

**PRA RANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI  
ASAM ASETAT DAN BUTANOL DENGAN  
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat**

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**



**Oleh:**

**Nama : Aulia Latifah Sekar Wangi**

**Nama : Diana Puja Amalya**

**Nim 17521027**

**Nim : 17521147**

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

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN KEASLIAN HASIL**

**PRA RANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI ASAM ASETAT  
DAN BUTANOL DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aulia Latifah Sekar Wangi      Nama : Diana Puja Amalya  
No. Mahasiswa : 17521027                      No.Mahasiswa : 17521147

Yogyakarta,25 September 2021

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

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

Td. Tangan



Aulia Latifah Sekar Wangi

Td. Tangan



Diana Puja Amalya

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA RANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI ASAM ASETAT  
DAN BUTANOL DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**



Nama : Aulia Latifah Sekar Wangi Nama : Diana PujaAmalya

No.Mahasiswa : 17521027

No.Mahasiswa : 17521147

Yogyakarta, 24 September 2021

**Pembimbing I,**

**Pembimbing II,**

**Ir. Dalyono, MSI..C.Text ATL**

06/10/21

**Aieng Yulianti Dwi Lestari, S.T.,M.T**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI ASAM ASETAT DAN**  
**BUTANOLDENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

**Oleh:**

Nama: Aulia Latifah Sekar Wangi

No.Mahasiswa: 17521027

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

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

Tim Penguji

1. Ir. Dalyono, MSI.,C.Text ATI.

Ketua Penguji

2. Ir. Agus Taufik, M.Sc.

Penguji 1

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

Penguji 2

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Ketua Program Studi.



Dr. Suharno Rusdi

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI ASAM ASETAT DAN**  
**BUTANOLDENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

**Oleh:**

Nama: Diana Puja Amalya

No.Mahasiswa: 17521147

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

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

Tim Penguji

2. Ir. Dalyono, MSI.,C.Text ATI.  
Ketua Penguji



2. Ir. Agus Taufik, M.Sc.



Penguji 1

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



Penguji 2

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Ketua Program Studi.



Dr. Suharno Rusdi

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh*

Alhamdulillahirabbil alamin, Puji syukur dan salam kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, serta tidak lupa shalawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sehingga dapat menyusun laporan tugas akhir dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik Butil Asetat dari Asam Asetat dan Butanol dengan Kapasitas 30.000 Ton/Tahun”**.

Pra rancangan ini merupakan salah satu syarat wajib yang harus ditempuh untuk menyelesaikan Program Sarjana di Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, tidak lepas dari bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti untuk penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Serta telah memberikan nikmat sehat, panjang umur, dan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua Orang tua kami, ibu dan ayah tercinta yang selalu mendoakan, memberikan dorongan semangat dan motivasi terlebih anggaran selama melaksanakan Tugas Prarancangan Pabrik Kimia dan segenap keluarga kami tersayang yang telah mendoakan dan memberikan semangat.
3. Bapak Ir. Suharno Rusdi, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Dalyono, MSI., C. Text ATI., dan ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir ini yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dengan sabar dalam pengerjaan maupun penyusunan laporan Tugas Prarancangan Pabrik Kimia ini.
5. Seluruh civitas akademik dilingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

6. Teman-teman Teknik kimia 2017.
7. Semua pihak yang tidak kami sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan laporan Tugas Prarancangan Pabrik Kimia ini dengan tulus dan ikhlas.
8. Kami menyadari bahwa didalam penyusunan Laporan Tugas Prarancangan Pabrik Kimia ini masih banyak terdapat kekurangan, Untuk itu kami mengharapakan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Prarancangan Pabrik Kimia ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Aamiin.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, 24 September 2021

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN KEASLIAN HASIL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
ABSTRAK.....	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Perancangan Pabrik.....	2
1.3 Lokasi Pabrik .....	2
1.4 Kapasitas Perancangan Pabrik .....	4
1.4.1 Peluang KapasitasPabrik Butil Asetat .....	4
14.1.1. Data Impor Butil Asetat di Indonesia .....	4
14.1.2. Data Ekspor Butil Asetat di Indonesia .....	6
14.1.3. Data Konsumsi Butil Asetat di Indonesia.....	7
14.1.4. Produksi Butil Asetat di Indonesia .....	8
1.4.2 Ketersediaan Bahan Baku .....	9

1.4.3 Kapasitas Pabrik Butil Asetat di Luar Negeri.....	9
1.4.4 Kapasitas Pabrik Butil Asetat.....	11
1.5 Tinjauan Pustaka.....	12
<b>BAB II.....</b>	<b>17</b>
<b>PERANCANGAN PRODUK.....</b>	<b>17</b>
2.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	17
2.1.1 Butanol.....	17
2.1.2 Asam Asetat.....	19
2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu.....	21
2.2.1 Amberlyst 15.....	21
2.3 Spesifikasi Produk.....	22
2.3.1 Butil Asetat.....	22
2.3.2 Air.....	24
2.4 Pengendalian Kualitas.....	26
2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	26
2.4.2 Pengendalian Kualitas Produk.....	26
2.4.3 Pengendalian Waktu.....	30
<b>BAB III.....</b>	<b>31</b>
<b>PERANCANGAN PROSES.....</b>	<b>31</b>
3.1 Uraian Proses.....	31
3.1.1 Unit Persiapan Bahan Baku dan Bahan Pembantu.....	31
3.1.2 Tahapan Reaksi.....	32
3.1.3 Unit Pemisahan Produk dan Pemurnian Produk.....	33

3.2 Spesifikasi Alat proses .....	35
3.3 Perencanaan Produksi... ..	60
3.3.1 Kapasitas Produksi... ..	60
3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses... ..	61
BAB IV .....	63
PERANCANGAN PABRIK.....	63
4.1 Lokasi Pabrik .....	63
4.2 Tata Letak Pabrik (Layout Plant).....	70
4.3 Tatak Letak Mesin atau Alat (Machines).....	71
4.4 Tata Letak Alat Proses .....	74
4.5 Aliran Proses dan Material.....	75
4.5.1 Neraca Massa .....	75
4.5.2 Neraca Panas .....	79
4.6 Perawatan (Maintenance).....	86
4.7 Pelayanan Teknik (Utilitas) .....	87
4.7.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....	87
4.7.1.1 Unit Penyediaan Air.....	87
4.7.1.2 Unit Pengolahan Air.....	90
4.7.1.3 Kebutuhan Air.....	96
4.7.2 Unit Penyediaan Steam .....	98
4.7.3 Unit Penyediaan Listrik.....	99
4.7.4 Unit Penyediaan Udara Tekan .....	103
4.7.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	103

4.7.6	Unit Pengolahan Limbah .....	103
4.8	Spesifikasi Alat-Alat Utilitas .....	104
4.9	Organisasi Perusahaan .....	110
4.9.1	Bentuk Perusahaan .....	111
4.9.2	Struktur Organisasi .....	111
4.9.3	Tugas dan Wewenang .....	113
4.9.3.1	Pemegang Saham .....	113
4.9.3.2	Dewan Komisaris .....	113
4.9.3.3	Direktur Utama .....	113
4.9.3.4	Kepala Bagian .....	115
4.9.3.5	Kepala Seksi .....	115
4.9.3.6	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji .....	116
4.9.3.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	119
4.10	Evaluasi Ekonomi .....	121
4.10.1	Penaksiran Harga Alat .....	122
4.10.2	Dasar Perhitungan .....	124
4.10.3	Perhitungan Biaya .....	124
4.10.3.1	Capital Investment .....	124
4.10.3.2	Manufacturing Cost .....	125
4.10.3.3	General Expenses .....	125
4.10.4	Analisa Kelayakan .....	126
4.10.4.1	Percent Return Investment (ROI) .....	126
4.10.4.2	Pay Out Time (POT) .....	126

4.10.4.3 Break Even Point (BEP).....	126
4.10.4.4 Shut Down Point (SDP) .....	127
4.10.4.5 Discount Cash Flow Rate of Return (DCFR).....	127
4.10.5 Hasil Perhitungan.....	128
4.10.6 Analisa Keuntungan .....	131
4.10.7 Hasil Kelayakan Ekonomi .....	132
4.10.7.1 Percent Return On Investment (ROI).....	132
4.10.7.2 Pay Out Time (POT).....	132
4.10.7.3 Break Even Point (BEP).....	132
4.10.7.4 Shut Down Point (SDP) .....	132
4.10.7.5 Discount Cah Flow Rate (DCFR) .....	132
BAB V.....	134
PENUTUP.....	134
5.1 Kesimpulan .....	134
5.2 Saran .....	135
DAFTAR PUSTAKAN .....	136
LAMPIRAN.....	138

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Impor Butil Asetat di Indonesia .....	5
Tabel 1.2 Ekspor Butil Asetat di indoensia.....	6
Tabel 1.3 Konsumsi Butil Asetat di Indonesia.....	7
Tabel 1.4 Sumber Bahan Baku dan Katalis.....	9
Tabel 1.5 Kapasitas Produksi Butil Asetat di Asiadan Eropa .....	10
Tabel 3.1 Spesifikasi Reaktor .....	35
Tabel 3.2 Spesifikasi Filter .....	38
Tabel 3.3 Spesifikasi Rotary Dryer.....	39
Tabel 3.4 Spesifikasi Menara Destilasi.....	40
Tabel 3.5 Spesifikasi Condensor.....	42
Tabel 3.6 Spesifikasi Accumulator.....	44
Tabel 3.7 Spesifikasi Reboiler.....	45
Tabel 3.8 Spesifikasi Silo.....	46
Tabel 3.9 Spesifikasi Screw Conveyor.....	47
Tabel 3.10 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Bakudan Produk .....	48
Tabel 3.11 Spesifikasi Heat Exchanger .....	50
Tabel 3.12 Spesifikasi Cooler.....	52
Tabel 3.13 Spesifikasi Pompa.....	54
Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik .....	68
Tabel 4.2 Neraca Massa di Reaktor-01 .....	75
Tabel 4.3 Neraca Massa di Reaktor-02 .....	76
Tabel 4.4 Neraca Massa di Filter-01 .....	76

Tabel 4.5 Neraca Massa di Rotary Dryer-01 .....	77
Tabel 4.6 Neraca Massa di Menara Distilasi-01 .....	77
Tabel 4.7 Neraca Massa di Accumulator-01.....	78
Tabel 4.8 Neraca Massa di Reboiler... ..	78
Tabel 4.9 Neraca Panas pada Reaktor.....	79
Tabel 4.10 Neraca Panas pada Filter.....	79
Tabel 4.11 Neraca Panas pada Rotary Dryer .....	79
Tabel 4.12 Neraca Panas pada Menara Distilasi 01 .....	80
Tabel 4.13 Neraca Panas pada Heater-01.....	81
Tabel 4.14 Neraca Panas pada Heater-02 .....	81
Tabel 4.15 Neraca Panas pada Heater-03 .....	81
Tabel 4.16 Neraca Panas pada Heater-04.....// .....	82
Tabel 4.17 Neraca Panas pada Cooler-01 .....	82
Tabel 4.18 Neraca Panas pada Cooler-02 .....	83
Tabel 4.21 Kebutuhan Air Pembangkit Steam.....	96
Tabel 4.22 Air Pendingin Cooling Water .....	97
Tabel 4.23 Total Kebutuhan Air .....	98
Tabel 4.24 Kebutuhan Listrik Alat Proses.....	100
Tabel 4.25 Kebutuhan Listrik Utilitas.....	101
Tabel 4.26 Rincian Kebutuhan Listrik.....	102
Tabel 4.27 Jadwal Kegiatan Karyawan Shift.....	116
Tabel 4.28 Rincian Gaji Karyawan.....	117
Tabel 4.29 Penggolongan Jabatan.....	118

Tabel 4.30 Harga Indeks .....	122
Tabel 4.31 Harga Indeks Tahun Perancangan .....	123
Tabel 4.32 Physical Plant Cost (PPC).....	128
Tabel 4.33 Direct Plant Cost (DPC) .....	128
Tabel 4.34 Fixed Capital Investment (FCI) .....	128
Tabel 4.35 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	129
Tabel 4.36 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	129
Tabel 4.37 Fixed Manufacturing Cost (FMC) .....	129
Tabel 4.38 Manufacturing Cost (MC).....	129
Tabel 4.39 Working Capital (WC).....	130
Tabel 4.40 General Expense (GE) .....	130
Tabel 4.41 Total Production Cost (TPC).....	130
Tabel 4.42 Fixed Cost (Fa).....	130
Tabel 4.43 Variable Cost (Va).....	131
Tabel 4.44 Regulated Cost (Ra).....	131



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Regersi Polinomial Impor Butil Asetat .....	5
Gambar 1.2 Regresi Polinomial Ekspor Butil Asetat.....	7
Gambar 1.3 Regresi Polinomial Konsumsi Butil Asetat.....	8
Gambar 1.4 Bentuk Molekul Butil Asetat.....	12
Gambar 1.5 Reaksi Pembuatan Butil Asetat .....	12
Gambar 4.1 Lokasi Pabrik .....	65
Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik dengan Skala 1: 1000.....	70
Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses .....	74
Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif .....	84
Gambar 4.5 Diagram Aalir Kuantitatif .....	85
Gambar 4.6 Unit Utilitas .....	90
Gambar 4.7 Struktur Organisasi .....	110
Gambar 4.8 Grafik Indeks Harga .....	123
Gambar 4.9 Grafik Analisa Ekonomi .....	133

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN REAKTOR.....	139
LAMPIRAN 2 PEFD .....	159
LAMPIRAN KARTU KONSUL.....	161



## ABSTRAK

Butil Asetat banyak digunakan antara lain sebagai solven, bahan pengharum, dan pemberi rasa sintetik. Pabrik Butil Asetat dirancang dengan kapasitas 30.000 ton/tahun didirikan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan selebihnya diekspor. Bahan baku untuk memproduksi Butil Asetat membutuhkan Butanol sebanyak 103.715,033 ton/tahun, Asam Asetat sebanyak 16.683,835 ton/tahun dan katalis Amberlyst 15 sebanyak 13.258,705 ton/tahun. Pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2025 di Semarang, Jawa Tengah. Pabrik direncanakan dibangun di tanah seluas 16.030 m<sup>2</sup>. Tahapan proses produksi Butil Asetat meliputi persiapan bahan baku, pembentukan Butil Asetat di reaktor (reaksi), dan pemisahan serta pemurnian produk. Reaksi pembentukan Butil Asetat merupakan reaksi esterifikasi Asam Asetat dan Butanol dengan katalis jenis ion exchange resin yaitu Amberlyst 15. Reaksi tersebut berlangsung pada fase cair - cair dengan katalis padat. Reaksi dilakukan di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang beroperasi pada suhu 93C dan tekanan 1 atm. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebanyak 4.455.680,028 ton/tahun. Kebutuhan steam sebanyak 281.890,4037 ton/tahun, air pendingin sebanyak 4.146.126,37 ton/tahun, bahan bakar solar sebanyak 1.861,599 m<sup>3</sup>/tahun serta fuel oil sebanyak 25418,1 m<sup>3</sup>/tahun dan listrik sebanyak 8.102.649,38 kW/tahun yang diperoleh dari PLN dan cadangan dari generator listrik. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi line and staff. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan shift dan non-shift. Analisa dalam evaluasi ekonomi dari perancangan ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp129,975,937,177.8 sedangkan keuntungan setelah pajak Rp97,481,952,883.3 dengan total penjualan Rp 4.050.000.000.000 dengan biaya tetap Rp32,855,760,136.0, biaya variabel Rp3,430,680,388,518.4 dan biaya regulasi Rp456,487,914,167.9. Return of Investment (ROI) sebesar 29,67%. Pay Out Time (POT) sebesar 2,7 tahun. Break Event Point (BEP) 56,64%. Shut Down Point (SDP) 45,68% dan DCFR 20,48%. Pabrik ini beresiko rendah karena proses berjalan pada kondisi operasi operasi yang rendah, serta bahan baku yang digunakan tidak mudah meledak. Berdasarkan hasil ini dapat disimpulkan bahwa pabrik butil asetat dari butanol dan asam asetat dengan kapasitas 30.000 ton/tahun cukup menarik untuk dikaji lebih lanjut.

Kata-kata kunci: Butanol, asam asetat, butil asetat, amberlyst 15, RATB

## ABSTRACT

Butyl Acetate is widely used, among others, as a solvent, fragrance agent, and synthetic flavoring agent. The Butyl Acetate plant is designed with a capacity of 30,000 tons/year and was established to meet domestic needs and the rest is exported. The raw materials for producing Butyl Acetate require 103,715,033 tons/year of Butanol, 16,683,835 tons/year of Acetic Acid and 13,258,705 tons/year of Amberlyst 15 catalyst. The factory is planned to be established in 2025 in Semarang, Central Java. The factory is planned to be built on a land area of 16,030 m<sup>2</sup>. The stages of the Butyl Acetate production process include the preparation of raw materials, the formation of Butyl Acetate in the reactor (reaction), and the separation and purification of the product. The reaction for the formation of Butyl Acetate is an esterification reaction of Acetic Acid and Butanol with an ion exchange resin type catalyst, namely Amberlyst 15. The reaction takes place in the liquid-liquid phase with a solid catalyst. The reaction was carried out in a stirred tank flow reactor (RATB) operating at a temperature of 93C and a pressure of 1 atm. Process support utilities include water supply as much as 4,455,680,028 tons/year. The need for steam is 281,890,4037 tons/year, cooling water is 4,146,126.37 tons/year, diesel fuel is 1,861,599 m/year and fuel oil is 25418.1 m/year and electricity is 8,102,649.38 kW/year obtained from PLN and reserves from electricity generators. The form of the company is a Limited Liability Company (PT) with a line and staff organizational structure. The employee work system is based on the division of working hours consisting of shift and non-shift employees. The analysis in the economic evaluation of this design shows the profit before tax is Rp. 129,975,937,177.8 while the profit after tax is Rp. 97,481,952,883.3 with total sales of Rp. 4,050,000,000,000 with fixed costs of Rp. 32,855,760,136.0, variable costs Rp. 3,430,680,388,518.4 and regulatory costs Rp. 456,487,914,167.9. Return of Investment (ROI) of 29.67%. Pay Out Time (POT) is 2.7 years. Break Event Point (BEP) 56.64%. Shut Down Point (SDP) 45.68% and DCFR 20.48%. This plant is at low risk because the process runs at low operating conditions, and the raw materials used are not explosive. Based on these results, it can be concluded that the butyl acetate plant from butanol and acetic acid with a capacity of 30,000 tons/year is quite interesting for further study.

Keywords: Butanol, acetic acid, butyl acetate, amberlyst 15, RATB

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sebagai negara berkembang, Indonesia banyak melakukan pembangunan serta pengembangan di bidang industri yang berpotensi untuk menopang pertumbuhan ekonomi di dalam negeri. Salah satunya dengan memenuhi kebutuhan barang dalam negeri tanpa melakukan impor dari negara lain, sehingga hal ini akan meningkatkan produksi industri di Indonesia. Industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengolah bahan baku atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi (UU Nomor 3 Tahun 2014 Pasal 1)

Dengan meningkatnya produksi pada industri di Indonesia juga akan meningkatkan kebutuhan bahan baku untuk industri tersebut. Kebutuhan bahan baku yang tidak dapat dipenuhi di dalam negeri tentunya harus melakukan impor dari negara lain. Nilai impor akan terus meningkat dengan semakin banyak pembangunan serta pengembangan di bidang industri, adanya upaya mendirikan pabrik diharapkan dapat memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri yang terus meningkat. Salah satu contoh bahan baku industri yang mengalami peningkatan di Indonesia adalah n-butyl asetat.

Butyl asetat merupakan produk yang banyak digunakan dalam industri terutama sebagai pelarut untuk leather dressing, kosmetik serta berbagai aplikasi lainnya atau pengencer polimer akrilik dan resin vinil. Butyl asetat juga dapat digunakan sebagai coating dimana kapasitas pelarut serta volatilitasnya relative rendah sehingga dapat digunakan untuk pengaturan laju penguapan dan viskositas. Oleh karena itu butyl asetat menjadi salah satu bahan kimia yang cukup penting karena digunakan sebagai bahan baku pada industri parfum serta sebagai pelarut pada industri pembuatan kulit sintetis, pembuatan lapisan dinding, industri plastic, tekstil, farmasi, oil, dan lain sebagainya. (Mc Ketta 1976).

Di Indonesia saat ini pabrik yang diketahui memproduksi butyl asetat adalah PT Continental Solvindo. Dengan semakin banyaknya pembangunan serta pengembangan industri diperkirakan membuat kebutuhan butyl asetat di Indonesia

belum tercukupi, serta hal ini dapat dilihat dari angka impor butil asetat ke Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan. Dengan pendirian pabrik butil asetat ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan butil asetat di dalam negeri serta mengurangi angka impor butil asetat di Indonesia. Dengan pendirian pabrik butil asetat ini pula dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru sehingga mengurangi angka

Pengangguran di Indonesia, selain itu juga dapat mendorong perkembangan serta pembangunan industri lain yang menggunakan butil asetat sebagai bahan baku di dalam prosesnya.

### **1.2 Tujuan Perancangan Pabrik**

Pada pra perancangan pabrik butil asetat dari butanol dan asam asetat secara umum bertujuan untuk menerapkan disiplin ilmu Teknik kimia khususnya pada bidang perancangan, proses serta operasi Teknik kimia sehingga dapat digunakan sebagai gambaran kelayakan pra perancangan pabrik yang kemudian dapat dijadikan landasan dalam pendirian pabrik butil asetat. Adanya pendirian pabrik butil asetat juga bertujuan untuk selain memenuhi kebutuhan butil asetat di dalam negeri sehingga dapat mengurangi impor dari negara lain juga dapat menciptakan lapangan pekerjaan sehingga dapat mengurangi angka pengangguran di Indonesia.

### **1.3 Lokasi Pabrik**

Lokasi pabrik dapat berpengaruh terhadap kelangsungan dan perkembangan serta menunjang keberhasilan maupun gagalnya suatu industri. Untuk itu, diperlukan pertimbangan yang mendalam dari berbagai faktor agar dapat memberikan keuntungan sebesar-besarnya bagi perusahaan ketika menentukan lokasi pabrik.

Suatu pabrik harus dilokasikan sedemikian rupa sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin. Selain itu memiliki kemungkinan agar dapat dilakukan pengembangan terhadap pabrik tersebut.

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

#### 1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama dalam pengoperasian pabrik. Lokasi pabrik yang dekat dengan sumber bahan baku dapat menghemat biaya transportasi. Lokasi pabrik pada jalan-jalan utama dan dekat pelabuhan merupakan opsi terbaik untuk memudahkan transportasi bila ada bahan baku yang dikirim dari luar negeri.

#### 2. Utilitas

Penyediaan utilitas seperti air, bahan bakar dan listrik harus terpenuhi dengan mudah tanpa ada kesulitan. Opsi terbaik adalah kawasan industri dikarenakan sudah tersedianya utilitas tersebut.

#### 3. Transportasi

Transportasi memadai pada sektor darat (jalan utama) maupun sektor laut (pelabuhan) untuk memperlancar alur distribusi bahan baku dan produk baik dalam negeri maupun luar negeri.

#### 4. Tenaga Kerja

Ketersediaan tenaga kerja yang melimpah, baik itu tenaga kerja tingkat rendah, menengah ataupun ahli pada usia produktif. Diharapkan dapat terwujudnya tujuan dari pendirian pabrik ini yaitu menurunkan angka pengangguran di Indonesia, khususnya daerah sekitar pabrik.

#### 5. Pemasaran Produk.

Distribusi atau pemasaran produk menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan lokasi pabrik. Lokasi pemasaran atau pabrik lain yang dekat dapat menghemat biaya distribusi.

#### 6. Kondisi Geografis dan Sosial

Daerah dengan banyak dataran (tidak curam), tidak rawan bencana dan aman merupakan acuan yang menguntungkan dalam menentukan lokasi pabrik. Kondisi

sosial masyarakat setempat yang sudah terbiasa dengan lingkungan industri, sehingga pendirian pabrik baru dapat diterima dan dapat beradaptasi dengan cepat.

#### 7. Pembuangan Limbah

Penanganan terkait limbah tidak menjadi masalah karena lokasi pabrik dekat dengan aliran sungai yang tidak berdekatan dengan pemukiman warga.

#### 8. Perluasan Pabrik

Sebuah industri yang baik pasti memiliki perhitungan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu yang panjang. Lokasi terpilih tidak boleh memiliki kendala apabila suatu saat nanti akan melakukan perluasan area pabrik.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka pabrik ini direncanakan untuk didirikan di Jl. Pulau Tirang Tampak, Tugurejo, Kec. Tugu, Kota Semarang, Jawa Tengah.

### **1.4 Kapasitas Perancangan Pabrik**

Kapasitas produksi merupakan jumlah maksimum output yang dapat diproduksi atau dihasilkan dalam satuan waktu tertentu. Dalam penentuan kapasitas pra perancangan pabrik dapat ditinjau melalui kapasitas minimum atau sama dengan kapasitas pabrik yang sudah ada yang nantinya mampu memenuhi kebutuhan di dalam negeri. Pada penentuan kapasitas pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain :

#### **1.4.1 Peluang Kapasitas Pabrik Butil Asetat**

Dalam menentukan peluang kapasitas terdapat beberapa data yang diperlukan seperti :

##### **1.4.1.1. Data Impor Butil Asetat di Indonesia**

Impor butil asetat di Indonesia cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik terkait impor butil asetat di Indonesia pada tahun 2010-2019 sebagai berikut :

**Tabel 1.1** Impor Butil Asetat di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (Ton/tahun)
1	2010	4880.064
2	2011	4640.849
3	2012	6304.771
4	2013	6490.8
5	2014	4962.429
6	2015	11455.157
7	2016	12098.299
8	2017	14203.562
9	2018	17604.63
10	2019	11723.207

Pada tabel 1.1 dapat kita lihat bahwa impor butil asetat cenderung mengalami kenaikan dengan berkembang serta bertumbuhnya industri di Indonesia. Hal ini menandakan belum tercukupinya produksi butil asetat di dalam negeri sehingga harus melakukan impor dari negara lain. Dari data tabel 1.1 impor butil asetat diatas kemudian dilakukan regresi polynomial untuk memprediksi impor butil asetat pada tahun 2025 di Indonesia. Data impor serta regresi polinomial ditunjukkan dalam gambar 1.1 sebagai berikut:



**Gambar 1.1** Regresi Polinomial Impor Butil Asetat

Berdasarkan pada gambar 1.1 didapatkan persamaan :

$$y=8.1993x^2 - 31,730.9977x + 30,657,060.2524$$

dengan,

y= Impor butil asetat

x= Tahun ke-n

dengan menggunakan persamaan diatas, maka diperoleh impor butil asetat di Indonesia pada tahun 2025 sebesar **24,044.4724 Ton/tahun.**

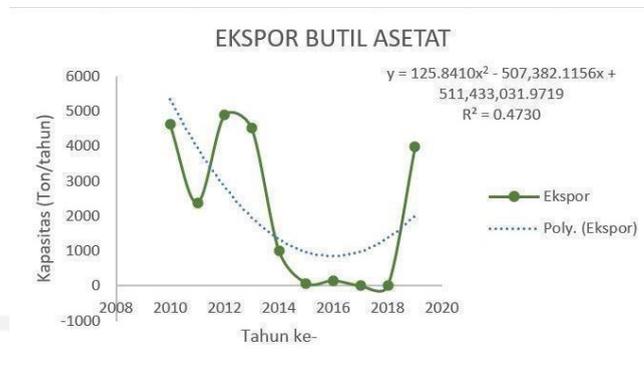
#### 1.4.1.2. Data Ekspor Butil Asetat di Indonesia

Ekspor butil asetat oleh Indonesia mengalami fluktuatif pada tiap tahunnya. Hal ini berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik terkait ekspor butil asetat oleh Indonesia pada tahun 2010-2019 sebagai berikut :

**Tabel 1.2** Ekspor Butil Asetat di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (Ton/tahun)
1	2010	4622.481
2	2011	2373.069
3	2012	4878.569
4	2013	4504.661
5	2014	1000.006
6	2015	72
7	2016	144.182
8	2017	0
9	2018	3.79
10	2019	3974.425

Pada tabel 1.2 dapat kita lihat ekspor butil asetat mengalami fluktuatif data dimana ekspor butil asetat oleh Indonesia cenderung masih kecil. Hal ini dikarenakan industri di Indonesia masih banyak membutuhkan butil asetat sebagai bahan baku produksi. Dari data tabel 1.2 ekspor butil asetat diatas kemudian dilakukan regresi polinomial untuk memprediksi ekspor butil asetat pada tahun 2025 oleh Indonesia. Data ekspor serta regresi polinomial ditunjukkan dalam gambar 1.2 berikut :



**Gambar 1.2** Regresi Polinomial Ekspor Butil Asetat

Berdasarkan pada gambar 1.2 didapatkan persamaan :

$$y=125.8410x^2 - 507,382.1156x + 511,433,031.9719$$

dengan,

y= Ekspor butil asetat

x= Tahun ke-n

dengan menggunakan persamaan diatas, maka diperoleh ekspor butil asetat oleh Indonesia pada tahun 2025 sebesar 10998.5069 Ton/tahun.

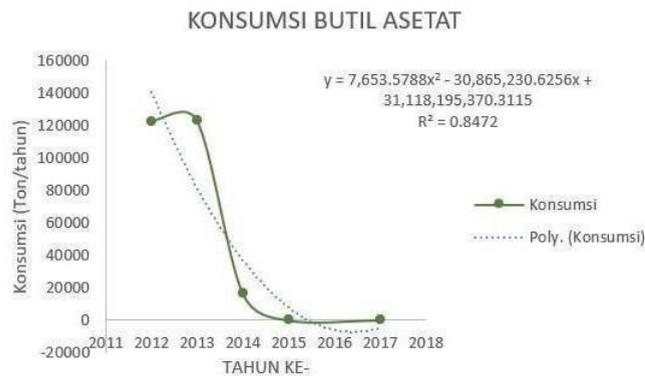
### 1.4.1.3. Data Konsumsi Butil Asetat di Indonesia

Konsumsi butil asetat di Indonesia mengalami fluktuatif tiap tahunnya. Hal ini didasarkan pada data Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku oleh Badan Pusat Statistik pada tahun 2012-2017 sebagai berikut :

**Tabel 1.3** Konsumsi Butil Asetat di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (Ton/tahun)
1	2012	122371.856
2	2013	122484.471
3	2014	16691
4	2015	19.788
5	2017	26.771

Dari data tabel 1.3 konsumsi butil asetat diatas kemudian dilakukan regresi polinomial untuk memprediksi konsumsi butil asetat pada tahun 2025 di Indonesia. Data konsumsi serta regresi polinomial ditunjukkan dalam gambar 1.3 sebagai berikut:



**Gambar 1.3** Regresi Polinomial Konsumsi Butil Asetat

Berdasarkan gambar 1.3 didapatkan persamaan :

$$y = 7,653.5788x^2 - 30,865,230.6256x + 31,118,195,370.3115$$

dengan,

x= Konsumsi butil asetat

y= Tahun ke-n

dengan menggunakan persamaan diatas, maka diperoleh konsumsi butil asetat di Indonesia pada tahun 2025 sebesar **559920.2215 Ton/tahun.**

#### 1.4.1.4. Produksi Butil Asetat di Indonesia

Di Indonesia sekarang ini pabrik yang memproduksi butil asetat adalah PT. Continental Solvindo / Buana Solvindo dengan kapasitas 20,000 Ton/tahun.

Berdasarkan data impor, ekspor, konsumsi serta produksi butil asetat pada tahun 2025, maka dapat digunakan dalam menentukan peluang kapasitas pabrik butil asetat yang dapat dibangun pada tahun 2025 dengan persamaan :

$$\text{Peluang} = \text{Demand} - \text{supply}$$

$$\text{Peluang} = (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Impor} + \text{Produksi})$$

$$= (570918.7311 - 44044.4724) \text{ Ton/tahun}$$

$$\text{Peluang} = \mathbf{526874.258 \text{ Ton/tahun}}$$

### 1.4.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang dibutuhkan dalam pembuatan butil asetat adalah butanol dan asam asetat dengan bantuan katalis asam sulfat. Kebutuhan bahan baku dan juga katalis dipenuhi oleh pabrik-pabrik yang ada di Indonesia

**Tabel 1.4** Sumber bahan baku dan katalis

No	Produk	Nama Pabrik	Kapasitas
1	Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH) Kemurnian 99%	PT. Petro Oxo Nusantara Gresik	100.000 MT/tahun
2	Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH) Kemurnian 99,8%	PT. Indo Acidatama Tbk Surakarta	33.000 Ton/tahun
3	Amberlyst 15 Kemurnian 99%	Jinan Boss Chemical Industry Co., Ltd. China	Supplier

### 1.4.3 Kapasitas Pabrik Butil Asetat di Luar Negeri

Dalam penentuan kapasitas pabrik juga perlu ditinjau dari kapasitas produksi butil asetat yang sudah terpasang baik dari luar negeri ataupun dalam negeri sebagai pertimbangan penentuan kapasitas pabrik baru. Berdasarkan data dari independent Chemical Information Service / ICIS terkait produksi butil asetat sebagai berikut:

**Tabel 1.5** Kapasitas Produksi Butil Asetat di Asia dan Eropa

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/tahun)
Oxea	Mari, Germany	100.000
INEOS	Antwerp, Belgium	95.000
BASF	Ludwigshafen, Germany	90.000
Dmitrievsky Chemical Plant	Kineshman, Russia	36.000
Solvent Wistol	Oswiecim, Poland	18.000
Azot Nevinnamoyssk	Nevinnomyssk, Russia	18.000
Carbohim	Moloma, Russia	6.000
Wuxi Baichuan	Jiangyin, Jiangsu, China	200.000
Wuxi Baichuan	Nantong, Jiangsu, China	200.000
Jiangmen Handsome	Taixing, Jiangsu, China	150.000
Jiangmen Handsome	Jiangmen, Guangdong, China	120.000
Jiangmen Handsome	Huozhou, Guangdong, China	100.000
Yankuang Guotai	Tengzhou, Shandong, China	100.000
Jinyimeng	Linshu, Shandong, China	60.000
Shiny	Kaohsiung, Taiwan	60.000
Weifang Yixing	Weifang, Shandong, China	50.000
Petronas	Kerteh, Terengganu, Malaysia	50.000
Foshan Shunde Shunguan	Shunde, Guangdong, China	40.000
Celanese siangapore	Sakra, Singapore	40.000
KH Neochem	Yokkaichi, Mie Pre, Japan	40.000
Chang Chun	Miao-Li, Taiwan	40.000
Korea Alcohol Industri	Ulsan, South Korea	25.000
Daicel	Otake, Hiroshima Pref, Japan	22.000
Continental Solvindo	Cilegon, Indonesia	20.000

#### **1.4.4 Kapasitas Pabrik Butil Asetat**

Konsumsi butil asetat di Indonesia diperkirakan akan meningkat setiap tahunnya akibat adanya pengembangan ataupun pembangunan industri-industri di Indonesia yang didasarkan pada data dari Badan Pusat Statistik. Hal ini juga selaras dengan perhitungan peluang kapasitas pabrik yang dapat didirikan berdasarkan data impor, ekspor, konsumsi serta produksi butil asetat sebesar 526874.258 Ton/tahun.

Kapasitas produksi butil asetat baik di Asia ataupun Eropa menunjukkan bahwa kapasitas pabrik butil asetat sebaiknya berada diatas 20.000 Ton/tahun dan berada dibawah 200.000 Ton/tahun.

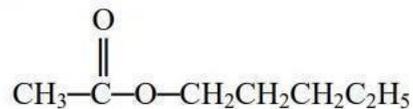
Berdasarkan data peluang kapasitas pabrik butil asetat, ketersediaan bahan baku serta kapasitas pabrik butil asetat yang sudah ada baik di Asia ataupun eropa, maka dapat direncanakan kapasitas perancangan pabrik butil asetat sebesar 30.000 Ton/tahun dengan pertimbangan :

1. Memenuhi kebutuhan butil asetat di Indonesia, sehingga dapat mengurangi angka impor dari negara lain.
- 2 Mendorong adanya pembangunan serta pengembangan industri yang menggunakan bahan baku butil asetat.
- 3 Membuka lapangan pekerjaan baru, sehingga dapat mengurangi angka pengangguran di Indonesia.

## 1.5 Tinjauan Pustaka

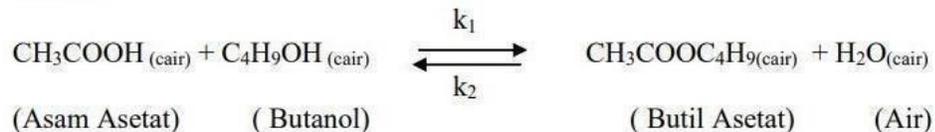
Acetic acid n-butyl ester merupakan salah satu nama dagang dari n-butyl acetate, Butil asetat merupakan salah satu bentuk dari ester asam karboksilat. Ester asam karboksilat B suatu senyawa yang mengandung gugus  $-CO_2R$  dimana R tersebut dapat berbentuk alkil maupun aril. Suatu ester karboksilat dapat dihasilkan dengan meraksikan asam karboksilat dengan alkohol dan akan membentuk ester dan air, reaksi diatas disebut juga dengan reaksi esterifikasi. Reaksi esterifikasi merupakan reaksi yang bersifat reversible dan reaksi kesetimbangan harus digeser kearah pembentukan ester untuk meningkatkan nilai rendemen dari ester, salah satunya dengan memperbanyak salah satu bahan baku yang harganya murah (Fessenden & Fessenden, 1999).

Butil asetat merupakan senyawa yang diperoleh dari reaksi esterifikasi secara batch ataupun kontinyu asam asetat dan butanol. Butil asetat berbentuk cairan tak berwarna dengan karakteristik berasa dan berbau buah. Rumus kimia dari butil asetat  $CH_3CO_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ , dengan bentuk molekul butil asetat sebagai berikut :



**Gambar 1.4** Bentuk Molekul Butil Asetat

Pembuatan butil asetat menggunakan asam organik dengan mereaksikan asam asetat dan butanol. Hasil dari reaksi diatas berupa butil asetat dan air.



**Gambar 1.5** Reasi Pembuatan Butil Asetat

Kelebihan dari reaksi diatas reaksi dapat berjalan pada suhu dan tekanan rendah, bahan baku tidak bersifat bercun, serta reaksinya reversible akan memberikan kemudahan dalam mengontrol reaksi yang terjadi. Kekurangan dari reaksi diatas adalah menghasilkan hasil samping berupa H<sub>2</sub>O.

Dalam suatu reaksi, untuk mendapatkan konversi reaksi yang tinggi maka terdapat kondisi operasi yang harus diatur sedemikian rupa. Berikut beberapa factor yang dapat mempengaruhi laju reaksi esterifikasi serta konversi antara lain:

a. Waktu Reaksi

Konversi reaksi akan meningkat dengan meningkatnya waktu reaksi. Hal ini dikarenakan dengan semakin lamanya waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar pereaksi akan semakin besar.

b. Temperatur Reaksi

Pada reaksi pembuatan butil asetat dengan bahan baku asam asetat dan butanol mengalami peningkatan konversi produk dengan meningkatnya suhu, hal ini dikarenakan dengan meningkatnya suhu tumbukan reaksi yang terjadi lebih sering terjadi karena energi aktivasi yang besar akan banyak memutuskan ikatan dan membentuk menjadi suatu produk sehingga konversi reaksi menjadi besar (Sert, E dkk, 2010).

Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius dimana apabila temperature naik maka harga k akan mengalami kenaikan dan reaksi berlangsung lebih cepat serta nilai konversi reaksi yang dihasilkan besar.

c. Pengaruh Rasio Molar Pereaksi

Amrit Pal Toor, dkk mempelajari bahwa dengan meningkatnya ratio molar pereaksi sebesar 1:5 akan meningkatkan konversi hingga 95% dengan waktu 90 menit. Hasil dari observasi diatas mengenai pengaruh rasio molar awal alkohol dan asam

asetat menunjukkan bahwa konversi reaksi akan meningkat dengan menggunakan alkohol berlebih.

#### d. Catalyst Loading

Emine Sert, dkk mempelajari bahwa dengan meningkatnya konsentrasi katalis maka konversi reaksi juga akan mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan dengan meningkatnya konsentrasi katalis maka akan meningkatkan jumlah gugus fungsi resin, yang akan menyebabkan peningkatan kecepatan reaksi.

#### e. Katalis

Katalisator berguna untuk mempercepat terjadinya suatu reaksi, sehingga dengan penambahan katalis dalam reaksi esterifikasi pembuatan butil asetat akan meningkatkan kecepatan reaksi esterifikasi. Secara umum katalis terbagi menjadi 2 yaitu :

- Katalis Homogen

Merupakan katalis yang memiliki fase yang sama dengan reaksi campuran, dalam pembuatan butil asetat maka katalis homogen yang sering digunakan adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan asam klorida ( $HCl$ ) berada dalam fase cair. Meskipun dengan menggunakan katalis homogen memberikan keuntungan yaitu hasil reaksi yang relative tinggi dalam waktu reaksi yang singkat karena efek katalitik yang kuat. Namun penggunaan katalis homogen lebih banyak menghasilkan kerugian seperti, adanya kemungkinan toksisitas, menimbulkan korosi pada alat- alat proses, serta menimbulkan kontaminasi pada produk sehingga harus ada proses netralisasi dan Langkah-langkah pemurnian produk hilir (Melfi, D. T dkk, 2020).

- Katalis Heterogen

Merupakan katalis yang memiliki fase berbeda dengan reaksi campuran (bisa dalam bentuk padatan, padat-cair, padat-gas, padat/cair/gas) dalam pembuatan butil asetat maka katalis heterogen yang sering digunakan adalah Amberlyst 15, Dowex yang berada dalam fase padatan. Katalis heterogen memiliki banyak kelebihan diantaranya: tidak menimbulkan korosi dan beracun, mudah untuk dipisahkan dari produk sehingga dapat menekan biaya peralatan, meningkatkan perolehan kemurnian produk, beberapa katalis heterogen beroperasi dalam kondisi ringan sehingga proses reaksi lebih aman dan ekonomis serta dapat digunakan kembali (recovery) (Melfi, D. T dkk, 2020).

Katalis Amberlyst 15 dipilih sebagai katalisator pembuatan butil asetat ini dikarenakan :

- Tidak menimbulkan korosi dan beracun
- Memiliki stabilitas kimia dan termal yang baik
- Reaksi yang menggunakan acid regenerated cation exchangers umumnya akan menghasilkan konversi serta selektivitas produk ester yang relative besar.

Pada proses pembuatan butil asetat dari asam asetat ini berlangsung dengan reaksi esterifikasi dan menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) serta menggunakan bantuan katalis Amberlyst 15.

Gangadwala et al mendapatkan konversi reaksi 60% dengan menggunakan perbandingan molar asam asetat dan butanol sebesar 1:1, kemudian perbandingan molar antara asam asetat dan butanol dinaikkan sebesar 1:5 mendapatkan konversi reaksi lebih dari 80% pada waktu reaksi keduanya 50 menit. Gangadwala et al juga menjelaskan bahwa konversi reaksi akan mengalami kenaikan dari 50% menjadi 80% pada waktu reaksi 90 menit dengan perbandingan molar asam asetat dan butanol sebesar 1:1 menjadi 1:3.

Amrit Pal Toor, dkk juga menjelaskan bahwa pada waktu reaksi 90 menit didapatkan konversi reaksi untuk perbandingan molar asam asetat dan butanol 1:3 sebesar 93% dan akan mengalami peningkatan konversi lebih dari 95% untuk perbandingan molar asam asetat dan butanol 1: 5 dengan waktu reaksi yang sama. Dari hasil pengamatan diatas maka dapat disimpulkan bahwa konversi reaksi akan mengalami peningkatan apabila menggunakan perbandingan molar antara asam asetat dan alkohol yang berlebih.



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2. 1 Spesifikasi Bahan Baku

##### 2.1.1 Butanol

###### a. Sifat Fisika

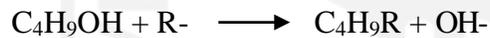
- Rumus molekul :  $C_4H_9OH$
- Wujud : Cair (30oC, 1 atm)
- Kenampakan : Bening
- Berat Molekul : 74,12 g/mol
- Titik didih : 117°C
- Titik beku : -89°C
- Titik nyala : 34°C
- Temperatur kritis : 289,8 °C
- Tekanan kritis : 43,55 atm
- Volume kritis : 0,275 m<sup>3</sup>/kmol
- Sp gr : 0,810
- Densitas : 0,81 g/ml
- Kelarutan dalam air (20oC) : 7,8 g/100g
- Kemurnian : 99%
- Impurities : 1% air

- $\Delta H_0$  : -78,393 kcal/mol
- Sinonim : 1-Butanol, n-Butanol, Butil alcohol
- Solubilityin : Alkohol, eter, dan pelarut organic
- Solubility (25oC) : 7,46E+04
- Keterangan :
  - Mudah menyala, terbakar, menguap, dan mengiritasi
  - Menyebabkan polusi air pada konsentrasi 1000 ppm/24 jam

(Perry, 1997)

### b. Sifat Kimia

#### 1. Reaksi butanol dengan alkil halide



#### 2. Karbonasi

Reaksi antara butanol dengan



#### 3. Dehidrasi

Butil alcohol direaksikan dengan asam sulfat akan membentuk butyl asam sulfat.



Bila butyl alcohol pada temperature tinggi dengan asam sulfat akan membentuk butyl eter

#### 4. Oksidasi

Reaksi dengan sodium dikromat, butyl alcohol akan teroksidasi membentuk butiraldehid.

(Krick-Othmer, 1979)

#### 2.1.2 Asam Asetat

##### a. Sifat Fisika

- Rumus molekul :  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- Wujud : Cair (30°C, 1 atm)
- Kenampakan : Bening
- Berat Molekul : 60,05 g/mol
- Titik didih : 118,1°C
- Titik beku : 16,7°C
- Titik nyala : 39°C
- Temperatur kritis : 321,67°C
- Tekanan kritis : 57,1 atm
- Volume kritis : 0,179 m<sup>3</sup>/kmol
- Sp gr : 1,049
- Densitas : 1,049 g/ml
- Kelarutan dalam air : Terlarut
- Kemurnian : 99,8%

- Impurities : 0,2% air
- $\Delta H_f^0$  : -115,56 kcal/mol
- Sinonim : Asam etanoat, asam cuka
- Solubilityin :

Mudah larut dalam air dingin, air panas, larut dalam dietil eter, aseton, gliserol, alcohol, benzene, karbon, tetraklorida, tidak larut dalam karbon disulfida

- Solubility (25oC) : 1,00E+06
- Keterangan :
  - Mudah terbakar, korosif
  - Menyebabkan poludi air pada konsentrasi 75 ppm/96 jam

(Perry, 1997)

## b. Sifat Kimia

### 1. Esterifikasi

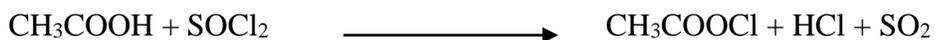
Asam asetat direaksikan dengan butanol membentuk butyl asetat

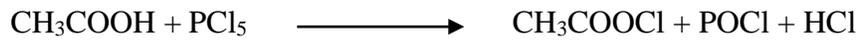


### 2.Reaksi asam asetat dengan diazomethane

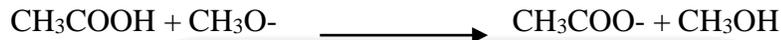


### 3. Asam asetat dengan thionyl klorida, phosphorus pentaklorida, dan phosphorus tribromida





4. Asam asetat dengan sodium methoxide



(Krick- Othmer, 1979)

## 2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu

### 2.2.1 Amberlyst 15

#### a. Sifat Fisika

- Bentuk ion : H<sup>+</sup>
- Wujud : padat (25°C, 1 atm)
- Struktur : Styrene-divinylbenzene, macroporous
- Tipe : Strong acid cation
- Functional Group : Sulfonic acid (SO<sub>3</sub> H)
- Densitas : 1,2 g/ml (25°C)
- Konsentrasi : ≥ 4,7 eq/kg
- Catalyst Volatiles : ≤ 1,0%
- Luas permukaan : 53 m<sup>2</sup>/gr
- Ukuran : 0,3-0,425 mm
- Diameter pori : 300 Å
- Total Volume pori : 0,4 cc/gr

- Maksimal suhu operasi : 120°C (250°F)
- Minimum bed depth : 600 mm (24 inches)
- Laju alir operasi : 1-5 BV/h (LHSV)
- Batas penurunan tekanan : 1 bar (15 psig)
- Umur katalis : 2 tahun

(Rhom and Haas Company)

### 2.3 Spesifikasi Produk

#### 2.3.1 Butil Asetat

##### a. Sifat Fisika

- Rumus molekul :  $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$
- Wujud : Cair (30°C, 1 atm)
- Kenampakan : Jernih
- Berat Molekul : 116,16 g/mol
- Titik didih : 126°C
- Titik beku : -76,3°C
- Titik nyala : 27°C
- Temperatur kritis : 305,9°C
- Tekanan kritis : 31 atm
- Volume kritis : 0,389 m<sup>3</sup>/kmol
- Sp gr : 0,882

- Densitas : 0,88 g/ml
- Kelarutan dalam air : 5,3 g/L
- Kemurnian : 98%
- Impurities : 21%
- $\Delta H_0$  : -145,7
- Sinonim : Butil etanoat
- Salubilityin : Pelarut organik
- Keterangan :

Mudah terbakar, mengiritasi, pencemaran perairan pada konsentrasi 44 ppm/48 jam

(Perry, 1997)

## b. Sifat Kimia

### 1. Hidrolisis asam

Butil Asetat terhidrolisis berkatalis asam menjadi asam asetat dan butanol, dengan menggunakan air berlebihan untuk mendorong kesetimbangan ke arah asam asetat dan butanol.



### 2. Hidrolisis basa (penyabunan)

Reaksi berlangsung dalam suasana basa, hasil penyabunan ialah garam karboksilat. Asam bebas akan diperoleh bila larutan itu diasamkan.

Penyabunan :



### 3. Amonolisis

Butil asetat bereaksi dengan amonia berair menghasilkan amida.



### 4. Trans esterifikasi

Reaksi transesterifikasi beranalogi langsung dengan hidrolisis dalam asam atau basa. Karena reaksi itu reversibel, biasanya digunakan alkohol awal secara berlebihan.



(Kirk-Othmer, 1952)

## 2.3.2 Air

### a. Sifat Fisika

- Rumus molekul : H<sub>2</sub>O
- Wujud : Cair
- Kenampakan : Bening
- Berat molekul : 18 g/mol
- Titik didih, 1 atm : 100°C
- Titik beku, 1 atm : 0°C
- Temperatur kritis : 374,1°C
- Tekanan kritis : 218,3 atm

- Sp gr : 0,998
- Densitas : 1 g/ml
- Solubility in :

Larut dalam asam asetat. Larut dalam aseton. Larut dalam amonia. Larut dalam amonium klorida. Larut dalam etanol. Larut dalam gliserol. Larut dalam asam klorida. Larut dalam metanol. Larut dalam asam nitrat. Larut dalam asam sulfat. Larut dalam larutan natrium hidroksida. Larut dalam propilen glikol.

(LabChem Inc)

**b. Sifat Kimia**

Air merupakan pelarut universal karena dapat melarutkan berbagai zat kimia.

(Perry and Green 7th ed,1997)

## **2.4 Pengendalian Kualitas**

Pengendalian kualitas merupakan aktifitas pengendalian proses untuk mengukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkan dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dengan yang standar. Tujuan dari pengendalian kualitas adalah untuk mengendalikan kualitas produk atau jasa yang dapat memuaskan konsumen.

### **2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Pengendalian kualitas pada bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses seperti kemurnian dan kandungan dari bahan. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan Asam asetat dan Butanol dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada supplier.

### **2.4.2 Pengendalian Kualitas Produk**

Proses produksi adalah suatu kegiatan yang terpenting dalam perjalanan produksi di semua industri. Kelancaran proses produksi sangat dipengaruhi oleh sistem produksi yang sebelumnya telah dipersiapkan. Setiap jenis sistem produksi memerlukan proses perencanaan dan pengendalian yang berbeda. Setiap jenis industri juga mempunyai kekurangan dan kelebihan. Pengendalian produksi inilah yang bertujuan agar aktivitas produksi berjalan seefektif dan seefisien mungkin. Untuk mencapai kelancaran dan memperoleh produk yang sesuai dengan spesifikasi diperlukan pula pengendalian proses produksi yang nantinya akan mengendalikan seluruh komponen penting dalam suatu industri. Pengendalian jalannya proses produksi dilakukan dengan bantuan alat kontrol otomatis yang pengaturannya berpusat di ruangan kontrol. Alat control ini memiliki indikator yang sudah ditetapkan nilainya (set point). Jika terjadi penyimpangan, indicator tersebut dapat memberikan tanda seperti bunyi alarm atau

lampu yang kemudian akan dikembalikan sesuai dengan kondisi awal secara otomatis. Beberapa alat control yang umum digunakan pada suatu industri yaitu, flow control, level control, ratio control, dan pressure control.

### 1. Flow Controller

Flow controller adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengendalian terhadap laju alir. Karakteristik dari lingkaran pengendalian laju alir ini dipengaruhi oleh beberapa factor diantaranya adalah

- a) Fase dari aliran tersebut (cair, gas, dan padat)
- b) Metode pengukuran laju alir
- c) Korelasi antara elemen kendali dan perpipaan
- d) Jenis pengendali

Berbeda dari pengendalian yang lain, pada pengendali laju alir ini tidak diperlukan positioner. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan kinerja pengendalian. Hal ini disebabkan dari interaksi antara positioner dan katup kendali yang jika mendapat tekanan akan mengurangi kepekaan dari pengendali. Laju alir diukur dengan pelat orifice. Jika terdapat beda tekanan yang melintasi orifice, maka sinyal pengukuran sebanding dengan akar laju alir menambah ketidaklinieran lingkaran pengendalian. Pada katup kendali jenis persentase sama akan menghasilkan perubahan besar pada gain proses sepanjang rentang bukaan katup. Pengendalian laju alir umumnya ditala dengan gain rendah (proportional band) lebar dan waktu integral yang kecil.

### 2. Level Controller

Umumnya alat ini dipasang pada tangki cairan pada bagian tangki. Fungsi alat ini adalah untuk mengatur tingkat ketinggian dari suatu alat. Pengendalian level secara umumnya mengendalikan proses dari integrator. Hal ini dikarenakan cairan yang terakumulasi merupakan jumlah (integral) dari perbedaan antara aliran masuk dan keluar. Kenyataannya, tinggi permukaan umumnya bukan sebagai penentu laju alir yang masuk ataupun keluar. Pengendalian level ini tidak terlalu kritis. Hanya menjaga level rata-rata selama periode waktu yang panjang disbanding pengendalian yang teliti

dari waktu ke waktu. Alat ini memanfaatkan sinyal pneumatic yang nantinya akan diubah menjadi arus listrik yang akan dikirimkan menuju control valve. Jika terdapat gangguan nantinya katup akan terbuka atau tertutup secara otomatis.

### 3. Ratio Controller

Alat ini berfungsi untuk mengatur aliran yang bercabang agar ratio perbandingan tiap aliran sama. Ratio controller ini dihubungkan dengan flow controller dengan memanfaatkan sinyal elektrik yang akan mengirimkan perintah kepada flow controller jika terdapat gangguan.

### 4. Temperature Controller

Pengendali suhu bertolak belakang dengan pengendali laju alir. Pada pengendali suhu ini relatif lebih lambat. Umumnya pengendalian suhu ini memiliki gain proses yang berbanding terbalik dengan aliran proses. Ujung depan yang berfungsi sebagai sensor pada temperature controller adalah termokopel. Jika terjadi gangguan, termokopel ini mampu mengukur variable proses yang kemudian dikirimkan oleh transmitter dan diumpan balikkan ke pengendali. Sinyal pengukuran yang diumpan balikkan dikurangkan dari setpoint untuk menghasilkan error. Oleh pengendali, error dihitung melalui algoritma tertentu untuk menghasilkan sinyal kendali. Sinyal kendali digunakan untuk melakukan aksi mekanik katup kendali yang nantinya akan mengubah manipulated variable.

### 5. Pressure Controller

Dalam pengendalian tekanan dapat dikelompokkan sebagai tekanan cair, uap dan gas. Untuk tekanan aliran dapat dibedakan atas pressure regulatornya dan back pressure regulator. Dikatakan pressure regulator jika sensor tekanan diletakkan pada bagian hilir tutup kendali. Sebaliknya, dikatakan back pressure regulator jika sensornya diletakkan pada bagian hulu katup kendali. Pengendalian tekanan cairan tidak umum dilakukan. Jika diperlukan, tekanan cairan dikontrol dengan mengatur aliran yang masuk dan keluar. Pengendalian tekanan ini serupa dengan pengendalian suhu.

Pengendalian proses produksi bertujuan untuk mengendalikan aliran material ke dalam, di dalam dan keluar pabrik sehingga posisi keuntungan optimal yang merupakan target awal dari perusahaan bisa tercapai. Dilakukan pengendalian bermaksud untuk memanfaatkan sumber daya produksi yang terbatas secara efektif, terutama dalam upaya memenuhi kebutuhan konsumen dan menciptakan profit bagi perusahaan. Oleh karena itu perencanaan dan pengendalian penting dilakukan sebagai hasil evaluasi untuk berkembangnya suatu perusahaan. Pada pabrik butyl acetate ini memiliki 2 pengendalian kualitas yang sesuai dengan prinsip Sofjan Assauri (1998 : 210) yaitu :

(i) Pengendalian selama pengolahan/proses

Dengan mengambil sampel produk dan dilanjutkan dengan pengecekan statistic untuk melihat apakah proses bisa dimulai dengan baik atau tidak. Pengendalian terhadap proses ini termasuk pengendalian atas bahan bahan baku yang akan digunakan selama proses

(ii) Pengendalian atas barang hasil yang sudah melewati tahap proses

Walaupun sudah ada pengendalian terhadap proses, tetapi hal ini tidak dapat menjamin bahwa tidak ada produk yang kurang baik ataupun tercampur dengan produk lain. Untuk menjaga agar hasil produk sesuai dengan spesifikasi sehingga tidak ada produk yang kurang baik lolos dan jatuh ke tangan konsumen diperlukan adanya pengendalian kualitas atas produk akhir.

### 2.4.3 Pengendalian Waktu

Agar produktivitas kerja dan target produksi dapat dicapai, tentunya pabrik harus beroperasi selama 24 jam penuh. Perlunya sumber daya manusia untuk melakukan pengawasan pada pabrik yang beroperasi 24 jam penuh. Dalam kasus ini, pabrik harus memberlakukan shift kerja untuk mengoptimalkan hasil kerja. Sistem shift kerja ini dapat mempengaruhi produktivitas kerja dikarenakan dapat mengurangi tingkat kelelahan dari pekerja. Selain itu perlu dilakukan rotasi jam kerja. Hal ini penting untuk meningkatkan kemampuan kinerja pekerja.



## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1. Uraian Proses

Pada perancangan pabrik Butil Asetat dengan menggunakan bahan baku Butanol dan Asam Asetat serta menggunakan bantuan katalisator Amberlyst 15 ini secara keseluruhan proses dibagi menjadi tiga unit, yaitu :

- a. Unit persiapan bahan baku serta bahan pembantu
- b. Unit reaksi
- c. Unit pemisahan produk dan pemurnian produk

##### 3.1.1 Unit Persiapan Bahan Baku dan Bahan Pembantu

###### 1. Butanol ( $C_4H_9OH$ )

Bahan baku butanol yang digunakan dalam proses pembuatan butil asetat ini digunakan butanol dengan kemurnian 99%. Butanol ( $C_4H_9OH$ ) disimpan dalam fase cair pada tangki penyimpanan (T-01) dengan suhu 30C dan tekanan 1 atm serta kapasitas tangki penyimpanan dapat digunakan untuk proses satu minggu. Butanol dari tangki penyimpanan (T-01) dipompa dengan pompa (P-01) untuk dialirkan ke dalam heater (HE-01) yang berfungsi untuk menaikkan suhu butanol dari 30C menjadi 93C sebelum dimasukkan ke dalam reaktor (R-01) dengan jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB).

###### 2. Asam Asetat ( $CH_3COOH$ )

Bahan baku asam asetat yang digunakan dalam proses pembuatan butil asetat ini digunakan asam asetat dengan kemurnian 99,8%. Asam asetat ( $CH_3COOH$ ) disimpan dalam fase cair pada tangki penyimpanan (T-02) dengan suhu 30C dan tekanan 1 atm serta kapasitas tangki penyimpanan dapat digunakan untuk proses satu minggu. Asam

asetat dari tangki penyimpanan (T-02) dipompa dengan pompa (P-02) untuk dialirkan ke dalam heater (HE-02) yang berfungsi untuk menaikkan suhu asam asetat dari 30C menjadi 93C sebelum dimasukkan ke dalam reaktor (R-01) dengan jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB).

### 3. Katalis Amberlyst 15

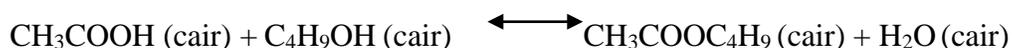
Bahan pembantu pada proses pembuatan butil asetat ini adalah menggunakan katalis Amberlyst 15. Amberlyst 15 yang digunakan pada proses ini berbentuk butiran dengan kemurnian 99%. Amberlyst 15 disimpan dalam fase padatan pada tangki silo (S-01) dengan suhu 25C dan tekanan 1 atm serta kapasitas tangki penyimpanan dapat digunakan untuk proses satu minggu. Amberlyst 15 dari tangki silo (S-01) diangkut menggunakan Screw Conveyor (SC-01) untuk dimasukkan ke dalam reaktor (R-01) dengan jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB).

#### 3.1.2 Tahapan Reaksi

Pada perancangan pabrik pembuatan butil asetat ini menggunakan rasio perbandingan molar bahan baku Asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) dan Butanol ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ) 1:5 serta menggunakan katalis Amberlyst 15 11% dari total umpan. Setelah proses persiapan bahan baku serta bahan pembantu maka dimasukkan ke dalam reaktor (R-01) dengan jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) lalu diumpankan Kembali dengan menggunakan pompa (P-03) ke dalam reaktor (R-02) dengan jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang dilengkapi dengan jaket pendingin untuk menjaga agar suhu stabil pada 93C. Reaksi dalam reaktor terjadi pada suhu 93C dan tekanan 1 atm selama 1,5 jam berlangsung secara eksotermis dalam fase cair-cair.

Reaksi yang terjadi yaitu :

Katalis Amberlyst 15



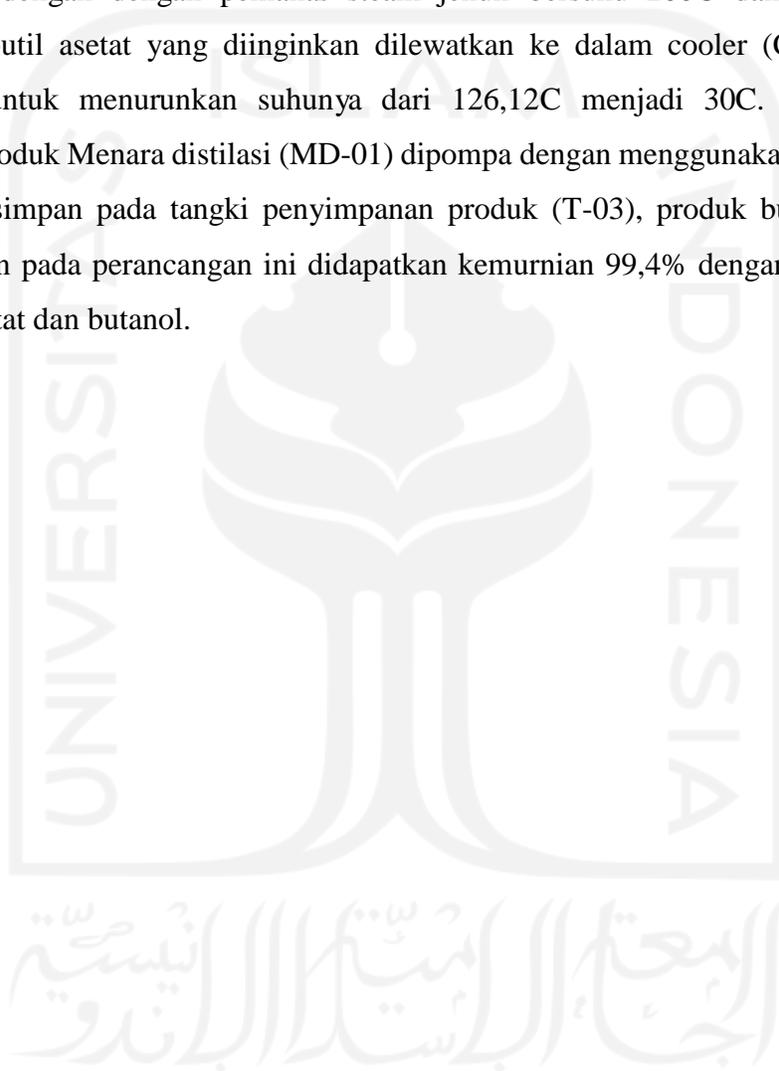
Reaksi pada reaktor (R-01) diperoleh konversi sebesar 78% . Produk keluar dari reaktor (R-01) kemudian dialirkan menggunakan pompa (P-03) menuju reaktor (R-02) untuk memperoleh konversi akhir sebesar 95%. Produk keluar dari reaktor (R-02) kemudian dialirkan menggunakan pompa (P-04) menuju cooler (CL-01) untuk menurunkan suhunya dari 93°C menjadi 40°C kemudian untuk memisahkan Filtrate dengan larutan lain dari Reaktor (R-02) yaitu dengan memasukkannya ke dalam Filter (F-01) pada kondisi 40°C dan tekanan 1 atm. Produk yang menjadi keluaran atas Filter lalu akan diangkat menggunakan Screw Conveyor (SC-02) untuk dimasukkan ke dalam Rotary Dryer (RD-01) dengan kondisi 40°C pada tekanan 1 atm. Pada rotary dryer akan diumpankan pemanas berupa udara yang dimasukkan kedalam blower (BL-01) kemudian masuk kedalam filter bag (FB-01) untuk disaring kemudian masuk kedalam (HE-04) untuk dipanaskan dari 35C menjadi 130C. Untuk produk yang menjadi keluaran bawah dari Filter akan diangkat menuju Menara Destilasi (MD-01). Sedangkan keluaran atas Rotary Dryer (RD-01) berupa Amberlyst-15 akan reflux menuju ke Reaktor (R-01), proses pengangkutan ini akan dibantu dengan menggunakan Cooling Conveyor (CC-01) dan keluaran bawah (RD-01) akan dibuang ke UPL menggunakan pompa (P-10).

### **3.1.3 Unit pemisahan Produk dan Pemurnian Produk**

Produk keluaran bawah Filter (F-01) selanjutnya dialirkan menggunakan pompa (P-05) menuju heater (HE-03) yang berfungsi untuk meningkatkan suhu produk dari 40C menjadi 114,7C yang selanjutnya akan diumpankan ke dalam Menara distilasi (MD-01) pada suhu 114,7C dan tekanan 1 atm. Hasil atas Menara distilasi (MD-01) berada pada kondisi operasi 115,16C dan tekanan 1 atm, kemudian diembunkan di dalam condenser (CD-01) dengan menggunakan pendingin air pada suhu 25C. Selanjutnya hasil keluaran dari condenser (CD-01) disimpan sementara di dalam accumulator (ACC-01) untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar selama 10 menit dengan kondisi operasi berada pada suhu 93C dan tekanan 1 atm. Pada ACC-01 terdapat perpisahan dua fase fasa berat yang akan dibuang ke UPL dengan menggunakan pompa (P-09) dan yang kemudian akan dialirkan sebagian untuk di

reflux ke dalam Menara distilasi (MD-01) sebagian hasil yang diinginkan akan di *recycle* menuju reaktor (R-01) menggunakan pompa (P-08)

Sedangkan hasil bawah Menara distilasi (MD-01) dengan kondisi operasi 126,12C dan tekanan 1 atm diumpankan ke boiler untuk menguapkan sebagian hasilnya dengan pemanas steam jenuh bersuhu 200C dan sebagian hasil produk butil asetat yang diinginkan dilewatkan ke dalam cooler (CL-02) terlebih dahulu untuk menurunkan suhunya dari 126,12C menjadi 30C. Kemudian hasil bawah produk Menara distilasi (MD-01) dipompa dengan menggunakan pompa (P-07) untuk disimpan pada tangki penyimpanan produk (T-03), produk butil asetat yang dihasilkan pada perancangan ini didapatkan kemurnian 99,4% dengan hasil samping asam asetat dan butanol.



### 3.2. Spesifikasi Alat Proses

#### 1. Reaktor

**Tabel 3.1** Spesifikasi Reaktor

Kode	R-01	R-02
Fungsi	Mereaksikan Asam Asetat dan Butanol dengan bantuan katalis Amberlyst 15 menjadi Butil Asetat dan Air	Mereaksikan Asam Asetat dan Butanol dengan bantuan katalis Amberlyst 15 menjadi Butil Asetat dan Air
Jenis	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Bahan	<i>Stainless Stell SA 167 grade 11 type 316</i>	<i>Stainless Stell SA 167 grade 11 type 316</i>
Tekanan	1 atm	1 atm
Temperatur	93C	93C
<b>Diameter Reaktor</b>		
- Diameter <i>Shell</i>	1,45619 m	1,45619 m
- Tinggi <i>Shell</i>	1,45619 m	1,45619 m

- Tebal <i>Shell</i>	0,1875 in	0,1875 in
- Volume <i>Shell</i>	2,42396 m <sup>3</sup>	2,42396 m <sup>3</sup>
- Tinggi Reaktor	2,06650 m	2,06650 m
- Volume Reaktor	2,96097 m <sup>3</sup>	2,96097 m <sup>3</sup>
<b>Dimensi Head</b>		
- Tinggi <i>Head</i>	0,30516 in	0,30516 in
- Tebal <i>Head</i>	0.1875 in	0.1875 in
- Volume <i>Head</i>	0,5370 m <sup>3</sup>	0,5370 m <sup>3</sup>
<b>Pengaduk</b>		
- Jenis <i>Impeller</i>	<i>Turbin with 6 flat blade</i>	<i>Turbin with 6 flat blade</i>
- Jumlah <i>Impeller</i>	1 buah	1 buah
- Jumlah <i>Baffle</i>	4 buah	4 buah
- Diameter Pengaduk	0,48540 m	0,48540 m
- Tinggi Pengaduk	0,09708 m	0,09708 m
- Lebar Pengaduk	0,12135 m	0,12135 m
- Jarak Pengaduk	0,48540 m	0,48540 m
- Lebar <i>Baffle</i>	0,12135 m	0,12135 m

- Kecepatan Pengadukan	131,49422 rpm	131,49422 rpm
- <i>Power</i> Pengadukan	3 Hp	3 Hp
<b>Jaket Pendingin</b>		
- Bahan Jacket	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
- Diameter dalam Jacket	1,465718 m	1,465718 m
- Diameter luar Jacket	1,719718 m	1,719718 m
- Tinggi Jacket	1,45619 m	1,45619 m
- Tebal Jacket	0,375 in	0,375 in
- Beban Pendingin	546420,292 kJ/jam	546420,292 kJ/jam
- Luas Selubung Reaktor	6,65836 m <sup>2</sup>	6,65836 m <sup>2</sup>
Jumlah	1 Unit	1 Unit
Harga	\$ 750.800	\$ 750.800

## 2. Filter

**Tabel 3.2** Spesifikasi Filter

Kode	F-01
Fungsi	Memisahkan Amberlyst-15 ( <i>padatan/cake</i> ) dari komponen-komponen lainnya ( <i>cairan/filtrate</i> )
Jenis	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RDVF)
Bahan	<i>Stainless Steel</i> SA 167 grade 11 type 316
Tekanan	1 atm
Suhu	40 °C
- Diameter Filter	3,659 m
- Panjang Filter	4,878 m
- Luas permukaan Filter	56, 517 m <sup>2</sup>
<b>Waktu Siklus</b>	
- Tahap Filtrasi	11.,370 detik
- Tahap <i>dewatering</i>	86.0 detik
- Tahap <i>washing</i>	12.327tik
- <i>Second watering</i>	12.900 detik
Kecepatan Putar	1,328 rpm
<i>Power Blower</i>	0,05 Hp
Harga	\$ 875.600

### 3. Rotary Dryer

Tabel 3.3 Spesifikasi Rotary Dryer

Kode	RD-01
Fungsi	Mengurangi kadar cairan sehingga didapatkan Amberlyst-15 yang sesuai spesifikasi
Jenis	Direct contact counter current rotary dryer
Tekanan	1 atm
Suhu	40 °C
Waktu tinggal	1,1907 jam
<b>Spesifikasi</b>	
- Diameter	0,9665 m
- Panjang	13,402 m
- Tinggi Flight	0,0363 m
- Offset Flight	1 m
- Slop	0,556 m/m
Power	5.0 Hp
Kemiringan	4°
Harga	\$ 402.000

#### 4. Menara Distilasi

**Tabel 3.4** Spesifikasi Menara Distilasi

Kode	MD-01
Fungsi	Memisahkan Butil Asetat sebagai produk utama untuk disimpan pada tangki penyimpanan (T-03)
Kondisi Operasi Umpan Menara	
- Tekanan	1 atm
- Suhu	114,7 C
Kondisi Operasi Puncak Menara	
- Tekanan	1 atm
- Suhu	115,2 C
Kondisi Oprasi Dasar Menara	
- Tekanan	1 atm
- Suhu	126,1 C
Plate	
- Jenis	Seive Tray
- Total	73 buah
- Panjang Weir	2,719 m
- Diameter Hole	0,005 m
- Tebal	0,003 m
- Jumlah Lubang	38911
Dimensi Menara	
- Tinggi Menara	14,531 m
- Diameter	3,578 m
- Tebal Shell	0,4375 m
Diameter Head	
- Tebal head	0,375 in

- Tinggi head	0,686 m
Ukuran Pipa Pemasukan Umpan	
- ID	2,067 in
- OD	2,38 in
Ukuran Pipa Pengeluaran Uap Puncak	
- ID	23,25 in
- OD	24 in
Ukuran Pipa Pengeluaran Reflux Menara	
- ID	1,939 in
- OD	2,38 in
Ukuran Pipa Pengeluaran Dasar Menara	
- ID	0,957 in
- OD	1,32 in
Ukuran Pipa Pengeluaran Vapor Reboiler	
- ID	23,25 in
- OD	24 in
Jumlah	1 Unit
Harga	\$ 347.200

## 5. Condensor

Tabel 3.5 Spesifikasi Condensor

Kode	CD-01
Fungsi	Mengembunkan uap hasil atas Menara Distilasi (MD-01)
Jenis	<i>Shell and Tube Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless Stell SA 167 grade 11 type 316</i>
Beban Panas	30843485,92 Btu/jam
Luas Transfer Panas	135,9121346 m <sup>2</sup>
<i>Shell Side</i>	Fluida Panas : Uap dari MD-01
- ID	35 in
- Pass	1
<i>Tube Side</i>	Fluida Dingin : Air
- ID	1,15 in
- OD	1,25 in
- Pass	4
Koefisien Perpindahan Panas	

- UC	314,5299 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F
- UD	149,6156 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F
Faktor Kekotoran	
- Rd min	0,0030
- Rd terhitung	0,0035
Jumlah	1 Unit
Harga	\$ 378.000



## 6. Accumulator

Tabel 3.6 Spesifikasi Accumulator

Kode	ACC-01
Fungsi	Menampung Sementara hasil atas Menara Distilasi (MD-01) dengan waktu tinggal 10 menit sebelum Recycle Reaktor (R-01)
Jenis	Tangki Silinder Horizontal
Jenis Bahan	<i>Stainless Stell SA 167 grade 11 type 316</i>
Kondisi Operasi	
- Tekanan	1 atm
- Suhu	93 C
Dimensi Acuumulator	
- Diameter	1,558 m
- Panjang	9,346 m
- Volume	3,7326 m <sup>3</sup>
- Tebal <i>Shell</i>	0,25 in
- Tebal <i>Head</i>	0,1875 in
- Tinggi <i>Head</i>	0,31023 m
Jumlah	1 Unit
Harga	\$ 35.400

## 7. Reboiler

**Tabel 3.7** Spesifikasi Reboiler

Kode	RB-01
Fungsi	Menguapkan cairan hasil bawah menara distilasi (MD-01) pada suhu 126,12C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 200C
Jenis	<i>Kettle Reboiler</i>
Bahan	<i>Stainless Stell SA 167 grade 11 type 316</i>
Beban Panas	30946738,58 Btu/jam
Luas Transfer Panas	109,0657503 m <sup>2</sup>
<i>Shell Side</i>	
- ID	29 in
- Pass	1
<i>Tube side</i>	
- ID	1,25
- OD	1,15
- Pass	2
Koefisien Perpindahan Panas	
- UC	600 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F
- UD	200 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F
Faktor Kekotoran	
- Rd min	0,0030
- Rd terhitung	0,0033
Jumlah	1 Unit
Harga	\$ 127.800

## 8. Tangki Penampungan Amberlyst 15

Tabel 3.8 Spesifikasi Silo

Kode	S-01
Fungsi	Menyimpan katalis Amberlyst 15 untuk kebutuhan selama 7 hari dengan kapasitas penyimpanan 1683,274 kg/jam
Jenis	Silinder tegak dengan tutup datar dan alas berbentuk kerucut
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
Tekanan	1 atm
Temperatur	25 C
Diameter	6,005 m
Tinggi	12,009 m
Tebal	0,25 in
Volume	283,2664523 m <sup>3</sup>
Jumlah	1 Unit
Harga	\$ 85.400

## 9. Screw Conveyor

Tabel 3.9 Spesifikasi Screw Conveyor

Kode	SC-01	SC-02	CC-01
Fungsi	Mengangkut bahan baku Amberlyst 15 dari Tangki Silo (S-01) menuju Reaktor (R-01)	Mengangkut Amberlyst-15 hasil dari Filter (F-01) ke Rotary Dryer (RD-01)	Mengangkut hasil Recycle Rotary Dryer (RD-01) menuju ke Reaktor (R-01)
Jenis	<i>Horizontal</i>	<i>Horizontal</i>	<i>Horizontal</i>
Bahan	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Suhu	25C	25C	25C
Panjang	4,572 m	4, 572 m	4, 572 m
Diameter <i>Screw</i>	9 in	9 in	9 in
Kecepatan Motor	40 rpm	40 rpm	40 rpm
<i>Power Motor</i>	0,43 Hp	0,43 Hp	0,43 Hp
Jumlah	1 Unit	1 Unit	6 Unit
Harga	\$ 3.800	\$ 3.800	\$ 46.000

## 10 Tangki Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

**Tabel 3.10** Spesifikasi Tangki Bahan Baku dan Produk

Kode	T-01	T-02	T-03
Fungsi	Menyimpan bahan baku Butanol untuk kebutuhan selama 7 hari dengan kapasitas penyimpanan 458292.999 kg/jam	Menyimpan bahan baku Asam Asetat untuk kebutuhan selama 7 hari dengan kapasitas penyimpanan 353457.16 kg/jam	Menyimpan produk Butil Asetat keluaran Menara Distilasi (MD-01) untuk kebutuhan selama 7 hari dengan kapasitas penyimpanan 636363.638 kg/jam
Jenis	Tangki silinder tegak dengan <i>flat bottomed</i> dan atap <i>Conical</i>	Tangki silinder tegak dengan <i>flat bottomed</i> dan atap <i>Conical</i>	Tangki silinder tegak dengan <i>flat bottomed</i> dan atap <i>Conical</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Temperatur	30C	30C	30C
Diameter Tangki	13,7195 m	12,1951 m	15,2439 m
Tinggi Tangki	7,3171 m	4,8780 m	7,3171 m
Tebal Tangki	0,3125 in	0,25 in	0,31 in
Volume Tangki	1081,146 m <sup>3</sup>	569,492607 m <sup>3</sup>	1334,7483 m <sup>3</sup>

Tebal shell			
Plate 1	0,3125 in	0,25 in	0,3125 in
Plate 2	0,25 in	0,1875 in	0,25 in
Plate 3	0,25 in	0,1875 in	0,25 in
Tinggi <i>Head</i>	2,437367 m	2,444 m	3,055 m
Tebal <i>Head</i>	0,4375 in	0,375 in	0,4375 in
Diameter Pipa Umpan	1,61 in	1,049 in	1,049 in
Diameter Pipa Pengeluaran	17,25 in	17,25 in	23,25 in
Jumlah	1 Unit	1 Unit	1 Unit
Harga	\$ 584.000	\$ 475.000	\$ 748.000

## 11. Heat Exchanger

**Tabel 3.11** Spesifikasi *Heat Exchanger*

Kode	HE-01	HE-02	HE-03	HE-04
Fungsi	Menaikkan temperature umpan Butanol dari 30C menjadi 93C dari tangki penyimpanan (T-01) menuju reaktor (R-01)	Menaikkan temperature umpan Asam Asetat dari 30C menjadi 93C dari tangki penyimpanan (T-02) menuju reaktor (R-01)	Menaikkan temperature bahan keluaran Filter (F-01) dari 40C menjadi 114.7C menuju Menara Distilasi (MD-01)	Memanaskan udara masuk rotary dryer (RD-01)
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
Jumlah Hairpin	16	3	7	1
<i>Annulus</i>				
- IPS	2 in	2 in	3 in	2 in
- OD	2,38 in	2,38 in	3,5 in	2,380 in
- ID	2,067 in	2,067 in	3,068 in	2,067 in
- <i>Surface Area</i>	0,622 ft <sup>2</sup> /ft	0,622 ft <sup>2</sup> /ft	0,917 ft <sup>2</sup> /ft	0,622 ft <sup>2</sup> /ft

- Panjang	15 ft	12 ft	20 ft	12 ft
<i>Inner Pipe</i>				
- IPS	1,25 in	1,25 in	2 in	1,25 in
- OD	1,66 in	1,66 in	2,38 in	1,6 in
- ID	1,38 in	1,38 in	2,067 in	1,375 in
- <i>Surface Area</i>	0,435 ft <sup>2</sup> /ft	0,435 ft <sup>2</sup> /ft	0,622 ft <sup>2</sup> /ft	0,435 ft <sup>2</sup> /ft
- Panjang	15 ft	12 ft	20 ft	12 ft
A	147,59 ft <sup>2</sup>	19,48 ft <sup>2</sup>	131,93 ft <sup>2</sup>	18,66 ft <sup>2</sup>
UD	49 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F	59 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F	89 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F	50 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F
UC	109,7560126 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F	89,13118553 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F	240,9590545 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F	57,523 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F
Rd	0,011	0,006	0,007	0,003
Rd min	0,001	0,001	0,001	0,001
Jumlah	1 Unit	1 Unit	1 Unit	1 unit
Harga	\$ 4.500	\$ 2.200	\$ 4.400	\$ 3.000

## 12. Cooler

**Tabel 3.12** Spesifikasi Cooler

Kode	CL-01	Kode	CL-02
Fungsi	Menurunkan temperatur aliran keluar Reaktor (R-02) dari 93C menjadi 30 C untuk diumpankan ke Filter (F-01)	Fungsi	Menurunkan temperatur hail bawah menara destilasi (MD-01) dari 126,12°C menjadi 30°C untuk dilanjutkan ke tangki produk (T-03)
Jenis	<i>Shell and tube heat exchanger</i>	Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>	Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
<i>Shell</i>		Jumlah Hairpain	8
- ID	17 in	<i>Annulus</i>	
- Pass	1	- IPS	4 in
- Panjang	12 ft	- OD	4,5 in
<i>Tube</i>		- ID	4,026 in
- Jumlah Tube	196	- <i>Surface Area</i>	1,178 ft <sup>2</sup> /ft
- Pass	2	- Panjang	15 ft
- OD	0,75	<i>Inner Pipe</i>	
- Pt	1 Triangular	- IPS	3 in
- BWG	12	- OD	3,5 in
UC	144,9343 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F	- ID	3,068 in

UD	94,0295 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F	- <i>Surface Area</i>	0,917 ft <sup>2</sup> /ft
Rd	0,0037	- Panjang	15 ft
Rd min	0,003	A	134,03 ft <sup>2</sup>
Jumlah	1 Unit	UD	110 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F
Harga	\$ 4.600	UC	117,186 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .F
		Rd	0,001
		Rd min	0,001
		Jumlah	1 Unit
		Harga	\$ 4.400

### 13 Pompa

Tabel 3.13 Spesifikasi Pompa

Kode	P-01	P-02	P-03	P-04
Fungsi	Memompa bahan baku $C_4H_9OH$ (Butanol) dari tangki penyimpanan (T-01) menuju reaktor (R-01)	Memompa bahan baku $CH_3COOH$ (Asam Asetat) dari tangki penyimpanan (T-02) menuju reaktor (R-01)	Memompa bahan keluaran Reaktor (R-01) menuju ke Reaktor (R-02)	Memompa bahan keluaran Reaktor (R-02) menuju Filter (F-01)
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Dimensi Pipa				
- IPS	2 in	1,5 in	4 in	4 in
- Sch Number	40	40	40	40
- OD	2,38 in	1,9 in	4,5 in	4,5 in

- ID	2,067 in	1,61 in	4,026 in	4,026 in
Dimensi Daya				
- Friction Head	0,03	0,027	0,016	0,016
- Efisiensi Motor	80%	80%	80%	80%
- Daya Motor	0,167 Hp	0,125 Hp	0,333 Hp	1 Hp
Kecepatan Putar	2601,113 rpm	1999.814 rpm	6945,196 rpm	4226,764 rpm
Jumlah	1 Unit	1 Unit	1 unit	1 unit
Harga	\$ 5.400	\$ 5.300	\$ 6.200	\$ 6.200

**Tabel 3.13** Spesifikasi Pompa (**Lanjutan**)

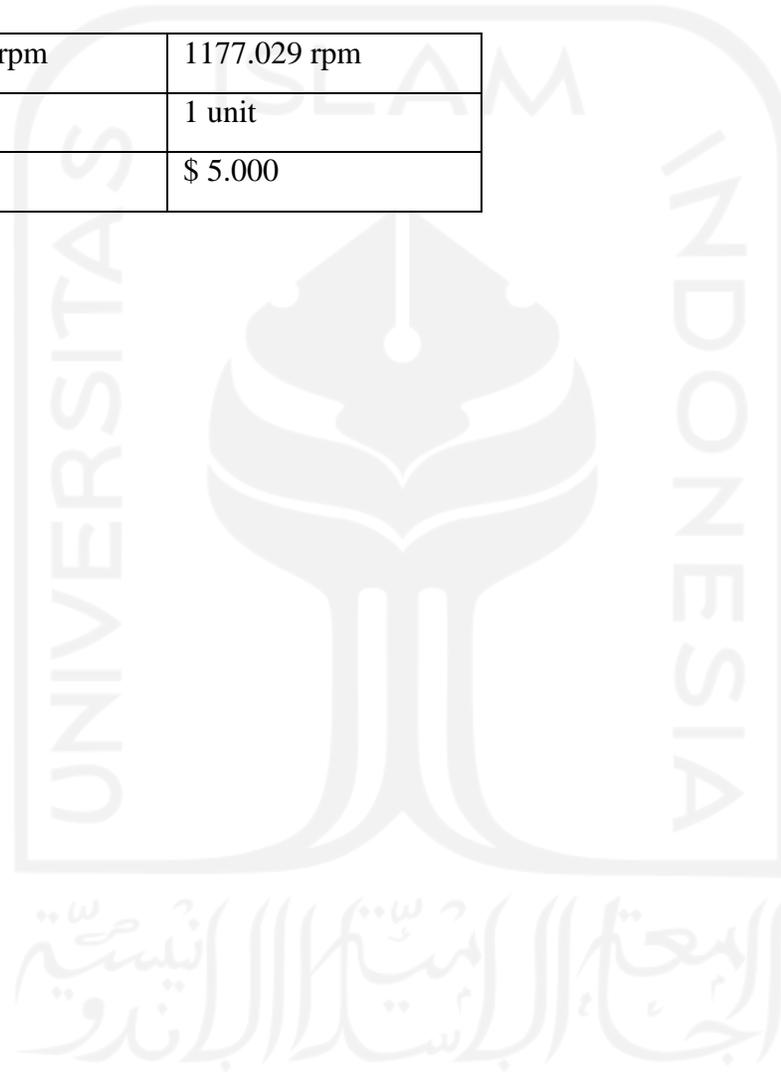
Kode	P-05	P-06	P-07	P-08
Fungsi	Memompa bahan keluaran filtrasi (F-01) menuju Menara Distilasi (MD-01)	Memompa reflux dari Akumulator (ACC-01) ke Menara Distilasi (MD-01)	Memompa bahan keluaran hasil bawah menara distilasi (MD-01) menuju tangki penyimpanan produk (T-03)	Memompa bahan yang ada pada lapisan atas (ACC-01) menuju Reaktor (R-01)
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Dimensi Pipa				
- IPS	4 in	8 in	2 in	4 in
- Sch Number	40	40	40	40
- OD	4,5 in	8,625 in	2,38 in	4,5 in
- ID	4,026 in	7,981 in	2,067 in	4,026 in
Dimensi Daya				

- Friction Head	0,22	0,0165	0,021	0,02
- Efisiensi Motor	83%	82%	80%	80%
- Daya Motor	5 Hp	10 Hp	0,5 Hp	0,5 Hp
Kecepatan Putar	1364.677 rpm	4008,233 rpm	1729,399 rpm	6369,815 rpm
Jumlah	1 Unit	1 Unit	1 Unit	1 Unit
Harga	\$ 5.900	\$ 5.600	\$ 5.400	\$ 5.900

**Tabel 3.13** Spesifikasi Pompa (**Lanjutan**)

Kode	P-09	P-10
Fungsi	Memompa keluaran dari (ACC-01) menuju UPL	Memompa keluaran RD-01 menuju ke UPL
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Dimensi Pipa		
- IPS	2 in	0.25 in
- Sch Number	40	40
- OD	2,38 in	0,54in
- ID	2,067 in	0,364 in
Dimensi Daya		
- Friction Head	0,025	0,030
- Efisiensi Motor	80%	80%
- Daya Motor	0,25 Hp	0.050

Kecepatan Putar	4055,027 rpm	1177.029 rpm
Jumlah	1 Unit	1 unit
Harga	\$ 5.600	\$ 5.000



### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1 Kapasitas Perancangan

Kebutuhan butil asetat di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan karena semakin berkembangnya pada sektor industri yang nantinya dapat menopang perekonomian Indonesia. Sehingga dengan semakin meningkatnya proses industri yang terjadi, kebutuhan akan bahan baku yang mendukung kegiatan industri tersebut juga akan mengalami peningkatan. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan bahan baku apabila di dalam negeri tidak dapat memenuhi maka sebagian produk akan diimpor dari negara lain.

Untuk perancangan pabrik kimia diperlukan penentuan kapasitas pabrik tersebut per tahunnya, Dimana untuk menentukan kapasitas pabrik tersebut ditentukan oleh beberapa faktor, seperti kebutuhan butil asetat di Indonesia, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas minimal.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti:

##### 1. Proyeksi kebutuhan Dalam Negeri

Berdasarkan data dari Badan Pusat statistika didapatkan kebutuhan akan butil asetat semakin meningkat setiap tahunnya. Sehingga dengan kapasitas tersebut diharapkan:

- a. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengekspor ke negara-negara lain.
- b. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju impor butil asetat dapat ditekan seminimal mungkin.

##### 2. Ketersediaan Bahan Baku

Untuk kebutuhan bahan baku Butanol diperoleh dari PT. Petro Oxo Nusantara Gresik dengan kapasitas produksi 100.000 MT/) dengan kemurnian 99%. Dan untuk Asam Asetat sendiri akan didapatkan dari PT. Indo Acidatama tbk Surakarta dengan kapasitas produksi 33.000 ton/tahun dengan kemurnian 99,8%

### 3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi terdapat dua hal yang harus diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Sedangkan faktor internal adalah kemampuan dari pabrik sendiri.

#### a. Kemampuan pasar

Kemampuan pasar sendiri dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu:

1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya:
  - a. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
  - b. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
  - c. Mencari daerah pemasaran.

#### b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

##### a. Material (bahan baku)

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

##### b. Manusia (tenaga kerja)

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

c. Mesin ( peralatan)

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



## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Lokasi suatu pabrik merupakan unsur yang kuat dalam menunjang berhasil atau tidaknya suatu industri. Diperlukan pertimbangan yang mendalam dari berbagai factor guna memilih lokasi pabrik. Hal utama yang harus diperhatikan adalah suatu pabrik harus dilokasikan sedemikian rupa sehingga memiliki biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin serta memiliki kemungkinan yang baik untuk dikembangkan.

Pabrik butil asetat dengan bahan baku butanol dan asam asetat akan direncanakan didirikan di daerah Jl. Pulau Tirang Tampak, Tugurejo, Kec. Tugu, Kota Semarang, Jawa Tengah. Dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu variable yang penting dalam pemilihan lokasi suatu pabrik. Pabrik harus didirikan pada suatu daerah dimana bahan baku mudah diperoleh atau tersedianya sarana transportasi yang memadai. Bahan baku Butanol didapatkan dari PT. Petro Oxo Nusantara, Gresik; Asam Asetat diperoleh dari PT. Indo Acidatama Tbk, Surakarta; dan Amberlyst 15 yang diimpor dari Jinan Boss Chemical Industry Co., Ltd, China, hal ini dikarenakan tidak adanya produsen dari Indonesia yang memproduksi Amberlyst 15.

2. Sarana Transportasi

Transportasi merupakan hal yang sangat penting, baik digunakan untuk pengadaan bahan baku maupun pendistribusian produk. Daerah Semarang, Jawa Tengah, tersedia sarana transportasi darat (jalan raya, jalur toll, maupun jalur kereta) serta transportasi laut dengan adanya Pelabuhan Tanjung Emas Semarang untuk sarana ekspor impor terutama impor bahan baku dari butil asetat.

### 3. Pemasaran Produk

Lokasi pabrik diusahakan cukup dekat dengan lokasi pemasaran atau tersedianya sarana transportasi yang cukup mudah untuk pendistribusian produk ke konsumen. Karena produk pabrik sebagian besar digunakan dalam industri, maka pemilihan lokasi pada Jl. Pulau Tirang Tampak, Tugurejo, Kec. Tugu, Kota Semarang, Jawa Tengah sudah tepat, hal ini dikarenakan lokasi pabrik diatas dekat dengan Kawasan Industri Wijayakusuma Semarang. Hal ini memungkinkan untuk mempermudah pendistribusian produk serta memperkecil jarak antara pabrik butil asetat dengan pabrik-pabrik yang membutuhkannya. Produk butil asetat yang dihasilkan sebagian besar akan dipasarkan di dalam negeri.

### 4. Kondisi Iklim

Semarang memiliki kondisi iklim yang sama seperti daerah lain di Indonesia beriklim tropis yang tidak menimbulkan masalah untuk dapat mengoperasikan pabrik. Serta lokasi pabrik yang berada cukup jauh dari daerah yang rawan banjir di daerah Semarang.

### 5. Utilitas

Pabrik harus didirikan di daerah yang menyediakan sumber utilitas yang cukup. Kebutuhan air dapat diperoleh dari air laut, sedangkan kebutuhan listrik dapat dipenuhi oleh PLN, serta bahan bakar diperoleh dari Pertamina.

### 6. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperbesar jalannya proses produksi. Untuk tenaga kerja dengan kualitas tertentu dapat dengan mudah didapatkan baik dari kota Semarang sendiri ataupun daerah lain, hal ini mengingat Semarang sendiri memiliki beberapa universitas yang dapat memenuhi kebutuhan tenaga kerja yang terampil. Sedangkan untuk tenaga

operator kebawah dapat diambil dari penduduk sekitar pabrik baru sehingga diharapkan dapat menurunkan angka TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka).

## 7. Pengolahan Limbah

Limbah pabrik tidak akan dibuang langsung ke lingkungan namun diolah terlebih dahulu di Unit Pengolahan Limbah (UPL). Untuk limbah cair dilakukan penyesuaian pH dengan lingkungan sehingga aman saat dibuang ke lingkungan. Sedangkan limbah padat yaitu katalis, endapan-endapan dan resin diolah dahulu dan diregenerasi sehingga dapat digunakan Kembali.



**Gambar 4.1** Lokasi Pabrik

### 4.2 Tata Letak Pabrik (Layout Plant)

Tata letak pabrik merupakan suatu tata cara dalam mengatur fasilitas- fasilitas yang ada di dalam pabrik guna melancarkan proses produksi. Tata letak pabrik meliputi rencana kebutuhan ruangan untuk melakukan seluruh aktivitas di dalam pabrik meliputi kantor, Gudang, kamar, serta semua fasilitas lain yang berhubungan dengan proses dalam menghasilkan produk. Oleh karena itu tata letak pabrik disusun secara cermat agar tidak terjadi kesulitan di kemudian hari.

Fasilitas pabrik tidak semata-mata hanya mesin saja tetapi juga untuk daerah pelayanan termasuk tempat penerimaan, penerimaan barang, tempat pemeliharaan,

Gedung dan sebagainya. Disamping itu perlu diperhatikan keamanan para pekerja sehingga tata letak pabrik meliputi didalam dan diluar Gedung.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah:

1. Perluasan Pabrik

Perluasan pabrik ini harus masuk dalam perhitungan sejak dalam perancangan pabrik. Hal ini bertujuan agar masalah kebutuhan tempat di kemudian hari tidak dipermasalahkan. Sejumlah area khusus sudah disiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik, penambahan peralatan dan peningkatan kapasitas pabrik.

2. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap/gas beracun harus benar-benar diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengaman seperti *hydrant*, penampungan air yang cukup serta penahan ledakan. Tangki penyimpanan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus serta perlu adanya jarak antara bangunan yang satu dengan yang lainnya guna memberikan pertolongan dan menyediakan jalan bagi para karyawan untuk menyelamatkan diri saat terjadinya keadaan darurat.

3. Luas Area yang Tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah terlalu tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan lain ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

4. Bangunan

Bangunan yang ada secara fisik harus memenuhi standart dan perlengkapan yang menyertai seperti ventilasi, instalasi, dan lain-lainnya tersedia dan memenuhi syarat

5. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, steam dan listrik akan membantu kemudahan kerja serta perawatannya. Penempatan alat proses diatur sedemikian rupa sehingga karyawan dapat dengan mudah mencapainya dan dapat menjamin kelancaran operasi serta memudahkan dalam perawatannya.

#### 6. Jaringan Jalan Raya

Untuk pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka di antara daerah proses dibuat jalan yang cukup untuk memudahkan mobil keluar masuk, sehingga apabila terjadi sesuatu maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulungnya.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu:

- Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium,, dan fasilitas pendukung.  
Areal ini terdiri dari :
  - Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
  - Laboratorium sebagai pusat control kualitas bahan baku dan produk.
  - Fasilitas-fasilitas bagi karyawan, seperti: poliklinik, kantin, aula dan masjid.
- Daerah proses dan perluasan  
Merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang control sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.
- Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi
- Daerah utilitas dan pemadam kebakaran  
Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin, dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.
- Daerah pengolahan limbah

Merupakan daerah pembuangan dan pengolahan limbah hasil proses produksi.

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.1** Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik

No	Lokasi	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Pos Keamanan I	80
2	Pos Keamanan II	80
3	Taman I	360
4	Taman II	1530
5	Parkiran Tamu	600
6	Klinik dan Koperasi	420
7	Kantor Utama	1260
8	Masjid dan Aula	600
9	Mess	720
10	Parkir Karyawan	600
11	Kantin	240
12	Kantor Teknik dan Produksi	684
13	Pemadam Kebakaran	350
14	Labolatorium	462
15	Control Room Utilitas	240
16	Control Room Area Proses	420
17	Area Utilitas	1008
18	Area Proses	3591
19	Parkir Truk	240
20	Bemgkel	144
21	Gudang Alat	384
22	Unit Pengolahan Limbah	648
23	Area Perluasan	1369

Luas Bangunan	12.771
Luas Tanah	16.030

Dalam uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

- a) Mengadakan integrasi terhadap semua factor yang mempengaruhi produk.
- b) Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai dengan jalannya diagram alir proses.
- c) Mengerjakan perpindahan bahan sesedikit mungkin.
- d) Menggunakan seluruh areal secara efektif.
- e) Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan.
- f) Mengadakan pengaturan alat-alat produksi yang fleksibel.



**Gambar 4.2** Tata Letak Pabrik dengan Skala 1 : 1000

### 4.3 Tata Letak Mesin atau Alat (*Machines*)

Pemasangan alat-alat proses produksi harus diperhatikan terutama pada aliran bahan baku dan produk, lalu lintas alat berat dan jarak antar alat proses. Tujuannya agar kelancaran produksi, keamanan, serta keselamatan terjaga sehingga dapat menekan biaya produksi dan meningkatkan keuntungan. Dalam perencanaan tata letak peralatan proses, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Penempatan pipa juga perlu diperhatikan, dimana untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas bekerja.

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya. Sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja, oleh karena itu perlu diperhatikan adanya hembusan angin.

3. Pencahayaan

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

4. Lalu lintas manusia

Pada saat perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan alat proses maka harus cepat diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

#### 5. Tata letak alat proses

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

#### 6. Jarak antara alat proses

Pada alat proses yang memiliki suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses yang lain. Sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya. Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas tanah
- c. Biaya material handling menjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk capital yang tidak penting.
- d. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk menggunakan alat angkut dengan biaya mahal.
- e. Karyawan mendapat kepuasan kerja.

#### 7. *Maintenance*

*Maintenance* berguna untuk menjaga sarana dan fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan.

#### **4.4 Tata Letak Alat Proses**

Tata letak peralatan proses adalah tempat kedudukan dari alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

1. Kelancaran proses produksi lebih terjamin.
2. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai.
3. Biaya material handling menjadi lebih rendah dan menyebabkan turunnya atau terhindarnya pengeluaran untuk hal-hal yang tidak penting.

4. Jika tata letak peralatan diatur sesuai dengan urutan-urutan proses maka proses produksi akan lancar, sehingga perusahaan tidak perlu membeli alat angkut tambahan yang mengakibatkan biaya lebih efisien.
5. Karyawan mendapatkan kenyamanan dalam bekerja sehingga akan meningkatkan produktivitas kerja.

Hal yang perlu juga untuk dipertimbangkan :

1. Letak alat dalam ruangan yang cukup sehingga tersedia ruang gerak untuk keperluan perawatan, perbaikan maupun penggantian alat.
2. Pengaturan tata letak diusahakan sesuai dengan urutan proses.
3. Penempatan alat *control* atau alat bantu pada alat maupun pipa aliran proses dapat terjangkau dan terlihat jelas untuk pengawasan proses

Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam penyusunan tata letak alat proses pabrik Butil Asetat, yaitu :

1. Pertimbangan Ekonomis

Biaya konstruksi diminimumkan dengan jalan menempatkan peralatan yang memberikan sistem pemipaan sependek mungkin diantara alat proses, sehingga akan mengurangi daya tekan alat terhadap bahan, akibatnya akan mengurangi biaya variable.

2. Kemudahan Operasi

Letak tiap alat diusahakan agar dapat memberikan keleluasaan bergerak pada pekerja dalam melaksanakan aktifitas produksi.

3. Kemudahan Pemeliharaan

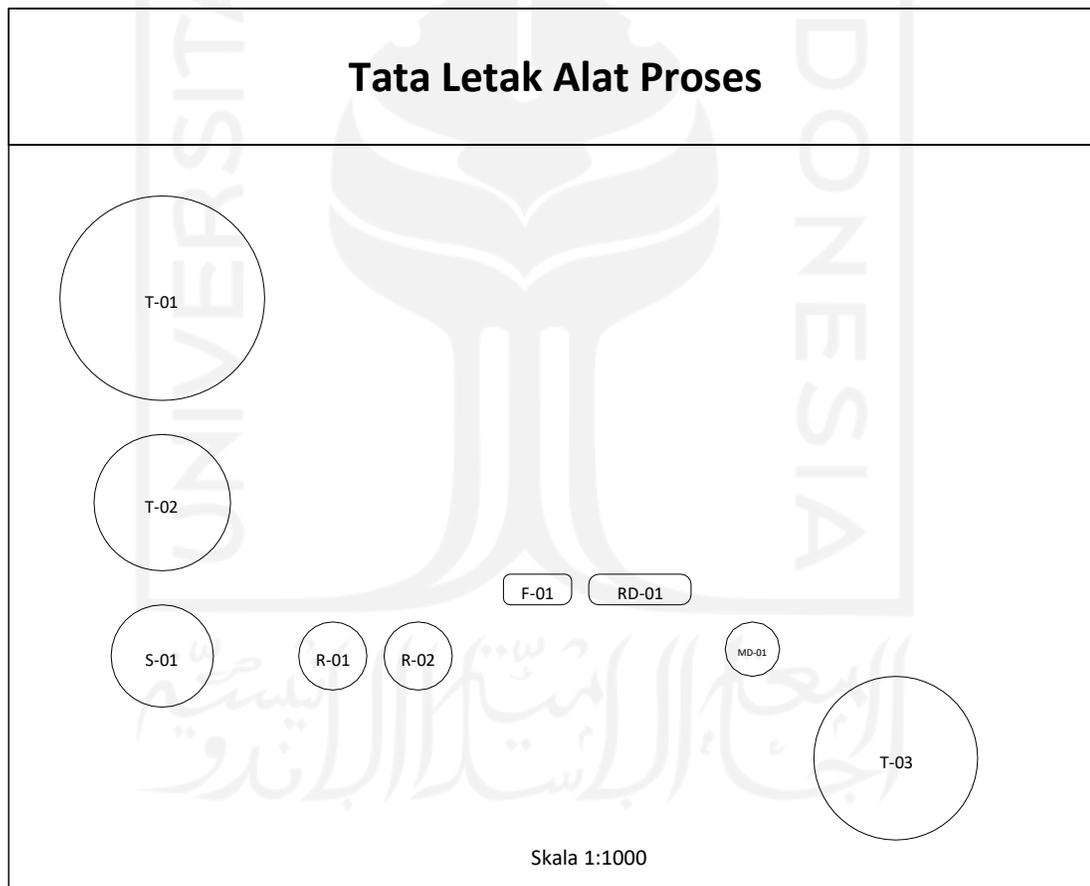
Kemudahan pemeliharaan alat juga dapat dipertimbangkan dalam penempatan alat-alat proses. Hal ini disebabkan karena pemeliharaan alat merupakan hal yang penting untuk menjaga alat beroperasi sebagaimana mestinya dan berumur Panjang. Penempatan alat yang baik akan memberikan ruang gerak yang cukup untuk memperbaiki maupun untuk membersihkan peralatan.

#### 4. Keamanan

Pada alat yang bersuhu tinggi diisolasi dengan bahan isolator, sehingga tidak membahayakan pekerja. Selain itu perlu disediakan pintu keluar darurat sehingga memudahkan para pekerja untuk menyelamatkan diri apabila terjadi sesuatu yang tidak diinginkan.

#### 5. Perluasan dan Pengembangan Pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan.



**Gambar 4.3** Tata Letak Alat Proses

## 4.5 Alir Proses dan Material

### 4.5.1 Neraca Massa

Basis perhitungan neraca massa :

Kapasitas produk : 30.000 Ton/Tahun

Diambil dalam 1 tahun : 330 Hari/Tahun

1 hari kerja : 24 Jam/Hari

Basis perhitungan : 1 Jam/proses

$$= \left[ \frac{30.000 \frac{\text{Ton}}{\text{Tahun}}}{1 \text{ Tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ Ton}} \right] \times \left[ \frac{1 \text{ Jam}}{330 \text{ Hari}} \right] \times \left[ \frac{1 \text{ Hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 3787,8788 \text{ Kg/Jam}$$

#### 1. Reaktor-01 (R-01)

**Tabel 4.2** Neraca Massa di Reaktor-01

Komponen	Massa Input (Kg/Jam)					Massa Output (Kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 8	Arus 15	Arus 4
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	2484,129			52,506	10427,7441	10941.9360
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)		1999,3177		2,628	100,6439	462.5130
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )					76,8395	3247.1558
Air (H <sub>2</sub> O)	105,3307	0,20169	16,741	0,536	105,5324	643.8528
Amberlyst 15			1657,338			1657.3382
<b>Total</b>			16952,7959			16952,7959

## 2. Reaktor-02 (R-02)

**Tabel 4.3** Neraca Massa di Reaktor-02

Komponen	<i>Input (Kg/jam)</i>	<i>Output (Kg/jam)</i>
	Arus 4	Arus 5
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	10941.9360	10501,1471
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	462.5130	105,1166
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	3247.1558	3861.2827
Air (H <sub>2</sub> O)	643.8528	751.0718
Amberlyst 15	1657.3382	1657.3382
<b>Total</b>	16952,7959	16875.9563

## 3. Filter (F-01)

**Tabel 4.4** Neraca Massa di Filter-01

Komponen	<i>Input (Kg/jam)</i>	<i>Output (Kg/jam)</i>	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	10501,1471	52.5057356	10448.64139
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	105,1166	2.6279147	102.4886731
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	3861.2827	19.306413297	3841.976246
Air (H <sub>2</sub> O)	751.0718	18.7767939	732.2949612
Amberlyst 15	1657.3382	1657.3382013	
<b>Total</b>	16875.9563	16875.9563	

#### 4. Rotary Dryer (RD-01)

**Tabel 4.5** Neraca Massa di Rotary Dryer-01

Komponen	Input (Kg/jam)		Output (Kg/jam)	
	Arus 6	Arus 18	Arus 8	Arus 9
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	52.5057356		52.5057356	
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	2.6279147		2.6279147	
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	19.306413297			19.3064
Air (H <sub>2</sub> O)	18.7767939		17.2764172	1.50038
Amberlyst 15	1657.3382013		1657.3382	
Udara		3501,110118		3501,110118
<b>Total</b>	5251,6651764		5251,6651764	

#### 5. Menara Distilasi (MD-01)

**Tabel 4.6** Neraca Massa di Menara Distilasi-01

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)	
	Arus 7	Arus 10	Arus 11
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	10448.64139	10427.74411	20.89728278
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	102.4886731	100.643877	1.844796116
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	3841.976246	76.83952492	3765.136721
Air (H <sub>2</sub> O)	732.2949612	732.2949612	
<b>Total</b>	15125.40127	15125.40127	

## 6. Accumulator

**Tabel 4.7** Neraca Massa di Accumulator-01

Komponen	<i>Input (Kg/jam)</i>	<i>Output (Kg/jam)</i>	
	Arus 10	Arus 12	Arus 13
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	63806.59729	63756.82814	49.76914589
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	615.8324624	100.643877	515.1885854
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	470.1753872	470.1504679	0.024919296
Air (H <sub>2</sub> O)	4480.858872	105.5324397	4375.326432
<b>Total</b>	69373.46401	69373.46401	

## 7. Reboiler

**Tabel 4.8** Neraca Massa di Reboiler-01

Komponen	<i>Input (Kg/jam)</i>	<i>Output (Kg/jam)</i>	
	Arus 11	Arus 16	Arus 13
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	63827.49457	20.89728278	63806.59729
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	617.6772586	1.844796116	615.8324624
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	4235.31211	3765.136721	470.1753872
Air (H <sub>2</sub> O)	4480.85887		4480.858872
<b>Total</b>	73161.3428	73161.3428	

## 4.5.2 Nearaca Panas

### 1. Reaktor

**Tabel 4.9** Neraca Panas pada Reaktor

Komponen	Q <sub>masuk</sub> (kJ/jam)	Q <sub>keluar</sub> (kJ/jam)
Umpan	2331849.680	
Produk		2467472.215
Q reaksi	576778.432	
Q pendingin		441155.90
<b>Total</b>	2908628.112	2908628.112

### 2. Filter

**Tabel 4.10** Neraca Panas pada Filter

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
		Arus 5	Arus 6
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	25536147,65	127680,7383	25408466,92
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	205731,8427	5143,296067	200588,5466
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	13400570,26	67002,85132	13333567,41
Air (H <sub>2</sub> O)	854155,2221	21353,88055	832801,3416
Amberlyst 15	3108830,101	3108830,101	
Sub Total	43105435,08	3330010,867	39775424,22
<b>Total</b>	43105435,08	43105435,08	

### 3. Rotary Dryer

**Tabel 4.11** Neraca Panas pada *Rotary Dryer*

Komponen	Q <sub>masuk</sub> (kJ/jam)	Q <sub>keluar</sub> (kJ/jam)	
		Arus 8	Arus 9
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	127680.738	436046.967	
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	5143.296	5429.271	
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	67002.851		496593.469
Air (H <sub>2</sub> O)	21353.881	98695.458	11954.859
Amberlyst 15	3108830.101	21761810.707	
Sub Total	3330010.867	22301982.403	508548.327
Q pemanas	19480519.863		
<b>Total</b>	<b>22810530.730</b>	<b>22810530.730</b>	

### 4. Menara Distilasi-01

**Tabel 4.12** Neraca Panas pada Menara Distilasi-01

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)	
		Distilat	Bottom
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	2127393.893	2134826.261	4827.48927
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	20730.183	20468.542	423.0539792
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	715860.064	14396.446	796550.4066
Air (H <sub>2</sub> O)	274870.881	276315.147	
Sub Total	3138855.020	2446006.396	801800.950
P. Kondensor		32541604.47	
P. Reboiler	32650556.793		
<b>Total</b>	<b>35789411.814</b>	<b>35789411.814</b>	

### 5. Heater-01

**Tabel 4.13** Neraca Panas pada *Heater-01*

<b>Komponen</b>	<b>Q<sub>masuk</sub> (kJ/jam)</b>	<b>Q<sub>keluar</sub> (kJ/jam)</b>
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	140567.3375	1974992.3661
Air (H <sub>2</sub> O)	2746.4026	37211.5708
Subtotal	143313.7401	2012203.937
Q pemanas	1868890.197	
<b>Total</b>	<b>2012203.9368</b>	<b>2012203.9368</b>

### 6. Heater-02

**Tabel 4.14** Neraca Panas pada *Heater-02*

<b>Komponen</b>	<b>Q<sub>masuk</sub> (kJ/jam)</b>	<b>Q<sub>keluar</sub> (kJ/jam)</b>
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	22602.7016	318448.5553
Air (H <sub>2</sub> O)	88.3585	1197.1875
Subtotal	22691.06008	319645.7428
Q pemanas	296954.683	
<b>Total</b>	<b>319645.7428</b>	<b>319645.7428</b>

### 7. Heater-03

**Tabel 4.15** Neraca Panas pada *Heater-03*

<b>Komponen</b>	<b>Q<sub>masuk</sub> (kJ/jam)</b>	<b>Q<sub>keluar</sub> (kJ/jam)</b>
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	341481.9776	2127393.8932
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	3324.8796	20730.1828
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	114316.6312	715860.0636

Air (H <sub>2</sub> O)	46013.9967	274870.8809
Subtotal	505137.4851	3138855.0205
Q pemanas	2633717.535	
<b>Total</b>	3138855.0205	3138855.0205

#### 8. Heater-04

**Tabel 4.16** Neraca Panas pada *Heater-04*

<b>Komponen</b>	<b>Q<sub>masuk</sub> (kJ/jam)</b>	<b>Q<sub>keluar</sub> (kJ/jam)</b>
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	2426,1505	25549,7895
Oksigen (O <sub>2</sub> )	572,3840	6077,3842
Subtotal	2998,5345	31627,1737
Q pemanas	28628,639	
<b>Total</b>	31627,1737	31627,1737

#### 9. Cooler-01

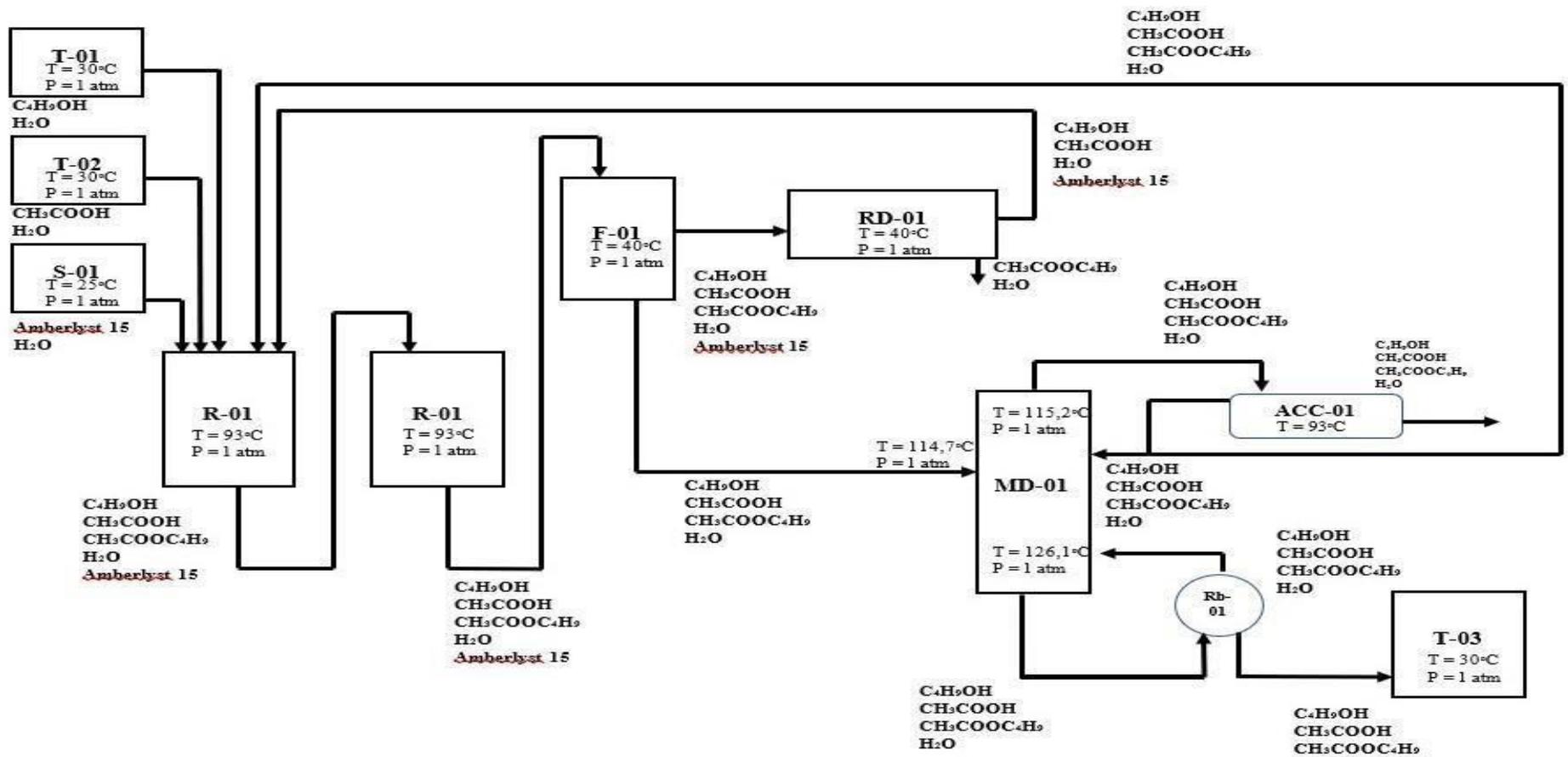
**Tabel 4.17** Neraca Panas pada *Cooler-01*

<b>Komponen</b>	<b>Q<sub>masuk</sub> (kJ/jam)</b>	<b>Q<sub>keluar</sub> (kJ/jam)</b>
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	1608530,848	114484,948
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	16009,886	1136,343
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	540497,531	38296,181
Air (H <sub>2</sub> O)	214596,116	15838,281
Amberlyst 15	101391,102	7455,228
Sub Total	2481025,483	177210,982
Q pendingin		2303814,501
<b>Total</b>	2481025,483	2481025,483

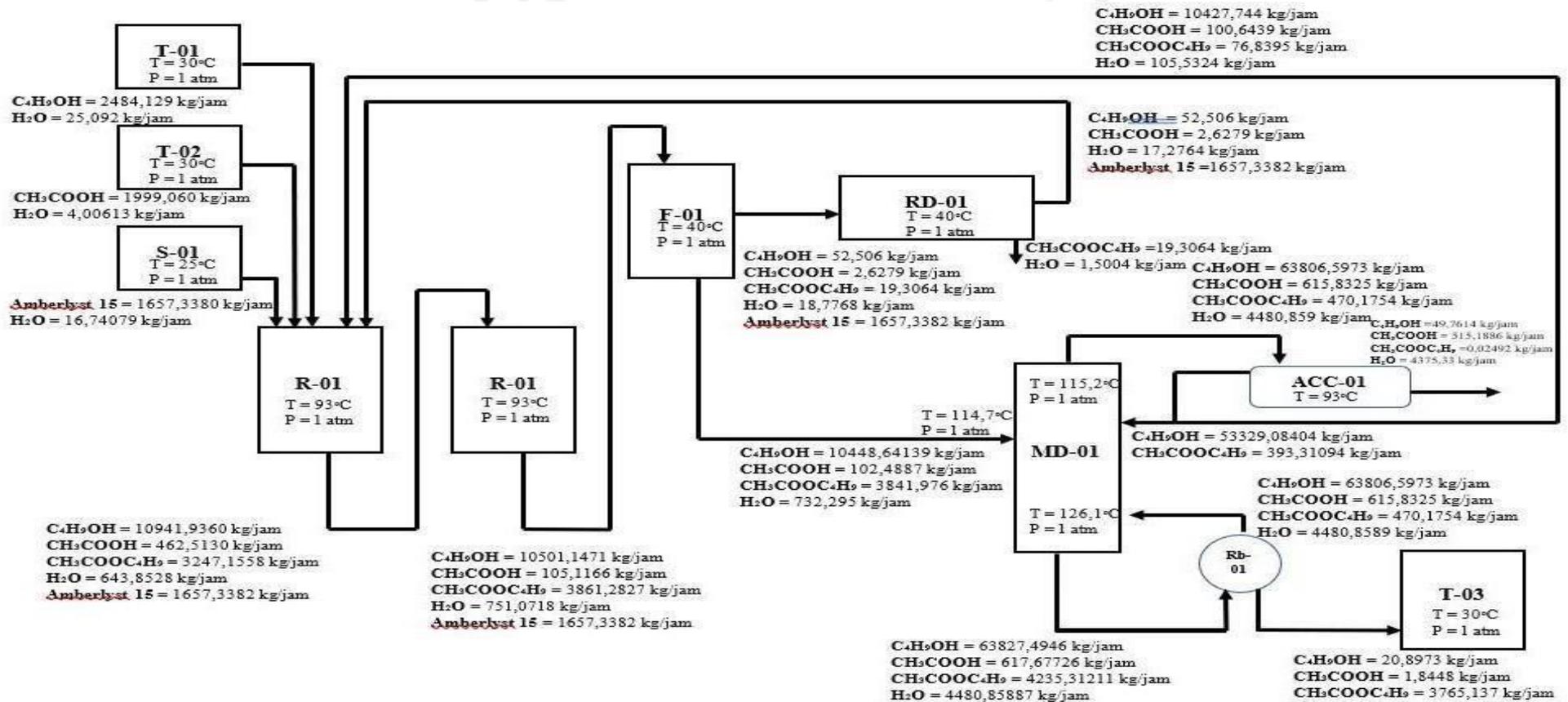
### 10. Cooler-02

**Tabel 4.18** Neraca Panas pada *Cooler-02*

<b>Komponen</b>	<b>Q<sub>masuk</sub> (kJ/jam)</b>	<b>Q<sub>keluar</sub> (kJ/jam)</b>
Butanol (C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH)	4827.400	226.580
Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	423.046	19.834
Butil Asetat (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	796535.510	37138.612
Subtotal	801785.955	37385.027
Q pendingin		764400.929
<b>Total</b>	<b>801785.9554</b>	<b>801785.9554</b>



Gambar 4.4 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.5 Diagram Alir Kuantitatif

#### 4.6 Perawatan (Maintenance)

*Maintenance* berguna untuk menjaga saran atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodic dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat tersebut mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

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

##### 1. *Overhaul*

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

##### 2. *Repairing*

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* :

##### - Umur alat

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

##### - Bahan baku

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

##### - Tenaga manusia

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

#### **4.7 Pelayanan Teknik (Utilitas)**

Utilitas adalah sekumpulan unit-unit atau bagian dari sebuah pabrik kimia yang berfungsi untuk menyediakan kebutuhan penunjang proses produksi. Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik Butil Asetat ini adalah dengan penyedia utilitas.sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Unit pendukung proses (unit utilitas) yang tersedia dalam perancangan pabrik butil asetat, terdiri dari :

1. Unit penyediaan dan pengolahan air.
2. Unit penyediaan steam.
3. Unit penyediaan listrik.
4. Unit penyediaan bahan bakar.
5. Unit penyediaan udara.
6. Unit pengolahan limbah.

##### **4.7.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air**

###### **4.10.3.1. Unit Penyediaan Air**

Air merupakan salah satu bahan baku maupun bahan penunjang yang sangat dibutuhkan dalam proses produksi. Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik, pada umumnya sumber air diperoleh dari air sumur, air sungai air danau, maupun air laut. Dalam produksi butil asetat ini, menggunakan sumber air laut jawa. Dikarenakan lokasi pabrik yang cukup dekat pesisir pantai. Air laut yang mempunyai unsur garam melimpah perlu dihilangkan terlebih dahulu pada unit ini. Kandungan garam yang melimpah perlu dihilangkan karena dapat menyebabkan *scalling* apabila masuk ke alat *boiler*.

Pertimbangan menggunakan air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air selain lokasinya dekat dengan pabrik adalah sebagai berikut :

- Air laut dapat diperoleh dengan kuantitas yang besar. Air laut merupakan sumber air dengan kontinuitasnya yang sangat tinggi, karena Negara

kepulauan yang terdiri dari banyak pulau dan laut, sehingga membuat pandangan air laut tidak ada batasnya.

- Mudah dalam pengolahan serta pengaturannya. Hal ini sama dengan pengolahan pada air sungai, namun yang membedakan adalah adanya penambahan proses desalinasi. Untuk proses desalinasi relative mudah karena memanfaatkan membrane.

Pada umumnya kebutuhan air pada pabrik digunakan untuk keperluan :

#### 1. Air Pendingin

Air pendingin diproduksi oleh Menara pendingin (*cooling tower*). Unit air pendingin ini mengolah air dengan proses pendinginan, untuk dapat digunakan sebagai air dalam proses pendinginan pada alat pertukaran panas (*heat exchanger*) dari alat yang membutuhkan pendinginan.

Air pendingin yang keluar dari media-media perpindahan panas di area proses akan disirkulasikan dan didinginkan Kembali seluruhnya di dalam *cooling tower*. Penguapan dan kebocoran air akan terjadi didalam *cooling tower* ini. Oleh karena itu, untuk menjaga jumlah air pendingin maka harus ditambahkan air *make up* yang jumlahnya sesuai dengan air yang hilang.

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin dikarenakan sebagai berikut :

- a) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b) Sangat mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c) Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d) Tidak mudah menyusut secara berarti dalam Batasan dengan adanya perubahan temperature pendingin.
- e) Tidak terdekomposisi.

#### 2. Air Umpan Boiler

Umpan atau *steam* dalam pabrik digunakan sebagai media pemanas.

Adapun syarat air umpan boiler, yaitu :

- a) Tidak membuih (berbusa).
- b) Tidak membentuk kerak dalam reboiler.

- c) Tidak menyebabkan korosi pada pipa.
- d) Air Umpan Boiler.

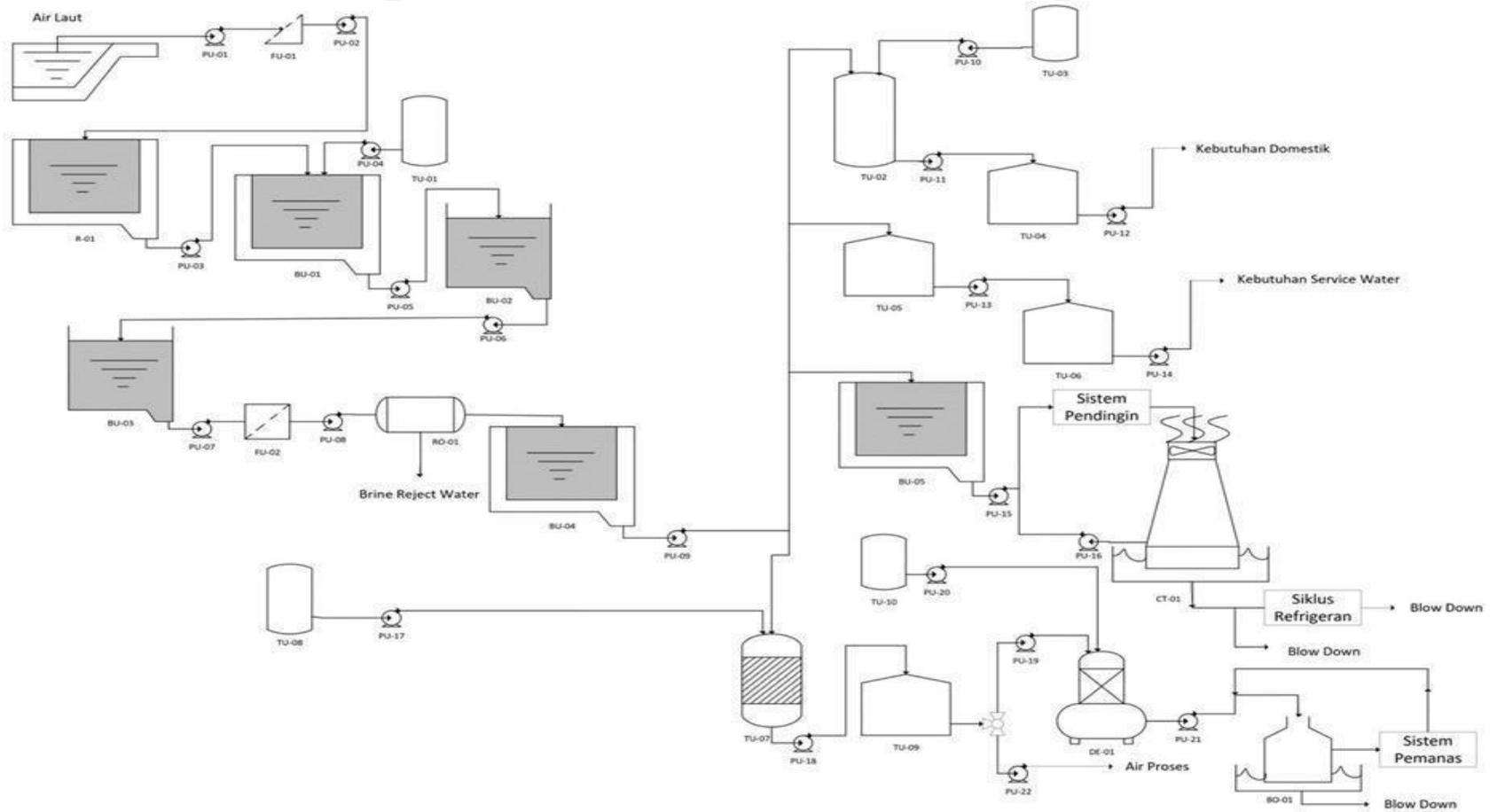
### 3. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

Penggunaan air tidak hanya untuk kebutuhan proses saja, tetapi juga untuk memenuhi kebutuhan umum seperti air untuk minum, air kantor, air laboratorium, air perumahan dan masjid. Air yang digunakan untuk kebutuhan umum dan sanitasi harus memenuhi standart yang berlaku, meliputi standart fisik dan kimia. Untuk standar secara fisik meliputi suhu air yang harus sama dengan suhu lingkungan, mempunyai warna yang bening/jernih dan tidak memiliki rasa dan bau. Sedangkan untuk standart secara kimia adalah tidak mengandung zat yang tidak beracun (zat organic maupun anorganik). Untuk memenuhi standar tersebut air perlu diproses desalinasi dan klorinasi sehingga air dapat dikonsumsi untuk umum dan sanitasi.

### 4. Air Pemadam Kebakaran

Air pemadam kebakaran harus ada keberadaannya di setiap pabrik. Jika suatu waktu terjadi kebakaran pada pabrik, dapat diatasi dengan mudah dan cepat dengan air pemadam kebakaran. Maka oleh itu air pemadam kebakaran harus dipersiapkan. Sama seperti penggunaan air yang lainnya, air pemadam kebakaran juga disediakan setelah air laut melawati proses desalinasi.

### 4.10.3.2. Unit Pengolahan Air



Gambar 4.6 Unit Utilitas

Keterangan :

1. PU : Pompa Utilitas
2. FU-01 : *Screening*
3. R-01 : Reservoir
4. BU-01 : Bak Pengendap (Koagulasi & Flokulasi)
5. TU-01 : Tangki Alum
6. BU-02 : Bak Pengendap 1
7. BU-03 : Bak Pengendap 2
8. FU-02 : *Sand Filter*
9. RO-01 : Membran *Reverse Osmosis*
10. BU-04 : Bak Penampung Air Bersih
11. TU-02 : Tangki Klorinasi
12. TU-03 : Tangki Kaporit
13. TU-04 : Tangki Air Kebutuhan Domestik
14. TU-05 : Tangki *Service Water*
15. TU-06 : Tangki Air Bertekanan
16. BU-05 : Bak *Cooling Water*
17. CT-01 : *Cooling Tower*
18. TU-07 : *Mixed-Bed*
19. TU-08 : Tangki NaCl
20. TU-09 : Tangki Air Demin
21. TU-10 : Tangki  $N_2H_4$
22. DE-01 : Deaerator
23. BO-01 : Boiler

Pengolahan air untuk kebutuhan akan diolah secara fisik maupun secara kimia. Pengolahan air meliputi beberapa tahapan:

**1. Penampungan (*Reservoir*)**

Air laut ditampung pada *reservoir*. Pada penampungan terjadi pengendapan kotoran yang masih ikut terbawa setelah melewati beberapa proses awal. Proses pengendapan tidak memerlukan tambahan alat, hal ini dikarenakan pengendapan akan terjadi secara otomatis dengan adanya gaya gravitasi.

**2. Koagulasi**

Air dari *reservoir* nantinya akan melewati proses koagulasi, dimana pada proses ini akan terjadi penggumpalan. Proses ini memerlukan penambahan bahan baku koagulan yang ditambahkan ke dalam air. Umumnya koagulan yang digunakan adalah Alumunium Sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) atau tawas. Koagulan tersebut adalah garam yang terbuat dari perpaduan basa lemah dan asam kuat. Dikarenakan berasal dari perpaduan basalemah dan asam kuat, mengakibatkan air yang memiliki suasana basa akan mudah terhidrolisa. Selain koagulan tawas penambahan kapur juga dapat dilakukan pada air, hal ini bertujuan untuk memaksimalkan proses flokulasi. Kapur dapat berfungsi sebagai komponen yang memberikan sifat alkalis kedalam air sehingga bisa menghilangkan kesadahan karbonat di dalam air. Dikarenakan sifatnya yang basa, sehingga mempermudah terjadinya penggumpalan. Tujuan dari proses koagulasi adalah mengendapkan impurities yang terdispersi koloid dalam air dengan cara menggumpalkannya menggunakan koagulan.

**3. Penyaringan (*Sand Filter*)**

Setelah melewati proses penyaringan dengan screen, air harus melewati tahap penyaringan Kembali. Pada tahap penyaringan ini menggunakan proses filtrasi. Air pada keluaran dari bak pengendap diduga masih terdapat komponen padatan tersuspensi, sehingga harus dilakukan filtrasi untuk memisahkan padatan tersebut.

*Sand filter* juga bertujuan untuk menghilangkan kandungan mineral yang masih terdapat di dalam air dengan bantuan resin. Output dari proses ini adalah air yang bebas dari komponen mineral yang siap untuk diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler.

#### 4. Desalinasi

Terdapat beberapa teknologi proses yang telah banyak digunakan yaitu:

- a) Desalinasi air laut dengan proses *Membrane Reverse Osmosis*
- b) *Multi Effect Evaporation*
- c) Proses Pertukaran Ion

Pada proses ini dilakukan menggunakan teknologi *membrane reverse osmosis*, hal ini digunakan untuk pengolahan air yang diambil dari laut yang berada di pinggir pantai dengan tujuan untuk memudahkan pengambilan air laut.

Pada membran RO (*Reverse Osmosis*) terjadi proses penyaringan dengan ukuran molekul, yaitu partikel yang molekulnya lebih besar dari molekul air misalnya molekul garam dan lainnya, maka akan terpisah dan terikat kedalam air buangan (*reject water*). Berdasarkan dengan proses diatas air yang akan masuk kedalam membran RO harus memiliki persyaratan tertentu, seperti :

- Kekeruhan harus nol
- Kadar besi harus lebih kecil dari 0,1 mg/L
- pH harus dikontrol agar tidak terjadi pergerakan kalsium

Air baku (air laut) terutama yang berasal dari dekat pantai, masih mengandung padatan tersuspensi, mineral, plankton dan lain lain yang harus diolah terlebih dahulu sebelum diproses dengan RO.

Air pertama kali diambil dari laut menggunakan pompa yang selanjutnya dialirkan kedalam penyaringan. Air laut akan mengalami penyaringan menggunakan *screen* dan *sand filter* yang bertujuan untuk menghilangkan padatan dan komponen-komponen kecil yang ikut terbawa dari air laut. Setelah melewati proses penyaringan, maka air akan melalui

proses desalinasi dengan membrane selulosa asetat. Dengan adanya teknologi reverse osmosis kadar garam dalam air laut dapat dihilangkan pada kisaran 10.000 ppm menjadi air tawar dengan kandungan garam sebesar 100 ppm. Berikut informasi mengenai metode proses *Reverse Osmosis* :

- *Driving Force* : *Pressure Gradient* (gradien tekanan)
- *Separation Size Range* : < 5 nm
- *Material Separated* : *Dissolved Salts* (garam terlarut)

## 5. Demineralisasi

Air keluaran dari proses filtrasi adalah air yang bebas dari komponen mineral seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{Cl}^-$  yang kemudian ditampung pada bak penampungan air bersih. Air dari bak penampung kemudian dipompakan menuju proses demineralisasi. Tujuan dari proses ini adalah mempersiapkan air yang digunakan sebagai input dari boiler. Maka dari itu, air ini harus bebas dari komponen mineral. Demineralisasi dilakukan dengan alat penukaran anion (*anion exchanger*) dan kation (*cation exchanger*).

Air pertama kali diumpankan ke *cation exchanger* yang bertujuan untuk menukar ion-ion positif (kation). Alat ini sering juga disebut dengan *softener* yang didalamnya terdapat resin jenis *hydrogen-zeolite*. Resin inilah yang membuat terjadinya penukaran kation dengan ion  $\text{H}^+$ . setelah terjadinya penukaran, air keluaran dari *cation exchanger* mempunyai pH yang rendah dan dapat dikatakan sebagai free Acid Material (FMA). FMA ini adalah salah satu parameter untuk menghitung kadar kejenuhan resin. Normalnya FMA akan stabil pada 12 ppm.

### Reaksi :



Jika mengalami penurunan artinya resin yang digunakan sudah jenuh sehingga perlu diregenerasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 4%.

**Reaksi :**



Setelah dari cation exchanger, air akan diumpungkan menuju anion exchanger. Anion exchanger ini bertujuan untuk menukar ion-ion negative (anion) [HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>] yang terdapat pada air umpan. Proses ini dibantu dengan resin jenis *weakly basic anion exchanger* (WBAE). Anion akan ditukar dengan ion OH<sup>-</sup> yang terdapat didalam resin sehingga air akan berikatan dengan OH<sup>-</sup>. Komponen silika yang masih terdapat pada air keluaran anion exchanger menjadi parameter bahwa resin telah jenuh (12 ppm).

Reaksi :



Resin yang sudah jenuh akan diregenerasi dengan larutan NaOH 4%.

**Reaksi :**



Air keluaran dari *cation exchanger* dan *anion exchanger* akan ditampung di dalam tangki penyimpanan sementara yang kemudian digunakan sebagai air pendingin dan air umpan *boiler*.

**6. Dearasi**

Sebelum ditampung dalam tangki penyimpanan sementara, air keluaran dari proses demineralisasi akan di proses dearasi lagi. Proses ini berfungsi untuk menghilangkan gas-gas terutama O<sub>2</sub> yang berpotensi mengakibatkan korosi pada alat. Proses ini dilakukan dengan cara mekanis dan kimiawi. Proses mekanis dilakukan dengan mengontakkan air umpan boiler dengan uap pada kondisi tekanan yang rendah, sehingga suhu air akan mengalami kenaikan yang menyebabkan berkurangnya kandungan gas yang terlarut dalam air dan terlepas ke atmosfer. Sedangkan secara kimiawi dapat

ditambahkan senyawa kimia hidrazin (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*Scale*) pada tube boiler.

Reaksi :



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

#### 4.10.3.3. Kebutuhan Air

##### 1. Kebutuhan Air Pembangkit Steam

**Tabel 4.21** Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heater-01	HE-01	962.9730
Heater-02	HE-02	153.0103
Heater-03	HE-03	1357.062
Heater-04	HE-04	10906.471
Reboiler-01	RB-01	16280.66927
<b>Total</b>		29660.186

Pada perancangan dibuat *over design* sebesar 20%, sehingga didapatkan kebutuhan air pembangkit steam sebesar 35592,223 kg/jam.

## 2. Air Pendingin Cooling Water

**Tabel 4.22** Kebutuhan Air Proses Pendingin *Cooling Water*

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor-01	R-01	10613.452
Reaktor-02	R-02	10613.452
Cooler-01	CL-01	27770.184
Cooler-02	CL-02	9219.049
Condensor-01	CD-01	388631.008
<b>Total</b>		436250.6703

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%, sehingga didapatkan kebutuhan air pendingin sebesar 523500,804 kg/jam.

## 3. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestic meliputi kebutuhan air untuk tempat tinggal dan kebutuhan air karyawan.

- Kebutuhan Air Karyawan

Menurut standar WHO, kebutuhan air untuk per orangnya adalah 100- 200 liter/hari.

Diambil kebutuhan air tiap orang : 100 Liter/hari

Jumlah Karyawan : 186 orang

Kebutuhan Air Total : 792,8350651 kg/jam

- Kebutuhan Air Area Mess

Jumlah Mess : 60 rumah

Penghuni Mess : 4 orang

Kebutuhan Air untuk Mess : 2000 kg/jam

Sehingga Total kebutuhan air domestic didapatkan sebesar 2792,835 kg/jam.

## 4. Kebutuhan Service Water

Untuk kebutuhan air service water diasumsikan sekitar 700 kg/jam. Asumsi kebutuhan air ini kemudian digunakan untuk

konsumsi umum seperti laboratorium, masjid, pemadam kebakaran, kantin, bengkel, dan lain-lain.

**Tabel 4.23** Total Kebutuhan Air

No	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	Domestik Water	2792.835
2	Service Water	700
3	Cooling Water	523500.804
4	Steam Water	35592.223
Total		562585.862

#### 4.7.2 Unit Penyediaan Steam

Unit ini digunakan untuk mempersiapkan kebutuhan steam padaproses produksi. Steam dibuat pada ketel uap (boiler) dengan spesifikasi perancangan :

Kapasitas : 35592.223 kg/jam  
Jenis : *Water Tube Boiler*  
Jumlah : 1 Unit

Ketel uap dilengkapi dengan *unit economizer safety valve system* dan pengaman yang bekerja otomatis. Air yang sebagai umpan masuk boiler terlebih dahulu diatur kadar O<sub>2</sub>, Ca, Mg dan silika yang kemungkinan masih terikut. Selain itu juga perlu untuk mengatur pH karena semakin tinggi pH akan menimbulkan korosivitas yang tinggi. Maka dari itu perlu untuk mengatur pH agar bertahan pada range 10,5-11,5.

Sebelum masuk ke boiler, umpan di panaskan terlebih dahulu di dalam *economizer*. Di dalam alat ini terjadi pertukaran panas dengan memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Air akan dipanaskan hingga suhunya mengalami kenaikan sebesar 200C, setelah itu baru diumpankan ke boiler.

Tepat di dalam *boiler*, terdapat api yang akan keluar dari *burner* (alat pembakaran) yang berfungsi untuk melakukan pemanasan di lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran nantinya akan masuk ke dalam *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler dapat menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api. Karena penyerapan panasnya dilakukan secara maksimal sehingga, air dapat mendidih. Dengan tekanan sebesar 10 bar, uap air dapat terbentuk dan terkumpul untuk dialirkan ke *steam header* dan siap didistribusikan ke unit-unit proses.

#### **4.7.3 Unit Penyediaan Listrik**

Kebutuhan listrik di pabrik ini dipenuhi oleh PLN, selain itu listrik cadangan dihasilkan dari generator pabrik apabila ada gangguan pasokan listrik dari PLN setempat. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN.

Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik karena :

- a. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
- b. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan.

Keuntungan tenaga listrik dari PLN adalah biayanya murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya tidak terlalu tetap. Sebaliknya jika disediakan sendiri (Genset), kesinambungan akan tetap dijaga, tetapi biaya bahan bakar dan perawatannya harus diperhatikan.

Energi listrik diperlukan untuk penggerak alat proses, alat utilitas, instrumentasi, penerangan, dan alat-alat control. Untuk rincian kebutuhan listrik pabrik dapat dilihat sebagai berikut :

1. Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses

**Tabel 4.24** Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Reaktor-01	R-01	3	2237.1
Reaktor-02	R-02	3	2237.1
Filter-01	F-01	0.05	37.285
Rotary Dryer-01	RD-01	5	3728.5
Screw Conveyor-01	SC-01	0.5	372.85
Blower-01	BL-01	0.05	37.285
Cooling Conveyor-01	CC-01	3	2237.1
Pompa-01	P-01	0.167	124.5319
Pompa-02	P-02	0.125	93.2125
Pompa-03	P-03	0.333	248.3181
Pompa-04	P-04	1	745.7
Pompa-05	P-05	5	3728.5
Pompa-06	P-06	10	7457
Pompa-07	P-07	0.5	372.85
Pompa-08	P-08	1.5	1118.55
Pompa-09	P-09	0.05	37.285
Total		33.275	24813.168

Sehingga Power yang dibutuhkan untuk alat proses sebesar 24,813 kW.

2. Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

**Tabel 4.25** Kebutuhan Listrik Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-01	2	1491.4
Blower Cooling Tower	BL-01	60	44742
Kompresor Udara	CP-01	10	7457
Pompa-01	P-01	60	44742
Pompa-02	P-02	60	44742
Pompa-03	P-03	60	44742
Pompa-04	P-04	2	1118.55
Pompa-05	P-05	60	44742
Pompa-06	P-06	60	44742
Pompa-07	P-07	20	14914
Pompa-08	P-08	30	22371
Pompa-09	P-09	20	14914
Pompa-10	P-10	0.05	37.285
Pompa-11	P-11	1	745.7
Pompa-12	P-12	1	745.7
Pompa-13	P-13	0.17	124.2833333
Pompa-14	P-14	0.17	124.2833333
Pompa-15	P-15	20	14914
Pompa-16	P-16	20	14914
Pompa-17	P-17	0.05	37.285
Pompa-18	P-18	5	3728.5
Pompa-19	P-19	2	1491.4
Pompa-20	P-20	0.05	37.285
Pompa-21	P-21	3	2237.1

Total	495.983	369854.772
-------	---------	------------

Sehingga power yang dibutuhkan untuk alat utilitas sebesar 369,855 kW.

3. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan AC

- Listrik yang digunakan untuk AC diperkirakan sebesar 20 kW.
- Listrik yang digunakan sebagai penerangan diperkirakan sebesar 150 kW.

4. Kebutuhan Listrik untuk Bengkel dan Laboratorium

Diperkirakan listrik untuk bengkel dan laboratorium sekitar 100kW.

5. Kebutuhan Listrik untuk Instrumentasi

Diperkirakan listrik untuk instrumentasi sekitar 30 kW.

Berikut rincian kebutuhan listrik pada pabrik butil asetat :

**Tabel 4.26** Rincian Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	<b>Kebutuhan Plant</b>	
	Alat Proses	24.813
	Utilitas	369.855
2	Listrik AC	20
	Listrik Penerangan	150
3	Laboratorium dan Bengkel	100
4	Instrumentasi	30
	Total	694.668

Total kebutuhan listrik untuk keseluruhan proses adalah 1023,062 kW. Dengan mengambil faktor daya 80% maka kebutuhan listrik total sebesar 868,335 kW. Kebutuhan listrik untuk pabrik butil asetat ini dapat dipenuhi oleh PLN dan generator sebagai cadangannya.

#### 4.7.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan dibutuhkan untuk penggunaan alat pneumatic control.

Total kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 39,2515 m<sup>3</sup>/jam.

#### 4.7.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Keperluan bahan bakar akan dipersiapkan pada unit ini. Kebutuhan bahan bakar diperlukan pada boiler dan generator. Jenis bahan bakar yang digunakan untuk generator yaitu solar sebanyak 196,651 kg/jam. Sedangkan untuk boiler digunakan bahan bakar fuel oil sebesar 2753,995 kg/jam

#### 4.7.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik Butil Asetat dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu :

1. Bahan buangan cair

Buangan cairan dapat berupa :

- a. Air buangan yang mengandung zat organic.
- b. Buangan air domestic.
- c. *Back washfilter*, air berminyak dari pompa.
- d. *Blow down coolingwater*.

Air buangan domestik berasal dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran. Air tersebut dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi gas klorin.

2. Bahan buangan padat berupa lumpur dari proses pengolahan air

Untuk menghindari pencemaran dari bahan buangan padat maka dilakukan penanganan terhadap bahan buangan tersebut dengan cara membuat unit pembuangan limbah yang aman bagi lingkungan sekitar.

#### 4.8 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

##### 1. Screening/Saringan (FU-01)

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, misalnya: daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya.

Bahan : Alumunium

Jumlah Air : 727060.896 kg/jam

##### 2. Reservoir/Sedimentasi (RU-01)

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi.

Tipe : Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang.

Jumlah Air : 690707.8516 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang : 10,675 m
- Lebar : 21,349 m
- Tinggi : 21,349 m

##### 3. Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01)

Fungsi : mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.

Jumlah air : 656172.459 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter : 9.935m
- Tinggi : 9.935 m

Pengaduk :

- Jenis : *marine propeller 3 blade*
- Diameter : 3,312 m
- Power : 2 Hp

#### 4. Tangki Larutan Alum (TU-01)

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 2 minggu operasi.

Kebutuhan : 5,496 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter : 1,613m
- Tinggi : 3,227 m

#### 5. Bak Pengendap I (BU-02)

Fungsi : Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi).

Tipe : Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang.

Jumlah Air : 656172,459 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang : 20,987 m
- Lebar : 20,987 m
- Tinggi : 10,494 m

#### 6. Bak Pengendap II (BU-03)

Fungsi : Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (memberi kesempatan untuk proses flokulasi ke 2).

Tipe : Berbentuk bak persegi yang diperkuat beton bertulang.

Jumlah Air : 623363.8361 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang : 20,631 m
- Lebar : 20,631 m
- Tinggi : 10,316 m

#### 7. Sand Filter (FU-02)

Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai.

Jumlah Air : 592195.6443 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang : 5.460 m
- Lebar : 5.460 m
- Tinggi : 2.730 m

**8. Bak Penampung Sementara (BU-04)**

Fungsi : Menampung sementara raw water setelah disaring di sand filter

Jumlah Air : 562585.8621 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang : 10.969 m
- Lebar : 10.969 m
- Tinggi : 5.485 m

**9. Tangki Klorinasi (TU-02)**

Fungsi : mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga.

Kebutuhan : 0.0201 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter : 1.622 m
- Tinggi : 1.622 m

**10. Tangki Kaporit (TU-03)**

Fungsi : Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki Klorinasi (TU-01)

Kebutuhan : 0.0201 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter : 0.211m
- Tinggi : 0.211 m

**11. Tangki Air Bersih (TU-04)**

Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga.

Tipe : Tangki silinder tegak.

Jumlah Air : 2792.835 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter: 4.679 m
- Tinggi : 4.679 m

**12. Tangki Service Water (TU-05)**

Fungsi : Menampung air untuk keperluan layanan umum.

Tipe : Tangki silinder tegak.

Jumlah Air : 700.000 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter: 2.950 m
- Tinggi : 2.950 m

**13. Tangki Air Bertekanan (TU-06)**

Fungsi : Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum

Tipe : Tangki silinder tegak.

Jumlah Air : 700.000 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter: 2.950 m
- Tinggi : 2.950 m

**14. Bak Air Pendingin (BU-05)**

Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin

Tipe : Bak persegi panjang

Jumlah Air : 523500.804 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang : 10,791 m
- Lebar : 10,791 m
- Tinggi : 5,395 m

**15. Cooling Tower (CT-01)**

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan

Jumlah Air : 523500.8043 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang : 9,069 m
- Lebar : 9,069 m
- Tinggi : 2,062 m

**16. Blower Cooling Tower (BL-01)**

Fungsi : Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan.

Jumlah Udara : 12203243.09 ft<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 60 Hp

**17. Mixed Bed (TU-07)**

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl, SO<sub>4</sub>, dan NO<sub>3</sub>.

Jumlah Air : 35592.22268 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter: 2,324 m
- Tinggi : 1,2192 m

**18. Tangki NaCl (TU-08)**

Fungsi : Menampung/menyimpan larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger.

Tipe : Tangki silinder tegak.

Jumlah NaCl: 344,889 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter: 1,926 m
- Tinggi : 1,016 m

**19. Tangki Air Demin (TU-09)**

Fungsi : Menampung air bebas mineral sebagai air proses dan air umpan boiler.

Tipe : Tangki silinder tegak.

Jumlah Air: 35592.223 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter: 10,930 m
- Tinggi : 10,930 m

**20. Dearator (De-01)**

Fungsi : Menghilangkan gas CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada reboiler dan turbin trip.

Tipe : Tangki silinder tegak.

Jumlah Air: 35592.223 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter: 3,789 m
- Tinggi : 3,789 m

**21. Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (TU-10)**

Fungsi : Menyimpan larutan N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>.

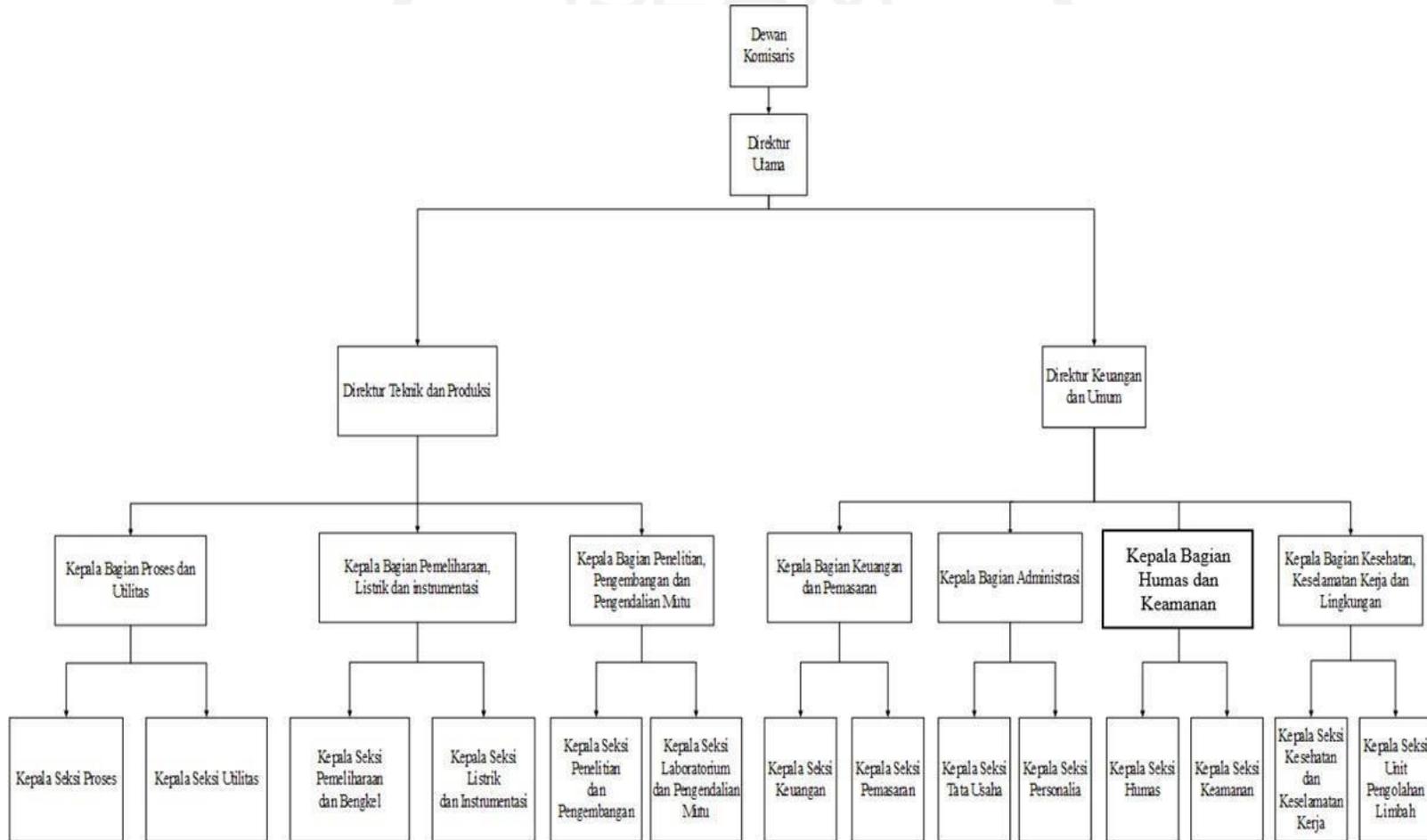
Tipe : Tangki silinder tegak.

Jumlah Air: 35592.22268 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter: 3.810 m
- Tinggi : 3,810 m

## 4.9 Organisasi Perusahaan



**Gambar 4.7** Struktur Organisasi

#### 4.9.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perencanaan pabrik butil asetat ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan berdasarkan beberapa faktor diantaranya:

- a) Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, dikarenakan jika pemegang saham berhenti dari jabatannya maka tidak ada pengaruhnya terhadap direksi, staff maupun karyawan yang bekerja di dalam perusahaan.
- b) Penjualan saham perusahaan merupakan cara yang tepat untuk mendapatkan modal.
- c) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- d) Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur perusahaan yang ditinjau dari berbagai pengalaman, sikap dan caranya mengatur waktu.

#### 4.9.2 Struktur Organisasi

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

- a. Pemegang saham
- b. Direktur utama
- c. Direktur
- d. Staff ahli
- e. Kepala bagian
- f. Kepala seksi
- g. Karyawan dan Operator

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

tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas.
2. Organisasi perusahaan yang fleksibel.
3. Pembagian tugas kerja yang jelas.
4. Sistem pengontrolan atas pekerjaan.
5. Pendelegasian wewenang.

Berpedoman terhadap azas - azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem line dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Dalam mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

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

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Manajer Produksi serta Manajer Keuangan dan Umum. Dimana Manajer Produksi membawahi bidang produksi, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Manajer Keuangan dan Umum membidangi yang lainnya. Manajer membawahi beberapa Kepala Bagian yang akan bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian daripada pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

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

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, dan wewenang.

2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
3. Penempatan pegawai yang lebih cepat.
4. Penyusunan program pengembangan manajemen.
5. Mengatur Kembali Langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

### **4.9.3 Tugas dan Wewenang**

#### **4.9.3.1. Pemegang Saham**

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham :

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

#### **4.9.3.2. Dewan Komisaris**

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

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

#### **4.9.3.3. Direktur Utama**

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab pada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama direktur produksi dan teknik, serta direktur administrasi, keuangan, dan umum.

Tugas Direktur Utama antara lain :

1. Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham di akhir masa jabatannya.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerjasama dengan direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan, dan Umum.

#### **4.9.3.4. Kepala Bagian**

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses serta penyediaan bahan baku dan utilitas.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

3. Kepala Bagian Penelitian Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

5. Kepala Bagian Administrasi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha dan personalia.

6. Kepala Bagian Humans dan Keamanan

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

7. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik, kesehatan, dan keselamatan kerja karyawan.

#### 4.9.3.5. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya

1. Kepala Seksi Proses

Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi. Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.

2. Kepala Seksi Utilitas

Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

3. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

4. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

5. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

6. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk, dan limbah.

7. Kepala Seksi Keuangan

Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

8. Kepala Seksi Pemasaran

Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

9. Kepala Seksi Tata Usaha

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

10. Kepala Seksi Personalia

Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

11. Kepala Seksi Humas

Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

12. Kepala Seksi Keamanan

Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

13. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

14. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

**4.9.3.6. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji**

**1. Pembagian Jam Kerja Karyawan**

Pabrik Butil Asetat akan beroperasi selama 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau *shut down*. System kerja bagi karyawan produksi diatur menurut pembagian shift dan dilakukan secara bergiliran. Hal ini dilakukan karena tempat-tempat pada proses produksi memerlukan kerja rutin selama 24 jam secara terus menerus. Pembagian shift dilakukan dalam 4 regu, dimana 3 regu mendapat giliran shift sedangkan 1 regu libur. Adapun jam kerja shift dalam 1 hari diatur dalam 3 shift sebagai berikut :

Shift I : Pukul 07.00-15.00

Shift II : Pukul 15.00-23.00

Shift III : Pukul 23.00-07.00

Jam kerja shift berlangsung selama 8 jam sehari dan mendapat pergantian shift setiap 3 hari kerja sekali. Karyawan shift bekerja dengan system 3 hari kerja, 1 hari libur. Pada minggu dan hari libur besar semua karyawan shift tidak libur. Sedangkan tempat-tempat khusus, seperti bagian keamanan, bagian prosescontrol, dan utilitas juga dilakukan pembagian kerja yang diatur dalam pembagian shift seperti yang telah diatur di atas dan seluruh karyawan mendapat cuti selama 12 hari tiap tahunnya.

**Tabel 4.27** Jadwal Kegiatan Karyawan Shift

REGU	Hari														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	I	I	I		II	II	II		III	III	III		I	I	I
B		II	II	II		III	III	III		I	I	I		II	II
C	II		III	III	III		I	I	I		II	II	II		III
D	III	III		I	I	I		II	II	II		III	III	III	

REGU	Hari														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	■	II	II	II	■	III	III	III	■	I	I	I	■	II	II
B	II	■	III	III	III	■	I	I	I	■	II	II	II	■	III
C	III	III	■	I	I	I	■	II	II	II	■	III	III	III	■
D	I	I	I	■	II	II	II	■	III	III	III	■	I	I	I

Keterangan : 1,2,3,dst : Hari ke-

A,B,C,D : Kelompok Kerja Shift

■ : Libur

## 2. Status, Sistem Penggajian dan Penggolongan Karyawan

### a. Jumlah Pekerja dan Sistem Gaji Pegawai

**Tabel 4.28 Rincian Gaji Karyawan**

Jabatan	Jumlah	Gaji/bulan	Total Gaji
Direktur Utama	1	Rp 40,000,000.00	Rp 480,000,000.00
Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 35,000,000.00	Rp 420,000,000.00
Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 35,000,000.00	Rp 420,000,000.00
Ka. Bag. Proses dan Utilita	1	Rp 20,000,000.00	Rp 240,000,000.00
Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 20,000,000.00	Rp 240,000,000.00
Ka. Bag. Litbang dan Pengendalian Mutu	1	Rp 20,000,000.00	Rp 240,000,000.00
Ka. Bag. Keuangan dan Pemasaran	1	Rp 20,000,000.00	Rp 240,000,000.00
Ka. Bag. Administrasi	1	Rp 20,000,000.00	Rp 240,000,000.00
Ka. Bag. Umum dan Keamanan	1	Rp 20,000,000.00	Rp 240,000,000.00
Ka. Bag. K3 dan Lingkungan	1	Rp 20,000,000.00	Rp 240,000,000.00
Ka. Sek. Proses	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek. Pemeliharaan dan Bengkel	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek. Litbang	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek. Laboratorium dan Pengendalian Mutu	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek Keuangan	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek. Tata Usaha	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek. Personalia	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek. Humas	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek. K3	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Ka. Sek. UPL	1	Rp 15,000,000.00	Rp 180,000,000.00
Karyawan Proses	15	Rp 8,000,000.00	Rp 1,440,000,000.00
Karyawan Utilitas	12	Rp 8,000,000.00	Rp 1,152,000,000.00
Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel	5	Rp 7,500,000.00	Rp 450,000,000.00
Karyawan Listrik dan Instrumentasi	5	Rp 8,000,000.00	Rp 480,000,000.00
Karyawan Litbang	4	Rp 7,500,000.00	Rp 360,000,000.00
Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu	4	Rp 7,500,000.00	Rp 360,000,000.00
Karyawan Keuangan	3	Rp 7,000,000.00	Rp 252,000,000.00
Karyawan Peamasaran	4	Rp 7,000,000.00	Rp 336,000,000.00

Karyawan Tata Usaha	3	Rp 6,500,000.00	Rp 234,000,000.00
Karyawan Personalia	4	Rp 7,000,000.00	Rp 336,000,000.00
Karyawan Humas	4	Rp 7,000,000.00	Rp 336,000,000.00
Karyawan Keamanan	15	Rp 4,000,000.00	Rp 720,000,000.00
Karyawan K3	4	Rp 7,500,000.00	Rp 360,000,000.00
Karyawan UPL	4	Rp 7,500,000.00	Rp 360,000,000.00
Operator Proses	25	Rp 5,000,000.00	Rp 1,500,000,000.00
Operator Utilitas	12	Rp 5,000,000.00	Rp 720,000,000.00
Sekretaris	10	Rp 6,500,000.00	Rp 780,000,000.00
Dokter	3	Rp 8,000,000.00	Rp 288,000,000.00
Perawat	4	Rp 5,000,000.00	Rp 240,000,000.00
Supir	7	Rp 3,500,000.00	Rp 294,000,000.00
Cleaning Service	15	Rp 3,900,000.00	Rp 702,000,000.00
<b>Total</b>	<b>186</b>	<b>Rp 596,900,000.00</b>	<b>Rp 17,220,000,000.00</b>

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu:

- Gaji Bulanan  
Gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai dengan peraturan.
- Gaji Harian  
Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.
- Gaji Lembur  
Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

b. Penggolongan Jabatan

Dalam mendirikan suatu pabrik harus adanya penggolongan jabatan. Hal ini dikarenakan akan berkaitan dengan keberlangsungan pabrik agar dapat bersaing di pasaran. Berikut rincian penggolongan jabatan.

**Tabel 4.29** Penggolongan Jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
1	Direktur Utama	S-2
2	Direktur	S-2
3	Kepala Bagian	S-2
4	Kepala Seksi	S-1
5	Staff	S-1
6	Operator	D-3/D-4/S-1
7	Sekretaris	S-1
8	Medis	S-1/D-3
9	Cleaning Service	SLTA
10	Security	SLTA
11	Sopir	SLTA

12	Bengkel	SLTA/D-3
----	---------	----------

#### 4.9.3.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan social yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan antara lain berupa :

1. Tunjangan
  - a) Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
  - b) Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
  - c) Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
2. Cuti
  - a) Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.
  - b) Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
3. Pakaian Kerja
 

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah tiga pasang untuk setiap tahunnya.
4. Pengobatan
  - a) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang - undang yang berlaku.
  - b) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.
5. Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial Tenaga Kerja (BPJSTK)
 

BPJSTK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 1.000.000,00 per bulan. Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain :

  - a) Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
  - b) Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
  - c) Sarana peribadatan seperti masjid.
  - d) Pakaian seragam kerja dan peralatan - peralatan keamanan seperti *safety helmet*, *safety shoes* dan *safety glasses*, serta tersedia pula alat - alat keamanan lain seperti masker, *ear plug*, sarung tangan tahan api.
  - e) Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.



#### 4.10 Evaluasi Ekonomi

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

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

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

##### 1) Penentuan Modal Industri (Total Capital Investment)

Meliputi :

- a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)

##### 2) Penentuan Biaya Produksi Total (Total Production Cost)

Meliputi :

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

##### 3) Pendapatan Modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

- a. Biaya Tetap (Fixed Cost)
- b. Biaya Variabel (Variabel Cost)
- c. Biaya Mengembang (Regulated Cost)

#### 4.10.1 Penaksiran Harga Alat

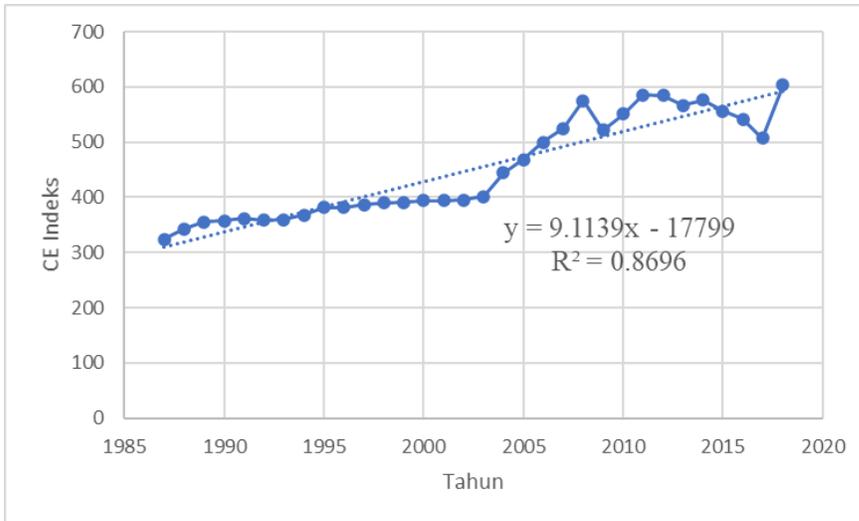
Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga.

**Tabel 4.30** Harga Indeks

Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
1987	323.8
1988	342.5
1989	355.4
1990	357.6
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
2016	541.7
2017	507.5
2018	603.1

Sumber : [www.chemengonline.com/pci](http://www.chemengonline.com/pci)

Berdasarkan data harga indeks tiap tahun tersebut, kemudian dilakukan regresi linear untuk mendapatkan harga indeks pada tahun perancangan pabrik yaitu tahun 2023. Regresi linear dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.8** Grafik Indeks Harga

Persamaan yang diperoleh adalah :  $y = 9,1139x - 17799$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2023 adalah :

**Tabel 4.31** Harga Indeks Tahun Perancangan

Tahun	Indeks
2014	576,1
2025	656,647

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi (Aries dan Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan (4.9):

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (4.9)$$

(Aries dan Newton,1955)

Dalam hubungan ini :

$Ex$  = Harga pembelian pada tahun 2014

$Ey$  = Harga pembelian pada tahun referensi

$Nx$  = Indeks harga pada tahun 2014

$Ny$  = Indeks harga pada tahun referensi

## 4.10.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi Butil Asetat	: 30.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	: 330 hari
Umur pabrik	: 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	2025
Kurs mata uang	: 1 US\$ = Rp 14.263,- (20/09/2021)
Harga Bahan Baku (Butanol)	: Rp 2.502.833.198.269
Harga Bahan Baku (Asam Asetat)	: Rp 5.661.723.056
Katalis (Amberlyst 15)	: Rp 499.932.475.836
Harga Jual	: Rp 4.050.000.000.000

## 4.10.3 Perhitungan Biaya

### 4.10.3.1. *Capital Investment*

Modal atau capital investment adalah sejumlah uang yang harus disediakan untuk mendirikan dan menjalankan suatu pabrik. Ada 2 macam capital investment, yaitu :

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

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

Modal biasanya didapatkan dari uang sendiri dan bisa juga berasal dari pinjaman dari bank. Perbandingan jumlah uang sendiri atau equity dengan jumlah pinjaman dari bank tergantung dari perbandingan antara pinjaman dan uang sendiri yaitu dapat sebesar 30:70 atau 40:60 atau kebijakan lain tentang rasio modal tersebut. Karena penanaman modal dengan harapan mendapatkan keuntungan dari modal yang ditanamkan, maka ciri-ciri investasi yang baik adalah:

- Investasi cepat Kembali.
- Aman, baik secara hukum, teknologi dan lain sebagainya.
- Menghasilkan keuntungan yang besar dan maksimum.

#### 4.10.3.2. *Manufacturing Cost*

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

a. *Direct Cost*

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

b. *Indirect Cost*

*Indirect Cost* adalah pengeluaran–pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik

c. *Fixed Cost*

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

#### 4.10.3.3. *General Expenses*

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

a. Administrasi

Biaya yang termasuk dalam administrasi adalah *management salaries, legal fees and auditing*, dan biaya peralatan kantor. Besarnya biaya administrasi diperkirakan 2-3% hasil penjualan atau 3-6% dari *manufacturing cost*.

b. Sales

Pengeluaran yang dilakukan berkaitan dengan penjualan produk, misalnya biaya distribusi dan iklan. Besarnya biaya sales diperkirakan 3-12% harga jual atau 5-22% dari *manufacturing cost*. Untuk produk standar kebutuhan *sales expense* kecil dan untuk produk baru yang perlu diperkenalkan *sales expense* besar

c. Riset

Penelitian diperlukan untuk menjaga mutu dan inovasi ke depan. Untuk industri kimia, dana riset sebesar 2,8% dari hasil penjualan.

#### 4.10.4 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan digunakan untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak secara ekonomi, Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

#### 4.10.4.1. *Percent Return On Investment (ROI)*

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. Jumlah uang yang diperoleh atau hilang tersebut dapat disebut bunga atau laba/rugi.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\% \quad (4.10)$$

#### 4.10.4.2. *Pay Out Time (POT)*

1. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})} \quad (4.11)$$

#### 4.10.4.3. *Break Even Point (BEP)*

*Break Even Point* merupakan titik impas produksi yaitu suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Jadi dapat dikatakan bahwa perusahaan yang mencapai titik *break even point* ialah perusahaan yang telah memiliki kesetaraan antara modal yang dikeluarkan untuk proses produksi dengan pendapatan produk yang dihasilkan.

Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP. Salah satu tujuan utama perusahaan adalah mendapatkan keuntungan atau laba secara maksimal bisa dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut :

- Menekan sebisa mungkin biaya produksi atau biaya operasional sekecil-kecilnya, serendah-rendahnya tetapi tingkat harga, kualitas, maupun kuantitasnya tepat dipertahankan sebisanya.
- Penentuan harga jual sedemikian rupa menyesuaikan tingkat keuntungan yang diinginkan/dikehendaki.
- Volume kegiatan ditingkatkan dengan semaksimal mungkin.

$$BEP = \frac{(Fa + 0,3Ra)}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \times 100\% \quad (4.12)$$

Dimana :

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksimaksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

#### 4.10.4.4. **Shut Down Point (SDP)**

*Down Point* merupakan Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi ( tidak menghasilkan profit). Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

$$SDP = \frac{(0,3Ra)}{(Sa - Va)0,7 R} \times 100\% \quad (4.13)$$

#### 4.10.4.5. **Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)**

*Discounted Cash Flow Rate of Return* adalah salah satu metode untuk menghitung prospek pertumbuhan suatu instrument investasi dalam beberapa waktu kedepan. Konsep DCFR ini didasarkan pada pemikiran bahwa, jika anda menginvestasikan sejumlah dana, maka dana tersebut akan tumbuh sebesar sekian persen atau mungkin sekian kali lipat setelah beberapa waktu tertentu. Disebut '*discounted cash flow*' atau ' arus kas yang terdiskon', karena cara menghitungnya adalah dengan mengestimasi arus dana dimasa mendatang untuk kemudian di *cut* dan menghasilkan nilai tersebut pada masa kini.

Biasanya seorang investor ingin mengetahui bahwa jika dia menginvestasikan sejumlah dana pada suatu instrumen investasi tertentu, maka setelah kurun waktu tertentu (misalnya setahun), dana tersebut akan tumbuh menjadi berapa. Untuk menghitungnya, maka digunakan Persamaan DCFR :

$$(FC + WC)(1 + i)^N = \sum_{t=1}^{N-1} (C + SV) + WC + SV \quad (4.14)$$

Dimana :

FC : Fixed capital

WC : Working Capital

SV : Salvage Value

C : Cash Flow

: profit after taxes + depresiasi + finance

n : Unsur pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFR

#### 4.10.5 Hasil Perhitungan

Hasil rancangan masing– masing disajikan pada tabel sebagai berikut:

**Tabel 4.32** Physical Plant Cost (PPC)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost (PEC)</i>	Rp 108,905,516,816	\$ 7,260,367.79
2	<i>Delivered Equipment Cost (DEC)</i>	Rp 27,226,379,204	\$ 1,815,091.95
3	Instalasi cost	Rp 17,032,822,830	\$ 1,135,521.52
4	Pemipaan	Rp 25,238,853,522	\$ 1,682,590.23
5	Instrumentasi	Rp 27,084,802,032	\$ 1,805,653.47
6	Isolasi	Rp 4,056,730,501	\$ 270,448.70
7	Listrik	Rp 10,890,551,682	\$ 726,036.78
8	Bangunan	Rp 25,542,000,000	\$ 1,702,800.00
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	Rp 16,030,000,000	\$ 1,068,666.67
<b>Physical Plant Cost (PPC)</b>		<b>Rp 262,007,656,586.6</b>	<b>\$ 17,467,177.11</b>

**Tabel 4.33** Direct Plant Cost (DPC)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Engineering and Construstion	Rp 26,200,765,659	\$ 1,746,717.71
<b>Total (DPC + PPC)</b>		<b>Rp 288,208,422,245.2</b>	<b>\$ 19,213,894.82</b>

**Tabel 4.34** Fixed Capital Investment (FCI)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total (DPC + PPC)	Rp 288,208,422,245	\$ 19,213,894.82
2	<i>Cotractor's fee</i>	Rp 11,528,336,890	\$ 768,555.79
3	<i>Contingency</i>	Rp 28,820,842,225	\$ 1,921,389.48
<b>Fix Capital Investment (FCI)</b>		<b>Rp 328,557,601,359.6</b>	<b>\$ 21,903,840.09</b>

**Tabel 4.35** Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 2,991,993,054,395	\$ 199,466,203.63
2	<i>Labor</i>	Rp 17,220,000,000	\$ 1,148,000.00
3	<i>Supervision</i>	Rp 1,722,000,000	\$ 114,800.00
4	<i>Maintenance</i>	Rp 6,571,152,027	\$ 438,076.80
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 985,672,804	\$ 65,711.52
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 40,500,000,000	\$ 2,700,000.00
7	<i>Utilities</i>	Rp 195,687,334,124	\$ 13,045,822.27
<b>Direct Manufacturing Cost (DMC)</b>		<b>Rp 3,254,679,213,349.6</b>	<b>\$ 216,978,614.22</b>

**Tabel 4.36** Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 2,583,000,000	\$ 172,200.00
2	<i>Laboratory</i>	Rp 2,583,000,000	\$ 172,200.00
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 8,610,000,000	\$ 574,000.00
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 202,500,000,000	\$ 13,500,000.00
<b>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</b>		<b>Rp 216,276,000,000.0</b>	<b>\$ 14,418,400.00</b>

**Tabel 4.37** Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 26,284,608,109	\$ 1,752,307.21
2	<i>Property taxes</i>	Rp 3,285,576,014	\$ 219,038.40
3	<i>Insurance</i>	Rp 3,285,576,014	\$ 219,038.40
<b>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</b>		<b>Rp 32,855,760,136.0</b>	<b>\$ 2,190,384.01</b>

**Tabel 4.38** Manufacturing Cost (MC)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 3,254,679,213,350	\$ 216,978,614.22
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 216,276,000,000	\$ 14,418,400.00
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 32,855,760,136	\$ 2,190,384.01
<b>Manufacturing Cost (MC)</b>		<b>Rp 3,503,810,973,485.6</b>	<b>\$ 233,587,398.23</b>

**Tabel 4.39** Working Capital (WC)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 63,466,519,336	\$ 4,231,101.29
2	<i>Inproses Onventory</i>	Rp 37,161,631,537	\$ 2,477,442.10
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 74,323,263,074	\$ 4,954,884.20
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 85,909,090,909	\$ 5,727,272.73
5	<i>Available Cash</i>	Rp 74,323,263,074	\$ 4,954,884.20
<b>Working Capital (WC)</b>		<b>Rp 335,183,767,929.6</b>	<b>\$ 22,345,584.53</b>

**Tabel 4.40** General Expense (GE)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 105,114,329,205	\$ 7,007,621.95
2	<i>Sales Expense</i>	Rp 175,190,548,674	\$ 11,679,369.91
3	<i>Research</i>	Rp 122,633,384,072	\$ 8,175,558.94
4	<i>Finance</i>	Rp 13,274,827,386	\$ 884,988.49
<b>General Expense (GE)</b>		<b>Rp 416,213,089,336.6</b>	<b>\$ 27,747,539.29</b>

**Tabel 4.41** Total Production Cost (TPC)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 3,503,810,973,486	\$ 233,587,398.23
2	<i>General Expenses(GE)</i>	Rp 416,213,089,337	\$ 27,747,539.29
<b>Total Production Cost (TPC)</b>		<b>Rp 3,920,024,062,822</b>	<b>\$ 261,334,937.52</b>

**Tabel 4.42** Fixed Cost (Fa)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 26,284,608,109	\$ 1,752,307.21
2	<i>Property taxes</i>	Rp 3,285,576,014	\$ 219,038.40
3	<i>Insurance</i>	Rp 3,285,576,014	\$ 219,038.40
<b>Fixed Cost (Fa)</b>		<b>Rp 32,855,760,136.0</b>	<b>\$ 2,190,384.01</b>

**Tabel 4.43** Variable Cost (Va)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	Rp 2,991,993,054,395	\$ 199,466,203.63
2	<i>Packaging &amp; shipping</i>	Rp 202,500,000,000	\$ 13,500,000.00
3	<i>Utilities</i>	Rp 195,687,334,124	\$ 13,045,822.27
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp 40,500,000,000	\$ 2,700,000.00
<b>Variable Cost (Va)</b>		<b>Rp 3,430,680,388,518.4</b>	<b>\$ 228,712,025.90</b>

**Tabel 4.44** Regulated Cost (Ra)

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Gaji Karyawan</i>	Rp 17,220,000,000	\$ 1,148,000.00
2	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 2,583,000,000	\$ 172,200.00
3	<i>Supervision</i>	Rp 1,722,000,000	\$ 114,800.00
4	<i>Plant Overhead</i>	Rp 8,610,000,000	\$ 574,000.00
5	<i>Laboratorium</i>	Rp 2,583,000,000	\$ 172,200.00
6	<i>Administration</i>	Rp 105,114,329,205	\$ 7,007,621.95
7	<i>Sales Expense</i>	Rp 175,190,548,674	\$ 11,679,369.91
8	<i>Research</i>	Rp 122,633,384,072	\$ 8,175,558.94
9	<i>Finance</i>	Rp 13,274,827,386	\$ 884,988.49
10	<i>Maintenance</i>	Rp 6,571,152,027	\$ 438,076.80
11	<i>Plant Supplies</i>	Rp 985,672,804	\$ 65,711.52
<b>Regulated Cost (Ra)</b>		<b>Rp 456,487,914,167.9</b>	<b>\$ 30,432,527.61</b>

**4.10.6 Analisa Keuntungan**

Harga jual produk Butil Asetat	= Rp 135.000.000/Ton
<i>Annual Sales (Sa)</i>	= Rp 4.050.000.000.000
Total Cost	= Rp3,920,024,062,822
Keuntungan Sebelum pajak	= Rp129,975,937,177.8
Pajak pendapatan	= 25%
Keuntungan setelah pajak	= Rp97,481,952,883.3

#### 4.10.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

##### 4.10.7.1. Percent Return On Investment (ROI)

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

$$ROI \text{ sebelum pajak} = 39,56\%$$

$$ROI \text{ setelah pajak} = 29,67\%$$

##### 4.10.7.2. Pay Out Time (POT)

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

$$POT \text{ sebelum pajak} = 2,1 \text{ Tahun}$$

$$POT \text{ setelah pajak} = 2,7 \text{ Tahun}$$

##### 4.10.7.3. Break Even Point (BEP)

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

$$BEP = 56,64 \%$$

##### 4.10.7.4. Shut Down Point (SDP)

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

$$SDP = 45,68 \%$$

##### 4.10.7.5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

$$\text{Umur pabrik} = 10 \text{ Tahun}$$

$$\text{Fixed Capital Investment} = \text{Rp}274,668,783,906$$

$$\text{Working Capital} = \text{Rp}336,022,747,813.1$$

$$\text{Salvage Value (SV)} = \text{Rp} 21,973,502,712.5$$

$$\text{Cash Flow (CF)} = \text{Annual Profit} + \text{depresiasi} + \text{Finance}$$

$$\text{CF} = \text{Rp} 124,732,207,958.28$$

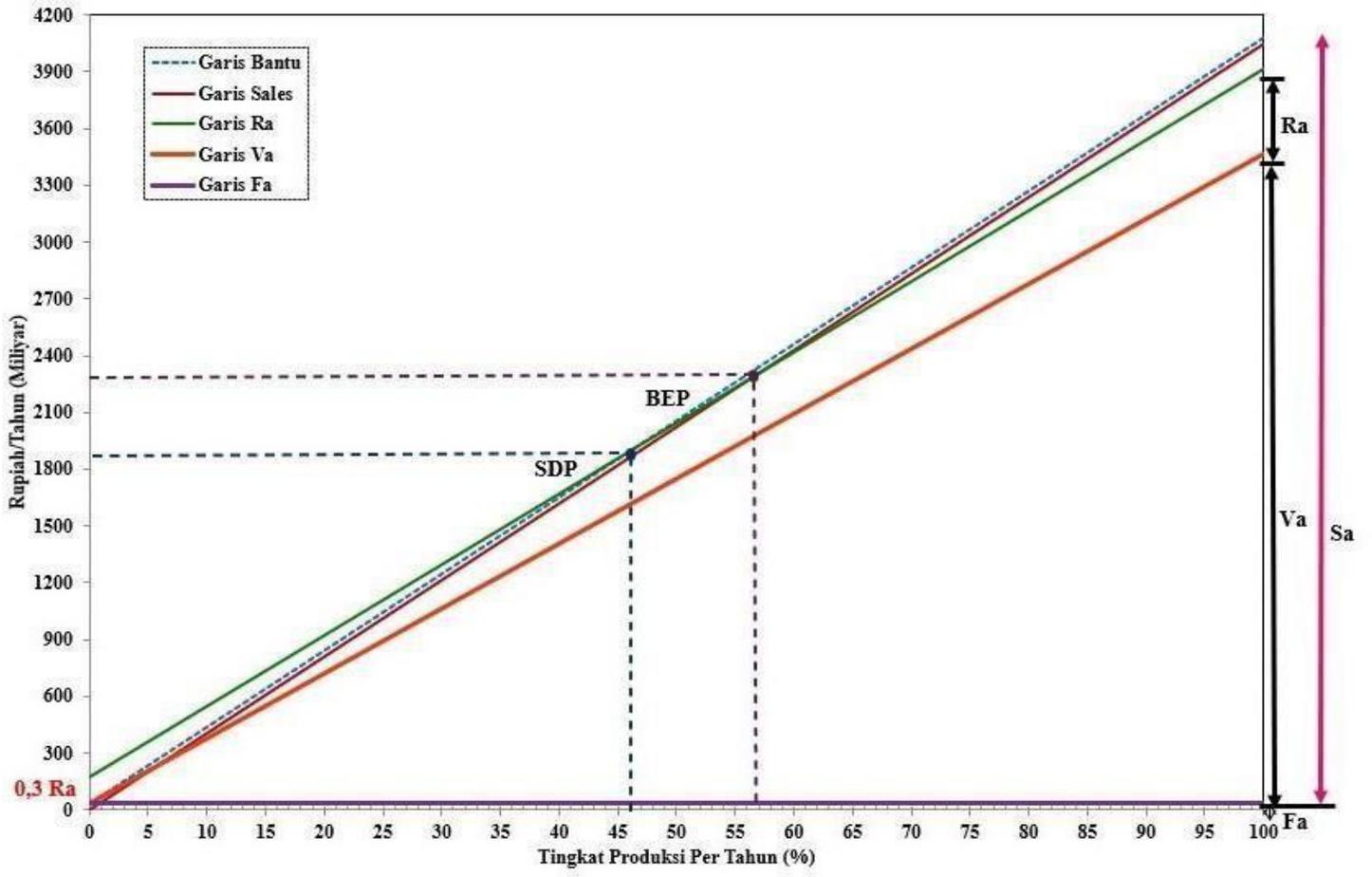
Discounted Cash Flow dihitung secara *trial & error*

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

$$R = S$$

$$S = \text{Rp} 3,947,764,737,194.84$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai  $i = 20,48\%$



Gambar 4.9 Grafik Analisa Ekonomi

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan pabrik butil asetat dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, maka diperoleh beberapa kesimpulan :

- 1 Perancangan pabrik Butil Asetat diatas digolongkan pabrik beresiko rendah, hal ini dikarenakan kondisi operasi masing-masing alat berjalan pada tekanan (1 atm) serta suhu ( $< 200^{\circ}\text{C}$ ). Bahan baku dan produk pada pabrik ini tergolong bahan yang tidak berbahaya dan korosif serta transportasinya mudah dan aman dengan menggunakan pipa dibantu pompa.
- 2 Pendirian pabrik Butil Asetat dengan kapasitas 30.000 ton/tahun didasarkan atas keinginan untuk mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri, menciptakan lapangan kerja baru, memenuhi kebutuhan dalam negeri, serta mendorong perkembangan industri lainnya yang berbahan baku butil asetat.
- 3 Pabrik Butil Asetat berbentuk perseroan terbatas (PT) didirikan di Semarang, Jawa Tengah dengan luas tanah keseluruhan 16.030 m<sup>2</sup> dan luas bangunan 12.771 m<sup>2</sup>. Jumlah karyawan 186 orang dan peroperasi 330 hari/tahun.
- 4 Berdasarkan hasil perhitungan Analisa terhadap aspek ekonomi yang telah dilakukan pada pabrik ini didapatkan perhitungan sebagai berikut :
  - a. Keuntungan Sebelum pajak sebesar Rp129,975,937,177.8 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp97,481,952,883.3 per tahun (dengan asumsi pajak 25%) (UU No.36 Tahun 2008 Pasal 17).
  - b. Presentase *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak adalah 39,56% dan setelah pajak 29,67%. ROI setelah pajak minimum adalah sebesar 11% serta maksimum 44% (Aries & Newton, 1955).
  - c. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,1 tahun dan setelah pajak 2,7 tahun. POT setelah pajak maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).
  - d. Nilai *Break Even Point* (BEP) adalah 56,64% dan *Shut Down Point* (SDP) adalah 45,68%. BEP untuk industri kimia umumnya sebesar 40%-60% dan SDP < BEP (Aries & Newton, 1955).
  - e. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) adalah 20,48%. Suku bunga simpanan bank rata-rata pada saat ini sebesar 5,25%.

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik Butil Asetat layak dikaji untuk didirikan karena memiliki indikator ekonomi yang menguntungkan.

## 5..2 Saran

Dalam perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman prinsip- prinsip dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya adalah :

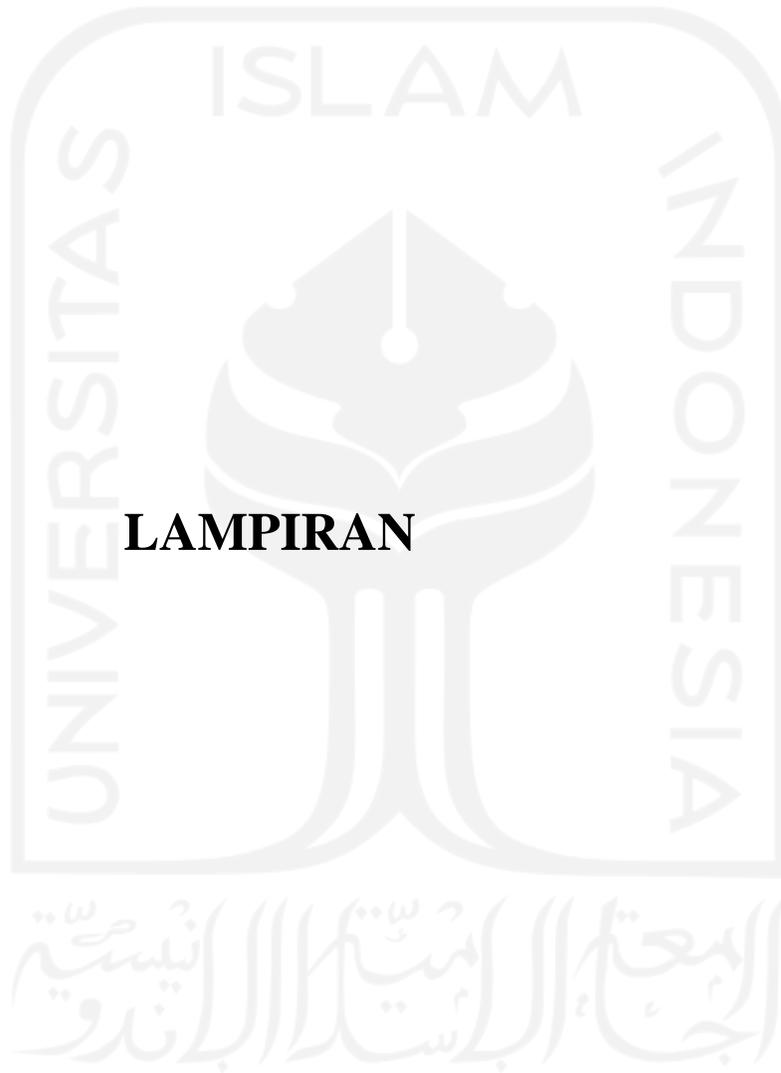
Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan dengan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan. Produk butil asetat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memnuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R. S., and R. D. Newton. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Brown, G. G. 1973. *Unit Operations*. Modern Asia ed. Tokyo, Japan: Tuttle Company Inc.
- Brownell, L.E., and E. H. Young. 1979. *Equipment Design*. New Delhi: Wiley Eastern Limited.
- Coulson, J. M., and J. F. Richardson. 1983. *Chemical Equipment Design*, Vol.6. New York: John Wiley and Sons. Inc.
- Faith, W. L., D. B. Keyes, and R. L. Clark. 1975. *Industrial Chemical*, 4th ed. New York: John Willey and Sons Inc.
- Fessenden, R.J., J.S. Fessenden. 1982. *Kimia Organik*, Jilid 2, Edisi 3. Jakarta: Erlangga.
- Gangadwala, J., Manker, S., Mahajani. 2003. *Esterification of Acetic Acid Butanol in The Presence of Ion-Exchange Resins as Catalyst*. *Ind, Eng, Chem, Res.*, 42:2146-2155.
- Geankoplis, C. J. 1978. *Transport Processes and Unit Operations*, 3<sup>rd</sup> ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall International, inc.
- Kern, D. Q. 1983. *Process Heat Transfer*. New York: Mc Graw Hill Book Co. Ltd. Kirk, R. E., and D. F. Othmer. 1979. *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*. Vol III, XV. Vol. 3. New York: John Willey and Sons Inc.
- Mc Cabe, W. L. and J. C. Smith. 1976. *Unit Operation of Chemical Engineering*, 3rd ed. Singapore: McGraw Hill, Kogakusha, Ltd.
- Mc. Ketta, J.J. 1976. *Encyclopedia of Chemical Processing and Petrochemical Palant*. Singapore: McGraw - Hill International Edition.
- Melfi, D.T., K.C. Santos., L.P. Ramos., M.L. Corazza. 2020. *The Journal of Supercritical Fluids*. 158.
- Perry, R.H. and D. W. Green. 1997, *Perry's Chemical Engineering Handbooks*, 7th edition, McGraw Hill Book Co., New York.

- Peters, M. S., and K. D. Timmerhaus. 1981. *Plant Design Economic's for Chemical Engineering's*, 4<sup>th</sup> ed. New York: McGraw Hill Co. Ltd.
- Smith, J. M., and H. C. Van Ness. 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 4<sup>th</sup> ed. Singapore: McGraw Hill Book Company.
- Sularso dan Tahara. 1983. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sert, E., F.S. Atalay. 2010. *Determination of Adsorption and Kinetic Parameters for Butanol-Acetic Acid Esterification System Catalysed by Amberlyst 15*. Progress in Reaction Kinetics and Mechanism. Vol 35: 219-235
- Toor, A. P., Sharma, M., Kumar, G., Wanchoo, R.K. 2011. *Kinetic Study of Esterification of Acetic Acid with n-butanol and isobutanol Catalyzed by Ion Exchange Resin*. Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis. 6(1):23-30.
- Walas, S. M. 1988. *Chemical Process Equipment*. New York : Butterworth Publishers, Reed Publishing Inc,
- Yaws, Carl. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York : McGraw-Hill.



**LAMPIRAN**



## LAMPIRAN PERHITUNGAN REAKTOR

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara butanol dengan asam asetat menjadi butil asetat dengan bantuan katalis amberlyst 15.

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk/RATB (Continuous Stirred Tank Reactor)

Kondisi Operasi : Suhu : 93C

Tekanan : 1 atm

Alasan Pemilihan :

1. Terdapat pengaduk sehingga suhu dan komposisi campuran sehingga reaktor yang harus selalu homogen dapat terpenuhi.

2. Fase reaktan adalah cair-cair sehingga memungkinkan penggunaan RATB.

3. Pengontrolan suhu mudah, sehingga kondisi operasi yang isothermal dapat terpenuhi.

Tujuan Perancangan :

1. Menghitung neraca massa

2. Menghitung neraca panas

3. Perancangan reactor

Data Raw Material :

• Butanol (C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH) kemurnian 99%

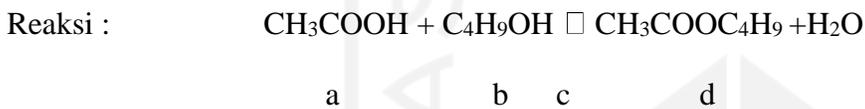
• Asam Asetat (CH<sub>3</sub>COOH) kemurnian 99,8%

• Katalis Amberlyst 15 kemurnian 99%

Spesifikasi produk Butil Asetat yang diinginkan CH<sub>3</sub>COOC<sub>4</sub>H<sub>9</sub> = 99%

Komponen	BM
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	74
CH <sub>3</sub> COOH	60
Amberlyst 15	139
CH <sub>3</sub> COOC <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	116
H <sub>2</sub> O	18

### A. Kinetika Reaksi



Persamaan Laju reaksi

Reaksi dianggap berorde 2 masing-masing terhadap a dan b  $(-r_a) = k.C_a.C_b$

Dengan:

$(-r_a)$  = Laju reaksi CH<sub>3</sub>COOC<sub>4</sub>H<sub>9</sub>, kmol/m<sup>3</sup>.jam

K = Konstanta laju reaksi, m<sup>3</sup>/kmol.jam

C<sub>a</sub> = Konsentrasi CH<sub>3</sub>COOH, kmol/m<sup>3</sup>

C<sub>b</sub> = Konsentrasi C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH, kmol/m<sup>3</sup> Pada perancangan ini menggunakan

referensi :

1. Konversi sebesar = 95%
2. Reaksi berlangsung dalam reaktor alir tangki berpengaduk
3. Waktu reaksi yang dibutuhkan = 1,5 jam

Menghitung densitas dan kecepatan laju alir volumetric pada T = 93C

T = 93C = 366 K

$$\text{Densitas} = A \left[ B^{-\left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^n} \right]$$

Komponen	A	B	n	Tc	density (ρ), g/ml	ρ, (kg/m <sup>3</sup> )
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	0.35182	0.26954	0.26843	592.71	0.9688	968.7939
CH <sub>3</sub> COOH	0.26891	0.26674	0.2457	562.93	0.7464	746.4173
CH <sub>3</sub> COOC <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	0.29857	0.26028	0.30900	579.65	0.8026	802.5503
H <sub>2</sub> O	0.34710	0.27400	0.28571	647.13	0.9628	962.7872
<b>Total</b>					3.4805	3480.5488

Komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi massa (x)	Mol (kmol/jam)	ρ campuran (x/ρ)	ρ, (kg/m <sup>3</sup> )	Fv (m <sup>3</sup> /jam)
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	2113.87939	0.12457556	35.23132	0.000128588	968.7939039	0.458301409
CH <sub>3</sub> COOH	13035.58957	0.76821597	176.15662	0.001029204	746.4173497	0.057259961
CH <sub>3</sub> COOC <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	0	0	0	0	802.5503402	0
H <sub>2</sub> O	152.7415965	0.00900139	8.48564	9.34931E-06	962.7871678	6.303372427
Amberlyst 15	1666.441586	0.09820706	11.98879	8.18392E-05	1200	0.720097248
<b>Total</b>	16968.65215	1	231.86237	0.001248981	4680.548762	7.539031045

Menghitung kecepatan laju alir volumetric (fv)

$$F_v = \frac{\text{massa (kg)}}{\text{m}^3} = 7,5390 \text{ /m}^3$$

Menghitung konsentrasi umpan

1. Konsentrasi  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ( $C_{A0}$ ) = 4,672 kmol/m<sup>3</sup>
  2. Konsentrasi  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  ( $C_{B0}$ ) = 23,266 kmol/m<sup>3</sup>
- Ratio mol umpan masuk (M) = 5

Diketahui :

$$X_A = 95\%$$

$$r = 1,5 \text{ jam}$$

Menghitung konstanta kecepatan reaksi

$$k = \frac{C_{A0} \cdot X}{C_{A0}^2 \cdot (1-X) \cdot (M-X)}$$

Maka didapat :

$$k = 0,66926 \text{ m}^3/\text{kmol} \cdot \text{jam}$$

menghitung laju reaksi

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

$$-r_A = 1,60^2 \cdot (1-X) \cdot (M-X)$$

$$-r_A = 2,9597 \text{ kmol/ m}^3 \cdot \text{jam}$$

## B. Optimasi Reaktor

Tujuan optimasi reaktor adalah untuk mendapatkan jumlah dan volume optimal ditinjau dari konversi dan harga reaktor.

1. Jumlah Reaktor = 1

$$V = \frac{F_V X_{A1}}{k C_{A0} (1-x_{A1}) (M-x_{A1})}$$

Diperoleh :  $X_{A0} = 0$

$$X_{A1} = 0,95$$

$$t = 90 \text{ menit}$$

$$V_1 = 11,30855 \text{ m}^3$$

2. Jumlah Reaktor = 2

$$V_2 = \frac{F_V (x_{A2} - x_{A1})}{k C_{A0} (1-x_{A2}) (M-x_{A2})}$$

Diperoleh :  $X_{A0} = 0$

$$t = 16 \text{ menit}$$

$$X_{A1} = 0,78$$

$$X_{A2} = 0,95$$

$$V_1 = 2,01997 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 2,01997 \text{ m}^3$$

3. Jumlah Reaktor = 3

$$V_3 = \frac{F_V(x_{A3} - x_{A2})}{kC_{A0}(1 - x_{A3})(M - x_{A3})}$$

Diperoleh :  $X_{A0} = 0$

$$t = 10 \text{ menit}$$

$$X_{A1} = 0,64$$

$$V_1 = 0,98799 \text{ m}^3$$

$$X_{A2} = 0,87$$

$$V_2 = 0,98799 \text{ m}^3$$

$$X_{A3} = 0,95$$

$$V_3 = 0,98799 \text{ m}^3$$



4. Jumlah Reaktor = 4

$$V_4 = \frac{F_V(x_{A4} - x_{A3})}{kC_{A0}(1 - x_{A4})(M - x_{A4})}$$

Diperoleh :  $X_{A0} = 0$

$t = 2$  menit

$X_{A1} = 0,54$

$V_1 = 0,63879 \text{ m}^3$

$X_{A2} = 0,78$

$V_2 = 0,63879 \text{ m}^3$

$X_{A3} = 0,90$

$V_3 = 0,63879 \text{ m}^3$

$X_{A4} = 0,95$

$V_4 = 0,63879 \text{ m}^3$

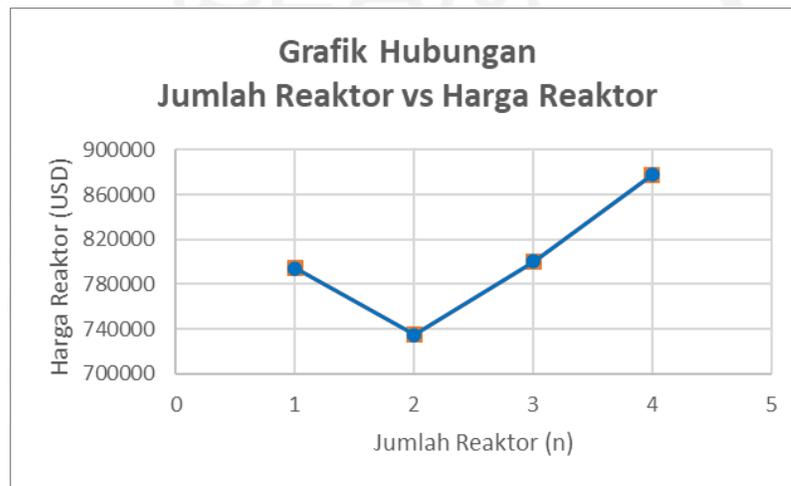
n	$X_{A1}$	$X_{A2}$	$X_{A3}$	$X_{A4}$
1	0,95			
2	0,78	0,95		
3	0,64	0,87	0,95	
4	0,54	0,78	0,90	0,95

n	V	1,2 x V
1	11.308547	13.57026
2	2.01997	2.42396
3	0.98799	1.18559
4	0.63879	0.76655

Untuk mengetahui jumlah reaktor dilakukan optimasi. Dengan menggunakan harga reaktor yang didapat dari <http://www.matche.com/equipcost/Reactor.html> untuk mempertimbangkan jumlah reaktor dengan harga minimal. Dipilih *stainless stell* sebagai bahan pembuat reaktor.

$1 \text{ m}^3 = 264,172$  gallons

n	Vshell (m <sup>3</sup> )	V (gallon)	Biaya/unit (USD)	Total Biaya (USD)
1	13.57026	3584.882342	794500	794500
2	2.42396	640.3435439	367400	734800
3	1.18559	313.1992148	266900	800700
4	0.76655	202.500146	219500	878000



Dilihat dari segi ekonomi, jumlah reaktor berpengaruh pada harga reaktor. Dari hasil optimasi, didapatkan harga paling ekonomis dengan menggunakan 2 buah reaktor.

## Menghitung Neraca Massa Reaktor

Konversi  $X_{A1} = 78\%$

$X_{A2} = 95\%$

Total Flowrate = 16968,6521 kg/h

Komponen	Input		Output	
	Kmol/h	Kg/h	Kmol/h	Kg/h
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	176.1566159	13035.58957	142.686859	10558.8276
CH <sub>3</sub> COOH	35.23132317	2113.87939	1.76156616	105.6940
CH <sub>3</sub> COOC <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	0	0	33.469757	3882.4918
H <sub>2</sub> O	8.48564425	152.7415965	41.9554013	755.1972
Amberlyst 15	11.98878839	1666.44159	11.9887884	1666.4416
<b>Total</b>	231.8623717	16968.6521	231.8623717	16968.6521

## Menghitung Dimensi Reaktor

Perbandingan diameter dan tinggi reaktor yang optimum 1:1 (D:H = 1:1)

$$D = V = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

$$V = \frac{\pi}{4} D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}}$$

$$\frac{3472,42396}{3,14} \text{ m}$$

$$D = 1,4562 \text{ m}$$

$$= 57,3305 \text{ in}$$

$$= 4,7775 \text{ ft}$$

$$D = H$$

$$H = 1,4562 \text{ m}$$

$$= 57,3305 \text{ in}$$

$$= 4,7775 \text{ ft}$$

(Brownell, hal 88)

Bentuk reaktor dipilih vertical vessel dengan formed head.

dasar pemilihan digunakan untuk tangki dengan tekanan dalam 15 psi-200 psi

$$V_{dish} = 0.000049 D_s^3$$

Dimana :

$$D_s = \text{Diameter shell, in}$$
$$V_{dish} = \text{volume dish, ft}^3$$

$$V_{dish} = 0,000049 \times (57,3305)^3$$

$$V_{dish} = 9,2332 \text{ ft}^3$$

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{sf}{144}$$

dipilih  $sf = 2 \text{ in}$

$$V_{sf} = \frac{3,14 \times 57,3305^2 \times 2}{144}$$

$$V_{sf} = 35,8350 \text{ in}^3$$

$$= 0,2489 \text{ ft}^3$$

$$V_{Head} = 2(V_{dish} + V_{sf})$$

$$V_{Head} = 2(9,2332 + 0,2489)$$

$$V_{head} = 18,9641 \text{ ft}^3$$

$$= 0,537 \text{ m}^3$$

$$V_{reaktor} = V_{shell} + V_{head}$$

$$V_{reaktor} = 2,42396 \text{ m}^3 + 0,537 \text{ m}^3$$

$$V_{reaktor} = 2,96097 \text{ m}^3$$

$$V_{Bottom} = 0,5 V_{Head}$$

$$V_{Bottom} = 0,5 \times 18,9641$$

$$V_{bottom} = 9,48205 \text{ ft}^3$$

$$= 0,2685 \text{ m}^3$$

$$V_{Cairan} = V_{shell} + V_{Bottom}$$

$$V_{Cairan} = 2,42396 \text{ m}^3 + 0,2685 \text{ m}^3$$

$$V_{cairan} = 2,69247 \text{ m}^3$$

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

$$h_{\text{cairan}} = \frac{4 \times 2,42396 \text{ m}^3}{3,14 \times (1,4562 \text{ m})^2}$$

$$H_{\text{cairan}} = 1,4562 \text{ m}$$

### Menghitung Tebal Dinding Reaktor

Digunakan persamaan dari Pers. 13.1, Brownell & Young, 1959 hal. 254

$$t_s = \frac{Pr}{(fE - 0,6P)} + C$$

Reaktor terdiri atas dinding (shell), tutup atas dan tutup bawah (head). Head atas dan head bawah berbentuk *torispherical*. Bahan untuk reaktor adalah *stainless steel* SA 316.

Spesifikasi :

$$\text{Max. Allowable Stress (f)} = 150 \text{ N/mm}^2 = 21755,661 \text{ psi}$$

(Coulson hal 812 diperoleh stainless steel (316) 150 N/mm<sup>2</sup> pada suhu 100°C)

$$\text{Efisiensi sambungan (E)} = 0,8 \text{ (tabel 13.2 brownell 1959:254)}$$

$$\text{Faktor koreksi (C)} = 0,125 \text{ (tabel 6, Timmerhaus, 1991:542)}$$

$$\text{Jari-jari shell (r}_i\text{)} = 28,66523 \text{ in}$$

### Menghitung Tekanan Hidrostatik

$$P_{\text{Hidrostatik}} = \frac{\rho gh}{gc}$$

Diketahui :

$$\text{Tekanan operasi} = 1 \text{ atm} = 14,696 \text{ psi}$$

$$g/gc = 1$$

$$\rho \text{ campuran} = 800,65258 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{\text{Hidrostatik}} = 800,65258 \text{ kg/m}^3 \times 1 \times 1,4562 \text{ m}$$

$$P_{\text{Hidrostatik}} = 1165,90441 \text{ kg/m}^2 = 1,6583 \text{ psi}$$

### Menghitung Tekanan Total

$$P_{Total} = P_{Hidrostatik} + P_{Operasi}$$

$$P_{Tot} = 1,6583 \text{ psi} + 14,696 \text{ psi}$$

$$P_{Tot} = 16,3542 \text{ psi}$$

Karena tekanan over design 20% maka, P desain menjadi 19,625 psi.

Dari data-data diatas sehingga dapat diperoleh tebal shell ( $t_s$ ) = 0,15734 in

Dari tabel Brownell hal 350 tentang tebal shell, dipilih  $T_s$  standart = 3/16 in

### **Menghitung Ukuran Head**

#### Menghitung tebal head

$$t_h = \frac{Pr_c W}{2fE - 0,2P} + c$$

Dimana:

$t_h$  = tebal head , m

W= faktor intensifikasi tegangan untuk jenis head

f = allowable stress = 21755,661 psi

E= joint efisiensi = 0,8

C= corrosion allowance, = 0,125 in

$$P = P_{Design} - P_{Lingkungan}$$

$$P = 19,625 \text{ psi} - 14,696 \text{ psi}$$

$$P = 4,9291 \text{ psi}$$

$$OD = ID \text{ Shell} + 2t_s$$

$$OD = 57,3305 \text{ in} + (2 \times 0,1875 \text{ in})$$

$$OD = 57,7055 \text{ in}$$

Dari Tabel 5.7 Brownell di dapat :

OD	60	in
Icr	3,625	in
R	60	in



$$BC = r - icr$$

$$BC = 60 \text{ in} - 3,675 \text{ in}$$

$$BC = 56,375 \text{ in}$$

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

$$AC = \sqrt{(56,375)^2 - (26,1875)^2}$$

$$AC = 49,9235 \text{ in}$$

$$b = r - AC$$

$$b = 60 \text{ in} - 49,9235 \text{ in}$$

$$b = 10,0765 \text{ in}$$

$$h_{Head} = t_h + b + sf$$

$$OA = 0,1875 \text{ in} + 10,0765 \text{ in} + 1,75 \text{ in}$$

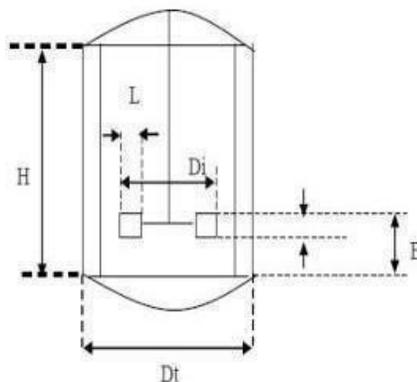
$$OA = 12,0140 \text{ in} = 0,3052 \text{ m}$$

$$h_{reaktor} = 2h_{Head} + h_{shell}$$

$$h \text{ Reaktor} = (2 \times 0,3052 \text{ m}) + 1,45619 \text{ m}$$

$$h \text{ Reaktor} = 2,06650 \text{ m}$$

### Menghitung Ukuran Pengaduk



#### Keterangan

- ID : diameter dalam pengaduk
- Di : diameter pengaduk
- L : panjang sudut pengaduk
- W : lebar sudut pengaduk
- E : jarak pengaduk dengan dasar tangki
- J : lebar *baffle*
- H : tinggi cairan

Data pengaduk dari Brown "Unit Operation" p.507

$$D_i / ID = 1/3$$

$$B / ID = 1/12$$

$$W / D_i = 1/5$$

$$E / D_i = 1$$

$$L / D_i = 1/4$$

$$\text{Diameter pengaduk (D}_i\text{)} = ID/3 = 0,48540 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi pengaduk (W)} = D_i/5 = 0,09708 \text{ m}$$

$$\text{Lebar pengaduk (L)} = D_i/4 = 0,12135 \text{ m}$$

$$\text{Lebar baffle (B)} = ID/12 = 0,12135 \text{ m}$$

Jarak pengaduk dengan dasar tangki (E) =  $D_i(0.75-1.3)$ ; dipilih 1 = 0,48540 m

$$\text{Tinggi Cairan (Z}_L\text{)} = 1,456193 \text{ m}$$

Menghitung kecepatan putar pengaduk (N)

$$N = \frac{600}{\pi D_i} \sqrt{\frac{WELH}{2D_i}}, WELH = Z_L \times Sg$$

Dimana: N = kecepatan putar pengaduk, rpm

d = diameter pengaduk, ft

Z<sub>L</sub> = tinggi cairan dalam tangki, m

Sg = *specific gravity*

WELH = *Water Equivalent Liquid Height*, ft

Sg (Specific Gravity) =  $\rho_{\text{cairan}}/\rho_{\text{air}}$

$$\text{Sg (Specific Gravity)} = 0,80065$$

$$\text{WELH} = 1,456193 \text{ m} \times 0,80065$$

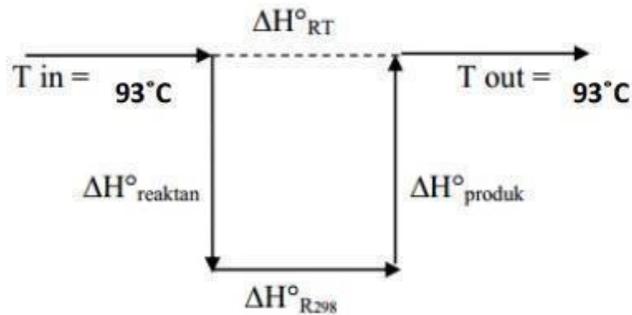
$$\text{WELH} = 1,16590 \text{ m} = 3,82515 \text{ ft}$$

Jumlah pengaduk =  $WELH/ID = 0,80065 \text{ m} = 1$ , maka dipakai 1 buah pengaduk

Maka didapat kecepatan putar pengaduk sebesar:

$$N = 131,4942 \text{ rpm} = 2,1916 \text{ rps}$$

## Neraca Panas Reaktor



Keterangan	Q <sub>input</sub> (kJ/jam)	Q <sub>output</sub> (kJ/jam)
Input	2450832.282	
Output		2481025.483
Reaksi	576613.494	
Pendingin		546420.292
<b>Total</b>	<b>3027445.775</b>	<b>3027445.775</b>

### Menghitung dimensi pendingin

Suhu fluida panas reaktor =  $93^{\circ}\text{C} = 199^{\circ}\text{F}$

Suhu fluida dingin masuk =  $25^{\circ}\text{C} = 77^{\circ}\text{F}$

Suhu fluida dingin keluar =  $45^{\circ}\text{C} = 113^{\circ}\text{F}$

Initial	Fluida Panas ( $^{\circ}\text{F}$ )		Fluida dingin ( $^{\circ}\text{F}$ )	$\Delta T$ ( $^{\circ}\text{F}$ )
$\Delta T_2$	199	Lower Temp	77	122
$\Delta T_1$	199	Higher Temp	113	86

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

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{122 - 86}{\ln \frac{122}{86}}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 103,357^{\circ}\text{F}$$

### Mengitung Kebutuhan Air Pendingin

Beban pendingin ( $Q_w$ ) =  $Q_{\text{keluar}} - Q_{\text{masuk}}$

Beban pendingin ( $Q_w$ ) = 546420.292 kJ/jam

$C_p$  air = 4,148 KJ/Kg °C

$\Delta T$  = (45-25) °C = 20 °C

$$m_w = \frac{Q_w}{C_p(T_{out} - T_{in})}$$

$$m_w = \frac{546420.292}{4,148 \times 20}$$

$m_w$  = 6586,551 kg/jam

### Menghitung Luas Transfer Panas

Untuk fluida panas medium organics (viskositasnya 0,5-1 cP) dan fluida dingin air, nilai UD = 50-125 Btu/ft<sup>2</sup>.°F.jam (Kern table 8 pg 840).

Diambil UD = 75 Btu/ft<sup>2</sup>.°F.jam

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

$$A = \frac{518006,4371^{Btu}}{75 \times 103,357}$$

A = 66,824 ft<sup>2</sup>

= 6,208 m<sup>2</sup>

### Menghitung Luas Selubung Reaktor

$$L = \pi D l$$

L = 3,14 x 1,4562 m x 1,4562 m

L = 6,6584 m<sup>2</sup>

Karena luas transfer panas kurang dari luas selubung reaktor maka menggunakan jaket pendingin.

### Menghitung Volume Air Pendingin

$$V_{\text{pendingin}} = m_{\text{pendingin}} \times \frac{1000}{\rho_{\text{air}}}$$

$$V_{\text{air pendingin}} = 6,58655 \text{ m}^3/\text{jam}$$

### **Menghitung Jaket Pendingin**

#### Menghitung Diameter Dalam Jaket (D1)

$$D_1 = D_R + (2 \times t_s)$$

$$D_1 = 1,465718 \text{ m} + (2 \times 0,0047625 \text{ m})$$

$$D_1 = 1,46572 \text{ m} = 57,70542 \text{ in}$$

Tinggi jaket = tinggi shell

$$\text{Tinggi jaket} = 1,45619 \text{ m} = 67,70542 \text{ in}$$

$$\text{Asumsi jarak jaket} = 5 \text{ in} = 0,127 \text{ m}$$

#### Menghitung Diameter luar Jaket (D2)

$$D_2 = D_1 + (2 \times \text{jarak jaket})$$

$$D_2 = 1,46572 \text{ m} + (2 \times 0,127 \text{ m})$$

$$D_2 = 1,7197 \text{ m} = 67,70542 \text{ in}$$

$$v = \frac{V_{\text{air pendingin}}}{A}$$

- Luas yang dilalui air pendingin (A)

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

$$A = \frac{3,14 \times (67,70542)^2 - (57,70542)^2}{4}$$

$$A = 0,6351 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{6,58655}{0,6351}$$

$$v = 10,3702 \text{ m/ja}$$



### Menentukan Tebal Jacket

$$H \text{ jacket} = 1,4562 \text{ m} = 4,7775 \text{ ft}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \frac{H - 1}{144} \times \rho_{\text{air}}$$
$$t_j = \frac{P_{\text{Desain}} \times D_2}{fE - (0,6 P_{\text{desain}})} + C$$

Diketahui :

Diketahui :

$$\rho_{\text{air}} = 62,4 \text{ lb/ft}^3$$

Didapat :

$$P_{\text{hidrostatik}} = 1,63693 \text{ psia}$$

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

$$P_{\text{desain}} = 19,62505 \text{ psia} + 1,63693 \text{ psia}$$

$$P_{\text{desain}} = 21,26198 \text{ psia}$$

Sehingga dari data diatas dapat digunakan untuk mencari tebal jacket :

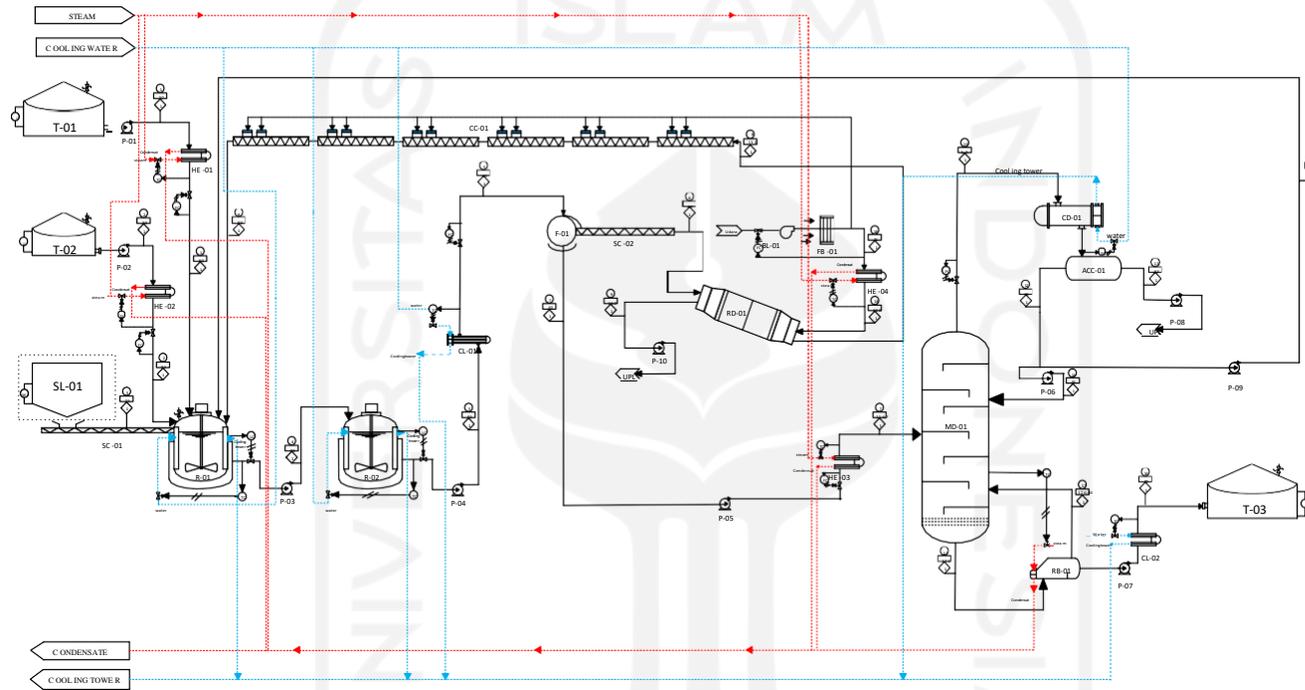
$$t_j = 0,20777 \text{ in}$$

dipakai tebal jacket standar = 3/8 in (brownell&young, 1959, tabel 5.2 hal 83)



**LAMPIRAN 2**  
**PEFD**

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
PRARANCANGAN PABRIK BUTILASETAT DARI  
BUTANOL DAN ASAM ASETAT DENGAN KAPASITAS  
PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN**



Komponen	Nomor Arus (Kg/jam)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
C4H9OH (Butanol)	12964,379			10941,936	10501,147	52,506	10448,641	52,506		63806,6	63827,5	63756,828	49,77	53329,084	10427,74	20,897		63806,597
CH3COOH (Asam Asetat)		2102,332		462,513	105,117	2,628	102,489	2,628		615,832	617,677	100,644	515,189		100,644	1,844	615,832	
CH3COOC4H9 (Butil Asetat)				3247,156	3861,288	19,306	3841,976		19,306	470,175	4235,31	470,150	0,025	393,311	76,84	5765,137	470,175	
H2O (Air)	130,953	4,213	16,741	643,853	751,072	18,777	732,295	17,276	1,5	4480,86	4480,86	105,532	4375,326		105,532		480,859	
Amberlyst-15			1657,338	657,338	657,338	1657,333		1657,338										
Udara											3501,110							3501,110
<b>Total</b>	<b>13095,332</b>	<b>2106,545</b>	<b>1674,079</b>	<b>16952,796</b>	<b>16875,956</b>	<b>1750,5515</b>	<b>125,401</b>	<b>1729,784</b>	<b>3521,916</b>	<b>69373,781</b>	<b>61644,38</b>	<b>155494,31</b>	<b>53722,395</b>	<b>10711</b>	<b>3787,879</b>	<b>69373,464</b>	<b>3801,110</b>	

Keterangan	
T	Tangki
P	Pompa
SL	Silo
F	Filter
HE	Heat Exchanger
R	Reaktor
CL	Cooler
SC	Screw Conveyor
BL	Blower
CC	Cooling Conveyor
MD	Menara Distilasi
RD	Rotary Dryer
EV	Evaporator
CD	Condenser
RB	Reboiler
ACC	Accumulator
LC	Level Control
FC	Flow Control
TC	Temperature Control
PC	Pressure Control
WI	Weight Indicator
LI	Level Indicator
FB	Filter Bag
Control Valve	Control Valve
Indikator Elektrik	Indikator Elektrik
Udara	Udara
Arus Utama	Arus Utama
Relief Valve	Relief Valve
Suhu	Suhu
Nomor Arus	Nomor Arus
Tekanan	Tekanan
Weight	Weight
Level	Level



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
PRARANCANGAN PABRIK BUTILASETAT  
DARI BUTANOL DAN ASAM ASETAT  
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 30.000  
TON/TAHUN

Disusun oleh:  
1. Aulia Latifah Sekar Wangi (17521027)  
2. Diana Puja Amalya (17521147)

Dosen Pembimbing:  
1. Ir. Daryono, M.Si., C. Text ATi.  
2. Ajeng Yulianti DwiLestari, S.T., M.T.



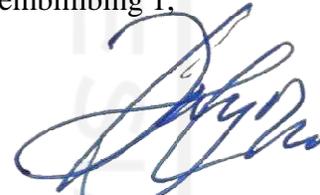
**LAMPIRAN 3**  
**KARTU KONSUL**

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : Aulia Latifah SekarWangi No.  
 Mahasiswa 1 : 17521027  
 Nama Mahasiswa 2 : Diana PujaAmalya No.  
 Mahasiswa 2 : 17521147  
 Judul Prarancangan Pabrik : Pra Perancangan Pabrik Butil Asetat dari Asam Asetat dan Butanol  
 dengan Kapasitas Produksi 30.000 ton/tahun Mulai  
 Masa Bimbingan : 5 November 2020  
 Selesai Masa Bimbingan :

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	5/11/2020	Pengajuan Judul	
2	1/12/2020- 10/03/2021	Menentukan Kapasitas	
3	10/03/2021- 21/04/2021	Menghitung Neraca Massa	
4	21/04/2021- 02/08/2021	Perancangan Alat Besar	
5	30/08/2021	Perancangan Alat Kecil	
6	30/08/2021- 10/09/2021	Perancangan Utilitas	
7	10/09/2021- 24/09/2021	Perhitungan ekonomi dan perancangan Naskah	


Disetujui Draft Penulisan :  
Yogyakarta, 25 September 2021  
Pembimbing 1,



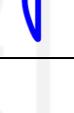
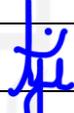
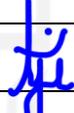
(Ir. Dalyono, MSI., C.Text ATL.)

**Catatan:**

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

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : Aulia Latifah SekarWangi No.  
 Mahasiswa 1 : 17521027  
 Nama Mahasiswa 2 : Diana PujaAmalya No.  
 Mahasiswa 2 : 17521147  
 Judul Prarancangan Pabrik : Pra Perancangan Pabrik Butil Asetat dari Asam Asetat dan Butanol  
 dengan Kapasitas Produksi 30.000 ton/tahun Mulai  
 Masa Bimbingan : 5 November 2020  
 Selesai Masa Bimbingan :

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	5/11/2020	Pengajuan Judul	
2	1/12/2020- 10/03/2021	Menentukan Kapasitas	
3	10/03/2021- 21/04/2021	Menghitung Neraca Massa	
4	21/04/2021- 02/08/2021	Perancangan Alat Besar	
5	30/08/2021	Perancangan Alat Kecil	
6	30/08/2021- 10/09/2021	Perancangan Utilitas	
7	10/09/2021- 24/09/2021	Perhitungan ekonomi dan perancangan Naskah	


Disetujui Draft Penulisan :

Yogyakarta, 25 September 2021

Pembimbing 2,



**(Ajeng Yulianti Dwi Lestari,S.T.,M.T.)**

**Catatan:**

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