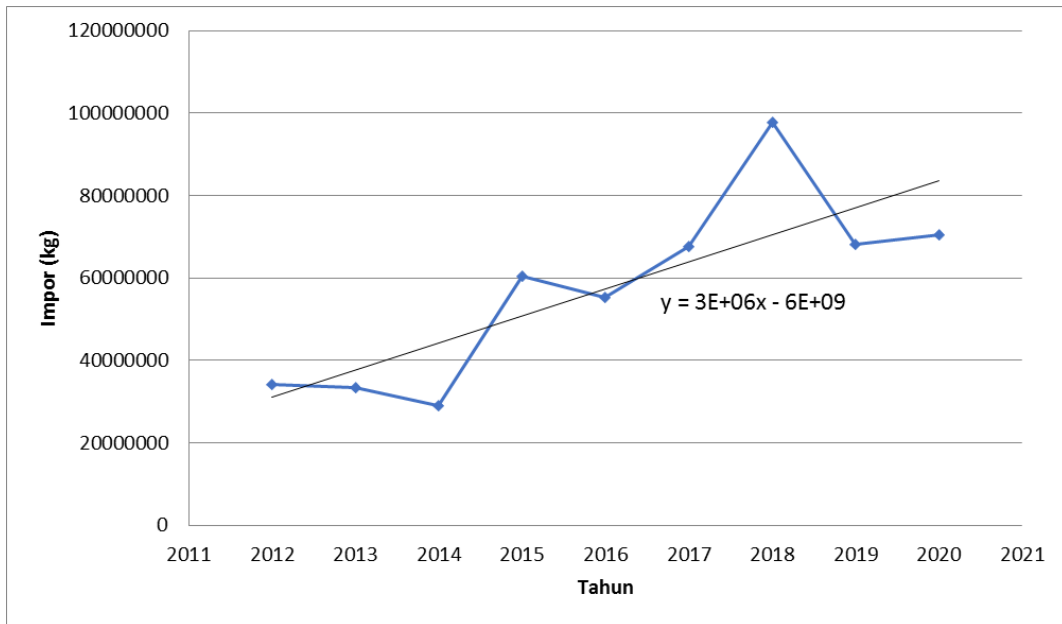
1.2.1. Ekspor dan Impor

Kebutuhan Etil Asetat dalam negeri sebagian besar masih dipenuhi secara impor dari banyak negara. Berdasarkan data impor dari Badan Pusat Statistik, Indonesia mengimpor Etil Asetat dari berbagai negara seperti Jepang, Korea, Taiwan, Cina, Thailand, Singapura, Malaysia, Australia, Amerika, Inggris, Prancis, Jerman, Belgia dan Swiss. Dari data tersebut terlihat bahwa kebutuhan Etil Asetat di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun.

Perkembangan impor Etil Asetat di Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.1 dibawah ini :

Tabel 1.1 Impor Etil Asetat di Indonesia tahun 2012-2020.

Tahun	Impor (kg)
2012	34.079.649
2013	33.461.084
2014	29.027.110
2015	60.510.711
2016	55.303.605
2017	67.542.114
2018	97.666.160
2019	68.130.271
2020	70.346.690



Gambar 1.1 Grafik Data Impor Etil Asetat di Indonesia



Dan dari data diatas, dapat diproyeksikan data import Etil Asetat dengan regresi linear pada *Ms.Excell* hingga tahun 2026. Hasilnya dapat dilihat dalam tabel berikut :

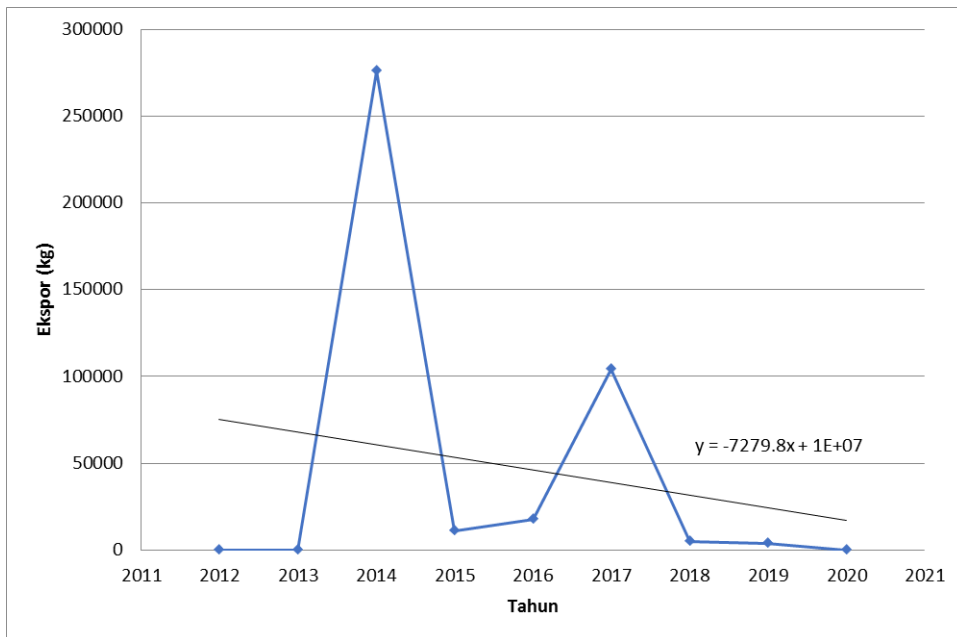
Tabel 1.2 Tabel Proyeksi Import Etil Asetat di Indonesia tahun 2021-2026

Tahun	Import (kg)
2021	81.000.000
2022	84.067.000
2023	87.134.000
2024	90.202.000
2025	93.269.000
2026	96.337.000

Kemudian berikut data ekspor Etil Asetat di Indonesia, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1.3 Tabel Ekspor Etil Asetat di Indonesia tahun 2012-2020

Tahun	Ekspor (kg)
2012	
2013	
2014	275.985
2015	10.820
2016	17.820
2017	104.000
2018	5.000
2019	4.000
2020	



Gambar 1.2 Grafik Data Ekspor Etil Asetat di Indonesia

1.2.2. Produksi dan Konsumsi

Etil asetat di industri dapat digunakan sebagai bahan baku tinta cetak, cat, kosmetik dan lainnya. Industri tersebut sangat membutuhkan Etil asetat. Salah satu data yang dipakai untuk konsumsi pemakaian Etil Asetat, adalah data konsumsi untuk tinta cetak. Berikut data yang didapat:

Tabel 1.4 Tabel Data Konsumsi Tinta Cetak di Indonesia tahun 2014-2018

Tahun	Konsumsi (kg)
2014	11.068.842
2015	13.291.811
2016	13.983.615
2017	14.308.889
2018	14.596.193

1.2.3. Pabrik yang Memproduksi Etil Asetat di Dunia

Daftar nama pabrik di dunia yang memproduksi Etil Asetat beserta kapasitas produksinya dapat dilihat pada tabel berikut :

Daftar nama pabrik di dunia yang memproduksi Etil Asetat beserta

Tabel 1.5 Daftar Pabrik Etil Asetat di Seluruh Dunia

Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
INEOS	330.000
Celanese	92.000
Eastman Chemical	59.000
Jiangsu Sopo	400.000
Jiangmen Handsome	280.000
Wuxi Baichuan	100.000
IOL Chemicals and Pharmaceuticals	87.000
Ashok Alco - chem Limited	28.000
PT. Indo Acidatama Tbk	7.500
Shandong Jinyimeng Group Co. Ltd	250.000
Solutia	25.000
Sipchem	100.000
GODAVARI BIOREFINERIES LTD.	105.000

Berdasarkan dari data yang tersedia diatas, perancangan pabrik Etil Asetat ini dibuat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi beban untuk mengimpor Etil Asetat dari luar negeri. Kami mengasumsikan bahwa impor Etil Asetat, merupakan kebutuhan dalam negeri. Sehingga kami akan mengambil 25% dari estimasi import pada tahun 2026 yaitu sebanyak :

$$96.337.000 \text{ kg} \times 25\% = 24.084.250 \text{ kg} \text{ atau } 25.000 \text{ ton/tahun}$$

1.3. Tinjauan Pustaka

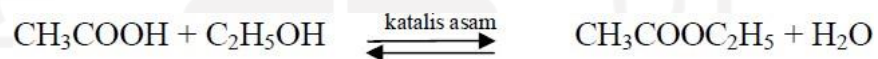
1.3.1. Macam-Macam Proses Pembuatan Produk

Kapasitas Etil Asetat dapat diperoleh sebagai produk komersial melalui beberapa cara.

Ada 3 macam proses pembuatan Etil Asetat, antara lain :

1. Proses Esterifikasi

Reaksi yang terjadi :

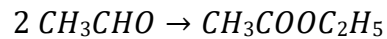


Proses pembuatan Etil Asetat menggunakan reaksi esterifikasi ini dapat dijalankan secara batch maupun secara kontinyu. Pemilihan antara batch atau kontinyu dilihat berdasarkan pada kapasitas produksi dari pabrik. Apabila kapasitas produksi relatif kecil, maka digunakan proses batch. Pada proses esterifikasi ini bahan baku yang digunakan adalah Asam Asetat dan Etanol dengan menggunakan katalis Asam Sulfat. Proses ini dapat berlangsung pada suhu antara 55-100°C dan tekanan 1 atm. Dengan konversi yang dihasilkan sampai dengan 99% bergantung pada suhu, katalis dan bahan tambahan lainnya.

2. Proses Tischenko

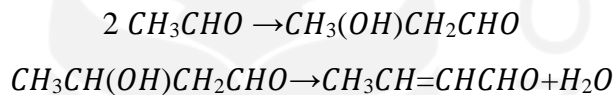
Proses pembuatan Etil Asetat ini pertama kali dikembangkan oleh Tischenko, dan dikembangkan pada industri di Eropa selama kurang lebih 150 tahun. Reaksi ini adalah proses dimerisasi dari aldehyd untuk membentuk turunan esternya. Reaksi ini menggunakan bahan baku asetaldehyd untuk

membentuk etil asetat, dengan reaksi sebagai berikut:



Reaksi ini memiliki nilai konversi sebesar 61%, dan bahan pembantu sebagai katalis berupa Aluminium Etoksida, dan bereaksi pada suhu -20°C (Mc.Ketta & Cunningham, 1984).

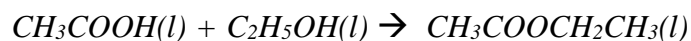
Kekurangan dari proses ini adalah munculnya produk samping, sehingga dibutuhkan pemurnian lainnya. Produk samping yang dihasilkan antara lain Hidrogen, dan aldol yang kemudian akan berlanjut ke pembentukan alkohol tidak jenuh dan air. Reaksi pembentukan produk samping dari asetaldehid ditunjukkan pada reaksi dibawah ini:



3. Proses Theodore

Proses pembuatan Etil Asetat ini hampir sama dengan reaksi esterifikasi sebelumnya, namun katalis yang digunakan adalah katalis berfase padat dan prosesnya berlangsung secara *batch*. Bahan baku yang dibutuhkan adalah etanol dan asam asetat, dengan katalis *Zirconium Dioxide*. Reaksi ini bekerja pada suhu 70°C . Konversi dari proses ini mencapai 64%.

Reaksi yang berlangsung:

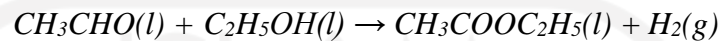
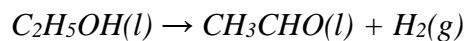


4. Dehidrogenasi dan dimerisasi

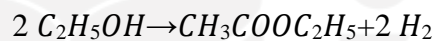
Pada proses dehidrogenasi akan terbentuk esetaldehid dan hidrogen. Sedangkan pada proses dimerisasi, etanol akan bereaksi

dengan asetaldehid membentuk etil asetat dan hidrogen. Kemurnian etil asetat dalam proses ini hingga 98,5%.

Reaksi yang berlangsung:



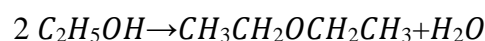
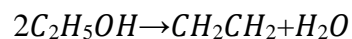
Salah satu keuntungan pembuatan etil asetat dengan reaksi dehidrogenasi adalah reaksi ini hanya memiliki satu reaktan yaitu etanol. Katalis yang digunakan pada umumnya adalah katalis tembaga. Mekanisme pembentukan etil asetat melalui reaksi dehidrogenasi ditunjukkan pada mekanisme di bawah ini (Colley, 2002):



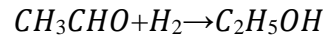
Selain reaksi diatas, etanol juga dapat membentuk asetaldehid, tergantung pada kondisi reaksinya. Kemudian etanol dan asetaldehid bereaksi membentuk etil asetat. Mekanisme reaksinya adalah sebagai berikut (Colley, 2002):



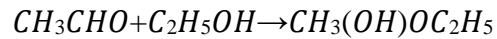
Namun ketika katalis yang digunakan berbahan dasar alumina, maka akan terjadi reaksi samping yaitu pembentukan etilena dari etanol. Mekanisme reaksinya adalah sebagai berikut (Colley, 2002):



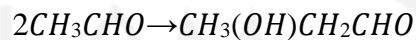
Selain pengaruh dari katalis, beberapa reaksi samping juga dapat terjadi akibat dari pengaruh tekanan reaksi ditunjukkan pada mekanisme sebagai berikut (Inui et al., 2002):



(Asetaldehid → Etanol)



(Asetaldehid + Etanol → Hemiasetal)



(Asetaldehid → Asetaldol)

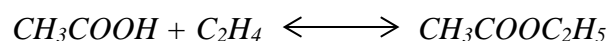
5. *Reactive Distillation*

Proses pembuatan Etil Asetat dapat dilakukan dengan cara *Reactive Distillation*. *Reactive Distillation* ini merupakan alat yang menggabungkan antara proses reaksi kimia dan proses distilasi ke dalam satu unit proses. Penggabungan antara proses reaksi dan distilasi tersebut menghasilkan suatu bentuk penyederhanaan proses yang intensif, dan juga dapat mengurangi arus *recycle* serta berkurangnya kebutuhan untuk pengolahan limbah sehingga mengurangi biaya operasional dan investasi. Katalis yang digunakan adalah resin aktif yang mempunyai ion H^+ . Ion ini berperan untuk mempercepat reaksi esterifikasi sebagai contoh katalisnya adalah *amberlyst-35*.

Proses ini dijelaskan pada US Pat. No. 9447018 dimana bahan baku yang digunakan adalah Etanol, dan proses ini bereaksi pada suhu $211^\circ C$ dengan tekanan 20 bar didalam *Reactive Distillation Coloumn*

6. Reaksi Adisi dari Etilen dan Asam Asetat

Reaksi yang terjadi :



Proses pembuatan Etil Asetat dengan adisi adalah salah satu proses pembuatan yang relatif baru, proses ini muncul karena pertimbangan apabila memakai reaksi esterifikasi akan menghasilkan banyak produk samping berupa air yang kemudian harus dipisahkan dan proses Tischenko menghasilkan produk samping berupa asetaldol yang tidak dapat dihindari. Namun penggunaan proses adisi ini belum banyak digunakan secara komersial karena berdasar dari penelitian yang telah dilakukan reaksi ini memiliki masalah pada katalis, khususnya katalis yang digunakan memiliki tingkat aktivitas yang rendah dan bersifat korosif. Contoh katalis yang digunakan dalam proses adisi diantaranya *trifluoromethanesulfonic acid*, *metal cation-exchanged bentonite*, dan *heteropoly acid*.

Pada paten terbaru, pembuatan etil asetat dengan adisi menggunakan katalis *tungstophosphoric acid* dan memiliki aktivitas katalis yang baik dengan tingkat korosi yang rendah. Temperatur reaksi ini bekerja pada suhu 100-300°C dan tekanan 1 atm. Nilai konversi mencapai 43,6 %. Kelemahan dari reaksi ini adalah pada temperatur terlalu tinggi dan dapat terjadi berbagai reaksi samping. Salah satu reaksi samping yang dapat terjadi adalah pembentukan polietilen dari adisi etilen (Gregory et al., 1983)

Tabel 1.6 Perbandingan Jenis Proses

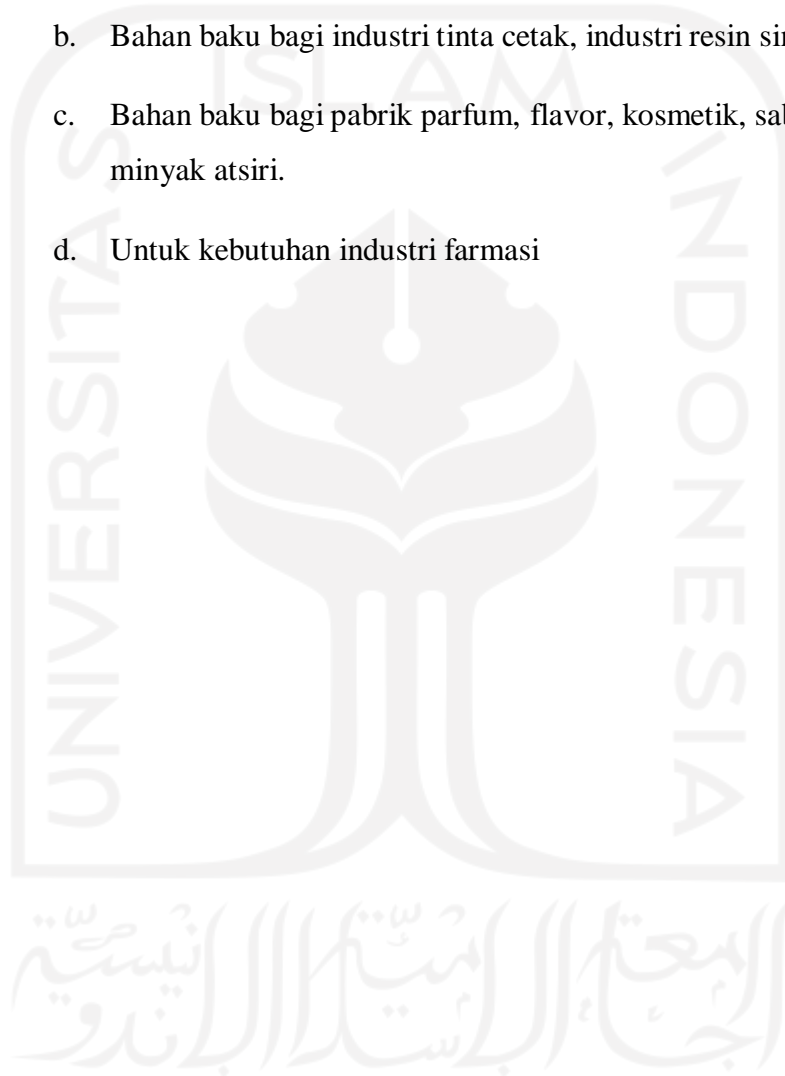
No	Jenis Proses	Bahan Baku	Kondisi Operasi	Prooduk Samping	Konversi
1	Esterifikasi	Asam Asetat Etanol	T = 55-100°C P = 1 atm	Air	~99%
2	Tischenko	Aldehid	T = -20°C P = 1 atm	H ₂ , Aldol	~61%
3	Theodore	Asam Asetat Etanol	T = 70°C P = 1 atm	Air	~64%
4	Dehidrogenasi & Dimerisasi	Etanol	T = 100-300°C P = 8 atm	H ₂ ,	~65%
5	<i>Reactive Distillation</i>	Asam Asetat Etanol	T = 211°C P = 20 atm	Air	~99%
6	Adisi	Asam Asetat Etilen	T = 100-300°C P = 30-300 atm		~44%

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa proses esterifikasi dan *Reactive Distillation* memiliki konversi yang hampir sama dan lebih tinggi dibandingkan dengan proses lainnya. Namun kami memilih proses Esterifikasi karena reaksi yang digunakan tidak menggunakan suhu dan tekanan yang tinggi dan reaksinya berlangsung pada keadaan yang lebih aman dibandingkan *Reactive Distillation*. Atas pertimbangan tersebut maka produksi etil asetat dengan proses esterifikasi dipilih dalam rancangan pabrik ini.

1.3.2. Kegunaan Produk

Kegunaan Etil Asetat antara lain :

- a. Bahan pelarut cat dan bahan pembuatan plastik.
- b. Bahan baku bagi industri tinta cetak, industri resin sintesis.
- c. Bahan baku bagi pabrik parfum, flavor, kosmetik, sabun dan minyak atsiri.
- d. Untuk kebutuhan industri farmasi



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Pada perancangan pabrik kimia ini akan menghasilkan produk utama berupa Etil Asetat 99% dalam bentuk cair. Hasil produksi dari pabrik ini terutama ditujukan sebagai bahan baku untuk kembali diproses menjadi produk jadi yang siap dikonsumsi oleh konsumen. Terdapat banyak variabel yang dapat mempengaruhi kualitas dari produk yang ingin dihasilkan. Variabel tersebut dapat terbagi atas 3 bagian, yaitu variabel spesifikasi bahan baku, bahan pendukung, produk dan juga pengendalian kualitas.

2.1. Spesifikasi Bahan Baku

2.1.1. Asam Asetat

Rumus kimia	: CH_3COOH
Berat Molekul	: 60,05 g/mol
Wujud	: Cairan
Warna	: Tidak Berwarna
Densitas	: $1.040 \text{ kg/m}^3 (25^\circ\text{C})$
Titik Beku	: $16,66^\circ\text{C}$
Titik Didih	: 118°C
Temperature kritis	: 332°C
Tekanan kritis	: 44,7 atm

Kemurnian : 99,8%

(MSDS LabChem, 2012)

2.1.2. Etanol

Rumus kimia : C_2H_5OH

Berat Molekul : 46,07 g/mol

Wujud : Cairan

Warna : Tidak Berwarna

Densitas : 789 kg/m^3 (25°C)

Titik Beku : -114,1°C

Titik didih : 78°C

Temperature kritis : 243°C

Tekanan kritis : 63,005 atm

Kemurnian : 96,5%

(MSDS LabChem, 2012)

2.2. Spesifikasi Bahan Baku Pembantu

2.2.1. Asam Sulfat

Rumus kimia : H_2SO_4

Berat Molekul : 98,08 g/mol

Wujud : Cairan

Warna : Jernih (murni), Keruh (tidak murni)

Densitas : 1.840 kg/m^3 (25°C)

Titik Beku	: 10°C
Titik Didih	: 337°C
Temperature kritis	: 652°C
Tekanan kritis	: 63,16 atm
Kemurnian	: 70%

(MSDS *LabChem*, 2012)

2.2.2. **Sodium Hidroksida**

Rumus kimia	: NaOH
Berat Molekul	: 39,99 g/mol
Wujud	: Cairan
Warna	: Tidak Berwarna
Densitas	: 1040 kg/m ³ (25°C)
Titik Beku	: -93°C
Titik Didih	: 143°C
Temperature kritis	:

Tekanan kritis : 250 atm

Kemurnian : 50%

(MSDS *LabChem*, 2012 & *Chemical Response Guide*)

2.2.3. **Air**

Rumus kimia : H₂O

Bentuk, 30°C, 1 atm : Cair

Berat molekul (BM)	: 18 g/mol
Kapasitas panas (cp)	: 1 kal/g.°C
Densitas (ρ)	: 1 g/cm ³
Konduktifitas panas	: 726 kal/m.j.K
Warna	: Jernih bening
Titik didih normal	: 100°C
Temperature kritis	: 374°C
Panas pebentukan	: -68,3174 kkal/gmol
Panas penguapan	: 0,717 kal/gmol
Energi gibbs	: -54,64 kkal/gmol

(Kirk Othmer,1983)

2.3. Spesifikasi Produk

2.3.1. Etil Asetat

Rumus kimia	: C ₄ H ₈ O ₂
Berat Molekul	: 88,11 g/mol
Wujud	: Cairan
Warna	: Tidak Berwarna
Densitas	: 900,3 kg/m ³ (25°C)
Titik Beku	: -83,55°C
Titik Didih	: 77,1°C
Temperature kritis	: 250,15°C
Tekanan kritis	: 38,29 atm
Komposisi	: 99,8%

(MSDS LabChem, 2012)

2.4. Pengendalian Kualitas

Untuk dapat menghasilkan produk Etil Asetat yang memiliki spesifikasi dan kualitas sesuai dengan standar yang diinginkan, maka akan diperlukan suatu pengendalian kualitas (*quality control*) yang terdiri dari pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan waktu produksi, dan terakhir pengendalian kualitas produk

2.4.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku dilaksanakan untuk memastikan bahan baku yang dipakai sesuai atau tidak dengan spesifikasi yang diinginkan untuk diproses. Proses ini dilakukan pada saat awal,

sebelum bahan baku memasuki proses produksi. Pengendalian ini dilaksanakan pada semua bahan baku dan bahan pembantu yaitu asam asetat, etanol, asam sulfat dan sodium hidroksida. Proses ini dilakukan dengan cara menganalisa bahan baku yang baru sampai pada bagian laboratorium pemeriksaan

2.4.2. Pengendalian Kualitas Proses

Alat-alat pengendalian dan pengawasan operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang akan berpusat di *control room*. Kemudian pengendalian dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator, dimana apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari standar yang telah ditentukan maka akan penyimpangan tersebut akan ditandai dari sinyal atau tanda yang diberikan (berupa lampu yang berkedip dan bunyi *alarm*). Setelah penyimpangan tersebut diketahui, maka penyimpangan tersebut harus diatur ulang sebagaimana mestinya di awal secara otomatis maupun secara manual.

Berikut beberapa alat kontrol yang akan dipakai dan dijalankan untuk mempertahankan kondisi operasi antara lain :

1. Level Controller (LC)

Level control adalah alat yang dipasang pada bagian dinding tangki untuk mengetahui ketinggian fluida dari suatu alat. Apabila ketinggian kurang atau lebih dari yang telah ditetapkan maka alat ini akan mengirimkan tanda atau sinyal. Alat ini akan mengirimkan sinyal *pneumatic* yang kemudian akan di ubah oleh *transmitter* menjadi sinyal *electric*. *Transmitter* akan mengirimkan sinyal *electric* tersebut ke *control valve*, lalu *control valve* akan mengirim sinyal untuk menggerakkan *valve* agar ketinggian fluida disuatu alat akan sesuai dengan yang diinginkan.

2. *Flow Rate Controller (FC)*

Alat ini dipasang untuk mengatur laju alir dari fluida untuk masuk maupun keluar. Alat ini akan mendapat sinyal *pneumatic* yang kemudian akan diubah menjadi sinyal *electric* oleh *transmitter* lalu sinyal ini akan dikirim ke *control valve*. Kemudian dari *control valve* akan mengirim sinyal *pneumatic* untuk menggerakkan *valve*. Prinsip kerja dari alat ini menggunakan perbedaan dari tekanan, apabila tekanan akhir berubah dari tekanan yang ditentukan maka akan diperoleh ΔP yang kemudian akan dikalibrasikan sesuai dengan *set point*.

3. *Temperature Controller (TC)*

Temperature controller merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi suhu dari bahan maupun alat. Alat ini akan memberikan sinyal apabila suhu dari bahan ataupun alat tidak sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan, sehingga akan dilakukan pengendalian untuk mengubah suhu tersebut menjadi suhu awal yang diinginkan.

4. *Pressure Control (PC)*

Alat ini digunakan untuk mengetahui tekanan di dalam alat. Apabila tekanan dari alat tersebut terjadi perubahan dari *set point* yang diinginkan, maka alat ini akan memberikan sinyal agar segera dilakukan pengendalian untuk mengubah tekanan tersebut menjadi tekanan awal yang diinginkan.

2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas dari produk dilakukan untuk mengetahui dan memastikan apakah produk yang dihasilkan dari proses produksi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Proses pengendalian

kualitas produk ini dilakukan dengan cara yang sama dengan pengendalian kualitas bahan baku, yaitu dengan pengujian bahan di dalam laboratorium pengujian.

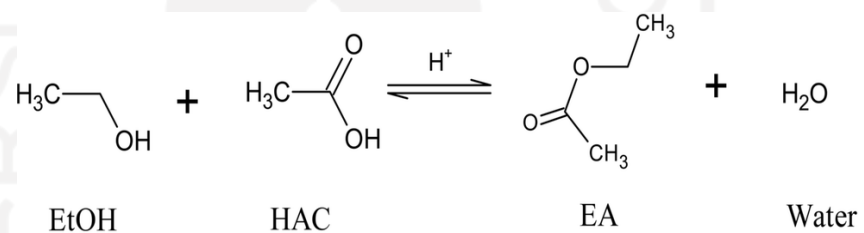


BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Pra rancangan pabrik Etil Asetat dengan kapasitas produksi 25.00 ton/tahun, reaksi yang digunakan merupakan reaksi antara Asam Asetat dan Etanol dalam fase cair dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



Untuk mempercepat terjadinya reaksi maka diperlukan adanya bahan yang berfungsi sebagai katalisator. Katalisator yang digunakan dalam reaksi esteifikasi ini adalah Asam Sulfat.

Proses pembuatan Etil Asetat dibagi menjadi 3 tahapan proses, antara lain :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemisahan dan pemurnian produk

3.1.1. Proses Persiapan Bahan Baku

Bahan baku Asam Asetat 99.8% dari produsen akan dialirkan dan disimpan kedalam tangki penyimpanan (T-01) untuk persediaan selama 14 hari pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Bahan baku Etanol 96.5% dari produsen akan dialirkan dan disimpan kedalam tangki penyimpanan (T-02) untuk persediaan selama 14 hari pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Kemudian juga katalisator cair berupa Asam Sulfat 70% dari produsen akan dialirkan dan disimpan kedalam tangki penyimpanan (T-03) untuk persediaan selama 14 hari pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Bahan netralisasi berupa NaOH 50% dari produsen akan dialirkan dan disimpan kedalam tangki penyimpanan (T-04) untuk persediaan selama 14 hari pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm.

3.1.2. Tahap Reaksi

Dari tangki penyimpanan (T-01) akan dialirkan bahan baku Asam Asetat menggunakan pompa (P-01) menuju *Mixer* dan dari tangki penyimpanan (T-02) akan dialirkan bahan baku berupa Etanol menggunakan pompa (P-02) menuju *Mixer*. Didalam *Mixer* terjadi pencampuran antara Asam Asetat dan Etanol, hasil pencampuran ini akan dinaikkan suhunya oleh *Heat Exchanger* (HE-01) hingga suhu 75°C lalu dialirkan menggunakan pompa (P-04) menuju Reaktor (R-01). Kemudian akan dialirkan katalisator berupa Asam Sulfat dari tangki penyimpanan (T-03) yang telah dinaikkan suhunya dengan *Heat Exchanger* (HE-02) hingga suhu 75°C menuju Reaktor (R-01) menggunakan pompa (P-03). Di dalam Reaktor (R-01) akan terjadi reaksi pembentukan dari Etil Asetat dengan suhu operasi 75°C dan tekanan 1 atm kemudian konversi reaksi 95%

Hasil reaksi tersebut kemudian dialirkan dengan pompa (P-06) menuju Neutralizer (N), lalu bahan pembantu berupa NaOH dialirkan dengan pompa (P-05) menuju Neutralizer (N). Di dalam Neutralizer akan terjadi proses penetralan Asam dari Asam Asetat dan Asam Sulfat dengan bantuan NaOH. Asam Asetat dan Asam Sulfat akan habis bereaksi dengan NaOH akan membentuk Sodium Asetat dan Sodium Sulfat. Suhu operasi di Neutralizer 75°C dan tekanan 1 atm.

3.1.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Hasil reaksi dari Neutralizer akan dialirkan dengan pompa (P-07) menuju Dekanter untuk memisahkan campuran menjadi 2 fase, yaitu fase ringan (*light phase*) dan fase berat (*heavy phase*). Proses pemisahan ini berdasarkan dari perbedaan jenis (densitas) dan kelarutan dari komponen. Fase berat (*heavy phase*) akan dialirkan dengan pompa (P-08) menuju *Heat Exchanger* (CL-02) untuk diturunkan suhunya dari 75°C ke 30°C kemudian umpan tersebut akan dialirkan ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL), sedangkan fase ringan (*light phase*) dialirkan oleh pompa (P-09) menuju *Heat Exchanger* (CL-01) untuk turunkan suhunya menjadi 54,4°C dan tekanan diturunkan dipompa hingga 0,4 atm agar langsung menguap pada umpan Menara Distilasi (MD).

Umpan di Menara Distilasi akan dipisahkan berdasarkan titik didihnya. Hasil atas dari Menara Distilasi adalah Etil Asetat dengan kemurnian 99,8% di kondensasikan di *Condensor* (CD) kemudian ditampung sementara di *Accumulator* (ACC). Hasil keluaran dari *Accumulator* (ACC) dialirkan dengan pompa (P-10) yang sebagian larutannya dikembalikan ke Menara Distilasi sebagai *reflux* dan sisanya akan mengalir menuju *Heat Exchanger* (CL-03) dengan pompa (P-12) untuk diturunkan suhunya sampai menjadi 35°C dan dinaikkan tekanannya menjadi 1 atm. Kemudian hasil umpan yang didinginkan akan ditampung di Tangki Penyimpanan (T-05) sebagai produk. Sementara itu, hasil bawah dari Menara Distilasi akan diuapkan kembali menggunakan *Reboiler* (RB) dan sebagian umpan akan turun. Hasil bawah yang mengandung banyak air akan dialirkan oleh pompa (P-11) menuju *Heat Exchanger* (CL-04) untuk dinaikkan tekanan menjadi 1 atm dan diturunkan suhunya menjadi 35°C. lalu umpan tersebut akan di alirkan menuju instalasi pengolahan air limbah (IPAL).

3.2. Spesifikasi Alat

3.2.1. Tangki Penyimpanan

Tabel 3.1 Tangki Penyimpanan

Spesifikasi		Tangki Penyimpanan				
Kode		T-01	T-02	T-03	T-04	T-05
Fungsi		Menyimpan bahan baku Asam Asetat untuk kebutuhan 14 hari.	Menyimpan bahan baku Ethanol untuk kebutuhan 14 hari.	Menyimpan bahan baku Asam Sulfat untuk kebutuhan 14 hari.	Menyimpan bahan baku Natrium Hidroksida untuk kebutuhan 14 hari.	Menyimpan bahan baku Etil Asetat untuk kebutuhan 14 hari.
Jenis		Tangki Silinder tegak dengan dasar flat bottom dan atap berbentuk <i>Torispherical Dished Head</i>				
Bahan		Plate Steel SA 240 Grade A	Carbon Steel SA 283 Grade C	Plate Steel SA 240 Grade A	Plate Steel SA 240 Grade A	Carbon Steel SA-283 grade C
Jumlah		1	1	1	1	1
Spesifikasi						
Kapasitas (kg)		708.494	577.770	39.745	92.562	958.807
Kondisi Operasi	Suhu (°C)	30	30	30	35	35
	Tekanan	1	1	1	1	1

	(atm)					
Waktu Tinggal		14 hari	14 hari	14 hari	14 hari	14 hari
Dimensi Tangki	Diameter (m)	21,336	21,336	7,620	10,668	24,384
	Tinggi (m)	7,315	7,315	3,658	5,486	9,144
Volume Tangki (m ³)		2.050,836	2.178,813	105,392	359,702	3.062,843
Tebal <i>Head</i> (in)		0,625	0,750	0,313	0,188	0,250
Tebal <i>Shell</i> (in)	<i>Course</i>	0,438	0,625	0,188	0,250	0,750
	1	7/16	5/8	3/16	1/4	3/4
	2	3/8	7/16	3/16	1/4	5/8
	3	5/16	3/8		3/16	1/2
	4	1/4	1/4			3/8
	5					1/4

3.2.2. Mixer (M-01)

Tabel 3.2 Mixer

Spesifikasi	Mixer	
Kode	M-01	
Fungsi	Mencampur Asam Asetat dari tangki penyimpanan (T-01) dan Etanol dari tangki penyimpanan (T-02) sebelum diumpankan menuju ke Reaktor-01 (R-01).	
Jenis	Tangki Berpengaduk	
Bahan	Plate Steel SA 240 Grade A	
Jumlah	1	
Spesifikasi		
Kondisi Operasi	Suhu (°C)	30
	Tekanan (atm)	1
Dimensi Tangki	Diameter (m)	1,511
	Tinggi (m)	3,029
Volume Tangki (m ³)	4,271	
Tebal Shell (in)	0,188	
Tebal Head (in)	0,250	
Jenis Head	torispherical	
Jumlah Baffle	4	
Lebar Baffle (m)	0,086	
Jenis Pengaduk	Turbine 6 flate blades	
Diameter Pengaduk	0,505	
Jumlah Pengaduk	1	
Power Pengaduk (Hp)	1,996	
Power Motor (Hp) Standard NEMA	2	

3.2.3. Reaktor

Tabel 3.3 Reaktor

Spesifikasi	Reaktor 01	
Kode	R-01	
Fungsi	Mereaksikan Asam Asetat dan Etanol untuk mendapatkan produk berupa Etil Asetat dengan menggunakan katalis Asam Sulfat	
Jenis	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)	
Bahan	Plate Steel SA-240 Grade S	
Jumlah	1	
Spesifikasi		
Kondisi Operasi	Suhu (°C)	75
	Tekanan (atm)	1
Dimensi Tangki	Diameter Dalam (m)	2,743
	Diameter Luar (m)	5,454
	Tinggi (m)	6,533
Volume Tangki (m ³)		31,881
Jenis Pendingin		Jaket
Tebal Shell (in)		5/16
Tebal Head (in)		3/16
Jenis Head		torispherical
Jumlah Baffle		4
Lebar Baffle (m)		0,1545
Jenis Pengaduk		Turbine 6 flate blades
Diameter Pengaduk (m)		0,9091
Jarak Pengaduk dari dasar tangki (m)		1,1818
Power Pengaduk (Hp)		6,543
Power Motor (Hp) Standard NEMA		7 1/2

3.2.4. Neutralizer

Tabel 3.4 Neutralizer

Spesifikasi	Neutralizer	
Kode	N-01	
Fungsi	Menetralkan Asam Asetat dan Asam Sulfat dengan menggunakan NaOH menjadi CH ₃ COONa dan Na ₂ SO ₄	
Jenis	Tangki Berpengaduk	
Bahan	Plate Steel SA-240 Grade S	
Jumlah	1	
Spesifikasi		
Kondisi Operasi	Suhu (°C)	75
	Tekanan (atm)	1
Dimensi Tangki	Outside Diameter (m)	1,524
	Tinggi (m)	3,705
Volume Tangki (m ³)	5,733	
Jenis Pendingin	Jaket	
Tebal Shell (in)	3/16	
Tebal Head (in)	3/16	
Jenis Head	torispherical	
Jumlah Baffle	4	
Lebar Baffle	0,0858	
Jenis Pengaduk	Turbine 6 flate blades	
Jumlah Pengaduk	1	
Diameter Pengaduk (m)	0,5048	
Jarak Pengaduk dari dasar tangki (m)	0,6563	
Power Pengaduk (Hp)	20,7874	
Power Motor (Hp) Standard NEMA	25	

3.2.5. Decanter

Tabel 3.5 Decanter

Spesifikasi	Decanter	
Kode	DC	
Fungsi	Memisahkan fase ringan (terdiri atas Etil Asetat, Etanol, Air) dengan fase berat (terdiri atas Etil Asetat, Etanol, Air, CH ₃ COONa dan Na ₂ S ₀₄).	
Jenis	<i>Horizontal Drum</i>	
Bahan	Carbon Steel SA 283 Grade C	
Jumlah	1	
Spesifikasi		
Kondisi Operasi	Suhu (°C)	75
	Tekanan (atm)	1
Dimensi Decanter	Diameter (m)	0,365
	Panjang (m)	0,9651
Volume Decanter (m ³)		0,1748
Tebal Shell (in)		0,1875
Tebal Head (in)		0,1875
Jenis Head		torispherical

3.2.6. Menara Distilasi

Tabel 3.6 Menara Distilasi

Spesifikasi	Menara Distilasi	
Kode	MD	
Fungsi	Memisahkan Etil Asetat Dari Ethanol Dan Air	
Jenis	Plate tower (sieve tray)	
Bahan	Carbon Steel SA 283 Grade C	
Jumlah	1	
Spesifikasi		
Kondisi Umpan	Suhu (°C)	47,5
	Tekanan (atm)	0,4
Kondisi Hasil Atas	Suhu (°C)	47,12
	Tekanan (atm)	0,4
Kondisi Hasil Bawah	Suhu (°C)	56,87
	Tekanan (atm)	0,4
Dimensi Menara	Diameter (m)	0,70
	Tinggi (m)	12
Tebal Shell (in)		0,1875
Tebal Head (in)		0,1875
Jenis Head		Torispherical
Jumlah Plate		27
Jarak Plate (m)		0,35
Tebal Plate (m)		0,003
Diameter Lubang (m)		0,005
Jumlah Lubang		522,56
Lokasi Umpan		7

3.2.7. Reboiler

Tabel 3.7 Reboiler

Spesifikasi	Reboiler
Kode	RB
Fungsi	Menguapkan cairan hasil bawah Menara Distilasi
Jenis	Shell and Tube Reboiler
Jumlah	1
Spesifikasi Tube	
OD (in)	3/4
ID tube (in)	0,62
BWG	16
Susunan	in- triangular pitch
Jumlah Tube	20
Passes	4
Flow Area (in)	0,30
Panjang Tube (ft)	12
Surface per lin ft	0,1963
Pressure Drop (psia)	0,0289
Spesifikasi Shell	
Ids (in)	8
Baffle Spacing (in)	4 4/5
Passes	1
Pressure Drop (psi)	0,0146

3.2.8. Condenser

Tabel 3.8 Condenser

Spesifikasi	Condenser
Kode	CD
Fungsi	Mengembunkan hasil atas Menara Distilasi
Jenis	Shell and Tube Condensor
Jumlah	1
Spesifikasi Tube	
OD (in)	0,75
ID tube (in)	0,606
BWG	15
Susunan	in triangular pitch
Jumlah Tube	56
Passes	1
Flow Area (in)	0,289
Panjang Tube (ft)	16
Surface per lin ft	0,1963
Pressure Drop (psia)	0,1605
Spesifikasi Shell	
Ids (in)	10
Baffle Spacing (in)	2
Passes	2
Pressure Drop (psi)	0,0035

3.2.9. Accumulator

Tabel 3.9 Accumulator

Spesifikasi		Accumulator
Kode	ACC	
Fungsi	Menampung sementara embunan dari Condensor (CD) selama 15 menit.	
Jenis	Tangki Silinder Horizontal	
Bahan	Carbon Steel SA.283 Grade C	
Jumlah	1	
Spesifikasi		
Kondisi Operasi	Suhu (°C)	46,07
	Tekanan (atm)	0,4
Waktu Tinggal		15 menit
Dimensi Tangki	Diameter (m)	0,5588
	Panjang (m)	2,473
Volume Accumulator (m ³)		0,3481
Jenis Head		torispherical
Tebal Head (in)		0,1875
Tebal Shell (in)		0,1875

3.2.10. Heater

Tabel 3.10 Heater

Spesifikasi		Heater	
Kode		HE-01	HE-02
Fungsi		Memanaskan umpan keluaran Mixer dari suhu 30°C menjadi 100°C dengan menggunakan media pemanas steam pada suhu 150°C.	Memanaskan Asam Sulfat yang keluar dari tangki penyimpanan (T-03) pada suhu 30°C menjadi 100°C dengan menggunakan media pemanas steam pada suhu 150°C.
Jenis		Double Pipe	Double Pipe
Jumlah		1	1
Spesifikasi			
Aliran Fluida	Hot Fluid	Steam	Steam
	Cold Fluid	Larutan Umpan	Larutan Umpan
Spesifikasi Inner Pipe			
	NPS (in)	3,00	1 1/4
	OD (in)	3,50	1,66
	ID (in)	3,06	1,38
	Pressure Drop (psi)	0,0247	0,0018
Spesifikasi Annulus			
	NPS (in)	4,0000	2,5000
	OD (in)	4,5000	2,8800
	ID (in)	4,0260	2,4690
	Pressure Drop (psi)	0,0007	0,0007
Luas Transfer Panas (ft ²)		27,6312	42,3462
Jumlah Hairpin		2	5

3.2.11. Pompa

Tabel 3.11 Pompa

Spesifikasi		Pompa	Pompa	Pompa	Pompa
Kode		P-01	P-02	P-03	P-04
Fungsi		Mengalirkan bahan baku Asam Asetat dari Tangki Penyimpanan (T-01) ke <i>Mixer</i>	Mengalirkan bahan baku Etanol dari Tangki Penyimpanan (T-02) ke <i>Mixer</i>	Mengalirkan katalis Asam Sulfat dari Tangki Penyimpanan (T-03) ke <i>Heat Exchanger</i> (HE-02)	Mengalirkan bahan baku dari <i>Mixer</i> (M) ke <i>Heat Exchanger</i> (HE-01)
Jenis		<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>
Bahan Konstruksi		<i>Galvanized Iron</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Galvanized Iron</i>	<i>Galvanized Iron</i>
Jumlah		1	1	1	1
Spesifikasi					
	Kapasitas (gpm)	10,737	11,603	0,342	21,824
	Head (m)	5,207	5,392	4,803	5,423
Ukuran Pipa	OD (in)	1,66	1,66	0,68	2,38
	ID (in)	1,38	1,38	0,49	2,07
	NPS (in)	1 1/4	1 1/4	3/5	2

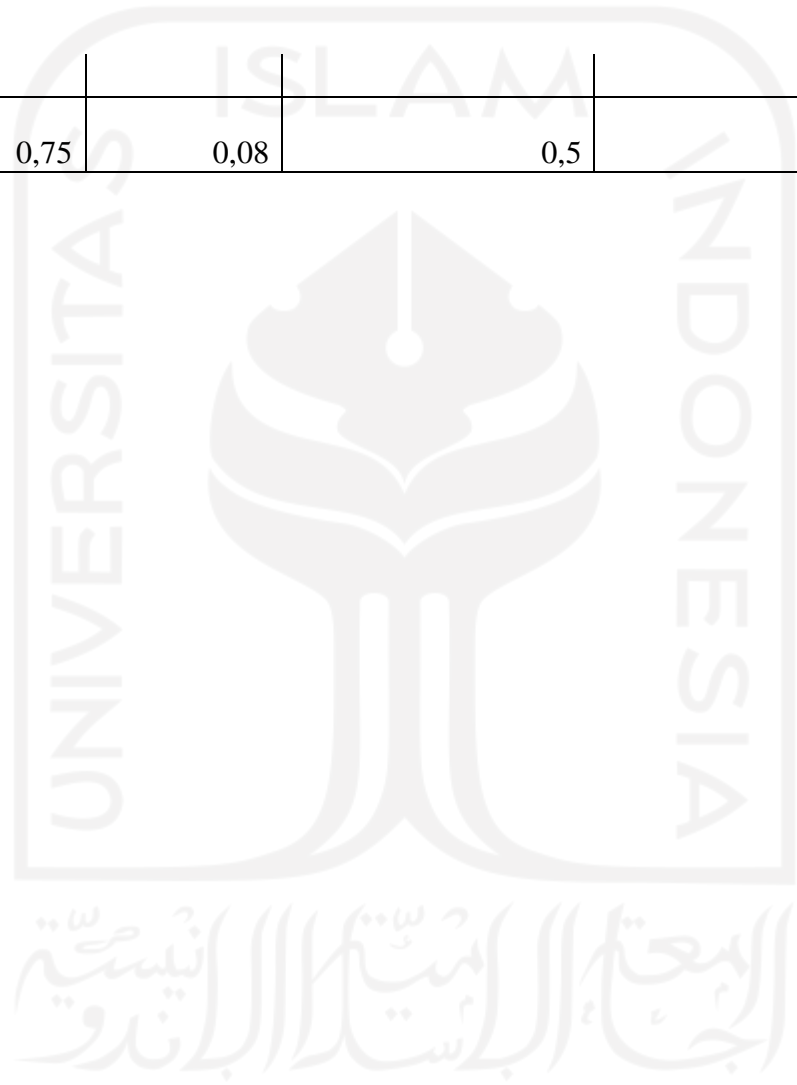
	Sch.	40 ST	40 ST	40 ST	40 ST
Tenaga Pompa (Hp)		0,25	0,25	0,05	0,33
Tenaga Motor (Hp)		0,33	0,25	0,05	0,50

Spesifikasi	Pompa	Pompa	Pompa	Pompa
Kode	P-05	P-06	P-07	P-08
Fungsi	Mengalirkan bahan pembantu Sodium Hidroksida dari Tangki Penyimpanan (T-04) ke <i>Neutralizer</i> (N)	Mengalirkan campuran dari Reaktor (R) ke <i>Neutralizer</i> (N)	Mengalirkan campuran dari <i>Neutralizer</i> (N) ke <i>Decanter</i> (DC)	Mengalirkan campuran dari <i>Decanter</i> (DC) ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)
Jenis	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>
Bahan Konstruksi	<i>Galvanized Iron</i>	<i>Galvanized Iron</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Jumlah	1	1	1	1
Spesifikasi				
Kapasitas	0,993	23,732	24,477	5,598

	(gpm)				
	Head (m)	5,748	5,502	0,440	0,823
Ukuran Pipa	OD (in)	0,84	2,38	2,38	1,32
	ID (in)	0,62	2,07	2,07	1,05
	NPS (in)	1/2	2	2	1
	Sch.	40 ST	40 ST	40 ST	40 ST
Tenaga Pompa (Hp)		0,08	0,50	0,05	0,05
Tenaga Motor (Hp)		0,08	0,50	0,05	0,05

Spesifikasi		Pompa	Pompa	Pompa	Pompa
Kode		P-09	P-10	P-11	P-12
Fungsi		Mengalirkan Umpan Atas Dekanter (DC-01) Menuju Ke Menara Distilasi (MD-01)	Mengalirkan Refluks dari Accumulator (AC-01) kembali ke Menara Distilasi (MD-01)	Mengalirkan Umpan Bawah Menara Disilasi (MD-01) Menuju ke Tangki Penyimpanan (T-05)	Mengalirkan Umpan dari Accumulator (AC-01) ke IPAL
Jenis		<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>
Bahan Konstruksi		Commercial Steel	Commercial Steel	Commercial Steel	Commercial Steel
Jumlah		1	1	1	1
Spesifikasi					
	Kapasitas (gpm)	19,296	6,619	10,938	7,631
	Head (m)	12,653	1,387	7,754	12,331
Ukuran Pipa	OD (in)	2,38	1,32	1,66	1,66
	ID (in)	2,07	1,05	1,38	1,38
	NPS (in)	2	1	1 ¼	1
	Sch.	40 ST	40 ST	40 ST	40 ST
Tenaga Pompa		0,75	0,08	0,5	0,5

(Hp)						
Tenaga Motor (Hp)		0,75	0,08		0,5	0,5



3.2.12. Cooler

Tabel 3.12 Cooler

Spesifikasi		Cooler			
Kode		CL-01	CL-02	CL-03	CL-04
Fungsi		Mendinginkan umpan keluaran Decanter (DC) fase ringan dari suhu 75°C menjadi 47,5°C dengan media berupa air pendingin	Mendinginkan umpan keluaran Decanter (DC) fase berat dari suhu 75°C menjadi 35°C dengan media berupa air pendingin.	Mendinginkan hasil atas Menara Distilasi (MD) dari suhu 44,888°C menjadi 35°C dengan media berupa air pendingin.	Mendinginkan hasil bawah Menara Distilasi dari suhu 56,872°C menjadi 35°C dengan media berupa air pendingin.
Jenis		<i>Double Pipe</i>	<i>Double Pipe</i>	<i>Double Pipe</i>	<i>Double Pipe</i>
Jumlah		1	1	1	1
Aliran Fluida	Hot Fluid	Larutan Umpan	Larutan Umpan	Larutan Umpan	Larutan Umpan
	Cold Fluid	Air Pendingin	Air Pendingin	Air Pendingin	Air Pendingin
Spesifikasi <i>Inner Pipe</i>					
	NPS (in)	3,00	3,00	2,00	2,00
	OD (in)	3,50	3,50	2,38	2,38
	ID (in)	3,06	3,06	2,07	2,07
	Pressure Drop (psi)	0,0199	0,0030	0,0227	0,0765
Spesifikasi Annulus					
	NPS (in)	4,0000	4,0000	3,0000	3,0000
	OD (in)	4,5000	4,5000	3,5000	3,5000
	ID (in)	4,0260	4,0260	3,0580	3,0580

	Pressure Drop (psi)	0,0906	0,1105	0,0337	0,0176
Luas Transfer Panas (ft2)		56,1416	106,2195	28,8085	55,5799
Jumlah Hairpin		3	8	8	16



3.3. Perencanaan Produksi

Dalam pendirian suatu pabrik, terutama pabrik industri kimia perencanaan produksi sangat penting untuk dilaksanakan. Hal ini dilakukan karena dengan melakukan perencanaan produksi yang tepat maka proses produksi dapat berjalan secara efektif. Perencanaan produksi adalah proses merencanakan sistem sehingga permintaan pasar dapat dipenuhi dengan jumlah, waktu dan biaya produksi yang tepat. Perencanaan ini apabila berjalan dengan efisien maka dapat menghasilkan keuntungan yang besar.

3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku/ Bahan Pembantu

Analisis ini dilakukan untuk mengendalikan proses dari produksi agar total biaya yang di keluarkan mendapat nilai yang lebih minimum. Kebutuhan bahan etil asetat telah diprediksikan akan mengalami peningkatan, analisis yang digunakan adalah analisis time series. Analisis kebutuhan bahan baku ini dilakukan agar kelebihan dan kekurangan dari bahan baku dapat diantisipasi, sehingga dari analisa ini dapat mengetahui berapa banyak pemesanan yang akan dilakukan dan waktu pemesanan bahan baku. Sehingga nantinya tidak terjadi kelebihan muatan bahan baku yang dapat mengakibatkan penambahan biaya penyimpanan ataupun bahan baku menjadi rusak.

3.3.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Analisis ini dilakukan pada peralatan yang akan digunakan dalam produksi dari peralatan manual, mekanis, maupun otomatis. Semua peralatan akan dianalisa kinerja, umur, jam kerja, serta harga beli dan biaya maintenance. Dengan dilaksanakannya analisis ini, maka kebutuhan dari peralatan proses dapat diketahui (sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan), dan juga dapat mengatasi biaya tambahan atau mengurangi biaya produksi menjadi lebih kecil.



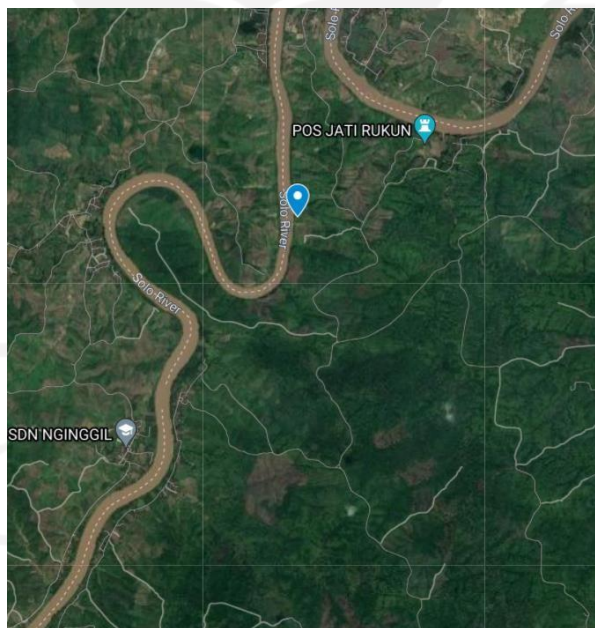
BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan dari lokasi pembangunan pabrik menjadi salah satu hal yang penting untuk dipertimbangkan. Hal ini penting karena akan berdampak langsung dengan keadaan pabrik secara operasional, ekonomi hingga distribusi produk. Banyak aspek yang akan menjadi bahan pertimbangan dari penentuan lokasi pabrik ini, antara lain ketersediaan bahan baku untuk produk, transportasi, lingkungan sekitar, ketersediaan lahan, kebutuhan air dan listrik dan sebagainya.

Lokasi dari Pabrik Etil Asetat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini direncanakan akan dibangun di Bojonegoro. Lokasi ini secara lebih jelas, dapat dilihat pada gambar 4.1. dan pemilihan lokasi ini didasari dari beberapa pertimbangan sebagai berikut.



Gambar 4.1 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik

4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

a. Ketersediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik yang telah ditentukan ini tidak jauh dari sumber bahan baku yang akan dipakai, sehingga dapat meminimalisir biaya pengantaran bahan baku menuju pabrik. Bahan baku asam asetat dan etanol dari pabrik ini rencananya akan diambil dari pabrik PT. Acidatama yang berlokasi di Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah.

b. Pemasaran

Letak dari pabrik ini juga didirikan dekat industri lain yang akan membutuhkan etil asetat sebagai bahan baku, dan pengambilan lokasi ini juga berada di pulau Jawa Timur namun masih perbatasan dengan Jawa Tengah. Sehingga akan lebih fleksibel apabila produk etil asetat ini akan dibutuhkan untuk industri yang berlokasi di Jawa Timur, Jawa Barat hingga DKI Jakarta

c. Utilitas

Dalam proses produksi, utilitas adalah salah satu hal yang penting. Utilitas ini meliputi kebutuhan air, listrik, bahan bakar dan lain sebagainya sebagai penunjang proses produksi. Maka dari itu, lokasi pendirian pabrik ini akan dekat dengan ketersediaan utilitas yang menunjang. Untuk kebutuhan air, lokasi ini sangat dekat dengan Sungai Bengawan Solo. Kemudian untuk kebutuhan listrik dapat diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), lalu apabila terjadi gangguan jaringan maka akan digunakan generator cadangan sebagai pengganti daya listrik sementara. Dan kebutuhan dari bahan bakar, dapat diperoleh dari PT. Pertamina

d. Transportasi

Lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan untuk sarana transportasi, dari bahan baku yang akan masuk hingga produk yang akan dipasarkan karena hal tersebut akan mengeluarkan biaya yang tidak sedikit. Lokasi yang dipilih cukup strategis karena untuk pengantaran bahan baku dapat dilakukan melalui jalur darat, dan ditengah berbagai kota besar di Pulau Jawa.

e. Tenaga Kerja

Pendirian dari suatu pabrik di daerah tertentu pasti akan membuka lapangan pekerjaan baru yang luas bagi masyarakat sekitarnya. Agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan lancar, maka dibutuhkan tenaga kerja yang terampil dan bekerja keras. Keberadaan pabrik kami ditengah pulau Jawa ini merupakan lokasi yang bagus karena terletak di tengah kampus berkualitas yang akan menghasilkan lulusan yang terbaik dan bisa direkrut sebagai pekerja di pabrik ini.

4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

a. Perluasan Pabrik

Dari penentuan lokasi pabrik, perlu mempertimbangkan rencana dari perluasan pabrik untuk perkembangan pabrik beberapa tahun berikutnya. Hal ini dipertimbangkan untuk mengantisipasi apabila diperlukan untuk memperluas pabrik akibat dari permintaan produk yang makin tinggi. Sehingga penentuan lokasi pabrik dipilih daerah yang masih memiliki banyak lahan kosong. Dalam pertimbangan ini, kabupaten Bojonegoro sangat memenuhi kriteria tersebut

b. Perizinan

Untuk perizinan pendirian dan pengoprasian pabrik, kabupaten Bojonegoro sendiri juga sudah memiliki beberapa pabrik. Namun pabrik yang sedang berjalan beberapa berada di tengah pusat kota, sedangkan wilayah yang kami pilih merupakan wilayah yang belum banyak pendirian pabrik tetapi juga tidak terlalu jauh dari pemukiman warga

c. Lingkungan Masyarakat Sekitar

Masyarakat disekitar kabupaten Bojonegoro sepertinya cukup terbuka dengan adanya pabrik yang beroperasi. Karena hal ini bisa membuka lapangan pekerjaan yang luas bagi masyarakat sekitar, dan juga dapat meningkatkan perekonomian masyarakat secara keseluruhan agar kabupaten ini lebih cepat maju.

d. Sarana Pendukung

Untuk sarana pendukung, pabrik ini terletak persis di perbatasan antara Jawa Tengah dan Jawa Timur. Yaitu di antara kabupaten Blora dan kabupaten

Bojonegoro. Sehingga fasilitas yang tersedia cukup memadai seperti fasilitas pendidikan, kesehatan, tempat tinggal dan lain sebagainya.



4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik atau plant layout adalah rencana tempat dan lokasi dari keseluruhan bagian yang ada dalam pabrik. Tata letak pabrik ini meliputi tempat perkantoran/administrasi, tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat unit pendukung proses, fasilitas karyawan serta tempat lainnya yang menunjang keberlangsungan proses produksi. Tata letak pabrik dirancang sedemikian rupa agar seluruh kegiatan, mulai dari produksi sampai administrasi dapat berjalan secara efisien dan optimal. Selain itu, faktor keamanan dan kenyamanan juga menjadi hal yang penting dalam penempatan letak pabrik. Penempatan alat-alat produksi harus ditata agar keamanan dan kenyamanan karyawan selama bekerja dapat terjamin. Perancangan tata letak pabrik yang baik memiliki keuntungan yaitu (Peters and Timmerhaus, 2003) :

1. Mengurangi biaya produksi.
2. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses.
3. Meningkatkan keselamatan kerja.
4. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga dapat mengurangi material handling.
5. Memberikan ruang gerak untuk mempermudah dalam perbaikan peralatan dan mesin ketika terjadi kerusakan.

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama sebagai berikut.

4.2.1. Perkantoran/Administrasi

Daerah perkantoran ini adalah pusat dari kegiatan administrasi dan ekonomi pabrik. Dan juga perkantoran ini digunakan untuk urusan-urusan dengan pihak luar maupun pihak dalam. Biasanya daerah perkantoran ini berada di bagian depan dari area pabrik.

4.2.2. Proses

Daerah proses ini adalah tempat berlangsungnya kegiatan operasional produksi. Daerah ini antara lain tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat alat proses dan ruang pengendalian (*control room*). Daerah ini biasanya dipisahkan dengan daerah lainnya untuk tujuan keamanan.

4.2.3. Instalasi dan Utilitas

Daerah instalasi dan utilitas adalah tempat yang disediakan untuk penyimpanan kebutuhan penunjang proses seperti tempat kebutuhan air, steam pemanas dan air pendingin, listrik dan bahan bakar

4.2.4. Fasilitas Umum

Fasilitas umum ini adalah fasilitas yang disediakan untuk karyawan demi menunjang kenyamanan bekerja seperti kantin, tempat ibadah, poliklinik, perumahan dan lain sebagainya

4.2.5. Keamanan

Daerah ini adalah tempat untuk menyimpan alat yang digunakan demi keamanan. Alat ini dipakai untuk mencegah atau meminimalisir dampak yang terjadi apabila terjadi hal yang tidak diinginkan seperti terjadi kebocoran, ledakan, kebakaran dan hal lainnya. Dengan alasan tersebut, perlu ada tempat dimana disediakan alat keamanan seperti alat pemadam di beberapa titik yang dirasa tempat tersebut memiliki kemungkinan besar terjadi kebakaran.

4.2.6. Pengolahan Limbah

Pendirian dari pabrik harus memperhatikan mengenai kelesetarian dan kebersihan lingkungan sekitar, untuk itu perlu adanya tempat yang digunakan sebagai pengolahan limbah ataupun tempat penyimpanan limbah. Limbah produksi akan mengalami pengolahan dan pengujian untuk memastikan batas-batas komposisi yang berbahaya terkandung dalam limbah. Limbah akan diolah sampai komposisi didalamnya memenuhi untuk dibuang ke lingkungan. Sehingga apabila limbah

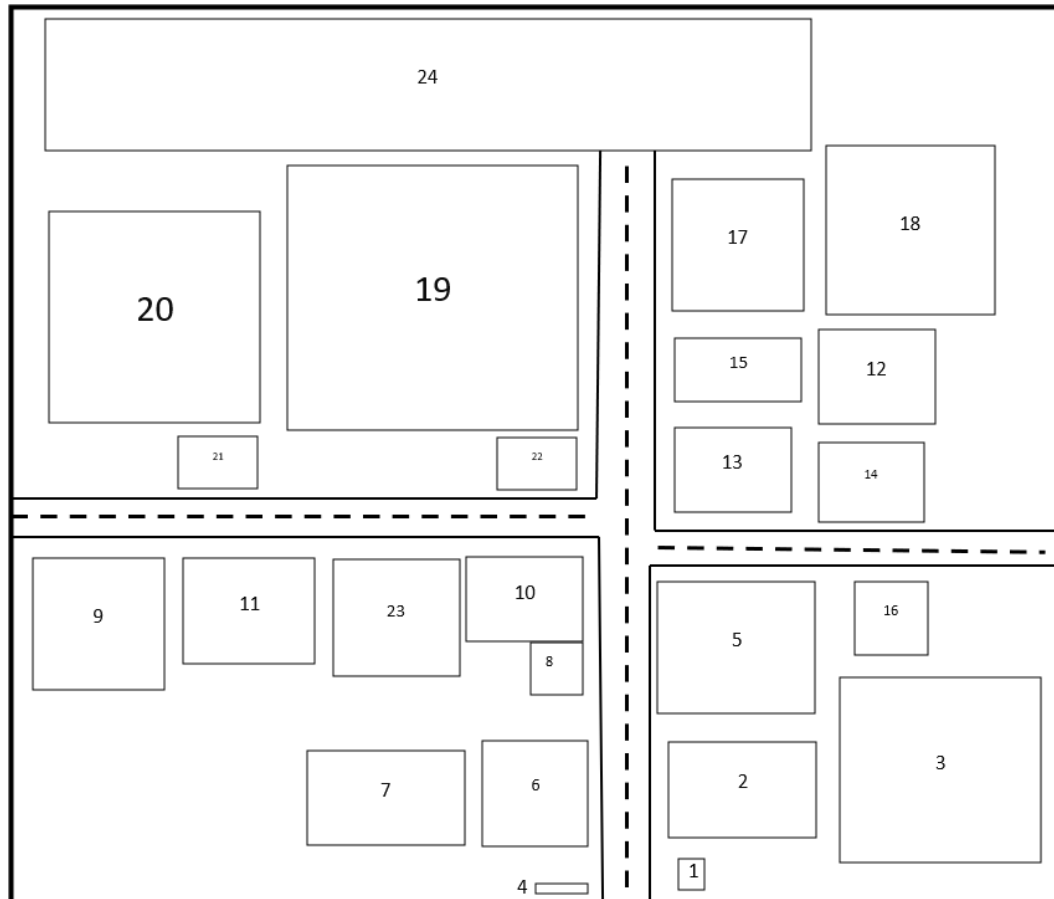
tersebut dibuang maka tidak akan merusak lingkungan disekitarnya.

4.2.7. Perluasan

Dalam rangka mengantisipasi apabila ada peningkatan kapasitas produksi karena permintaan produk yang meningkat, maka perlu dipertimbangkan untuk menyediakan lahan kosong sebagai daerah perluasan pabrik apabila dibutuhkan di masa yang akan datang

Tabel 4.1 Rincian Luas Area Pabrik

No.	Tempat	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Pos Keamanan	6	5	30
2	Parkir Utama	28	18	504
3	Perumahan	38	35	1330
4	Taman	10	2	20
5	Kantor Utama	30	25	750
6	Gedung Serbaguna	20	20	400
7	Fasilitas Olahraga	30	18	540
8	Kantin	10	10	100
9	Gudang Alat	25	25	625
10	Poliklinik	22	16	352
11	Bengkel	25	20	500
12	Kantor Teknik Produksi	22	18	396
13	Masjid	22	16	352
14	Laboratorium	20	15	300
15	Parkir Kecil	24	12	288
16	Taman / Ruang Terbuka Hijau	14	14	196
17	Parkir Besar	25	25	625
18	IPAL	32	32	1024
19	Alat Proses	55	50	2750
20	Alat Utilitas	40	40	1600
21	Ruang Kendali Utilitas	15	10	150
22	Ruang Kendali Proses	15	10	150
23	Unit Pemadam Kebakaran	24	22	528
24	area perluasan 1	145	25	3425
25	Jalan			2700
	Luas tanah			19635
	Luas bangunan			13510



Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik dengan Skala 1:1000 (Plant Layout)

4.3. Tata Letak Alat Proses

Tata letak alat proses adalah pengaturan terhadap alat proses pabrik. Pengaturan ini harus di buat secara optimum agar dapat lebih menguntungkan secara ekonomi karena bisa menghemat biaya konstruksi dan untuk mementingkan keamanan karyawan selama bekerja sehingga operasional pabrik dapat berjalan dengan aman. Pertimbangan dalam mengatur tata letak alat proses sebagai berikut:

4.3.1. Aliran Bahan Baku Dan Produk

Jalannya aliran bahan baku dan juga produk, akan memberikan keuntungan ekonomis dan juga menunjang kelancaran dan keamanan proses produksi.

4.3.2. Aliran Udara

Tempat pertukaran udara di area proses harus diperhitungkan agar sirkulasinya lancar. Hal ini dipertimbangkan karena apabila terjadi pertumpukan udara di area tertentu, maka dapat membahayakan keselamatan para pekerja yang ada di dalam area proses.

4.3.3. Pencahayaan

Pencahayaan menjadi salah satu faktor juga dalam tata letak area pabrik, karena proses produksi harus bekerja dalam 24 jam. Kemudian, terdapat juga area yang dibutuhkan untuk pencahayaannya lebih dibandingkan area lain dengan alasan keamanan karena area di alat tersebut memiliki resiko yang lebih tinggi.

4.3.4. Lalu Lintas Manusia Dan Kendaraan

Alur jalan untuk dilalui oleh pekerja ataupun kendaraan juga menjadi perhatian dalam pengaturan tata letak pabrik. Hal tersebut meliputi penempatan jalan, lebar jalan dan lain sebagainya. Lalu lintas di area pabrik ini diatur agar apabila terjadi gangguan di suatu area, maka para pekerja bisa bergerak sigap untuk bertindak sehingga hal tersebut dapat mengurangi potensi berbahaya.

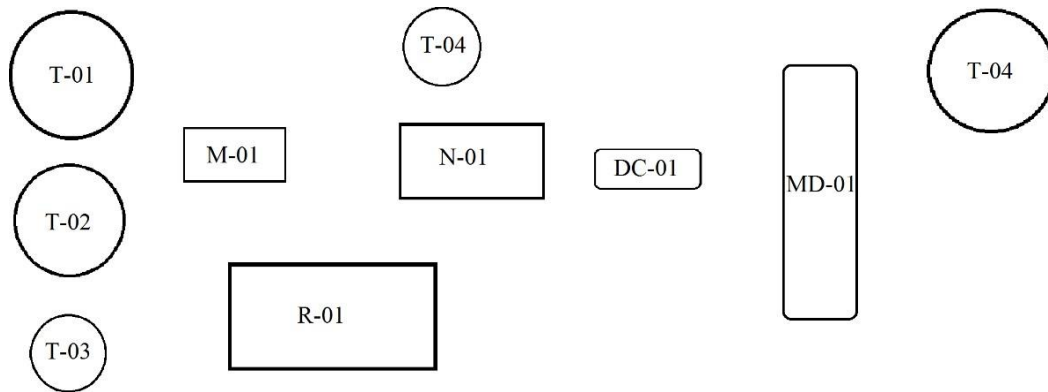
4.3.5. Jarak Antar Alat Proses

Penentuan jarak antar alat proses perlu diperhatikan, terutama pada alat-alat yang beroperasi di suhu dan tekanan yang tinggi. Alat yang berpotensi bahaya akan ditempatkan di lokasi yang terpisah dari alat lainnya agar apabila terjadi ledakan pada alat tersebut maka tidak akan merambat ke alat yang lainnya.

4.3.6. Pertimbangan Ekonomi

Pertimbangan ekonomi dalam penataan tata letak alat proses ini di harapkan agar penataan ini dapat meminimalisir dari biaya sehingga menguntungkan secara ekonomi. Namun pertimbangan ekonomi ini juga harus tetap memikirkan aspek keamanan dan juga keselamatan dari pabrik.

Tata letak alat-alat proses (machines layout) dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Skala 1 : 100

Gambar 4.3 Tata Letak Alat-Alat Proses (Machines Layout)

4.4. Aliran Proses dan Material

4.4.1. Neraca Massa

Neraca massa total disajikan pada Tabel 4.2, sementara neraca massa pada masing-masing alat disajikan pada Tabel 4.3 sampai Tabel 4.8.

a. Neraca Massa di Mixer

Tabel 4.2 Neraca Massa di Mixer

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
As. Asetat	2.104,395	2.104,395
Etanol	1.659,369	1.659,369
Air	64,402	64,402
TOTAL	3.828,166	3.828,166

b. Neraca Massa di Reaktor 01 (R-01)

Tabel 4.3 Neraca Massa di Reaktor 01

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
As. Asetat	2.104,395	105,220
Etanol	1.659,369	126,668
As. Sulfat	82,803	82,803
Air	99,889	699,641

Etil Asetat	0	2.932,124
TOTAL	3.946,456	3.946,456

c. Neraca Massa di Neutralizer (N)

Tabel 4.4 Neraca Massa di Neutralizer

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
As. Asetat	105,220	0
Etanol	126,668	126,668
Etil Asetat	2.932,124	2.932,124
Air	837,382	899,365
As. Sulfat	82,803	0
NaOH	137,741	0
CH ₃ COONa	0	143,800
Na ₂ SO ₄	0	119,980
TOTAL	4.221,937	4.221,937

d. Neraca Massa di Decanter

Tabel 4.5 Neraca Massa di Decanter

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keatas (kg/jam)	Kebawah (kg/jam)
Etanol	126,668	94,178	32,490
Etil Asetat	2.932,124	2.853,879	78,245
Air	899,365	94,178	805,187
CH ₃ COONa	143,800	0	143,800
Na ₂ SO ₄	119,980	0	119,980
TOTAL	4.221,937	3.042,235	1.179,702

e. Neraca Massa di Menara Distilasi

Tabel 4.6 Neraca Massa di Menara Distilasi

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keatas (kg/jam)	Kebawah (kg/jam)
Etil Asetat	2.853,879	1.071,632	1.782,247
Air	94,178	94,178	0
Etanol	94,178	94,178	0
TOTAL	3.042,235	1.259,988	1782,247

4.4.2. Neraca Energi

a. Neraca Panas di Mixer

Tabel 4.7 Neraca panas di Mixer

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
As. Asetat	22.628,881	22.628,881
Etanol	19.425,513	19.425,513
Air	1.350,596	1.350,596
Total	43.404,990	43.404,990

b. Neraca Panas di Reaktor 01 (R-01)

Tabel 4.8 Neraca Panas di Reaktor 01

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
As. Asetat	232.099,987	11.604,999
Etanol	199.778,301	15.250,138
Air	20.869,059	146.171,446
As.Sulfat	495.053,572	495.053,572
Etil Asetat	0	293.965,211
Q Reaksi	346.010,999	0
Pendingin	0	331.766,551
Total	1.293.811,918	1.293.811,918

c. Neraca Panas di Neutralizer

Tabel 4.9 Neraca Panas di Neutralizer

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
As. Asetat	1.1604,999	0
Etanol	15.250,138	15.250,138
Air	149.060,069	187.898,461
As.Sulfat	495.053,572	0
Etil Asetat	293.965,211	293.965,211
NaOH	14.987,505	0
Na ₂ SO ₄	0	9.604,467
CH ₃ COONa	0	61.149,502
Q Reaksi	325.187,339	0
Pendingin	0	737.241,054
Total	1.305.108,833	1.305.108,833

d. Neraca Panas di Decanter

Tabel 4.10 Neraca Panas di Decanter

Komponen	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)	
		Neraca Panas Komponen Ringan	Neraca Panas Komponen Berat
Etanol	15.250,138	11.338,476	3.911,661
Air	187.898,461	19.675,995	168.222,466
Etil Asetat	293.965,211	286.120,645	7.844,566
Na ₂ SO ₄	9.604,467	0	9.604,467
CH ₃ COONa	61.149,502	0	61.149,502
Total	567.867,779	317.135,117	250.732,662
		567.867,779	

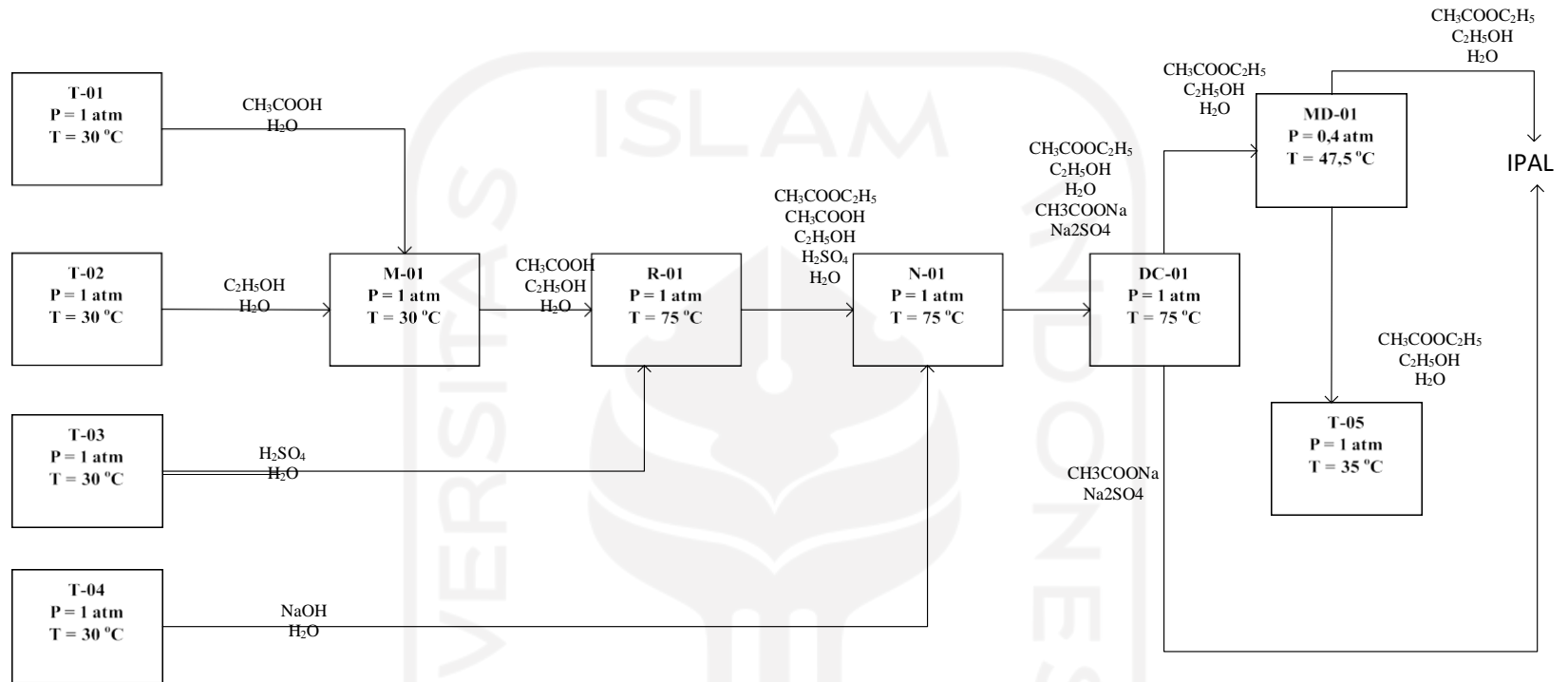
e. Neraca Panas di Menara Distilasi

Tabel 4.11 Neraca Panas di Menara Distilasi

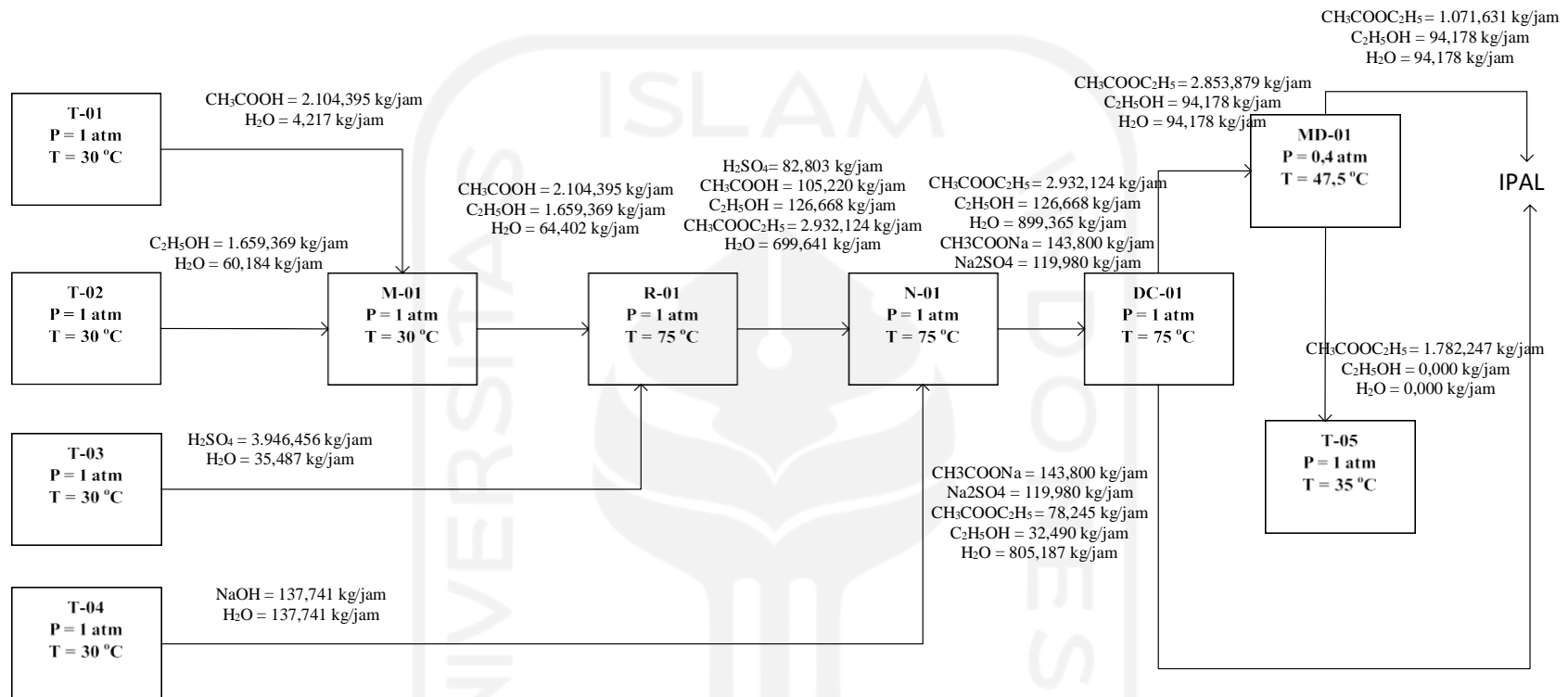
Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
Q (umpan)	94540,416	Q (bottom)	65.475,185
Q (reboiler)	315.830,132	Q (distilat)	39.236,310
		Q (condensor)	305.659,053
Total	410.370,548	Total	410.370,548

4.4.3. Diagram Alir Proses





Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif

4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit utilitas adalah sarana untuk menunjang proses produksi agar bisa berjalan sebagaimana mestinya. Beberapa unit utilitas yang dibutuhkan dalam perancangan pabrik ini antara lain:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyediaan Udara Tekan (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah

4.5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

Unit penyediaan dan pengolahan air ini menyediakan dan mengolah air bersih yang akan digunakan untuk kebutuhan air di pabrik

1. Unit penyediaan air

Pada unit ini terjadi proses pengolahan air baku menjadi air bersih, pengolahan ini diperlukan karena air yang berasal dari alam masih banyak mengandung kotoran (*impurities*) yang dapat menyebabkan kerak (*Fouling*). *Impurities* yang terkandung dalam air terdiri dari *suspended solid* yaitu kotoran yang tidak terlarut dan diproses pada proses klarifikasi, serta *dissolved solid* yaitu kotoran yang terlarut dan akan diproses pada proses demineralisasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air secara fisik dan kimia.

Air bahan baku yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik etil asetat ini berasal dari Sungai Bengawan Solo. Hal yang menjadi pertimbangan dalam penggunaan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut.

- a. Air sungai merupakan sumber air yang ketersediaannya cukup selalu ada, sehingga kendala untuk kekurangan air dapat dihindari
- b. Pengolahan air sungai relatif lebih murah dibanding air laut yang pengolahannya lebih rumit dan biayanya lebih besar

- c. Kebutuhan air pada pabrik Etil Asetat ini tidak banyak membutuhkan banyak air, dikarenakan suhu operasi tiap alat tidak terlalu tinggi maupun rendah.

Secara umum kebutuhan air pada pabrik etil asetat akan digunakan untuk keperluan sebagai berikut:

- a. Air domestik (*Domestic Water*)

Domestic Water adalah air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan seperti air minum, toilet, perumahan dan lain sebagainya. Air domestik yang akan digunakan harus memenuhi syarat seperti:

- Air tidak berwarna
- Air tidak berbau
- Air tidak memiliki rasa
- Air tidak mengandung zat organik dan anorganik

- b. Air Layanan Umum (*Service Water*)

Service Water adalah air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan umum seperti bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin dan lain sebagainya. Kriteria yang digunakan untuk *service water* sama seperti syarat air domestik

- c. Air Pendingin (*Cooling Water*)

Air pendingin ini adalah air yang digunakan sebagai media untuk pendingin pada proses produksi. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan digunakannya air pendingin sebagai media pendingin, antara lain :

- Air di dapatkan dengan mudan dan dalam jumlah besar
- Mudah dilakukan pengaturan dan pengolahan
- Memiliki daya serap panas yang cukup tinggi

- Tidak terdekomposisi

Namun, ada beberapa syarat kandungan zat yang tidak diperbolehkan ada di dalam air pendingin seperti :

- Besi, karena dapat menyebabkan karat (korosi)
- Silika , karena dapat menyebabkan kerak
- Oksigen, karena dapat menyebabkan karat (korosi)
- Minyak, karena dapat menyebabkan gangguan pada *corrosion inhibitor film*, penurunan *heat exchanger coefficient* dan dapat menimbulkan endapan.

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

Air umpan *boiler* ini adalah air yang digunakan untuk menghasilkan *steam*. *Steam* ini akan digunakan untuk menunjang keberlangsungan proses produksi. Namun ada beberapa syarat yang perlu diperhatikan dalam menangani air umpan boiler ini antara lain :

- Air tidak boleh mengandung asam, gas CO_2 , O_2 dan NH_3 . Karena zat tersebut dapat mengakibatkan korosi pada *boiler*
- Air tidak boleh mengandung kesadahan, garam karbonat dan silika. Karena dapat menyebabkan kerak pada *boiler*

2. Unit Pengolahan air

Unit pengolahan air adalah unit yang akan menghasilkan air yang dapat digunakan. Baik untuk menunjang proses produksi maupun kebutuhan lainnya di seluruh area pabrik. Air baku dari sungai harus mengalami tahap pengolahan secara fisik maupun kimia agar dapat digunakan.

Tahapan pengolahan air di pabrik etil asetat ini adalah sebagai berikut

a. Penghisapan

Tahap awal dari pengolahan air adalah pengambilan air sungai dengan cara penghisapan menggunakan pompa. Lalu air yang dihisap akan dialirkan ke penyaring (*screener*)

b. Penyaringan (*Screening*)

Screening adalah proses untuk memisahkan kotoran yang berukuran besar seperti daun, ranting dan sampah lainnya tanpa menggunakan bahan kimia. Sementara kotoran kecil yang masih terikat dengan aliran air dan akan dipisahkan pada tahapan berikutnya. Pada *screener* terdapat pembilas yang berfungsi untuk membersihkan *screener* dari kotoran yang tersangkut agar tidak menghalangi aliran air.

c. Pengendapan Awal (*Sedimentation*)

Setelah melewati proses penyaringan, air akan melalui proses sedimentasi. Sedimentasi adalah proses untuk pemisahan kotoran dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Pada proses ini, kotoran kecil yang tidak tersaring pada proses penyaringan sebelumnya seperti lumpur dan pasir akan mengendap pada bagian bawah bak.

d. Bak Penggumpal

Pada alat ini, terjadi proses koagulasi. Koagulasi adalah proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia yang disebut koagulan ke dalam air, sehingga partikel tersebut akan menjadi stabil dan netral akan membentuk endapan. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$).

e. Bak Pengendap 1 dan 2

Kemudian, partikel yang telah menggumpal akan mengalami proses flokulasi. Flokulasi adalah proses penggabungan flok-flok yang telah terbentuk pada proses koagulasi menjadi partikel yang lebih besar. Agar proses flokulasi dapat berjalan secara efektif, ditambahkan kapur yang berfungsi untuk menghilangkan kesadahan karbonat dalam air dan membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan. Selain itu dapat juga ditambahkan NaOH sebagai alkali untuk menjaga pH sehingga pH pada outlet berkisar 6,5 – 7,5.

f. *Sand Filter*

Setelah keluar dari bak koagulasi dan bak flokulasi, air akan dialirkan ke sand filter. Di dalam sand filter ini air akan dialirkan dari bagian atas ke bawah melalui suatu media filter (spheres) yang akan menyaring partikel pengotor seperti suspended solid. Output dari sand filter mempunyai kandungan suspended solid kurang dari 1 ppm dan pH 6,5 - 7,5. Air yang telah mengalami filtrasi akan ditampung di tangki penampungan air bersih.

g. Tangki Penampungan Air Bersih

Air yang sudah dari Sand Filter akan ditampung di dalam tangki penampungan sementara. Air ini kemudian akan didistribusikan dan diolah lebih lanjut untuk dapat digunakan sebagai air domestik (domestic water), air layanan umum (service water), air pendingin (cooling water) dan air umpan boiler (boiler feed water)

h. Klorinasi

Klorinasi adalah proses penambahan klorin dalam bentuk kaporit pada air yang berfungsi untuk membunuh kuman, bakteri, jamur dan mikroorganisme lain. sehingga air layak untuk dikonsumsi dan digunakan sebagai air minum pada perkantoran maupun perumahan. Air yang telah di klorinasi akan ditampung di dalam tangki penyimpanan air bersih.

i. Cooling Tower

Alat ini digunakan sebagai penghasil air dingin yang dapat digunakan sebagai pendingin pada alat proses. Cooling tower ini akan mendinginkan air menggunakan udara sebagai media pendinginnya. Air yang akan masuk ke cooling tower berasal dari tangki penampungan air bersih dengan suhu sekitar 38-30°C melalui distributor. Air akan

mengalami evaporasi, sehingga air akan dialirkan ke bawah melalui lubang saluran (swirl). Bersamaan dengan proses ini, akan terjadi pelepasan panas laten sehingga sebagian air akan menguap ke atmosfer. Untuk itu akan dibutuhkan make-up water sebagai kompensasi terjadinya evaporation loss. Make-up water juga akan berasal dari tangki penyimpanan air bersih. Air yang mengalami evaporasi di cooling tower akan sama jumlahnya dengan flow make-up water yang masuk, sehingga kesetimbangan perpindahan panas antara udara dan air akan tetap stabil. Suhu air yang telah melalui proses pendinginan akan turun menjadi 30°C. Air pendingin harus memiliki sifat tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu ditambahkan bahan kimia seperti *corrosion inhibitor, scale inhibitor, non-oxidizing biocide, dispersant, pH control dan oxidizing biocide*.

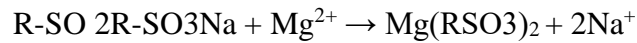
j. Demineralisasi

Air yang akan dipakai sebagai air umpan boiler untuk dijadikan steam tidak cukup hanya air bersih saja, tetapi juga harus air murni yang bebas dari kandungan mineral terlarut. Karena itu, perlu dilakukan proses demineralisasi. Demineralisasi adalah proses menghilangkan ion yang terkandung pada filtered water dengan alat penukar ion. Proses demineralisasi terjadi pada alat-alat berikut.

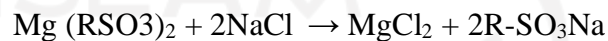
- Kation Exchanger

Alat ini merupakan unit yang berisi resin, resin ini dipakai untuk menukar ion positif atau kation. Katio yang biasanya terkandung dalam air seperti kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), natrium (Na^+), kalium (K^+), mangan (Mn^{2+}), besi (Fe^{2+}) dan aluminium (Al^{3+}) akan diganti dengan ion H^+ atau Na^+ dari resin. Kation-kation tersebut harus diganti dengan ion H^+ atau Na^+ karena

kation tersebut dapat menyebabkan kerak (fouling) pada boiler. Reaksi dari penukaran kation yang terjadi dalam kation exchanger adalah sebagai berikut :

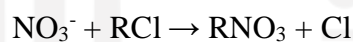


Kation resin ini perlu diregenerasikan kembali dengan NaCl apabila dalam waktu tertentu telah mengalami jenuh. Dan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

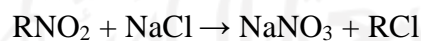


- Anion Exchanger

Anion exchanger adalah unit berisi resin yang digunakan sebagai penukar ion negatif atau anion. Anion yang terkandung dalam air seperti bikarbonat (HCO_3^-), sulfat (SO_4^{2-}), klorida (Cl^-), nitrat (NO_3^-), dan silika (SiO_2^-) diganti dengan resin yang memiliki sifat basa dan memiliki formula RCl. Anion-anion tersebut harus digantikan karena dapat menyebabkan korosi pada boiler. Reaksi penukaran anion yang terjadi dalam anion exchanger adalah sebagai berikut :



Anion resin ini perlu diregenerasikan kembali dengan NaCl apabila dalam waktu tertentu telah mengalami jenuh. Dan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

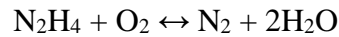


- Deaerator

Air umpan boiler yang telah di demineralisasi pada kation dan anion exchanger akan di proses deaerasi. Deaerasi adalah proses pembersihan air umpan boiler dari gas yang dapat menimbulkan korosi seperti oksigen (O_2). Demineralisasi water dipompakan menuju deaerator lalu diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N_2H_4) yang akan berfungsi untuk mengikat oksigen (O_2)

sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada tube boiler.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



3. Kebutuhan air

Kebutuhan air yang akan dibutuhkan pada pabrik Etil Asetat ini dijelaskan dan disajikan sebagai berikut

a. Kebutuhan Air Domestik (Domestic Water)

Kebutuhan air domestik meliputi kebutuhan air karyawan dan kebutuhan air perumahan

– Kebutuhan Air Karyawan	
Jumlah karyawan	= 167 orang
Kebutuhan Air tiap karyawan	= 100 kg/hari
Total kebutuhan air karyawan	= 16.700 kg/hari
– Kebutuhan Air Perumahan	
Jumlah rumah	= 40 rumah
Jumlah orang tiap rumah	= 4 orang
Kebutuhan air setiap orang	= 100 kg/hari
Total kebutuhan air perumahan	= 16.000 kg/hari
Total kebutuhan air domestik	= 32.700 kg/hari
	= 1.362,50 kg/jam

b. Kebutuhan Air Layanan Umum (Service Water)

Kebutuhan air layanan umum meliputi kebutuhan air bengkel, poliklinik, laboratorium, pemadam kebakaran, kantin, mushola, dan kebun

– Bengkel	= 200 kg/hari
– Poliklinik	= 400 kg/hari
– Laboratorium	= 600 kg/hari

- Pemadam Kebakaran = 1.000 kg/hari
- Kantin, Mushola, dan kebun = 2.000 kg/hari
- Total kebutuhan service water = 4.200 kg/hari**
= 175 kg/jam

c. Kebutuhan Air pendingin

Perancangan kebutuhan air pendingin dibuat overdesign 20%, sehingga kebutuhan air pendingin sebagai berikut :

- Jaket RATB = 3.966,96 kg/jam
- Jaket Neutralizer = 8.815,25 kg/jam
- Condenser MD = 4.845,38 kg/jam
- Cooler 1 = 2.145,62 kg/jam
- Cooler 2 = 2.399,05 kg/jam
- Cooler 3 = 647,13 kg/jam
- Cooler 4 = 929,12 kg/jam

Total kebutuhan air pendingin = 120% x 23.748,5 kg/jam
= 28.498,21 kg/jam

- Jumlah air yang menguap (We)

$$= 0,00085 \times W_c \times (T_{in} - T_{out})$$

$$= 0,00085 \times 28.498,21 \text{ kg/jam} \times (323-303)$$

$$= 484,469 \text{ kg/jam}$$

- Drift Loss (Wd)

$$= 0,0002 \times W_c$$

$$= 0,0002 \times 28.498,21 \text{ kg/jam}$$

$$= 5,700 \text{ kg/jam}$$

- Blow down (Wb)

$$W_b = \frac{W_e - (cycle - 1)W_d}{(cycle - 1)}$$

Cycle yang dipilih = 3 kali

$$W_b = \frac{484,469 - (3 - 1)5,700}{(3 - 1)}$$

$$W_b = 236,535 \text{ kg/jam}$$

Sehingga jumlah make-up water adalah :

$$\begin{aligned} W_m &= W_e + W_d + W_b \\ &= (484,469 + 5,700 + 236,535) \text{ kg/jam} \\ &= 726,704 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

d. Kebutuhan Air Umpan Boiler (Boiler Feed Water)

Direncanakan akan digunakan saturated steam dengan kondisi

$$P = 101,3 \text{ kPa}$$

$$T = 150^\circ\text{C}$$

Perancangan kebutuhan umpan boiler ini juga akan dibuat overdesign 20%, sehingga kebutuhannya sebagai berikut :

- Reboiler = 149,413 kg/jam
- Heater 1 = 146,369 kg/jam
- Heater 2 = 168,238 kg/jam

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan umpan boiler} &= 120\% \times 464,020 \text{ kg/jam} \\ &= 556,824 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

- Blow down
 - = 15% x kebutuhan steam
 - = 15% x 556,824 kg/jam
 - = 83,524 kg/jam

- Stream trap
 - = 5% x kebutuhan steam

$$= 5\% \times 556,824 \text{ kg/jam}$$

$$= 27,841 \text{ kg/jam}$$

Sehingga jumlah make-up steam adalah :

$$= \text{Blow down} + \text{stream trap}$$

$$= (83,524 + 27,841) \text{ kg/jam}$$

$$= 111,365 \text{ kg/jam}$$

Berikut adalah kebutuhan total air dalam pabrik, akan disajikan dalam table:

Tabel 4.12 Total Kebutuhan Air

Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
Domestic water	1.362,50
Service water	175
Cooling water	28.498,205
Boiler feed water	556,824
Total	30.592,529

4.5.2. Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

Unit penyediaan steam ini akan menyediakan kebutuhan steam yang akan digunakan sebagai media untuk pemanas di proses produksi. Jenis *steam* yang akan digunakan adalah *Saturated steam* suhu 150°C dan tekanan 101,325 kPa. Alat yang akan digunakan untuk penyediaan *steam* ini adalah *boiler* dengan spesifikasi:

Kapasitas : 556,824 kg/Jam
 Jenis : *Water tube boiler*
 Jumlah 1

Boiler juga akan dilengkapi dengan unit *economizer safety valve system* dan pengaman yang bekerja otomatis. Air dari *filtered water storage tank* yang akan

digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu mengalami proses demineralisasi dan deaerasi. Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan ke dalam economizer, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran yang keluar dari boiler. Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (burner) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke economizer sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 101,3 kPa, baru kemudian dialirkan ke steam header untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.5.3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Unit Pembangkit Listrik adalah unit yang bertugas sebagai penyedia kebutuhan listrik untuk menggerakkan alat proses, utilitas, elektronik, penerangan, dan fasilitas lainnya di seluruh area pabrik. Sumber listrik utama yang digunakan pada pabrik etil asetat ini berasal dari PLN. Namun, pabrik ini juga dilengkapi dengan pembangkit listrik mandiri berupa generator. Generator berguna untuk sumber listrik cadangan apabila sumber listrik dari PLN mengalami gangguan atau pemadaman. Adapun generator yang digunakan adalah jenis generator diesel dengan arus bolak-balik dengan kapasitas 163,498 kW. Jenis ini dipilih dengan pertimbangan sebagai berikut.

- 1) Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
- 2) Tegangan dapat dinaikkan dan diturunkan sesuai dengan kebutuhan.

Rincian kebutuhan listrik pada pabrik etil asetat ini adalah sebagai berikut.

a. Kebutuhan Listrik Alat Proses

Tabel 4.13 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Mixer	M-01	2	1.491,400

Reaktor	R-01	7 ½	5.592,750
Neutralizer	N-01	25,00	18.642,500
Pompa	P-01	0,33	248,567
	P-02	0,25	186,425
	P-03	0,05	37,285
	P-04	0,50	372,85
	P-05	0,08	62,142
	P-06	0,50	372,850
	P-07	0,05	37,285
	P-08	0,05	37,285
	P-09	0,75	559,275
	P-10	0,08	62,142
	P-11	0,50	372,85
	P-12	0,50	372,85
Total		38,150	28.448,455

Total Kebutuhan listrik alat proses = 28.448,455 Watt
= 28.448 kW

b. Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Tabel 4.14 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Cooling Tower	CT-01	3,00	2.237,10
Kompresor Udara Tekan	CPU-01	3,00	2.237,10
Pompa	PU-01	1,50	1.118,55
	PU-02	1,50	1.118,55
	PU-03	1,50	1.118,55
	PU-04	0,05	37,29
	PU-05	1,50	1.118,55

	PU-06	1,50	1.118,55
	PU-07	0,50	372,85
	PU-08	0,75	559,28
	PU-09	0,75	559,28
	PU-10	0,05	37,29
	PU-11	0,125	93,21
	PU-12	0,083	62,14
	PU-13	0,083	62,14
	PU-14	2,00	1.491,40
	PU-15	1,50	1118,55
	PU-16	0,05	37,29
	PU-17	0,05	37,29
	PU-18	0,05	37,29
	PU-19	0,05	37,29
	PU-20	0,05	37,29
Total		19,641	14.646,542

Total kebutuhan listrik alat utilitas = 14.646,542Watt

= 14,647 kW

Total kebutuhan listrik *plant* = 43,095 kW

c. Kebutuhan Listrik Alat Kontrol

Kebutuhan listrik alat kontrol diperkirakan sebesar 25% dari total kebutuhan listrik *plant*.

Total kebutuhan listrik alat kontrol = 10,774 kW

d. Kebutuhan Listrik Penerangan

Kebutuhan listrik alat penerangan diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik *plant*.

Total kebutuhan listrik penerangan = 6,464 kW

e. Kebutuhan Listrik Peralatan Kantor

Kebutuhan listrik peralatan kantor diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik *plant*.

Total kebutuhan listrik peralatan kantor = 6,464 kW

f. Kebutuhan Listrik Laboratorium dan Bengkel

Kebutuhan listrik lab dan bengkel diperkirakan sebesar 15% dari total kebutuhan listrik *plant*.

Total kebutuhan listrik lab dan bengkel = 6,464 kW

g. Kebutuhan Listrik Perumahan

Kebutuhan listrik tiap rumah = 1.000 watt
= 1 kW

Jumlah rumah = 40 unit

Total kebutuhan listrik perumahan = 40 kW

Total kebutuhan listrik pada pabrik asam nitrat ini dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.15 Total Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1	Plant	28,4485
2	Utilitas	16,1630
3	Alat Kontrol	10,77
4	Penerangan	6,464
5	Peralatan Kantor	6,464

6	Bengkel, Laboratorium	6,464
7	Perumahan	40
Total		113,2615

4.5.4. Unit Penyediaan Udara Tekan (*Instrument Air System*)

Unit Penyediaan Udara Tekan adalah unit yang tugas untuk menyediakan udara tekan untuk alat-alat kontrol. Pada dasarnya, proses yang terjadi pada unit ini adalah berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit ini. Kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 28,037 m³/jam dengan tekanan 5,5 bar

4.5.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit Penyediaan Bahan Bakar bertugas untuk menyediakan bahan bakar pabrik. Bahan bakar yang disediakan pada unit ini adalah bahan bakar *boiler* dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah solar. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler* sebesar 61,4 L/jam, dan bahan bakar untuk generator sebesar 7,314 L/jam.

4.5.6. Unit Pengolahan Limbah

Pabrik etil asetat ini akan menghasilkan limbah buangan yang berasal dari proses produksi, utilitas, dan kegiatan lainnya. Untuk itu, pabrik ini memerlukan pengolahan limbah tersebut sebelum dibuang ke lingkungan agar tidak merusak lingkungan sekitarnya. Limbah yang akan dihasilkan dari pabrik ini terdiri dari limbah padat dan limbah cair. Pengolahan dari limbah ini harus diolah sesuai dengan jenisnya.

1. Limbah cair

Limbah cair yang dihasilkan berasal dari air proses, utilitas dan sanitasi. Pengolahan limbah ini harus memperhatikan parameter air buang yang sesuai dengan aturan, ambang batasnya sebagai berikut :

- COD : 100 miligram/liter
- BOD : 20 miligram/liter
- TSS : 80 miligram/liter
- Oil : 5 miligram/liter
- pH : 6.5 – 8.8

Pengolahan limbah untuk masing-masing macamnya dapat dilihat sebagai berikut :

- a. Limbah Proses
- b. Limbah Utilitas

Air sisa regenerasi di proses demineralisasi pada unit utilitas akan dinetralkan dengan menambahkan asam sulfat (H_2SO_4) jika pH air buangan lebih dari 7,0. Namun jika pH buangannya kurang dari 7,0 maka perlu ditambahkan NaOH. Air hasil dari proses penetralan kemudian dialirkan ke kolam penampungan akhir.

- c. Limbah Sanitasi

Air buangan yang berasal perkantoran, perumahan, toilet dan lain-lain pengolahannya tidak memerlukan penanganan khusus. Pengolahannya dengan cara diolah pada unit stabilisasi menggunakan lumpur aktif, aerasi, dan injeksi klorin.

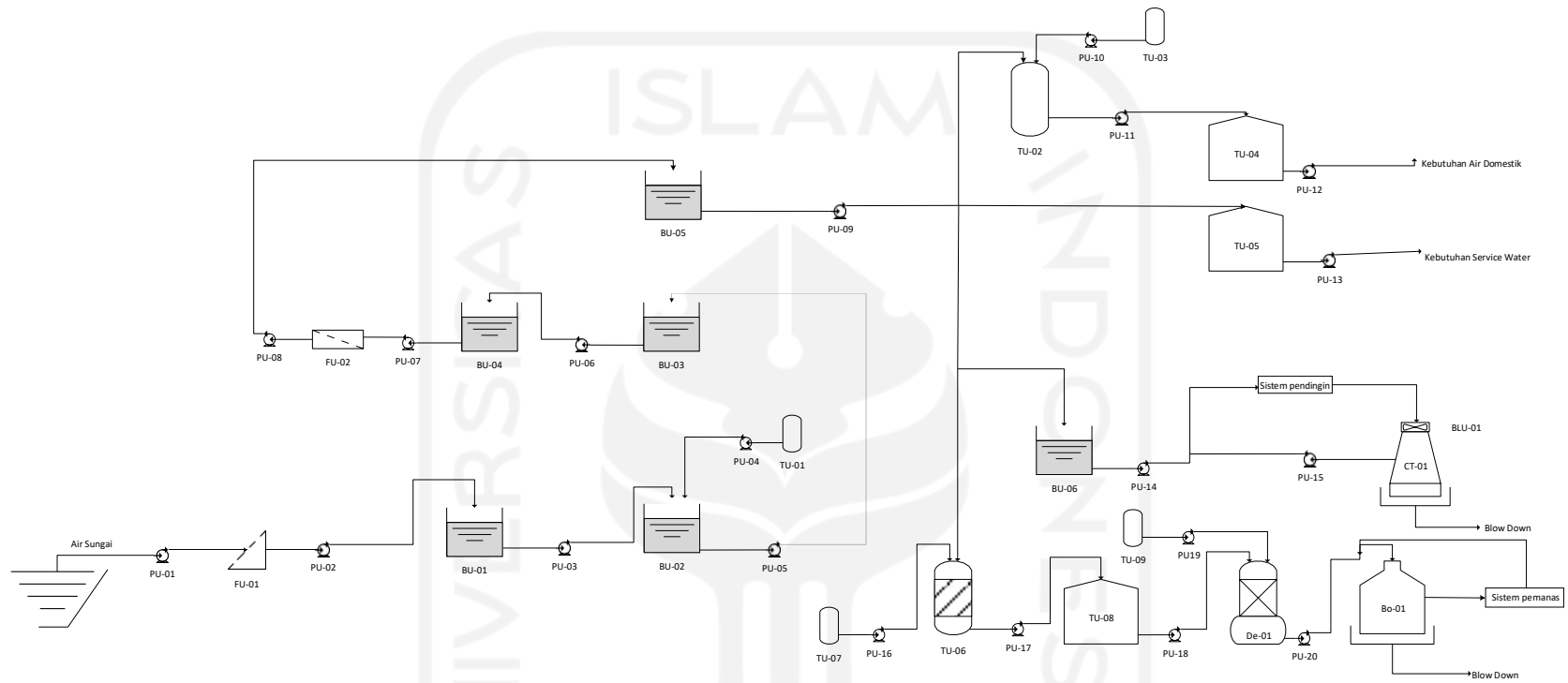
2. Limbah Padat

Limbah padat berasal dari proses pengolahan air pada unit utilitas.

Limbah tersebut berupa lumpur yang banyak mengandung padatan yang sering disebut sludge. Lumpur tersebut dapat diolah menjadi abu dengan kadar 0,3% melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

- Pengentalan atau pemekatan lumpur (sludge thickening)
- Stabilisasi lumpur (sludge stabilization)
- Pengeluaran air (sludge dewatering)
- Pengeringan lumpur (sludge drying)





Gambar 4.6 Diagram Alir Unit Utilitas

Keterangan :

1. PU : Pompa Utilitas
2. FU-01 : *Screener*
3. FU-02 : *Sand Filter*
4. BU-01 : Bak Sedimentasi
5. BU-02 : Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)
6. BU-03 : Bak Pengendap I
7. BU-04 : Bak Pengendap II
8. BU-05 : Bak Penampung Sementara
9. BU-06 : Bak Air Dingin
10. TU-01 : Tangki Larutan Alum
11. TU-02 : Tangki Klorinasi
12. TU-03 : Tangki Kaporit
13. TU-04 : Tangki Air Bersih
14. TU-05 : Tangki *Service Water*
15. TU-06 : *Mixed Bed*
16. TU-07 : Tangki Larutan NaCl
17. TU-08 : Tangki Air Demin
18. TU-09 : Tangki Larutan N_2H_4
19. CT-01 : *Cooling Tower*
20. De-01 : Deaerator
21. Bo-01 : Boiler

4.5.7. Spesifikasi Alat Utilitas

4.5.7.1. Pompa Utilitas

Tabel 4.16 Pompa Utilitas

Spesifikasi		Pompa Utilitas				
Kode	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05	
Fungsi	Mengalirkan air sungai ke <i>screener</i> (FU-01)	Mengalirkan air sungai dari <i>screener</i> (FU-01) ke Reservoir (Bak Pengendap Awal/Seimentasi) (BU-01)	Mengalirkan air dari Bak Reservoir (BU-01) menuju Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi) (BU-02)	Mengalirkan larutan alum 5 % dari Tangki Larutan Alum (TU-01) ke Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi) (BU-02)	Mengalirkan air dari Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi) (BU-02) ke Bak Pengendap I (BU-03)	
Jenis	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	
Jumlah	1	1	1	1	1	
Spesifikasi						
	Kapasitas (gpm)	158,045	158,045	158,045	0,00002	158,045
	Head (m)	4,309	3,283	3,957	3,603	3,296
Ukuran	OD (in)	5,56	5,56	5,56	0,41	5,56

Pipa						
	ID (in)	5,05	5,05	5,05	0,27	5,05
	NPS (in)	5	5	5	1/8	5
	Sch.	40 ST	40 ST	40 ST	40 ST	40 ST
Tenaga Pompa (Hp)		1,00	1,00	1,00	0,05	1,00
Tenaga Motor (Hp)		1,50	1,50	1,50	0,05	1,50

Spesifikasi	Pompa Utilitas				
Kode	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10
Fungsi	Mengalirkan air dari Bak Pengendap I (BU-03) ke Bak Pengendap II (BU-04)	Mengalirkan air dari Bak Pengendap II (BU-04) ke Sand Filter (FU-02)	Mengalirkan air dari Sand Filter (FU-02) ke Bak Penampung Sementara (BU-05)	Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara (BU-05) ke area kebutuhan air	Mengalirkan Kaporit dari Tangki Kaporit (TU-03) ke Tangki Klorinasi (TU-02)
Jenis	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Jumlah	1	1	1	1	1

Spesifikasi						
	Kapasitas (gpm)	158,045	158,045	158,045	158,045	0,000
	Head (m)	3,254	1,146	2,199	2,249	0,166
Ukuran Pipa	OD (in)	5,56	5,56	5,56	5,56	0,41
	ID (in)	5,05	5,05	5,05	5,05	0,27
	NPS (in)	5	5	5	5	1/8
	Sch.	40 ST	40 ST	40 ST	40 ST	40 ST
Tenaga Pompa (Hp)		1,00	0,50	0,50	0,50	0,05
Tenaga Motor (Hp)		1,50	0,50	0,75	0,75	0,05

Spesifikasi	Pompa Utilitas				
	Kode	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14
Fungsi	Mengalirkan air dari Tangki Klorinasi (TU-02) ke Tangki Air Bersih (TU-04)	Mengalirkan air dari Tangki Air Bersih (TU-04) ke area domestik	Mengalirkan air dari Tangki Air Service (TU-05) ke area kebutuhan air service	Mengalirkan air dari Bak Air Dingin (BU-06) ke Cooling tower (CT-01)	Mengalirkan air dingin dari Cooling Tower (CT-01) ke recycle dari Bak Air Dingin (BU-06)
Jenis	<i>Centrifugal Pump Single</i>	<i>Centrifugal Pump Single</i>	<i>Centrifugal Pump Single</i>	<i>Centrifugal Pump Single</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>

	<i>Stage</i>	<i>Stage</i>	<i>Stage</i>	<i>Stage</i>		
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	
Jumlah	1	1	1	1	1	
Spesifikasi						
	Kapasitas (gpm)	7,039	7,039	0,904	147,225	147,225
	Head (m)	4,355	1,844	1,237	8,277	5,250
Ukuran Pipa	OD (in)	1,32	1,32	0,84	5,56	5,56
	ID (in)	1,05	1,05	0,62	5,05	5,05
	NPS (in)	1	1	1/2	5	5
	Sch.	40 ST	40 ST	40 ST	40 ST	40 ST
Tenaga Pompa (Hp)		0,125	0,083	0,05	2,00	1,50
Tenaga Motor (Hp)		0,125	0,083	0,08	2,00	1,50

Spesifikasi	Pompa Utilitas				
Kode	PU-16	PU-17	PU-18	PU-19	PU-20
Fungsi	Mengalirkan air dari Tangki Larutan NaCl	Mengalirkan air dari <i>Mixed Bed</i> (TU-06)	Mengalirkan air dari Tangki Air Demin	Mengalirkan N ₂ H ₄ dari Tangki Larutan	Mengalirkan air dari Deaerator

		(TU-07) ke <i>Mixed Bed</i> (TU-06)	ke Tangki Air Demin (TU-08)	(TU-08) ke Deaerator (De-01)	N2H4 (TU-09) ke Deaerator (De-01)	(De-01) ke <i>Boiler</i> (Bo-01)
Jenis		<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>
Bahan Konstruksi		<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Jumlah		1	1	1	1	1
Spesifikasi						
	Kapasitas (gpm)	0,009	2,877	2,877	0,0001	2,877
	Head (m)	1,502	2,227	2,425	0,367	0,938
Ukuran Pipa	OD (in)	0,41	1,05	1,05	0,41	1,05
	ID (in)	0,27	0,82	0,82	0,27	0,82
	NPS (in)	1/8	3/4	3/4	1/8	3/4
	Sch.	40 ST	40 ST	40 ST	40 ST	40 ST
Tenaga Pompa (Hp)		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Tenaga Motor (Hp)		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

4.5.7.2. Bak Penampung

Tabel 4.17 Bak Utilitas

Spesifikasi	Bak Penampung					
Kode	BU-01	BU-02	BU-03	BU-04	BU-05	BU-06
Fungsi	Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi	mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (flokulasi ke-2)	Menampung sementara raw water setelah disaring di sand filter	Menampung kebutuhan air pendingin
Jenis	Berbentuk balok yang diperkuat beton bertulang.	Bak silinder tegak	Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang.	Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang.	Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselin	Bak persegi panjang
Bahan	Beton					
Jumlah	1	1	1	1	1	1
	Spesifikasi					
Panjang (m)	8,713		8,713	8,7126	5,4870	5,3588
Lebar (m)	5,808		5,808	5.8084	3,6580	3,5726
Tinggi (m)	2,904	3,6028	2,904	2,9042	1,8290	1,7863

Diameter (m)

3,6028



4.5.7.3. Tangki Utilitas

Tabel 4.18 Tangki Utilitas

Spesifikasi	Tangki Utilitas				
Kode	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04	TU-05
Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 2 minggu operasi	mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga	Menampung kebutuhan kaporit selama 1 bulan yang akan dimasukkan kedalam tangki Klorinasi (TU-02)	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga	Menampung air untuk keperluan layanan umum
Jenis	Tangki silinder tegak	Tangki silinder berpengaduk	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak
Bahan	<i>Carbon Steel</i>				
Jumlah	1	1	1	1	1
Spesifikasi					
Volume (m3)	1,259	1,6350	0,00360152	39,240	5
Diameter (m)	0,9291	1,2771	0,1662	3,6837	1,8586
Tinggi (m)	1,8582	1,2771	0,1662	3,6837	1,8586

Spesifikasi	Tangki Utilitas			
Kode	TU-06	TU-07	TU-08	TU-09
Fungsi	Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl, SO ₄ , dan NO ₃ .	Menampung/menyimpan larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi resin kation dan anion pada <i>Mixed Bed</i> (TU-06).	Menampung air untuk umpan <i>boiler</i>	Menyimpan larutan N ₂ H ₄
Jenis	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak	Tangki silinder tegak
Bahan	<i>Carbon Steel</i>			
Jumlah	1	1	1	1
Spesifikasi				
Volume (m ³)	0,0289	0,1622	16,0365	0,1698
Diameter (m)	0,2199	0,5912	2,7337	0,6003
Tinggi (m)	0,9144	0,5912	2,7337	0,6003

4.5.7.4. Screener

Tabel 4.19 Screener

Spesifikasi	Screener
Kode	FU-01
Fungsi	Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, misalnya: daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya.
Bahan	Alumunium
Jumlah	1
Spesifikasi	
Panjang (m)	2,5996
Lebar (m)	1,7331
Diameter Lubang (cm)	1

4.5.7.5. Sand Filter

Tabel 4.20 Sand Filter

Spesifikasi	Sand Filter
Kode	FU-02
Fungsi	Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai.
Spesifikasi	
Jenis	<i>Sand filter</i>
Jumlah	1
Material	<i>Spheres</i>
Ukuran pasir (mesh)	28
Diameter (in)	0,0394
Tinggi lapisan pasir (m)	1,0399
Panjang (m)	2,5996
Lebar (m)	1,7331
Tinggi (m)	0,8665

4.5.7.6. Cooling Tower

Tabel 4.21 Cooling Tower

Spesifikasi	Cooling Tower
Kode	CT-01
Fungsi	mendinginkan kembali air pendingin yang telah digunakan oleh alat-alat proses dengan media pendingin udara.
Jenis	<i>induced draft cooling tower</i>
Jumlah	1
Spesifikasi	
Panjang (m)	2,592
Lebar (m)	1,728
Tinggi (m)	8,0

4.5.7.7. Mixed Bed

Tabel 4.22 Mixed Bed

Spesifikasi	Mixed Bed
Kode	TU-06
Fungsi	Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl, SO ₄ , dan NO ₃ .
Jenis resin	Zeolit
Jumlah	1
Spesifikasi	
Diameter (m)	0,2199
Tinggi (m)	0,9144
Tinggi bed (m)	0,7620
Volume bed (m ³)	0,0289
Volume bak resin (grain)	10.215,101
Tebal (in)	0.1875

4.5.7.8. Deaerator

Tabel 4.23 Deaerator

Spesifikasi	Deaerator
Kode	De-01
Fungsi	Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terkandung dalam feed water yang dapat menyebabkan kerak pada Boiler (Bo-01)

Jenis	Tangki silinder tegak
Jumlah	1
Spesifikasi	
Kec. Volumetrik (m ³ /jam)	0,5568
Diameter (m)	0,9477
Tinggi (m)	0,9447
Volume (m ³)	0,6682

4.5.7.9. Blower Cooling Tower

Tabel 4.24 Blower Cooling Tower

Spesifikasi	Blower
Kode	BL-01
Fungsi	Menghisap udara untuk mendinginkan kembali air pendingin pada <i>Cooling Tower</i> (CT-01)
Jenis	<i>Centrifugal blower</i>
Jumlah	1
Spesifikasi	
Kapasitas (m ³ /jam)	0,9689
Efisiensi	90%
Tenaga (Hp)	3

4.6. Organisasi Perusahaan

4.6.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk dari perusahaan yang akan direncanakan untuk pabrik etil asetat ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas ini adalah bentuk perusahaan yang modal awalnya akan diperoleh dari penjualan saham, dimana para pemegang saham turut serta mengambil bagian sebanyak 1 atau lebih saham. Saham adalah bukti kepemilikan nilai perusahaan atau bukti dari penyetaraan modal. Seorang yang memiliki saham berarti telah memberikan modal ke perusahaan sekaligus juga ikut memiliki perusahaan tersebut. Hal yang menjadi pertimbangan untuk bentuk perusahaan ini antara lain :

1. Perseroan Terbatas Membuat Perusahaan Mudah Mendapat Modal

Dalam bentuk perseroan terbatas ini, modal akan diperoleh dari penjualan saham di pasar modal. Modal terbagi dalam saham-saham sehingga hal ini menjadi mungkin bila seseorang ingin ikut serta menanamkan modal dalam jumlah kecil

hingga besar. Dengan begitu akan memudahkan perusahaan dalam pengumpulan modal

2. Hak dan Kewajiban dari Pemegang Saham Terbatas

Dalam bentuk perseroan terbatas ini, pemegang saham hanya memiliki kewajiban untuk menyetor jumlah modal sesuai saham yang ia beli tanpa ikut andil mengelola perusahaan. Hal ini membuat kelancaran produksi akan lebih stabil karena pengelolaan perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan

3. Pemilik dan Pengurus Perusahaan Terpisah

Pemilik dari perusahaan adalah para pemegang saham, sementara untuk pengurus perusahaan adalah direksi dan jajarannya yang akan diawasi oleh Dewan Komisaris

4. Kelangsungan Perusahaan Lebih Aman dan Terjamin

Apabila terjadi pergantian pemegang saham, tidak akan berpengaruh terhadap direksi, staf dan karyawan yang bekerja di dalamnya. Hal ini terjadi karena pemilik saham tidak ikut secara langsung dalam mengelola perusahaan

4.6.2. Struktur Organisasi

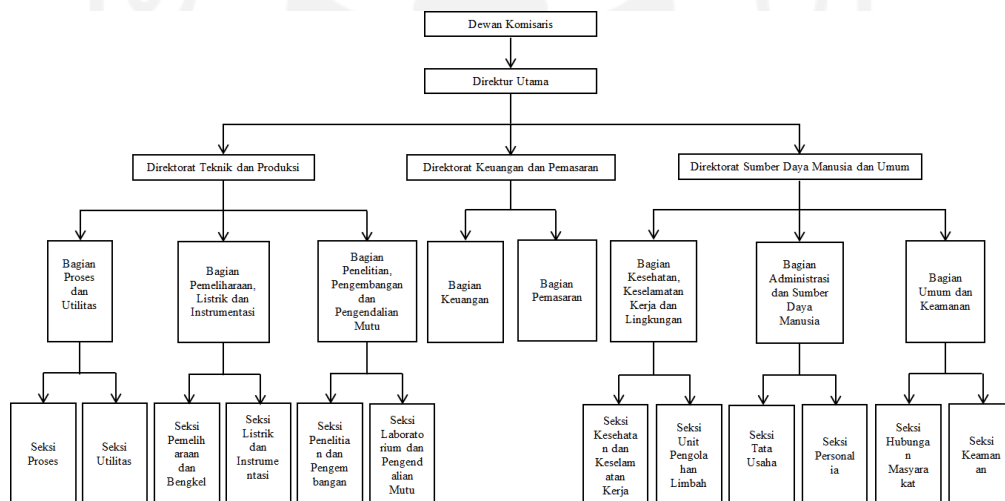
Struktur organisasi yang jelas dan sistematis di perusahaan adalah faktor yang berpengaruh terhadap keberlangsungan dan kemajuan suatu perusahaan. Karena hal tersebut berhubungan langsung dengan komunikasi dan kerja sama karyawan, sehingga kegiatan operasional dapat berjalan dengan baik. Setiap perusahaan memiliki struktur organisasi yang berbeda-beda, tergantung pada kebutuhannya masing-masing.

Pada pabrik etil asetat ini, struktur organisasi yang dipilih adalah dengan sistem line and staff. Kelebihan dari sistem ini adalah garis kekuasaan yang lebih sederhana dan praktis. Kemudian dalam pembagian tugas kerja, seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional. Dimana seorang karyawan hanya bertanggung jawab kepada atasannya saja. Dalam menjalankan organisasi,

terdapat dua kelompok yang berpengaruh, yaitu :

1. Sebagai garis merupakan orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi untuk mencapai tujuan
2. Sebagai staff merupakan orang yang melakukan tugas sesuai keahlian, berfungsi memberi saran-saran kepada unit operasional.

Dalam menjalankan tugasnya, para pemegang saham yang merupakan pemilik perusahaan diwakili oleh Dewan Komisaris, sementara dalam hal tugas menjalankan perusahaan akan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh beberapa Direktur di bawahnya. Dewan Komisaris dan Direktur Utama adalah hasil pemilihan dari para pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Struktur Organisasi Perusahaan

4.6.3. Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah orang yang memberikan modal untuk perusahaan dengan membeli saham perusahaan. Sehingga para pemilik saham juga merupakan pemilik perusahaan. Tugas dan wewenang pemegang saham adalah sebagai berikut.

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris dan Direktur perusahaan
- b. Mengesahkan hasil usaha dan neraca perhitungan untung-tugi tahunan perusahaan
- c. Mengadakan Rapat Umum Pemegang Saham minimal satu kali dalam setahun

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemegang saham dan juga bertanggung jawab penuh terhadap para pemegang saham. Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah sebagai berikut.

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber dana dan pengarahan pemasaran
- b. Mengawasi tugas direksi
- c. Membantu direksi dalam tugas penting

3. Direktur Utama

Direktur utama adalah pimpinan tertinggi dalam perusahaan yang bertanggungjawab penuh terhadap jalannya perusahaan kepada Dewan Komisaris. Tugas dan wewenang seorang Direktur Utama adalah sebagai berikut.

- a. Mengatur dan melaksanakan kebijakan dari perusahaan
- b. Bertanggungjawab kepada Dewan Komisaris dan pemegang saham atas pekerjaannya pada akhir jabatannya.
- c. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen serta karyawan yang bekerja di perusahaan
- d. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian atas persetujuan para pemegang saham

- e. Mengkoordinir kerja sama antara direktorat, bagian dan seksi di bawahnya

Direktur Utama membawahi beberapa direktorat, antara lain :

- Direktorat Teknik dan Produksi

Direktorat Teknik dan Produksi memiliki tugas dan wewenang dalam membentuk kebijakan teknik operasi serta mengawasi operasional pabrik. Direktorat Teknik dan Produksi membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Proses dan Utilitas, Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi, serta Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu.

- Direktorat Keuangan dan Pemasaran

Direktorat Keuangan dan Pemasaran memiliki tugas dan wewenang menyusun, mengalokasikan anggaran dan pendapatan perusahaan serta melaksanakan kebijakan pemasaran. Direktorat Keuangan dan Pemasaran membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Keuangan dan Bagian Pemasaran.

- Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum

Direktorat Sumber Daya Manusia dan Umum memiliki tugas dan wewenang dalam hal administrasi, personalia, humas, keamanan, dan keselamatan kerja. Direktorat ini membawahi beberapa bagian, antara lain Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan, Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia, serta Bagian Umum dan Keamanan.

4. Bagian

Setiap bagian, memiliki hak dan kewajibannya dalam mengatur,

mengkoordinir dan mengawal pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan dan bertanggungjawab kepada direktorat yang menaunginya. Bagian-bagian tersebut terdiri dari :

- Bagian Proses dan Utilitas
Bertanggung jawab terhadap kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku dan utilitas.
- Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi
Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan, perawatan dan penyediaan fasilitas penunjang kegiatan produksi.
- Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu
Bertanggungjawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.
- Bagian Keuangan
Bertanggungjawab terhadap kegiatan pengelolaan keuangan, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.
- Bagian Pemasaran
Bertanggungjawab terhadap kegiatan distribusi dan pemasaran produk.
- Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan
Bertanggung jawab terhadap kesehatan dan keselamatan kerja karyawan serta pelestarian lingkungan.
- Bagian Administrasi dan Sumber Daya Manusia
Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan administrasi, kesekretariatan dan pengembangan sumber daya manusia.
- Bagian Umum dan Keamanan
Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan masyarakat umum serta menjaga keamanan perusahaan.

5. Seksi

Pada tiap seksi memiliki tugas dan wewenang dalam melaksanakan pekerjaan dalam lingkungannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing. Setiap seksi bertanggung jawab kepada bagian yang menaunginya. Seksi-seksi tersebut terdiri dari :

- Seksi Proses
Bertanggungjawab dalam melaksanakan dan memastikan kelancaran kegiatan produksi di pabrik.
- Seksi Utilitas
Bertanggung jawab dalam penyediaan air, *steam*, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.
- Seksi Pemeliharaan dan Bengkel
Bertanggung jawab dalam melakukan perawatan, pemeliharaan dan penggantian alat- alat serta fasilitas pendukung proses produksi.
- Seksi Listrik dan Instrumentasi
Bertanggungjawab dalam memastikan ketersediaan energi listrik dan instrumentasi yang dibutuhkan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik.
- Seksi Penelitian dan Pengembangan
Bertanggung jawab dalam melaksanakan penelitian dan pengembangan perusahaan.
- Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu
Bertanggungjawab dalam melaksanakan pengendalian mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk.
- Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)
Bertanggungjawab dalam memastikan kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.
- Seksi Unit Pengolahan Limbah

Bertanggungjawab dalam melaksanakan pengolahan limbah hasil produksi.

- Seksi Tata Usaha

Bertanggung jawab dalam mengurus kebijakan teknis dibidang administrasi, kesekretariatan, perencanaan dan pelaporan, perlengkapan serta asset perusahaan.

- Seksi Personalia

Bertanggungjawab dalam melaksanakan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian dan pengembangan sumber daya manusia.

- Seksi Hubungan Masyarakat

Bertanggungjawab menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan dengan pemerintah, masyarakat dan industri-industri lain.

- Seksi Keamanan

Bertanggungjawab dalam menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

4.6.4. Status, Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan

1. Status Karyawan

Berdasarkan statusnya, karyawan dibedakan menjadi beberapa golongan, antara lain :

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan sesuai dengan Surat Keputusan (SK) dari direksi. Dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

b. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan

diberhentikan tanpa Surat Keputusan (SK) dari direksi. Dan mendapat gaji harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

Karyawan borongan adalah karyawan yang bekerja di pabrik atau perusahaan jika diperlukan saja. Karyawan ini menerima gaji borongan untuk suatu pekerjaan yang telah disetujui.

2. Penggolongan Jabatan

Jabatan dalam struktur organisasi perusahaan diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan dan keahlian sesuai jabatan dan tanggungjawabnya. Karyawan perusahaan ini terdiri dari beragam jenjang pendidikan, mulai dari lulusan Sekolah Menengah Pertama (SMP) hingga Magister (S-2). Rincian penggolongan jabatan beserta jenjang pendidikannya dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Penggolongan Jabatan

Jabatan	Pendidikan
Direktur Utama	S-2
Direktur	S-2
Kepala Bagian	S-1
Kepala Seksi	S-1
Staff Ahli	S-1
Sekretaris	S-1
Karyawan dan Operator	D-3/S-1
Dokter	S-1
Perawat	D-3/S-1
Supir	SMP-SMA
Cleaning Service	SMP-SMA

3. Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan pada perusahaan harus dipertimbangkan dan diperhitungkan agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif dan efisien. Jumlah karyawan pada setiap posisi tergantung pada kebutuhan. Rincian jumlah karyawan dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Jumlah Karyawan

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Pemasaran	1
4	Direktur Sumber Daya Manusia dan Umum	1
5	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	1
6	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi	1
7	Ka. Bag. Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu	1
8	Ka. Bag. Keuangan	1
9	Ka. Bag. Pemasaran	1
10	Ka. Bag. Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan	1
11	Ka. Bag. Administrasi dan Sumber Daya Manusia	1
12	Ka. Bag. Umum dan Keamanan	1
13	Ka. Sek. Proses	1
14	Ka. Sek. Utilitas	1
15	Ka. Sek. Pemeliharaan dan Bengkel	1
16	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1
17	Ka. Sek. Penelitian dan Pengembangan	1
18	Ka. Sek. Laboratorium dan Pengendalian Mutu	1
19	Ka. Sek. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1
20	Ka. Sek. Unit Pengolahan Limbah	1
21	Ka. Sek. Tata Usaha	1
22	Ka. Sek. Personalia	1
23	Ka. Sek. Hubungan Masyarakat	1
24	Ka. Sek. Keamanan	1
25	Karyawan Proses	4
26	Karyawan Utilitas	3
27	Karyawan. Pemeliharaan dan Bengkel	5
28	Karyawan Listrik dan Instrumentasi	5

29	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	5
30	Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu	5
31	Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	5
32	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	5
33	Karyawan Tata Usaha	5
34	Karyawan Personalia	5
35	Karyawan Hubungan Masyarakat	5
36	Karyawan Keamanan	12
37	Operator	45
38	Sekretaris	5
39	Dokter	3
40	Perawat	9
41	Sopir	5
42	Cleaning Service	12
Total		167

4.6.5. Pembagian Jam Kerja dan Sistem Gaji Karyawan

1. Pembagian Jam Kerja

Pabrik etil asetat ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam dalam sehari. Sisa hari yang tidak termasuk hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan (maintenance) dan shut down. Oleh karena itu, untuk menjaga kelancaran proses produksi serta kegiatan administrasi, maka pembagian jam kerja harus diatur efektif dan efisien. Berdasarkan jam kerjanya, karyawan pada perusahaan ini dibedakan menjadi dua golongan yaitu :

a. Karyawan Non-shift

Karyawan non-shift adalah karyawan yang tidak menangani secara langsung proses produksi. Karyawan non-shift meliputi jajaran direksi, kepala bagian, kepala seksi serta jabatan-jabatan di bawahnya yang bekerja di kantor. Karyawan non-shift bekerja selama 5 hari selama seminggu dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam kerja : Senin-Jumat pukul 07.00-16.00 WIB

Jam istirahat : Senin-Kamis pukul 12.00-13.00 WIB

Jumat pukul 11.30-13.30 WIB

b. Karyawan Shift

Karyawan shift merupakan karyawan yang menangani secara langsung proses produksi atau mengatur bagian tertentu dari pabrik yang berhubungan dengan keamanan dan kegiatan produksi. Sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, dan beberapa bagian lain harus siaga demi keselamatan dan keamanan pabrik. Karyawan shift akan bekerja secara bergantian dalam sehari semalam, dengan pembagian shift sebagai berikut:

Shift 1 : pukul 07.00-15.00

Shift 2 : pukul 15.00-23.00

Shift 3 : pukul 23.00-07.00

Jam kerja shift berlangsung selama 8 jam dalam sehari dan mendapat pergantian shift setiap 3 hari kerja sekali. Karyawan shift bekerja dengan sistem 3 hari kerja, 1 hari libur. Pada Hari Minggu dan libur hari besar semua karyawan shift tidak libur. Namun, setiap karyawan mendapatkan jatah cuti selama 12 hari setiap tahunnya. Pembagian shift dilakukan dalam 4 regu, dimana 3 regu mendapat giliran shift sedangkan 1 regu libur. Jadwal shift karyawan dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Jadwal Shift Karyawan

Hari	Regu			
	I	II	III	IV
1	I	II	III	IV
2	I	III	IV	II
3	I	III	II	IV
4	II	III	IV	I
5	II	IV	I	III
6	II	IV	I	III
7	II	I	III	IV
8	III	I	IV	II
9	III	I	IV	II
10	III	II	I	IV
11	III	II	I	IV
12	IV	II	I	III
13	IV	II	I	III
14	IV	III	II	I
15	IV	III	II	I
16	I	III	IV	II
17	I	III	IV	II
18	II	IV	I	III
19	II	IV	I	III
20	II	I	III	IV
21	II	I	III	IV
22	III	I	IV	II
23	III	I	IV	II
24	III	II	I	IV
25	III	II	I	IV
26	IV	II	I	III
27	IV	II	I	III
28	IV	III	II	I
29	IV	III	II	I
30	I	III	IV	II

2. Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan pabrik etil asetat terbagi menjadi tiga jenis, yaitu:

- a. Gaji Bulanan

Gaji bulanan merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan dan dibayarkan pada tanggal 1 setiap bulannya. Upah Minimum Regional dari Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur adalah senilai Rp. 2.033.504,99.

b. Gaji Harian

Gaji harian merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian dan karyawan borongan.

c. Gaji Lembur

Gaji lembur merupakan gaji tambahan yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

Rincian gaji setiap karyawan pada setiap jabatan dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji	Gaji	Gaji
			(Rp/orang/bulan)	(Rp/bulan)	(Rp/tahun)
1	Direktur Utama	1	40.000.000	40.000.000	480.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000
3	Direktur Keuangan dan Pemasaran	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000
4	Direktur Sumber Daya Manusia dan Umum	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000
5	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
6	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
7	Ka. Bag. Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
8	Ka. Bag. Keuangan	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
9	Ka. Bag. Pemasaran	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000

10	Ka. Bag. Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
11	Ka. Bag. Administrasi dan Sumber Daya Manusia	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
12	Ka. Bag. Umum dan Keamanan	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
13	Ka. Sek. Proses	1	10.000.000	10.000.000	120.000.000
14	Ka. Sek. Utilitas	1	10.000.000	10.000.000	120.000.000
15	Ka. Sek. Pemeliharaan dan Bengkel	1	10.000.000	10.000.000	120.000.000
16	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	10.000.000	10.000.000	120.000.000
17	Ka. Sek. Penelitian dan Pengembangan	1	10.000.000	10.000.000	120.000.000
18	Ka. Sek. Laboratorium dan Pengendalian Mutu	1	10.000.000	10.000.000	120.000.000
19	Ka. Sek. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	10.000.000	10.000.000	120.000.000
20	Ka. Sek. Unit Pengolahan Limbah	1	10.000.000	10.000.000	120.000.000
21	Ka. Sek. Tata Usaha	1	10.000.000	10.000.000	120.000.000
22	Ka. Sek. Personalia	1	10.000.000	10.000.000	120.000.000
23	Ka. Sek. Hubungan Masyarakat	1	10.000.000	10.000.000	120.000.000
24	Ka. Sek. Keamanan	1	10.000.000	10.000.000	120.000.000
25	Karyawan Proses	4	6.000.000	24.000.000	288.000.000
26	Karyawan Utilitas	3	6.000.000	18.000.000	216.000.000
27	Karyawan. Pemeliharaan dan Bengkel	5	6.000.000	30.000.000	360.000.000
28	Karyawan Listrik dan Instrumentasi	5	6.000.000	30.000.000	360.000.000

29	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	5	6.000.000	30.000.000	360.000.000
30	Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu	5	6.000.000	30.000.000	360.000.000
31	Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	5	6.000.000	30.000.000	360.000.000
32	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	5	6.000.000	30.000.000	360.000.000
33	Karyawan Tata Usaha	5	4.500.000	22.500.000	270.000.000
34	Karyawan Personalia	5	4.500.000	22.500.000	270.000.000
35	Karyawan Hubungan Masyarakat	5	4.500.000	22.500.000	270.000.000
36	Karyawan Keamanan	12	4.000.000	48.000.000	576.000.000
37	Operator	45	7.000.000	315.000.000	3.780.000.000
38	Sekretaris	5	6.000.000	30.000.000	360.000.000
39	Dokter	3	9.000.000	27.000.000	324.000.000
40	Perawat	9	4.500.000	40.500.000	486.000.000
41	Sopir	5	2.500.000	12.500.000	150.000.000
42	Cleaning Service	12	3.500.000	42.000.000	504.000.000
Total		167	Rp 468.000.000	Rp 1.174.500.000	Rp 14.094.000.000

4.6.6. Ketenagakerjaan

Setiap karyawan mempunyai hak dalam hal ketenagakerjaan seperti yang tertuang dalam peraturan perundang-undangan. Hak-hak tersebut antara lain :

1) Tunjangan

Tunjangan karyawan terdiri dari :

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

- b) Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
- c) Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
- d) Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang hari raya Idul Fitri.

2) Hari Libur Nasional

Untuk karyawan harian (non-shift), hari libur nasional dihitung sebagai hari libur kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional dihitung sebagai kerja lembur (overtime).

3) Hak Cuti

Hak cuti karyawan terdiri dari :

- a) Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun. Apabila hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun tersebut.
- b) Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter, termasuk kepada karyawan wanita yang melahirkan.

4) Fasilitas Karyawan

Dalam rangka meningkatkan produktifitas dari karyawan, perusahaan menyediakan berbagai fasilitas yang dapat digunakan karyawan untuk menjaga kondisi jasmani dan rohani karyawan. Sehingga kegiatan dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Fasilitas yang disediakan perusahaan meliputi:

a. Poliklinik

Poliklinik disediakan untuk menjaga kesehatan karyawan yang merupakan hal yang berpengaruh dalam berjalannya proses produksi

pabrik. Poliklinik yang disediakan akan ditangani oleh dokter dan perawat.

b. Pakaian Kerja

Perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja tiap tahunnya kepada semua karyawan untuk menghindari kesenjangan antar karyawan. Selain itu, perusahaan menyediakan masker dan berbagai alat pelindung diri (APD) sebagai alat pengaman kerja.

c. Makan dan Minum

Konsumsi karyawan akan disediakan sebanyak satu kali dalam sehari oleh perusahaan yakni pada jam makan siang. Makanan dan minuman direncanakan akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Tempat Ibadah

Tempat ibadah yang disediakan perusahaan berupa masjid, agar karyawan tetap dapat melaksanakan kewajiban rohani dan aktivitas keagamaan lainnya.

e. Transportasi

Untuk meringankan beban pengeluaran karyawan, perusahaan menyediakan alat transportasi bagi karyawan yang tidak menggunakan transportasi pribadi berupa shuttle bus. Bus akan beroperasi di beberapa titik tempat tinggal karyawan untuk mengantar dan menjemput karyawan saat akan berangkat dan pulang bekerja.

5) Jaminan Ketenagakerjaan

Perusahaan akan menyediakan asuransi untuk pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan kerja bagi karyawan. Asuransi ini dikelola oleh Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial Tenaga Kerja (JAMSOSTEK).

4.7. Evaluasi Ekonomi

Dalam penyusunan Pra-rancangan pabrik, diperlukan pengukuran kelayakan pabrik dari segi ekonomi. Dari ukuran kelayakan tersebut, dapat diketahui apakah pabrik tersebut menguntungkan atau tidak. Hal yang perlu ditinjau adalah kebutuhan modal investasi, lama waktu pengembalian modal, besar laba yang diperoleh, titik impas dari total biaya, dan lain sebagainya. Dalam evaluasi ekonomi ini, terdapat beberapa faktor yang ditinjau antara lain :

1. *Return On Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*
4. *Break Even Point (BEP)*
5. *Shut Down Point (SDP)*

Namun sebelum meninjau hal diatas, terdapat beberapa hal yang perlu dianalisis terhadap 5 faktor di atas, beberapa hal yang perlu dianalisis antara lain :

1. Penentuan modal industri (*fixed capital investment*)

Meliputi :

- a. Modal tetap (*fixed capital investment*)
- b. Modal kerja (*working capital investment*)

2. Penentuan total biaya produksi (*Total production cost*)

Meliputi :

- a. Biaya pembuatan (*manufacturing cost*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*general expenses*)

3. Pendapatan modal

Yang harus perlu dilakukan untuk mengetahui titik impas, maka yang perlu dilakukan sebagai berikut:

- a. Biaya tetap per tahun (*fixed cost annual*)
- b. Biaya variabel per tahun (*variable cost annual*)
- c. Biaya mengambang (*regulated cost annual*)

4.7.1. Perkiraan Harga Alat

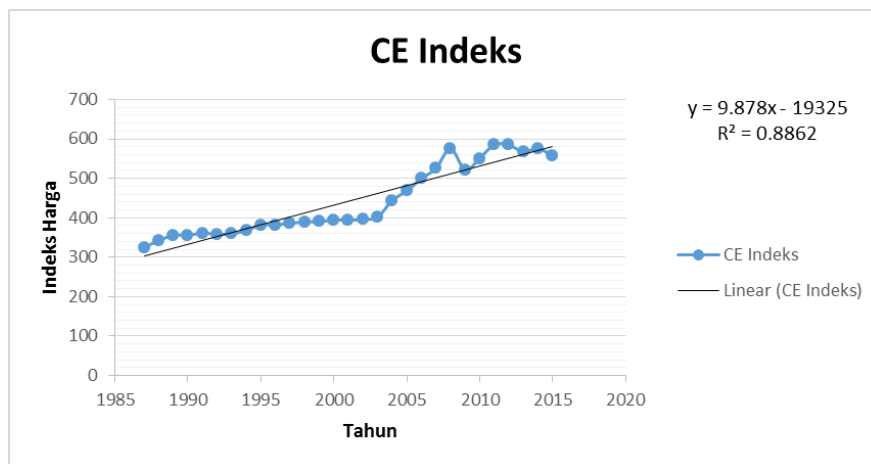
Harga alat selalu mengalami perubahan dari tahun ke tahun tergantung dari kondisi ekonomi pada tahun tersebut. Oleh karena itu, diperlukan metode untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dengan mencari terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut. Untuk mengetahui harga alat pada tahun pendirian pabrik yaitu tahun 2026, maka akan dicari index pada tahun tersebut. Harga indeks tahun 2026 dapat diperkirakan dengan data indeks pada tahun-tahun sebelumnya. Pada analisis ini digunakan data harga indeks dari tahun 1987 sampai 2015 yang kemudian dicari dengan menggunakan persamaan regresi linier

Tabel 4.29 Indeks Alat Tahun 1987-2015

Tahun	Indeks
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	550,8
2011	585,7

2012	584,6
2013	567,3
2014	576,1
2015	556,8

(Sumber: chemengonline.com/pci)



Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara Tahun dan Indeks Harga

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, berdasarkan data di atas maka didapatkan persamaan berikut:

$$y = 9,878x - 19.325$$

Dimana :

y = indeks harga

x = tahun pembelian

Dari persamaan di atas didapat harga indeks pada tahun 2026 adalah 687,83. Untuk memperkirakan harga alat, terdapat 2 persamaan pendekatan yang bisa digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan dengan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga (Aries and Newton, 1955).

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

Dimana :

Ex : Harga alat pada tahun x

Ey : Harga alat pada tahun y

N_x : Indeks harga pada tahun x

N_y : Indeks harga pada tahun y

Namun apabila terdapat suatu alat dengan kapasitas tertentu yang tidak ada spesifikasinya dalam referensi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan berikut (Peters et al., 2003).

$$E_b = E_a \left[\frac{C_b}{C_a} \right]^{0,6}$$

Dimana :

E_b : Harga alat b

E_a : Harga alat a

C_b : Kapasitas alat b

C_a : Kapasitas alat a

4.7.2. Dasar Perhitungan

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi pabrik ini adalah :

1. Kapasitas produksi : 25.000 ton/tahun
2. Satu tahun operasi : 330 hari
3. Pabrik didirikan tahun: 2026
4. Nilai kurs mata uang : \$1 = Rp 14.300
5. Umur alat : 10 tahun

4.7.3. Perhitungan Biaya

4.7.3.1. *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan seluruh fasilitas pabrik dan biaya untuk pengoperasiannya (Peters and Timmerhaus, 2003). *Capital investment* meliputi :

1. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment adalah modal yang dibutuhkan untuk

mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik (Peters and Timmerhaus, 2003). Hasil perhitungan masing-masing dapat dilihat pada Tabel 4.30-4.32

Tabel 4.30 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	60.248.326.124	4.213.170
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	15.062.081.531	1.053.292
3	Biaya Instalasi	9.512.494.456	665.209
4	Pemipaan	32.857.667.537	2.297.739
5	Instrumentasi	15.000.569.254	1.048.991
6	Insulasi	2.258.258.937	157.920
7	Listrik	6.024.832.612	421.317
8	Bangunan	9.727.200.000	680.224
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	14.137.200.000	988.615
Total PPC		164.828.630.451	11.526.478

Tabel 4.31 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Engineering & Construction</i>	32.965.726.090	2.305.295
2	PPC	164.828.630.451	11.526.478
Total DPC		197.794.356.542	13.831.773

Tabel 4.32 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	197.794.356.542	13.831.773
2	<i>Cotractor's fee</i>	7.911.774.262	553.271
3	<i>Contingency</i>	19.779.435.654	1.383.177
Total FCI		225.485.566.458	15.768.221

2. *Working Capital Investment (WCI)*

Working Capital Investment yaitu biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan operasional pabrik selama waktu tertentu (Peters and Timmerhaus, 2003). *Working Capital Investment* dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 *Working Capital Investment (WCI)*

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	22.842.292.415	1.597.363
2	<i>Inproses Onventory</i>	15.861.534.756	1.109.198
3	<i>Product Inventory</i>	31.723.069.512	2.218.396
4	<i>Extended Credit</i>	48.750.000.000	3.409.091
5	<i>Available Cash</i>	31.723.069.512	2.218.396
Total WCI		150.899.966.195	10.552.445

4.7.3.2. Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan produksi suatu produk. *Manufacturing cost* merupakan jumlah dari *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk. *Manufacturing cost* berdasar dari Aries & Newton terdiri dari:

1. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Direct manufacturing cost merupakan biaya pengeluaran yang berhubungan langsung dengan pengoperasionalan pabrik. *Direct manufacturing cost* dapat dilihat pada Tabel 4.34

Tabel 4.34 Direct Manufacturing Cost

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material</i>	251.265.216.565	17.570.994
2	<i>Labor</i>	14.094.000.000	985.594
3	<i>Supervision</i>	1.409.400.000	98.559
4	<i>Maintenance</i>	13.529.133.987	946.093
5	<i>Plant Supplies</i>	2.029.370.098	141.913
6	<i>Royalty and Patents</i>	5.362.500.000	375.000
7	<i>Utilities</i>	1.332.587.338	93.187
Total DMC		289.022.207.988	20.211.343

2. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Indirect manufacturing cost merupakan biaya pengeluaran yang tidak langsung berhubungan dengan operasional pabrik. *Indirect manufacturing cost* dapat dilihat pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Indirect Manufacturing Cost

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	2.114.100.000	147.839
2	<i>Laboratory</i>	1.409.400.000	98.559
3	<i>Plant Overhead</i>	7.047.000.000	492.797
4	<i>Packaging and Shipping</i>	26.812.500.000	1.875.000
Total IMC		37.383.000.000	2.614.196

3. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Fixed manufacturing cost adalah biaya pengeluaran yang berhubungan dengan initial fixed capital investment. Biaya ini selalu dikeluarkan saat pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi. Sehingga, biaya ini bersifat tetap dan selalu sama, tidak bergantung pada waktu dan tingkat produksi. *Fixed manufacturing cost* dapat dilihat pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36 Fixed Manufacturing Cost

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	18.038.845.317	1.261.458
2	<i>Property taxes</i>	2.254.855.665	157.682
3	<i>Insurance</i>	2.254.855.665	157.682
Total FMC		22.548.556.646	1.576.822

Tabel 4.37 Total Manufacturing Cost

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	289.022.207.988	22.074.931
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	37.383.000.000	2.614.196
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	22.548.556.646	1.576.822
Total MC		348.953.764.634	24.402.361

4.7.3.3. General Expense

General expenses adalah biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan fungsi perusahaan yang tidak termasuk dalam *manufacturing cost*. *General expense* dapat dilihat pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 General Expense

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	10.468.612.939	732.071
2	<i>Sales Expense</i>	59.322.139.988	4.148.401
3	<i>Research</i>	27.916.301.171	2.101.276
4	<i>Finance</i>	7.527.710.653	538.273
Total GE		105.234.764.751	7.359.074

Tabel 4.39 Total Production Cost

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	348.953.764.633	24.402.361
2	<i>General Expenses(GE)</i>	105.234.764.750	7.359.074
Total TPC		454.188.529.384	31.761.435

4.7.4. Analisis Keuntungan

1. Keuntungan Sebelum Pajak

Total Penjualan : Rp. 536.250.000.000

Total Biaya Produksi : Rp. 454.188.529.384

Keuntungan : Total Penjualan – Total Biaya Produksi
: Rp. 82.061.470.616

2. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak : 25% x Rp. 82.061.470.616

: Rp. 20.515.367.653

Keuntungan : Keuntungan Sebelum Pajak – Pajak
: Rp. 61.546.102.962

4.7.5. Analisis Kelayakan

4.7.5.1. Return on Investment (ROI)

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan. Persamaan untuk menghitung ROI adalah sebagai berikut.

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

1. ROI Sebelum Pajak (ROI.b)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko tinggi minimum adalah 44% dan risiko rendah minimum 11% (Aries dan Newton, 1955).

$$ROIb = \frac{\text{Keuntungan sebelum pajak}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

$$ROIb = \frac{\text{Rp. 82.061.470.616}}{\text{Rp. 225.485.566.458}} \times 100\% = 36.39\%$$

2. ROI Setelah Pajak (ROI.a)

$$ROIa = \frac{\text{Keuntungan setelah pajak}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

$$ROIa = \frac{\text{Rp. 61.546.102.962}}{\text{Rp. 225.485.566.457}} \times 100\% = 27.89\%$$

4.7.5.2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai. Menurut Aries dan Newton (1955) syarat dari POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko rendah maksimal adalah 2 tahun. Persamaan untuk menghitung POT adalah sebagai berikut.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{keuntungan} + \text{depresiasi})}$$

1. POT Sebelum Pajak (POT.b)

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko tinggi maksimal adalah 2 tahun dan risiko rendah maksimal 5 tahun (Aries dan Newton, 1955).

$$POTb = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{keuntungan} + \text{depresiasi})}$$

$$POTb = \frac{\text{Rp. 225.485.566.457}}{(\text{Rp. 82.061.470.616} + \text{Rp. 18.038.845.316})}$$

$$= 2.3 \text{ Tahun}$$

2. Pot Setelah Pajak (POT.a)

$$POTa = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{keuntungan} + \text{depresiasi})}$$

$$POTa = \frac{\text{Rp. 225.485.566.457}}{(\text{Rp. 31.546.102.962} + \text{Rp. 18.038.845.316})}$$

$$= 2.8 \text{ Tahun}$$

4.7.5.3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah titik yang menunjukkan pada suatu titik dimana biaya keseluruhan produksi dan hasil penjualan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan. Nilai BEP pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60%. Pabrik akan untung jika beroperasi diatas BEP, dan akan rugi jika beroperasi dibawah BEP. Persamaan untuk menghitung BEP adalah sebagai berikut.

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

Dimana :

Fa = *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa = *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

Tabel 4.40 Fixed Cost (Fa)

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Depresiasi	18.038.845.316	1.261.457
2	Property Taxes	2.254.855.664	157.682
3	Asuransi	2.254.855.664	157.682
Total		22.548.556.645	1.576.822

Tabel 4.41 Annual Regulated Cost (Ra)

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Gaji Karyawan	14.094.000.000	985.594
2	Payroll Overhead	2.114.100.000	147.839
3	Supervision	1.409.400.000	98.559

4	<i>Plant Overhead</i>	7.047.000.000	492.797
5	Laboratorium	1.409.400.000	98.559
6	<i>General Expense</i>	105.234.764.751	7.359.074
7	<i>Maintenance</i>	13.529.133.987	946.093
8	<i>Plant Supplies</i>	2.029.370.098	141.914
Total		146.867.168.836	10.270.431

Tabel 4.42 Annual Variable Cost (Va)

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material</i>	251.265.216.565	17.570.994
2	<i>Packaging and Shipping</i>	26.812.500.000	1.875.000
3	<i>Utilities</i>	1.332.587.338	93.187
4	<i>Royalty & Patent</i>	5.362.500.000	375.000
Total		284.772.803.902	19.914.182

Tabel 4.43 Annual Sales Value (Sa)

No	Jenis Biaya	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Annual Sales Cost</i>	536.250.000.000	37.500.000
Total		536.250.000.000	37.500.000

Dengan menggunakan data yang terdapat pada Tabel. 4.40–4.43, maka akan dihitung nilai BEP dengan rumus :

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

$$BEP = \frac{(22.548.556.645 + (0,3 \times 146.867.168.836))}{(536.250.000.000 - 284.772.803.902 - (0,7 \times 146.867.168.836))} \times 100\%$$

$$BEP = 44.80\%$$

4.7.5.4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah titik tingkat operasi di mana perusahaan lebih baik untuk tidak melanjutkan operasi pabrik karena tidak akan menutupi biaya produksi. Persamaan untuk menghitung SDP adalah sebagai berikut.

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

Dimana :

Ra = *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa = *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

Dengan menggunakan data yang terdapat pada Tabel. 4.40 – 4.43, maka didapatkan nilai SDP sebesar :

$$SDP = \frac{0,3 \times 146.867.168.836}{(536.250.000.000 - 284.772.803.902 - (0,7 \times 146.867.168.836))} \times 100\%$$
$$SDP = 29.64\%$$

4.7.5.5. Discaunted Cash Flow of Return (DCFR)

Discaunted Cash Flow of Return merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh tiap tahun, hal tersebut bisa dilihat berdasarkan investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan untuk menghitung DCFR adalah sebagai berikut.

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

Dimana :

FC = *Fixed capital investment*

WC = *Working capital investment*

SV = *Salvage value* = depresiasi

C = *Cash flow* = *profit after taxes* + depresiasi + *finance*

n = Umur pabrik = 10 tahun

i = Nilai DCFR

Sebagai perhitungan digunakan data:

FC = Rp. 225.485.566.458

WC = Rp. 150.899.966.195

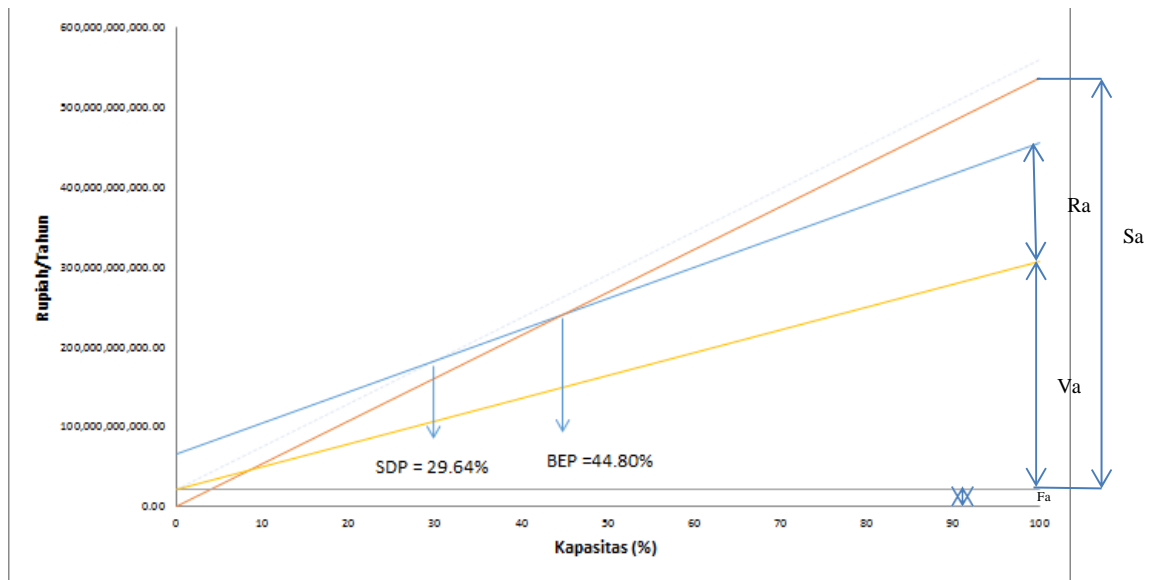
SV = Rp. 18.038.845.317

C = Rp. 69.075.075.073

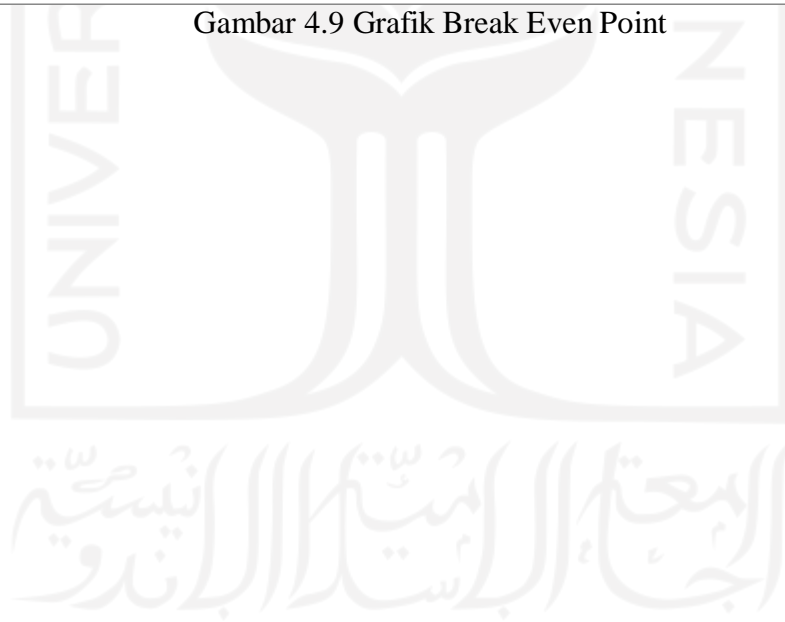
n = Umur pabrik = 10 tahun

Sehingga dengan *trial & error* dapat dihitung nilai DCFR.

Diperoleh nilai DCFR adalah : 23.32%



Gambar 4.9 Grafik Break Even Point



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan Pra Rancangan Etil Asetat dari Asam Asetat dan Etanol dengan Proses Esterifikasi kapasitas 25.000 ton/tahun, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pendirian pabrik etil asetat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun dilatar belakangi oleh meningkatnya permintaan etil asetat baik di Indonesia maupun luar negeri. Pabrik Ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan etil asetat di dalam negeri dan luar negeri
2. Pabrik etil asetat ini berbentuk perseroan terbatas dan akan didirikan di atas tanah seluas 19635 m² di Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur dengan jumlah karyawan sebanyak 167 orang dan beroperasi selama 330 hari/tahun.
3. Berdasarkan tinjauan kondisi operasi, pemilihan bahan baku dan jenis produk yang tidak beracun dan berbahaya, maka pabrik etil asetat dari asam asetat dan etanol ini tergolong pabrik berisiko rendah (low risk).
4. Berdasarkan hasil analisis ekonomi maka didapatkan :

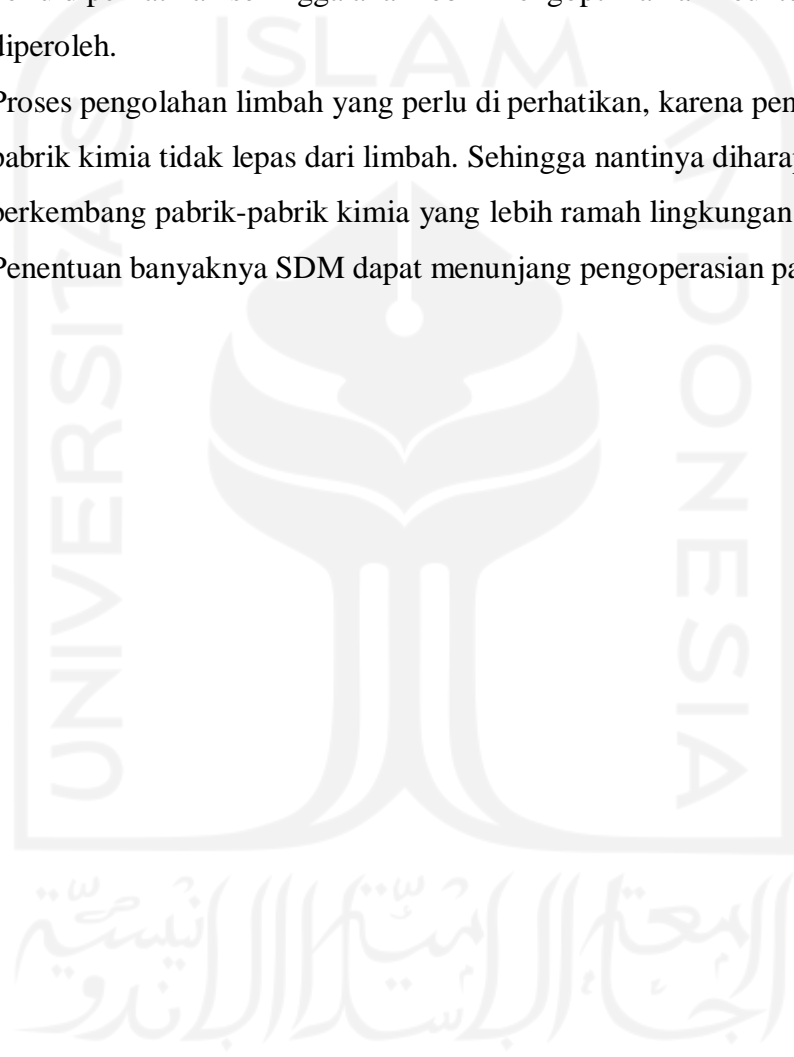
Analisa Kelayakan Ekonomi	Sebelum Pajak	Setelah Pajak	Ketentuan
Keuntungan yang diperoleh	Rp. 82.061.470.616	Rp. 61.546.102.962	
Return On Investment (ROI)	36,39%	27,29%	minimal 11%
Pay Out Time (POT)	2,3 Tahun	2,8 Tahun	maksimal 5 tahun
Break Even Point (BEP)	44,80%		antara 40-60%
Shut Down Point (SDP)	29,64%		
Discounted Cash Flow Rate (DCFR)	23,32%		

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik etil asetat dari asam asetat dan etanol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

5.2. Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat-alat proses atau penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Proses pengolahan limbah yang perlu di perhatikan, karena pengoperasian pabrik kimia tidak lepas dari limbah. Sehingga nantinya diharapkan akan berkembang pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Penentuan banyaknya SDM dapat menunjang pengoperasian pabrik,



DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S and Newton R.D. (1955). "Chemical Engineering Cost Estimation".
Mc.Graw Hill Book Company, New York.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia.
www.bps.go.id. Indonesia. Diakses pada tanggal 29 Oktober 2021.
- Brownell, L.E., and Young, E.H. (1959). "Process Equipment Design", John Wiley
& Sons, Inc. New York.
- Colley, Stephen William (2002). Synthesis of ethyl ethanoate from ethanol by
heterogeneous catalytic dehydrogenation, hydrogenation and purification.
Durham theses, Durham University.
- F.S. Atalay. (1993). "Kinetics of the Esterification Reaction between Ethanol and
Acetic Acid". Short Research Communication, Department of Chemical
Engineering, Ege University & Bornova-Izmir, TURKEY, Short Research
Communication, PP 181-184
- Gregory, R., Smith, D.J.H. and Westlake, D.J. (1983). The production of
ethyl acetate from ethylene and acetic acid using clay catalysts. *Clay
Minerals*, 18, 431-435.
- He, Ruining, Zou, Yun, Dong, Yanbo, Yaseen, Muhammad, Subhan, Sidra, Tong,
Zhangf. Kinetic Study and Process Simulation of Esterification of Acetic
acid and Ethanol Catalyzed by [HSO₃-bmim][HSO₄]. *Chemical
Engineering Research and Design*.
<https://doi.org/10.1016/j.cherd.2018.07.020>.
- Inui, K., Kurabayashi, T., & Sato, S. (2002). Direct Synthesis of Ethyl Acetate
from Ethanol Carried Out under Pressure. *Journal of Catalysis*, 212(2),
207–215. doi:10.1006/jcat.2002.3769.
- Kern, D.Q., (1950) "Process Heat Transfer". Mc.Graw Hill International Book Co.
Tokyo.
- Kirk, R.E. & Othmer, D.F. (1983). "Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd
Edition". A Wiley Inter Science Publisher Inc., New York .
- Manjare. M.S., Deorukhkar. O.A., Sathe. V.S. (2015). ESTERIFICATION

REACTION OF ACETIC ACID AND ETHANOL WITH H₂SO₄:
BATCH KINETICS AND SIMULATION APPROACH. International
Journal of Advanced Technology in Engineering and Science Vol. No.3,
Special Issue No.01.

- Matche. 2021. Equipment Cost Index. <https://www.matche.com/> diakses pada tanggal 3 November 2021.
- Mc.Ketta, J.J., and Cunningham, W. (1984). "Encyclopedia of Chemical Processing and Design". Volume 20, Merzell Dekker, Inc., New York.
- Nuryoto., Amaliah.A.R., Puspitasari. A., Ramadhan.A.D. (2020). Study of Esterification Reaction between Ethanol and Acetic Acid Using Homogeneous and Heterogeneous Catalyst. World Chemical Engineering Journal Vol.4, No.2, (2020), pp. 51 – 55.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., (2003). Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Rase, H.F., 1977, Chemical Reactor Design for Process Plant, vol II, John Willey and Sons Inc., New York.
- Piotrowski,W.; Kubica, R.(2021). Integration of the Process for Production of Ethyl Acetate by an Enhanced Extraction Process. Processes 2021, 9, 1425. <https://doi.org/10.3390/pr9081425>.
- Tajdari.M., Ardjmand.M., Soltanieh.M, & Safekordi. A.A. (2009). "Shock-Control Study in Ethyl Acetate Production Process in a Reactive Distillation Column: Experimental and Simulation". World Applied Sciences Journal 7 (5): 574-581.
- US Pat. No. 9447018 <https://patents.google.com/patent/US9447018B2/en>
- Walas, S.M. (2012). "Chemical Process Equipment", 3rd ed, Butterworths Series in Chemical Engineering, USA.
- Yaws. (1999). "Chemical Properties Handbook :Physical, Thermodynamic, Enviromental, Transport Safety, and Health Related Properties For Organic and Inorganic Chemcials". The McGraw Hill Companies Inc. New York.
- Zeki, N.S. Ahmed., Al-Hassani, Maha.H., Al-Jendeel, Haider. A.(2010). "Kinetic

Study of Esterification Reaction". Al-Khwarizmi Engineering Journal,
Vol. 6, No. 2, PP 33-42.

<https://www.chemengonline.com/pci> diakses pada tanggal 3 November 2021

<http://www.labchem.com/tools/msd> diakses pada tanggal 29 Oktober 2021

<https://wwz.cedre.fr/en/content/download/2755/140142/file/Extract-soda.pdf>

diakses pada 10 Januari 2021



LAMPIRAN A



REAKTOR

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan jaket pendingin

Fungsi : Mereaksikan Asam Asetat dan Etanol untuk mendapatkan produk berupa Etil Asetat dengan menggunakan katalis Asam Sulfat

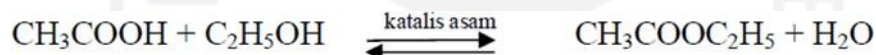
Kondisi operasi : Suhu : 75°C

Tekanan : 1 atm

Reaksi : Eksotermis & *Reversible*

Konversi : 95%

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor :



1. KONDISI UMPAN MASUK REAKTOR

A. Menghitung Konsentrasi Umpan

Reaktan pembatas pada reaksi ini adalah Asam Asetat (CH_3COOH) maka Asam Asetat adalah senyawa A dan Etanol adalah senyawa B.

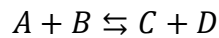
$$C_{A0} = \frac{\text{mol A}}{\sum Fv} = \frac{\text{kmol / jam}}{\text{liter / jam}} = \text{kmol/liter}$$

$$C_{B0} = \frac{\text{mol B}}{\sum Fv} = \frac{\text{kmol / jam}}{\text{liter / jam}} = \text{kmol/liter}$$

B. Menentukan Konstanta Kecepatan Reaksi

Menurut Manisha (2015), Reaksi Esterifikasi pada Asam Asetat dan Etanol tidak akan memuncak pada waktu 5 jam (600 menit). Maka waktu tinggal yang ditentukan untuk mencari nilai k adalah pada 600 menit. Kemudian rumus laju

reaksi ditetapkan menurut Nuryoto (2020) sebagai berikut :



Dengan A : CH₃COOH C : C₄H₈O₂

B : C₂H₅OH D : H₂O

$$(-r)_A = -\frac{dC_A}{dt} = -\frac{dC_B}{dt} = kC_A C_B$$

Sehingga didapat harga k = 0,0116073 Liter / Kmol.Menit

2. OPTIMASI REAKTOR

A. Menghitung Volume Reaktor

Untuk menghitung volume satu RATB dapat menggunakan rumus :

Nearaca Massa A

Rinput – Routput – Rreaksi = Accumulation

$$F_{A0} - F_A - (-r_A) V = 0$$

Dimana :

$$F_A = F_{A0} (1 - X_A)$$

$$F_{A0} = F_V \cdot C_{A0}$$

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

Jadi,

$$F_{A0} - F_A - (-r_A) \cdot V = 0$$

$$F_{A0} - (F_{A0} - F_{A0} \cdot X_A) - (-r_A) \cdot V = 0$$

$$\cancel{F_{A0}} - \cancel{F_{A0}} + F_{A0} \cdot X_A - (-r_A) \cdot V = 0$$

$$(-r_A) \cdot V = F_{A0} \cdot X_A$$

$$V = -\frac{F_{A0} X_A}{-r_A}$$

$$V = \frac{F_{A0} X_A}{k C_{A0} (1 - X_A) (C_{B0} - C_{A0} X_A)}$$

Misal $\frac{C_{B0}}{C_{A0}} = M$, maka

$$V = \frac{F_{A0} X_A}{k C_{A0} (1 - X_A) (M C_{A0} - C_{A0} X_A)}$$

$$V = \frac{F_{A0} X_A}{k C_{A0}^2 (1 - X_A)(M - X_A)}$$

Keterangan :

V	=	Volume reaktor
F _v	=	Laju alir volumetrik
k	=	Konstanta reaksi
X _A	=	Konversi
C _{A0}	=	Konsentrasi Awal Asam Asetat
C _{B0}	=	Konsentrasi Awal Etanol
M	=	$\frac{C_{B0}}{C_{A0}}$

a) Menggunakan 1 Reaktor

Diperoleh :

X _{A0}	=	0
X _{A1}	=	0.95
V ₁	=	21.44 m ³

B. Menghitung Harga Reaktor

Bahan konstruksi reaktor dipilih “Carbon Steel SA-240 Grade S” maka basis harga reaktor pada volume 3000 gallon = \$50.000 (Peters dan Timmerhaus 1990)

$$Eb = Ea \times \left(\frac{Cb}{Ca}\right)^{0,6}$$

Dimana :	Ea	=	Harga reaktor basis
	Eb	=	Harga reaktor perancangan
	Ca	=	Kapasitas reaktor basis
	Cb	=	Kapsitas reaktor perancangan

- Untuk 1 buah reaktor

$$Eb = \$50.000 \times \left(\frac{5663,77 \text{ gallon}}{3000 \text{ gallon}}\right)^{0,6}$$

$$Eb = \$ 73.203,32$$

N	Volume Reaktor	Volume reaktor	Volume Total	Cost/unit	Cost
	(Liter)	(Gallon)	(Gallon)	\$	
1	21439.69147	5663.76618	5663.7662	\$73,208	\$ 73,208.32

Maka jumlah reaktor yang optimum sebanyak 1 buah untuk mendapatkan harga perancangan reaktor yang minimum

3. PERANCANGAN REAKTOR

Volume cairan dalam reaktor:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{cairan}} &= 22,626 \text{ m}^3 \\
 &799,017 \text{ ft}^3 \\
 &22625,768 \text{ Liter}
 \end{aligned}$$

Volume reaktor, overdesign 20%

$$\begin{aligned}
 V_{\text{reaktor}} &= 27,151 \text{ m}^3 \\
 &958,821 \text{ ft}^3 \\
 &27.150,921 \text{ Liter}
 \end{aligned}$$

A. Menentukan Diameter dan Tinggi Tangki Reaktor

Dipilih RATB berbentuk silinder tegak dengan perbandingan $D : H = 2 : 1$

(Brownell dan Young 1959)

$$V_{\text{reaktor}} = V_{\text{shell}} + 2V_{\text{head}}$$

$$V_{\text{shell}} = \pi/4 \times D \times H$$

$$V_{\text{head}} = 0,000049 D^3$$

$$V_{\text{reaktor}} = \pi/4 \times D^2 \times H + 2 \times 0,000049 D^3$$

$$= \pi/4 \times D^2 \times 2 D + 0.000098 D^3$$

$$= \pi/4 \times 2D^3 + 0.000098 D^3$$

$$\text{Maka, } D = 2,585 \text{ m}$$

$$= 101,780 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 &= 8,482 \text{ ft} \\
 H &= 5,170 \text{ m} \\
 &= 203,560 \text{ in} \\
 &= 16,963 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

B. Menentukan Tebal Dinding (Shell) Reaktor

Digunakan persamaan :

$$ts = \frac{P \times r_i}{f \times E - 0,6P} + C \quad (\text{Pers. 13.1 (Brownell \& Younf 1959)})$$

Dimana :

- ts :Tebal dinding shell (in)
- P ; Tekanan design (Poperasi x 1,2) = 24,256 psi
- ri : jari-jari reactor = 101,780 in
- E : Effisiensi sambungan las = 0,8
- F : Tekanan maksimal yang diizinkan = 18.750 psig
- C : Korosi yang diizinkan = 0,125 in

Maka : ts = 0.290 in

Digunakan tebal shell standar = 5/16 in = 0,3125 in

ID shell = 101,780 in

OD shell = ID shell + 2ts
= 102 6/16 in

OD standar = 108 in (Tabel 5.7, (Brownell & Young 1959))

ID standar = 107,625 in

C. Menentukan Tebal Head

Bahan Konstruksi : *Plate Steel SA-240 Grade S*

Bentuk head : *Torispherical Flanged & Dished Head*

Pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis head meliputi :

- *Flanged & Standard Dished Head*
Umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangka dengan diameter kecil.
- *Torispherical Flanged & Dished Head*

Digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis

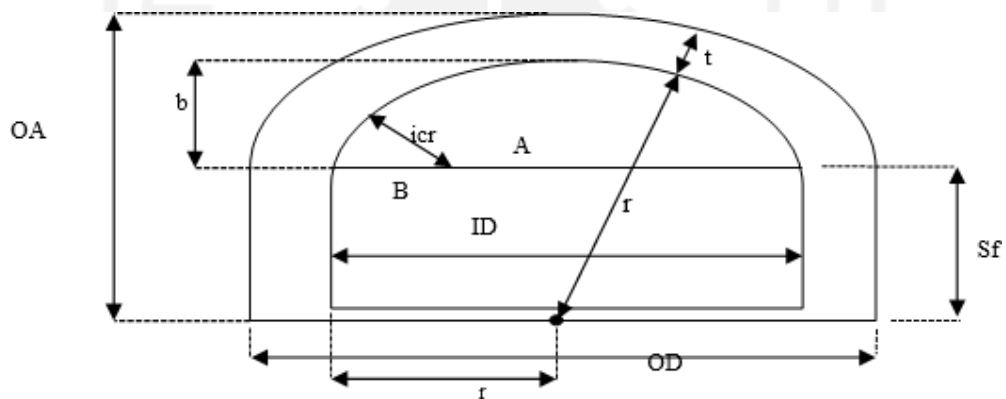
- *Elliptical Dished Head*

Digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup ekonomis

- *Hemispherical Head*

Digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi, kuat, ukuran yang tersedia terbatas, dan harganya cukup mahal.

(Page-87 (Brownell & Young 1959))



Keterangan gambar :

ID : diameter dalam head

OD : diameter luar head

a : jari-jari dalam head

t : tebal head

rc : jari-jari dalam head

icr : inside cornes radius

b : deep of dish

sf : straight of flanged

OA : tinggi head

Tebal dihitung dengan persamaan berikut :

$$th = \frac{Prc.W}{2.f.E-0,2P} + C ; W = \frac{1}{3} \times (3 + \sqrt{\frac{rc}{r1}}) \quad (\text{Pers. 7.76 dan 7.77})$$

(Brownell & Young 1959)

Maka : t head = 0,269

t head standar = 3/16 in = 0,1875 in

D. Menentukan Ukuran Head

Ukuran Head :

ID = ID shell = 107,625 in

a = ID/2 = 53,813 in

AB = a - icr
= 47 1/3 in

BC = rc - icr
= 95 1/2 in

AC = $\sqrt{BC^2 - AB^2}$
= 82,956 in

b = rc - AC
= 19,044 in

Sf (Straight of Flange) = 2 in (Tabel 5.8, (Brownell & Young 1959))

Jadi tinggi head total, OA = Sf + b + t head
= 21,231 in = 0,539 m

Volume head total (Vhead) = Volume head (Vh) + Volume flange (Vsf)

Volume sebuah head untuk torispherical dished head adalah :

Vh = 0,000049 x ID³ (Pers.5.11, (Brownell & Young 1959))

$$Vsf = \frac{\pi}{4} ID^2 \cdot f$$

Jadi, Volume head total adalah :

Vh = 0.00677 m³

Volume shell (Vs) = Volume design - 2.Volume head total
= 31.8802 m³

$$\begin{aligned} \text{Tinggi shell} = H_s &= \frac{4V_s}{\pi \cdot ID^2} \\ &= 5.46 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi reaktor} &= \text{Tinggi shell} + (2 \times \text{Tinggi Head}) \\ &= 6.538 \text{ m} \end{aligned}$$

E. Merancang Pengaduk Reaktor

Komponen	Kmol/jam	Massa (kg/jam)	xi (%)	ρ (kg/m ³)
CH ₃ COOH	35.07	2104.395	0.53	989.17
C ₂ H ₅ OH	36.07	1659.359	0.42	737.81
H ₂ SO ₄	0.85	99.889	0.03	980.38
H ₂ O	5.55	82.803	0.02	1770.80

$$\rho \text{ Campuran} = 899.66 \text{ kg/m}^3$$

Komponen	Kmol/jam	Massa (kg/jam)	xi (%)	μ_i (cP)
CH ₃ COOH	35.07	2104.395	0.53	0.310
C ₂ H ₅ OH	36.07	1659.359	0.42	0.198
H ₂ SO ₄	0.85	99.889	0.03	0.950
H ₂ O	5.55	82.803	0.02	0.130

$$\mu = 0,647 \text{ cP}$$

Tugas Pengaduk : Untuk mencampur hingga homogen

Tipe Pengaduk : *blade turbine impeller*, 6 buah blade dengan 4 buah baffle

Diameter pengaduk (Di) :

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

$$Dt = 2,727 \text{ m}$$

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

$$= \frac{2,727 \text{ m}}{3}$$

$$= 0,9091 \text{ m}$$

$$= 2,983 \text{ ft}$$

Tinggi pengaduk (Zl) :

$$\frac{Zl}{Di} = 3,5$$

$$\begin{aligned} Zl &= Di \times 3,5 \\ &= 0,9091 \text{ m} \times 3,5 \\ &= 3,182 \text{ m} \\ &= 10,439 \text{ ft} \end{aligned}$$

Jarak pengaduk dari dasar tangki (Zi) :

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

$$\begin{aligned} Zi &= Di \times 1,3 \\ &= 0,9091 \text{ m} \times 1,3 \\ &= 1,1818 \text{ m} \\ &= 3,877 \text{ ft} \end{aligned}$$

Lebar baffle (Wb) :

$$\frac{Wb}{Di} = 0,17$$

$$\begin{aligned} Wb &= Di \times 0,17 \\ &= 0,9091 \text{ m} \times 0,17 \\ &= 0,1545 \text{ m} \\ &= 0,507 \text{ ft} \end{aligned}$$

Lebar pengaduk (L) :

$$\frac{L}{Di} = 0,25$$

$$\begin{aligned} L &= Di \times 0,25 \\ &= 0,9091 \text{ m} \times 0,25 \\ &= 0,227 \text{ m} \\ &= 0,746 \text{ ft} \end{aligned}$$

Menghitung Jumlah Impeler

WELH (*Water Equivalent Liquid Height*)

$$sg = \frac{\rho \text{ cairan}}{\rho \text{ air}}$$

$$sg = \frac{899,6593 \text{ kg/m}^3}{980,375 \text{ kg/m}^3}$$

$$sg = 0,9177$$

$$WELH = h_{cairan} \times sg$$

$$WELH = 10,439 \text{ ft} \times 0,0507$$

$$WELH = 9,580 \text{ ft}$$

$$\Sigma \text{impeller} = \frac{WELH}{D}$$

$$\Sigma \text{impeller} = \frac{9,580 \text{ ft}}{8,969 \text{ ft}}$$

$$\Sigma \text{impeller} = 1,068$$

Maka jumlah pengaduk adalah 1

F. Menghitung Kecepatan Pengaduk dalam Reaktor

$$\frac{WELH}{2 \cdot Da} = \left(\frac{H \cdot Da \cdot N}{600} \right)^2$$

Dimana :

WELH : *Water Equivalent Liquid Height*

Da : Diameter Pengaduk (ft)

N : Kecepatan putaran pengaduk (rpm)

H : Tinggi pengaduk (ft)

$$WELH = 9,580 \text{ ft}$$

$$N = \frac{600}{(\pi \cdot Da)} \sqrt{\frac{WELH}{2 \cdot Da}}$$

$$N = 81,113 \text{ rpm} = 1,352 \text{ rps}$$

$$\text{Kecepatan standart motor (Wallas, 288)} = 84 \text{ rpm} = 1,4 \text{ rps}$$

G. Menghitung Bilangan Reynold

$$N'_{Re} = \frac{N \cdot Da^2 \cdot \rho}{\mu}$$

$$Re = 160.872,952$$

Power number yang didapat dari fig. 477 G.G Brown hal 507

$$\text{Diperoleh : } N_p = 3$$

H. Menghitung Power

$$Pa = Np \cdot \rho \cdot Ni^3 \cdot Da^5$$

Diperoleh :

$$Pa = 6,162 \text{ hp}$$

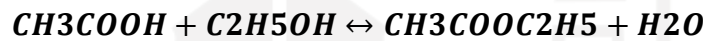
$$\text{Efisiensi} = 85\%$$

$$\text{Power Standar} = 7.250 \text{ hp}$$

$$\text{Standar NEMA} = 7 \frac{1}{2} \text{ hp} = 5.585 \text{ kwh}$$

4. MENGHITUNG NERACA PANAS REAKTOR

Reaktor 1 (R-01)



(Katalis Asam Sulfat)

Menghitung panas reaksi (ΔH_R°)

$$\Delta H_R^\circ = \left(\sum n_i \cdot \Delta H_f^\circ \right)_{\text{produk}} - \left(\sum n_i \cdot \Delta H_f^\circ \right)_{\text{reaktan}}$$

Komponen	ni (mol/jam)	ΔH_f (J/mol)
CH ₃ COOH	35073.2481	-432300
C ₂ H ₅ OH	36073.2481	-235000
C ₄ H ₈ O ₂	0	-444500
H ₂ O	5549.362645	-241800

$$\Delta H_R \text{ 298.15 K} = (\Delta H_{f_{C_4H_8O_2}} + \Delta H_{f_{H_2O}}) - (\Delta H_{f_{CH_3COOH}} + \Delta H_{f_{C_2H_5OH}}) = -19000 \text{ J/mol}$$

$$C_p \text{ CH}_3\text{COOH} = 2.444 \times 10^3 \text{ J/mol}$$

$$C_p \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} = -2.459 \times 10^3 \text{ J/mol}$$

$$\Delta H_{R1} = -15.446 \text{ J/mol}$$

$$C_p \text{ C}_4\text{H}_8\text{O}_2 = 4.086 \times 10^3 \text{ J/mol}$$

$$C_p \text{ H}_2\text{O} = 4.544 \times 10^3 \text{ J/mol}$$

$$\Delta H_{R2} = 8630.83 \text{ J/mol}$$

$$\Delta H_R \text{ 348.15 K} = (\Delta H_R \text{ 298.15 K} + \Delta H_{R1} + \Delta H_{R2}) \times (n_{i(\text{CH}_3\text{COOH})} \times \text{konversi})$$

$$= -10384.61 \text{ J/mol} \times 35073.248 \text{ mol/jam} \times 0.95$$

$$= -346010999 \text{ J/jam} = -346010.99 \text{ KJ/jam}$$

$$Q_{\text{Pendingin}} = Q_{\text{Masuk}} - Q_{\text{Keluar}} - \text{Entalpi Reaksi}$$

$$= (947800.919 - 962045.367 - (-346010.999)) \text{ KJ/jam}$$

$$= 331788.55 \text{ KJ/jam}$$

Kebutuhan Air Pendingin

Suhu air pendingin masuk = 30°C = 86°F = 303.15 K°

Suhu air pendingin keluar = 50°C = 122°F = 323.15 K

ΔT = 20°C = 68°F = 293.15 K

T Rata-rata = 40°C = 104°F = 313.15 K

Sifat fisis air pada suhu 313.15 K (40°C) :

C_p = 75.269 KJ/kmol.K

$$Wt = \frac{Q}{C_p \cdot \Delta T}$$

Wt = 220.387 Kmol/jam x 18 Kg/Kmol = 3966.96 Kg/jam = 1.1019

Kg/detik

5. PERANCANGAN JAKET PENDINGIN

Perhitungan Jaket Pendingin

Massa kebutuhan air pendingin = 3966.96 Kg/jam

Volume Air Pendingin = 3.91 m³/jam

$$D_1 = D_0 + (2 \times \text{jarak})$$

Dimana :

D_0 = Diameter luar tangki = 2.743 m

D_1 = Diameter dalam jaket pendingin

Asumsi jarak jaket 2-5 inch. Diambil 2 inch (0.0508 m)

D_1 = (2.743+ (2 x 0.0508)) m = 2.845 m

$$H_j = H_s + H_h$$

Dimana :

H_s = Tinggi shell = 5.170 m

Hh = Tinggi head = 0.539 m

Hj = Tinggi jaket = (5.170 + 0.539) m = 5.71 m

Bahan : Carbon Steel SA-283 grade C

$$P_{hidrostatik} = \frac{H_j - 1}{144} \times \rho_{air}$$

$$P_{hidrostatik} = \frac{18.73 \text{ ft} - 1}{144} \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 7.69 \text{ psia}$$

$$P_{desain} = P_{reaktor} + P_{hidrostatik}$$

$P_{Reaktor} = 24.256 \text{ psia}$

$P_{desai} = 24.256 \text{ psia} + 7.69 \text{ psia} = 31.94 \text{ psia}$

$$t_j = \frac{P \times r_i}{f \times E - 0.6 \times P} + C$$

f = allowable stress = 12650 psia

E = joint efficiency = 0.8

C = Corrosion Allowance = 0.125 in

r_i = Jari-jari jaket = 56 in

t_j = Tebal jaket :

$$t_j = \frac{31.94 \times 56}{12650 \times 0.8 - 0.6 \times 31.94} + 0.125 = 0.3021 \text{ in}$$

Tebal jaket dipilih 5/16 inch sesuai standar

$$D_2 = D_1 + (2 \times t_j)$$

D₂ = Diameter luar jaket = 2.845 m + (2 x 0.0079375) m = 2.86 m

$$A = \frac{\pi}{4} \times (D_2^2 - D_1^2)$$

A = Luas yang dilalui air pendingin :

$$A = \frac{22}{7} \times \frac{1}{4} \times (2.86^2 - 2.845^2) = 0.071 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{V}{A}$$

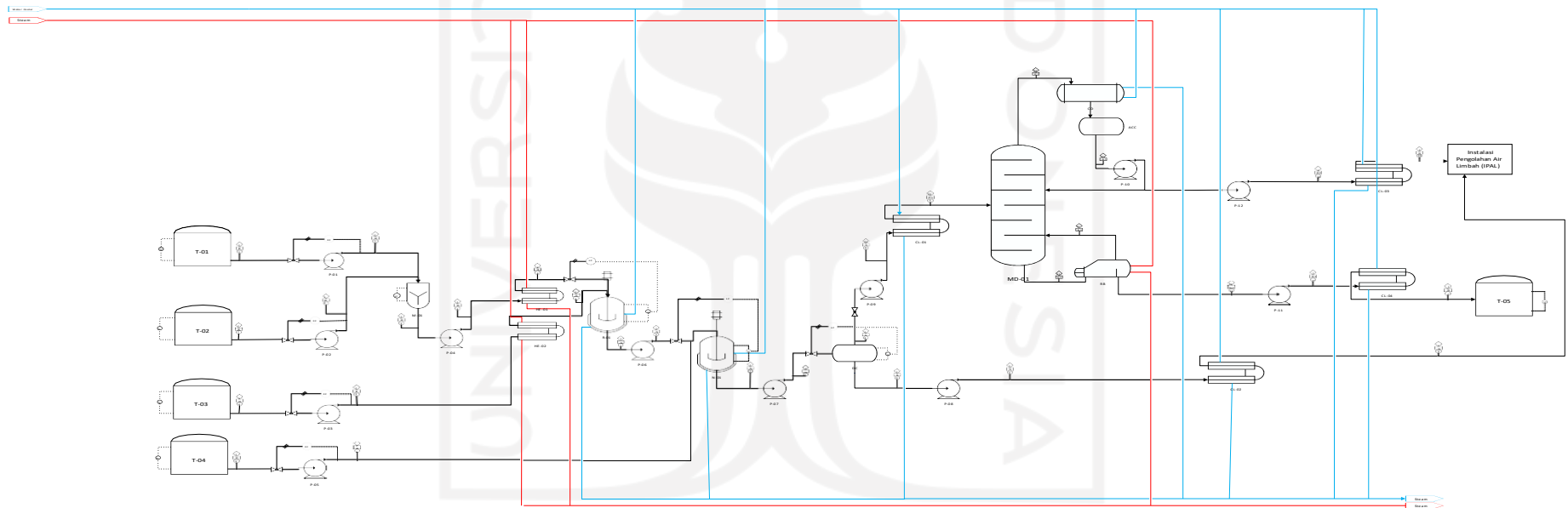
$$V = \text{kecepatan air pendingin} = \frac{3.91 \text{ m}^3/\text{jam}}{0.071 \text{ m}^2} = 55.04 \frac{\text{m}}{\text{jam}}$$





LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK ETIL ASETAT DARI ASAM ASETAT DAN ETANOL DENGAN KAPASITAS 25.000 TON / TAHUN



Komponen	Nomor Arus (Kg/Jam)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
CH ₃ COOH	2.104,395		2.104,395		105,220							
H ₂ O	4,217	60,184	64,402	35,487	699,641	137,741	899,365	94,178	805,187	94,178	0,000	
C ₂ H ₅ OH		1.659,369	1.659,369		126,668		126,668	94,178	32,490	94,178	0,000	
H ₂ SO ₄				3.946,456	82,803							
NaOH						137,741						
CH ₃ COOC ₂ H ₅					2.932,124		2.932,124	2.853,879	78,245	1.071,631	1.782,247	
CH ₃ COONa					143,800		143,800		143,800			
Na ₂ SO ₄					119,980		119,980		119,980			
Total	2.108,612	1.719,553	3.828,166	3.981,943	3.946,456	275,482	4.221,937	3.042,235	1.179,702	1.259,987	1.782,247	

Keterangan			
ACC	Accumulator	RE	Reboiler
CL	Cooler	T	Tangki Penyimpanan
CD	Condenser	TC	Temperature Controller
DC	Decanter		Nomor Arus
FC	Flow Controller		Suhu
HE	Heater		Tekanan
MD	Menara Distilat		Control Valve
M	Mixer		Piping
N	Neutralizer		Saluran Cooler
P	Pompa		Saluran Steam
PC	Pressure Controller		Sinyal Pneumatic
R	Reaktor		Sinyal Elektrik



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2022

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK ETIL ASETAT DARI ASAM ASETAT DAN
ETANOL DENGAN KAPASITAS 25.000 TON / TAHUN**

DISUSUN OLEH :
Rifky Putri Pratiwi (17521075)
Muhammad Taufik Akbar (17521081)
DOSEN PEMBIMBING :
Tuasikal M. Amin, Ir., M.Sc
Venialitya Alethea Sari A., S.T., M.Eng.

