

X [No: <Identifikasi>

**PRA RANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI
ASAM ASETAT DAN BUTANOL DENGAN
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh:

Nama : Riski Puji Pramudani Nama : Radita Anggi Martika

No. Mahasiswa: 14521295 No. Mahasiswa: 14521187

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2018

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI ASAM ASETAT DAN BUTANOL DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

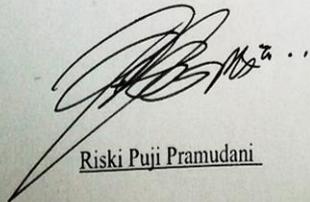
Nama	:	Riski Puji Pramudani	Nama	:	Radita Anggi Martika
No. Mahasiswa	:	14521295	No. Mahasiswa	:	14521187

Yogyakarta, 9 November 2018

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.

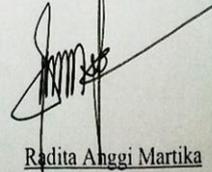
Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Td.Tangan



Riski Puji Pramudani

Td.Tangan



Radita Anggi Martika

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

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

PERANCANGAN PABRIK



Oleh:

Nama : Riski Puji Pramudani Nama : Radita Anggi Martika

No. Mahasiswa: 14521295 No. Mahasiswa: 14521187

Yogyakarta, 9 November 2018

Pembimbing I,



Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI ASAM ASETAT DAN BUTANOL DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Riski Puji Pramudani

No. Mahasiswa : 14521295

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, 30 November 2018

Tim Penguji

Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.

Penguji 1

Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.

Penguji 2

Lucky Wahyu Nuzulia S., S.T., M.Eng.

Penguji 3

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Suharno Rusdi, Ph.D

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK BUTIL ASETAT DARI ASAM ASETAT DAN BUTANOL DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Radita Anggi Martika

No. Mahasiswa : 14521187

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, 30 November 2018

Tim Penguji

Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.

Penguji 1

Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.

Penguji 2

Lucky Wahyu Nuzulia S., S.T., M.Eng

Penguji 3

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Suharno Rusdi, Ph.D

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpah rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga Tugas Pra Rancangan Pabrik Kimia ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W., sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Prarancangan Pabrik Kimia yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Butil Asetat dari Asam Asetat dan Butanol dengan Kapasitas 25.000 Ton/Tahun”, merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Pra Rancangan Pabrik Kimia ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Inayah-Nya.
2. Orang Tua yang selalu memberikan dorongan semangat dan motivasi terlebih anggaran selama melaksanakan Tugas Prarancangan Pabrik Kimia.
3. Bapak Ir. Suharno Rusdi, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Tugas Prarancangan Pabrik Kimia ini yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam pengerjaan maupun penyusunan laporan Tugas Prarancangan Pabrik Kimia ini.

5. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
6. Teman-teman Teknik Kimia 2014
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 mengharapkan 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, Amin.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 9 November 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Lokasi Pabrik	2
1.4 Kapasitas Rancangan	4
1.4.1 Kebutuhan Butil Asetat di Indonesia	4
1.4.2 Ketersediaan Bahan Baku	5
1.4.3 Kapasitas Pabrik Butil Asetat	6
1.5 Tinjauan Pustaka	8
BAB II	13
PERANCANGAN PRODUK	13
2.1 Spesifikasi Bahan Baku	13
2.1.1 Sifat Fisika	13
2.1.2 Sifat Kimia	14
2.2 Pengendalian Kualitas	15
2.2.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	15
2.2.2 Pengendalian Kualitas Proses	15
2.2.2.1 Alat Sistem Kontrol	16

2.2.2.2 Aliran Sistem Kontrol.....	17
2.2.3 Pengendalian Kualitas Produk	17
BAB III	19
PERANCANGAN PROSES	19
3.1 Uraian Proses	19
3.1.1 Unit Persiapan Bahan Baku dan Bahan Pembantu	19
3.1.2 Unit reaksi.....	20
3.1.3 Unit Pemurnian Produk.....	21
3.2 Spesifikasi Alat Proses.....	22
3.3 Perancangan Produksi	47
3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku dan Pembantu.....	47
3.3.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses.....	48
3.3.3 Target Produksi.....	55
BAB IV	58
PERANCANGAN PABRIK.....	58
4.1 Lokasi Pabrik	58
4.1.1 Kemudahan Transportasi	58
4.1.2 Pemasaran Produk.....	58
4.1.3 Ketersediaan Bahan Baku atau Pembantu	59
4.1.4 Tenaga Kerja.....	59
4.1.5 Kondisi Iklim	59
4.1.6 Lingkungan dan Masyarakat	59
4.1.7 Sumber Air dan Listrik	60
4.2 Tata Letak Pabrik (<i>Layout Plant</i>).....	60
4.3 Tata Letak Mesin atau Alat (<i>Machines</i>).....	64
4.4 Tata Letak Alat Proses	68
4.5 Alir Proses dan Material.....	71
4.6 Neraca Massa	74
4.7 Neraca Energi.....	75
4.8 Pelayanan Teknik (Utilitas)	78
4.8.1 Kebutuhan dan Distribusi Air Untuk Produksi dan Konsumsi	78
4.8.2 Listrik atau Generator	80

4.8.3 Unit Pengadaan Steam	83
4.8.4 Unit Penyediaan Udara	84
4.8.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar	84
4.9 Laboratorium.....	100
4.9.1 Laboratorium Fisik.....	102
4.9.2 Laboratorium Analitik	102
4.9.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan.....	102
4.10 Unit Pengolahan Limbah.....	103
4.10.1 Limbah Cair	103
4.10.2 Limbah Gas	104
4.11 Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	104
4.12 Organisasi Perusahaan	106
4.12.1 Bentuk Perusahaan.....	106
4.12.2 Struktur Organisasi	108
4.12.3 Tugas dan Wewenang.....	112
4.12.3.1 Pemegang Saham	112
4.12.3.2 Dewan Komisaris.....	112
4.12.3.3 Direktur Utama	112
4.12.3.4 Kepala Bagian.....	113
4.12.3.5 Kepala Seksi	114
4.12.4 Catatan	116
4.12.4.1 Cuti Tahunan.....	116
4.12.4.2 Hari Libur Nasional	116
4.12.4.3 Kerja Lembur (<i>Overtime</i>)	116
4.12.5 Penggolongan Gaji.....	116
4.12.6 Pengaturan Jam Kerja	117
4.12.7 Fasilitas dan Hak Karyawan	121
4.13 Evaluasi Ekonomi	123
4.13.1 Index Harga.....	124
4.13.2 Harga Alat.....	125
4.14 Perhitungan Biaya	137
4.14.1 <i>Capital Investment</i>	137

4.14.2 <i>Manufacturing Cost</i>	137
4.14.3 <i>Working Capital</i>	140
4.14.4 <i>General Expanse</i>	141
4.14.5 <i>Total Cost</i>	142
4.14.6 Hasil Perhitungan.....	142
4.14.7 Analisa Keuntungan.....	145
4.14.8 Analisa Kelayakan	145
4.14.9 <i>Percent Return on Investment (ROI)</i>	146
4.14.10 <i>Pay Out Time (POT)</i>	146
4.14.11 <i>Break Event Point (BEP)</i>	147
4.14.12 <i>Shut Down Point (SDP)</i>	148
4.14.13 <i>Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)</i>	150
BAB V.....	153
PENUTUP.....	153
5.1 Kesimpulan	153
5.2 Saran.....	154
DAFTAR PUSTAKA	155
LAMPIRAN.....	157

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kapasitas Pabrik Butil Asetat di Luar Negeri dan Asia	6
Tabel 1.2 Kapasitas Ekspor Butil Asetat.....	7
Tabel 1.3 Perbandingan Pembuatan Butil Asetat.....	11
Tabel 1.4 Perbandingan Katalis	12
Tabel 2.1 Sifat Fisika	13
Tabel 2.2 Sifat Kimia.....	14
Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah.....	63
Tabel 4.2 Neraca massa Reaktor-01 (RE-01).....	74
Tabel 4.3 Neraca massa Reaktor-02 (RE-02).....	74
Tabel 4.4 Neraca massa <i>Mixer</i> -02 (M-02)	74
Tabel 4.5 Neraca massa <i>Neutralizer</i> -01 (NE-01)	74
Tabel 4.6 Neraca massa <i>Decanter</i> -01 (DC-01)	75
Tabel 4.7 Neraca massa Menara Distilasi-01 (MD-01).....	75
Tabel 4.8 Neraca energi Reaktor-01 (RE-01)	75
Tabel 4.9 Neraca energi Reaktor-02 (RE-02)	75
Tabel 4.10 Neraca energi <i>Mixer</i> -02 (M-02)	76
Tabel 4.11 Neraca energi <i>Neutralizer</i> -01 (NE-01).....	76
Tabel 4.12 Neraca energi <i>Decanter</i> -01 (DC-01).....	76
Tabel 4.13 Neraca energi Menara Distilasi-01 (MD-01)	76
Tabel 4.14 Neraca energi <i>Heater</i> -01 (HE-01).....	76
Tabel 4.15 Neraca energi <i>Heater</i> -02 (HE-02).....	77
Tabel 4.16 Neraca energi <i>Heater</i> -03 (HE-03).....	77
Tabel 4.17 Neraca energi <i>Heater</i> -04 (HE-04).....	77
Tabel 4.18 Neraca energi <i>Cooler</i> -01 (CL-01)	77
Tabel 4.19 Neraca energi <i>Cooler</i> -02 (CL-02)	77
Tabel 4.20 Perincian Tugas danKeahlian.....	117
Tabel 4.21 Jumlah Gaji Karyawan Menurut Jabatan	118
Tabel 4.22 Pembagian kerja karyawan <i>shift</i>	119
Tabel 4.23 Harga Indeks	124

Tabel 4.24 Harga Indeks Tahun Perancangan.....	126
Tabel 4.25 Harga Alat Proses.....	129
Tabel 4.26 Daftar Harga Alat Utilitas	134
Tabel 4.27 <i>Total Physical Plant Cost (PPC)</i>	135
Tabel 4.28 <i>Total Direct Plant Cost (DPC)</i>	135
Tabel 4.29 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	136
Tabel 4.30 <i>Raw Material</i>	138
Tabel 4.31 <i>Raw Material Utilities</i>	139
Tabel 4.32 <i>Physical Plant Cost</i>	142
Tabel 4.33 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	143
Tabel 4.34 <i>Fixed Capital Instrument (FCI)</i>	143
Tabel 4.35 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	143
Tabel 4.36 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	143
Tabel 4.37 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	143
Tabel 4.38 <i>Total Manufacring Cost (MC)</i>	144
Tabel 4.39 <i>Working Capital (WC)</i>	144
Tabel 4.40 <i>General Expense (GE)</i>	144
Tabel 4.41 Total Biaya Produksi.....	144
Tabel 4.42 <i>Fixed Cost (Fa)</i>	144
Tabel 4.43 <i>Variable Cost (Va)</i>	144
Tabel 4.44 <i>Regulated Cost (Ra)</i>	145

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Regresi Linear Kebutuhan Butil Asetat	5
Gambar 1.2 Bentuk Molekul Butil Asetat	8
Gambar 4.1 Lokasi Pabrik	66
Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik	67
Gambar 4.3 Tata Letak Alat.....	70
Gambar 4.4 Diagram kualitatif	72
Gambar 4.5 Diagram Kuantitatif	73
Gambar 4.6 Skema Unit Pengolahan Air.....	93
Gambar 4.7 Struktur Organisasi	111
Gambar 4.8 Indeks Harga	126
Gambar 4.9 Grafik Analisa Ekonomi	152

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A REAKTOR	A-1
LAMPIRAN B PEFD	B-1

ABSTRAK

Pra rancangan pabrik butil asetat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun didirikan untuk mengurangi impor bahan baku butil asetat ($\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$) luar negeri. Butil asetat diperoleh dari reaksi esterifikasi dari butanol ($\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$) dan asam asetat (CH_3COOH), dengan ditambah katalis asam sulfat (H_2SO_4). Reaktor yang digunakan yaitu reaktor alir tangki berpegaduk (RATB) pada kondisi operasi 1 atm dan $91\text{ }^\circ\text{C}$.

Pabrik membutuhkan bahan baku asam asetat sebanyak 1704 kg/jam, butanol sebanyak 2332 kg/jam dan asam sulfat 10 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebanyak 312363 kg/jam. Kebutuhan steam sebanyak 2496 kg/jam, air pendingin sebanyak 296070 kg/jam, bahan bakar sebanyak 0,15 m^3 /jam, dan listrik sebanyak 483 kW/jam yang diperoleh dari PLN. Pabrik ini akan didirikan di daerah Prambangan, Gresik dengan luas tanah 20.335 m^2 dan jumlah karyawan 154 orang.

Modal tetap adalah sebesar \$ 30,810,788 modal kerja sebesar \$ 36,642,105. Dari analisa ekonomi menunjukkan keuntungan sebelum pajak \$ 10,027,943 dan sesudah pajak \$ 4,813,412. Return Of Investment (ROI) sebesar 15,62%. Pay Out Time (POT) sebesar 4,23 tahun. Break Event Point (BEP) 40,33%. Shut Down Point (SDP) 22,00% dan DCFR 8,75%. Pabrik ini beresiko rendah karena proses berjalan pada kondisi operasi operasi yang rendah, serta bahan baku yang digunakan tidak berbahaya, tidak mudah terbakar dan meledak. Berdasarkan hasil ini dapat disimpulkan bahwa pabrik butil asetat dari butanol dan asam asetat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun cukup menarik dikaji lebih lanjut.

Kata-kata kunci : Butil Asetat, RATB, Butanol, Asam Asetat, Asam Sulfat

ABSTRACT

Pre-design of butyl acetate ($\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$) plant from butanol ($\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$) and acetic acid (CH_3COOH) with 25,000 ton/year capacities, it could be decreasing import. Butyl acetate are made from esterification process with sulfuric acid (H_2SO_4) as catalyst. The reaction is conducted in a Continuous Stirred Tank Reactor with operating condition is 91°C 1 atm.

This factory requires 1704 kg/hour of acetic acid, 2332 kg/hour of butanol and 10 kg/hour of sulfuric acid. The auxiliary process is consist of 312363 kg/hour of water. 2496 kg/hour consist of steam, 296070 kg/hour cooling water, $0,15\text{ m}^3$ /hour of fuel and electricity of 483 kW/hour provided by PLN. The plant of will be built in Prambangan, Gresik with the area of $20,355\text{ m}^2$ and employees 154 people.

From the economic analysis, the fixed capital respectively is \$ 30,810,788; working capital is \$ 36,642,105; The benefit are before tax per year is \$ 10,027,943 while after tax per year is \$ 4,813,412 The return of investment (ROI) is 15,62%, Pay Out Time (POT) is 4,23 years. Break Event Point (BEP) is 40,33%, Shut Down Point (SDP) is 22,00%. DCFR is 8,75%. This factory, classified as low risk because the process moves on in low operate condition, also the matter and product that yeild are not dangerous, not easy to burn and axplosive. Based on the results this butyl acetate from butanol and acetic acid plant with the capacity of 25,000 ton/year is feasible to built.

Keywords : Butyl Acetate, RATB, Butanol, Acetic acid, Sulfuric Acid

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini kebutuhan akan bahan kimia di Indonesia setiap tahun semakin meningkat namun, seiring meningkatnya jumlah kebutuhan konsumsi tidak diiringi dengan produksi bahan kimia dalam negeri. Untuk memenuhi kebutuhan bahan kimia, Indonesia masih harus melakukan impor dari negara-negara produsen yang sudah maju. Nilai impor tersebut akan terus meningkat pada tahun-tahun mendatang apabila tidak diatasi. Upaya penanggulangan yang dilakukan adalah dengan mendirikan pabrik untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri yang terus meningkat. Salah satu industri kimia di Indonesia yang sampai saat ini masih kurang mencukupi kebutuhan konsumsi dalam negeri adalah industri butil asetat.

Butil asetat merupakan salah satu produk yang potensial untuk dikembangkan, karena memiliki kegunaan yang cukup luas. Butil asetat merupakan pelarut penting dalam industri kimia. Butil asetat mempunyai rumus kimia $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ atau $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$ dengan berat molekul 116,16 gram/mol dan juga titik didih $126,5\text{ }^\circ\text{C}$ merupakan cairan yang tidak berwarna dan berbau khas. Kegunaan butil asetat diantaranya yaitu : sebagai pelarut pada industri pembuatan lapisan pelindung, industri tekstil, industri plastik, farmasi, industri yang memproduksi *oil*, sebagai bahan baku dalam industri parfum, sebagai *solvent* pada persiapan pembuatan kulit buatan, dan lain sebagainya. (Mc. Ketta 1976)

Dilihat dari kegunaan butil asetat yang cukup banyak maka diperkirakan kebutuhan butil asetat di Indonesia akan semakin meningkat dari tahun ke tahun, serta sejauh ini untuk memenuhinya dilakukan dengan impor dari luar negeri, maka perlu didirikan pabrik butil asetat di Indonesia. Pendirian pabrik butil asetat ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri yang berarti menekan devisa negara, serta menyediakan lapangan kerja baru. Dengan pendirian pabrik ini diharapkan dapat mendorong berkembangnya industri lain yang menggunakan butil asetat sebagai bahan baku di dalam prosesnya.

1.2 Tujuan

Pendirian pabrik butil asetat dari butanol dan asam asetat ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan butil asetat dalam negeri sehingga mampu mengurangi impor dalam negeri, dan tidak menutup kemungkinan produk tersebut bisa untuk diekspor. Dengan harapan dapat memberikan keuntungan negara dan mengurangi beban negara dalam bidang ekonomi.

1.3 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan yang secara praktis lebih menguntungkan, baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

1. Penyediaan bahan baku dan pemasaran produk

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan jika ada bahan baku yang atau produk

yang dikirim dari atau ke luar negeri.

2. Ketersediaan air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik, baik untuk proses, pendingin, maupun untuk proses yang lain. Sumber air biasanya berupa air sungai, danau atau air laut, untuk pabrik ini sumber air yang digunakan adalah air sungai.

3. Ketersediaan tenaga kerja

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

4. Kondisi geografis dan social

Lokasi pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil terhadap gangguan keamanan dan bencana alam. Kebijakan pemerintah setempat juga mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih.

5. Transportasi

Sarana transportasi dari atau ke lokasi pabrik sangat memungkinkan untuk terjadinya hubungan dan pengiriman bahan baku dan produk dengan lancar. Transportasi yang memadai yaitu jalan raya dan Pelabuhan yang memudahkan impor bahan baku dan kemungkinan ekspor produk.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut, pabrik direncanakan akan didirikan di daerah Prambangan Gresik, Jawa Timur. Faktor pendukungnya antara lain:

1. Dekat dengan pelabuhan untuk keperluan impor peralatan pabrik dan ekspor produk.

2. Merupakan daerah yang menjadi kawasan industri.
3. Tersedianya lahan, tenaga kerja dan air yang cukup.

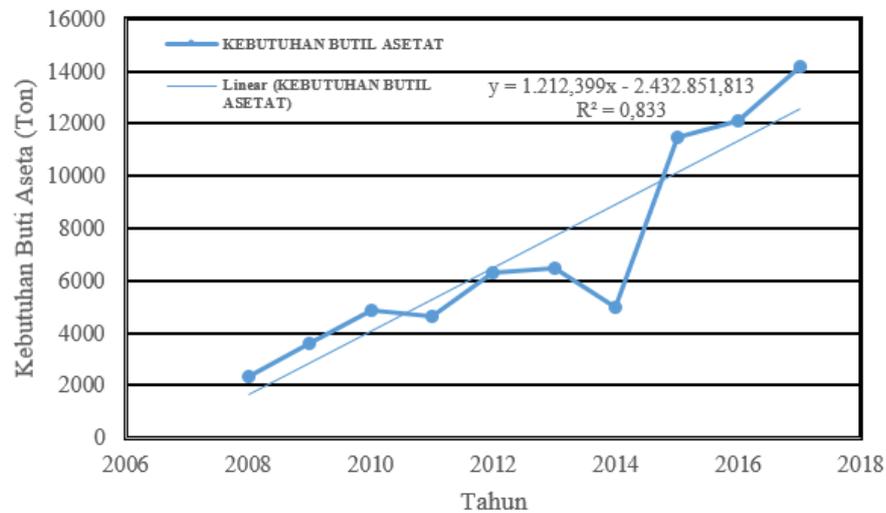
1.4 Kapasitas Rancangan

Dalam menentukan kapasitas rancangan suatu pabrik perlu ditinjau berdasarkan kapasitas minimum atau sama dengan kapasitas pabrik yang sudah ada dan mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri. Untuk dapat menentukan kapasitas pabrik, ada beberapa hal yang dapat menjadi pertimbangan, yaitu :

1.4.1 Kebutuhan Butil Asetat di Indonesia

Permintaan akan butil asetat di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat namun, selama ini hanya terpenuhi sebagian dikarenakan pabrik yang didirikan di Indonesia tidak banyak sehingga untuk supply produk butil asetat di peroleh dari hasil impor. Hal ini dapat dilihat dari impor butil asetat yang dapat dilihat Biro Pusat Statistik.

Impor Butil Asetat cenderung mengalami peningkatan seiring dengan berkembangnya industri kimia di Indonesia. Dari data impor Butil Asetat di atas, kemudian dilakukan regresi linear untuk mendapatkan kecenderungan kenaikan impor butil asetat dan untuk memperkirakan impor Butil Asetat pada tahun 2022 di Indonesia. Data impor dan regresi linear ditunjukkan dalam Gambar 1.1



Gambar 1.1 Regresi Linear Kebutuhan Butil Asetat

Pabrik Butil Asetat direncanakan akan didirikan pada tahun 2022, maka digunakan regresi linear untuk memprediksi kebutuhan pada tahun tersebut.

Berdasarkan data pada Tabel 1.1 maka diperoleh persamaan :

$$Y = 1.212,399X - 2.432.851,813$$

Dengan $Y =$ Kebutuhan butil asetat

$X =$ Tahun ke-n

Dengan menggunakan persamaan tersebut maka diperoleh kebutuhan Butil Asetat pada tahun 2022 sebesar 18.618,965 ton/tahun.

1.4.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang dibutuhkan pada pembuatan Butil Asetat dari Butanol dan Asam Asetat antara lain adalah Butanol, Asam Asetat, Asam Sulfat, Natrium Hidroksida.

- Butanol diperoleh dari PT. Petro Oxo Nusantara Gresik
- Asam asetat diperoleh dari PT. Indo Acidatama Karanganyar

- Natrium hidroksida diperoleh dari PT. Industri Soda Indonesia Sidoarjo
- Asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik

1.4.3 Kapasitas Pabrik Butil Asetat

Sampai saat ini, Indonesia belum bisa memenuhi kebutuhan butil asetat, sedangkan kebutuhan akan butil asetat diperkirakan terus meningkat sesuai dengan banyaknya industri maupun pihak-pihak yang memerlukannya. Untuk memenuhi kebutuhan butil asetat dalam negeri, Negara Indonesia masih harus mengimpor. Data impor butil asetat ditunjukkan pada Tabel 1.2. (Bussiness 2013)

Tabel 1.1 Kapasitas Pabrik Butil Asetat di Luar Negeri dan Asia

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton)
Eropa		
BASF	Ludwigshafen, Germany	90.000
Nevinnomyssk azot	Rusia	18.000
Celanese	Frankfurt Germany	40.000
Ashink chemical plant	Chelyabink Russia	35.000
Dmitrievsky Chemical plant	Russia	55.000
Carbohim – Wood AND Chemical Co	Russia	36.000
Incos Oxide	Belgium	100.000
Oxea	Germany	100.000
Synthos Dwory	Poland	6.000
Plasticantes de Lutxana	Spain	7.000
Asia		
Wuxi Baichuan	China	200.000
Jiangmen	China	100.000
Celanese	Singapore	100.000
Korea alcohol	South Korea	85.000
Shandong	China	80.000
Shiny	Taiwan	60.000
Jiangmen	China	60.000
Jiangmen	Guandong China	60.000
Petronas	Malaysia	60.000
Dragon sky	China	50.000
K H Ncochem	Japan	40.000

Chang Chun	Taiwan	40.000
Continental Solvindo	Indonesia	18.000
DeaiceI	Japan	22.000

Tabel 1.2 Kapasitas Ekspor Butil Asetat

Tahun	Kapasitas (ton)
2008	5351,39
2009	6278,42
2010	4622,48
2011	2373,07
2012	4878,57
2013	4504,67
2014	1000,01
2015	72
2016	144,18
2017	0,0005

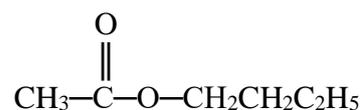
Dengan beberapa pertimbangan menggunakan data tersebut dapat diperkirakan perencanaan kapasitas perancangan, maka dapat direncanakan kapasitas perancangan pabrik Butil Asetat sebesar 25.000 ton/tahun pada tahun 2022, dengan pertimbangan :

1. Dapat memenuhi kebutuhan butil asetat dalam negeri.
2. Dapat mendorong berdirinya industri-industri lainnya yang menggunakan butil asetat terutama pada penyediaan bahan baku.
3. Menekan devisa negara sekaligus meningkatkan devisa dengan melakukan ekspor ke luar negeri.
4. Menyediakan lapangan kerja baru, sehingga dapat menurunkan angka pengangguran.

1.5 Tinjauan Pustaka

Butil asetat merupakan salah satu bentuk dari ester asam karboksilat. Ester asam karboksilat yaitu suatu senyawa yang mengandung gugus $-\text{CO}_2\text{R}$ dengan R dapat berbentuk alkil maupun aril. Ester karboksilat dapat dibuat dengan mereaksikan suatu asam karboksilat dan suatu alkohol untuk membentuk ester dan air. Reaksi ini disebut reaksi esterifikasi. (Fessenden dan Fessenden 1992)

Butil asetat berbentuk cairan tak berwarna dengan karakteristik berasa dan berbau buah. Rumus molekul dari ester butil asetat yaitu $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}_2\text{H}_5$. Bentuk molekul butil asetat :



Gambar 1.2 Bentuk Molekul Butil Asetat

Secara umum laju reaksi esterifikasi mempunyai sifat sebagai berikut :

1. Alkohol primer bereaksi paling cepat, disusul alkohol sekunder dan paling lambat alkohol tersier.
2. Ikatan rangkap memperlambat reaksi.
3. Asam aromatik (benzoat dan p-toluat) bereaksi lambat, tetapi mempunyai batas konversi yang tinggi.
4. Makin panjang rantai alkohol, cenderung mempercepat reaksi atau tidak terlalu berpengaruh terhadap laju reaksi (Laporan Praktikum Pembuatan senyawa n-butyl asetat t.thn.)

Proses pembentukan Butil Asetat umumnya terjadi melalui reaksi esterifikasi.

Adapun cara-cara yang dapat dipakai dalam pembuatan butil asetat adalah:

1. Pembuatan ester dari asam anhidrid (Kirk dan Othmer 1979)



Asam anhidrid Butanol Butil asetat Asam asetat

Pada proses ini terdapat kekurangan dan kelebihan. Dimana kekurangannya adalah hasil sampingnya berupa asam asetat sehingga dapat menyebabkan kemurnian butil asetat rendah dan reaksi ini dapat mengubah sifat ester. Keuntungannya jika ditambah katalis (asam sulfat, *zinc chloride*) reaksi dapat berjalan lebih cepat dibanding reaksi sejenis lainnya.

2. Pembuatan ester dari asam amino



Asam amino Butanol Butil asetat Amonia

Pada reaksi ini kekurangannya hanya pada temperatur tinggi reaksinya dapat dijalankan, hasil sampingnya NH_3 (amoniak) dan reaksi bersifat endotermis. Kelebihan reaksi ini mempunyai konversi tinggi.

3. Pembuatan ester dari garam dan alkil halide



Metal salt Alkil halide Butil asetat Natrium bromide

Kekurangannya yaitu bahan baku yang dipakai sifatnya mudah menguap,

reaksi berjalan sangat lambat dan mempunyai hasil samping NaBr. Keuntungannya dibanding yang lain, reaksi ini lebih murah karena bahan baku alkohol diperoleh dari esterifikasi secara langsung.

4. Pembuatan ester dari asam nitrat



Asam nitrat Air Butanol Butil asetat Amonia

Kekurangan reaksi ini, hasil samping yang terbentuk adalah NH₃, reaksi lambat, lebih kompleks jika dibanding reaksi yang lain. Kelebihannya yaitu pada kondisi operasi suhu dan tekanan rendah reaksi dapat dijalankan sehingga dapat mengurangi bahaya ledakan pada saat reaksi.

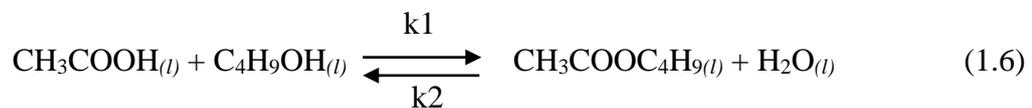
5. Pembuatan ester dari karbon monoksida



Karbon monoksida Butil asetat

Kerugiannya CO merupakan bahan baku yang beracun, reaksi dapat berjalan jika tekanan reaksi yang terjadi tinggi dan temperatur reaksi juga tinggi. Keuntungannya yaitu kemurnian yang dihasilkan tinggi dan tidak mempunyai hasil samping.

6. Pembuatan ester dari asam organik



Asam Asetat Butanol Butil Asetat Air

Kekurangannya menghasilkan hasil samping H₂O. Keuntungannya pada suhu dan tekanan rendah reaksi dapat berjalan, bahan baku sifatnya tidak beracun, reaksinya *reversible*.

Tabel 1.3 Perbandingan Pembuatan Butil Asetat

No	Kelebihan	Reaksi					
		1	2	3	4	5	6
1	Reaksi berjalan cepat	√					
2	Proses pembuatan lebih murah			√			
3	Yield tinggi		√				
4	Reaksi dijalankan pada kondisi operasi suhu dan tekanan rendah				√		√
5	Tidak memiliki hasil samping					√	
6	Kemurnian tinggi					√	
7	Reaksi berjalan secara reversible						√
8	Bahan baku tidak beracun						√

Berdasarkan dari masing-masing cara pembuatan butil asetat maka dipilih pembuatan butil asetat dari butanol dan asam asetat dengan pertimbangan:

- Bahan baku tidak beracun
- Berlangsung dalam kondisi operasi 91 °C dan tekanan 1 atm
- Untuk memperoleh butil asetat sebesar mungkin dapat digunakan katalis asam sulfat sehingga kecepatan reaksi ke kanan lebih besar
- Kemurnian butil asetat yang diproduksi 99%

Menurut Faith and Keyes, reaksi esterifikasi butil asetat dapat berlangsung baik dengan komposisi dan kondisi umpan:

- Umpan butanol : umpan asam asetat = 1,1 : 1
- Suhu operasi = 90-120°C
- Tekanan operasi = 1-2 atm
- Konversi reaksi maksimal 95%

Penambahan asam kuat sebagai katalis diperlukan untuk meningkatkan kecepatan reaksi esterifikasi. Katalis yang biasanya digunakan adalah asam sulfat dan asam sulfonat. Kedua katalis ini mempunyai kelebihan dan kekurangan. Katalis

asam sulfat mampu mempercepat reaksi dengan baik tapi korosifitas tinggi, sedangkan katalis asam sulfonat korosifitasnya rendah tapi memiliki kecepatan reaksi kurang cepat (Mc. Ketta 1976)

Tabel 1.4 Perbandingan Katalis

Katalis	Kelebihan	Kekurangan
Asam Sulfat	Mampu mempercepat reaksi dengan baik	Korosifitas tinggi
Asam Sulfonat	Korosifitasnya rendah	Kecepatan reaksi kurang cepat

Butil asetat dibuat melalui proses esterifikasi menggunakan bahan baku butanol dan asam asetat dengan katalisator asam sulfat. Pada perancangan pabrik butil asetat ini menggunakan proses batch dengan pertimbangan proses pembuatan butil asetat secara komersial adalah dengan esterifikasi langsung antara butanol dan asam asetat.

Reaksi ini merupakan reaksi bolak balik (reversible) dimana Le Chatelie's menjelaskan bahwa kesetimbangan akan bergerak ke arah produk (ester) ketika konsentrasi reaktan ditambah, oleh karena itu konsentrasi asam karboksilat yang digunakan berlebih. Jika konsentrasi alkohol dan asam karboksilat 1:1 maka konsentrasi ester yang dihasilkan akan menjadi lebih sedikit.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

2.1.1 Sifat Fisika

Tabel 2.1 Sifat Fisika

Sifat Fisika	Bahan Baku		Bahan Pembantu		Produk			
	Butanol (Perry, 1997)	Asam Asetat (Perry, 1997)	Asam Sulfat (De. Renzo, 1956)	Natrium Hidroksida (Yaws, 1999)	Butil Asetat (Perry, 1997)	Air (Perry, 1997)	Natrium Sulfat (Yaws, 1999)	Natrium Asetat (Yaws, 1999)
Rumus Molekul	C ₄ H ₉ OH	CH ₃ COOH	H ₂ SO ₄	NaOH	CH ₃ COOC ₄ H ₉	H ₂ O	Na ₂ SO ₄	CH ₃ COONa
Wujud (30°C, 1 atm)	Cair	Cair	Cair	Padat	Cair			Serbuk
Kenampakan	Bening	Bening	Bening	Putih	Bening			Putih
Berat Molekul (kg/mol)	74,12	60,05	98,08	40	116,16	18	142,043	82,03
Titik Didih (°C)	117,7	117,9	338	1557	126	100		324
Titik Beku (°C)	-89,3	16,7		318,4		0	884	
Titik Nyala	35 ⁰ C	39 ⁰ C			34,4 ⁰ C			
Auto Ignation Temperature	345 ⁰ C	485 ⁰ C	<i>Not flammable</i>	<i>Not flammable</i>	420 ⁰ C	<i>Not flammable</i>	<i>Not flammable</i>	607 ⁰ C
Temperatur Kritis(°C)	289,8	321,6			305,9	347,15		
Tekanan Kritis (atm)	43,55	57,1			31	281,4		
Spesifik Gr (g/cm ³)	0,810	1,0492	1,8357		0,875		2,7	1,528
Densitas (T=K)	$0,26891 \times 0,26674$ $-(1-T / 562,93)^{0,24570}$	$0,35182 \times$ $0,26954$ $-(1-T /$ $592,71)^{0,26843}$	$0,42169 \times 0,19356$ $(1-T / 925)^{0,28570}$	$0,19975 \times 0,09793$ $(1-T / 2820)^{0,25382}$	$0,29857 \times 0,26028$ $-(1-T / 579,65)^{0,3090}$	$0,34710 \times$ $0,2740$ $-(1-T /$ $647,13)^{0,28571}$	$0,26141 \times 0,1$ $-(1-T /$ $3700)^{0,28571}$	
Kemurnian (%)	99	99,8	98	99	99			
Solubility (25°C) (gram/100 gram air)	7,46E+04	1,00E+06		119	6,800E+03		3.6	46,5
Impurities	1 % air	1 % air	2 % air	1% air				
ΔH _f ⁰ (kcal/mol)	-78,393	-115,56			-145,7	-68,3150		
Keterangan	Mudah terbakar	Mudah terbakar	Korosif terhadap bahan	Tidak mudah terbakar	- Mudah terbakar		Tidak larut dalam alkohol	
					Pencemaran Pada perairan pada kosentrasi 44 ppm/48 jam			

2.1.2 Sifat Kimia

Tabel 2.2 Sifat Kimia

Sifat Kimia	Butanol (Kirk dan Othmer 1979)	Asam Asetat (Kirk dan Othmer 1979)	Butil Asetat (Kirk dan Othmer 1979)
	1. Reaksi butanol dengan alkil halide $C_4H_9OH + R^- \rightarrow C_4H_9R + OH^-$	1. Esterifikasi Asam asetat direaksikan dengan butanol membentuk butil asetat. $CH_3COOH + C_4H_9OH \rightarrow CH_3COOC_4H_9 + H_2O$	1. Hidrolisis Asam Butil asetat terhidrolisis berkatalis asam menjadi asam asetat dan butanol, dengan menggunakan air berlebihan untuk mendorong kesetimbangan kearah asam asetat dan butanol. $CH_3COOC_4H_9 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + C_4H_9OH$
	2. Karbonasi Reaksi antara butanol dengan HBr $C_4H_9OH + HBr \rightarrow C_4H_9OH_2 + Br$	2. Reaksi asam asetat dengan diazomethane $CH_3COOH + CH_2N_2 \rightarrow CH_3COOCH_3 + N_2$	2. Hidrolisis basa (penyabunan) Reaksi berlangsung dalam suasana basa, hasil penyabunan ialah garam karboksilat. Asam bebas akan diperoleh bila larutan itu diasamkan. Reaksi penyabunan : $CH_3COOC_4H_9 + OH^- \rightarrow CH_3OH + C_4H_9COO^-$
	3. Dehidrasi Butil alcohol direaksikan dengan asam sulfat akan membentuk butil asam sulfat. $C_4H_9OH + H_2SO_4 \rightarrow C_4H_9OSO_2OH + H_2O$ Bila butil alkohol pada temperature tinggi dengan asam sulfat akan membentuk butil eter.	3. Asam asetat dengan thionyl klorida, phosphorus pentaklorida, dan phosphorus tribromida. $CH_3COOH + SOCl_2 \rightarrow CH_3COOCl + HCl + SO_2$ $CH_3COOH + PCl_5 \rightarrow CH_3COOCl + POCl + HCl$ $3CH_3COOH + PBr_3 \rightarrow 3CH_3COOBr + H_3PO_3$	3. Amonolisis Butil asetat bereaksi dengan amonia berair menghasilkan amida. $CH_3COOC_4H_9 + NH_3 \rightarrow CH_3CONH_2 + C_4H_9OH$
	4. Oksidasi Reaksi dengan sodium dikromat, butil alkohol akan teroksidasi membentuk butiraldehid.	4. Asam asetat dengan <i>sodium methoxide</i> $CH_3COOH + CH_3O^- \rightarrow CH_3COO^- + CH_3OH$	4. Trans esterifikasi Reaksi transesterifikasi beranalogi langsung dengan hidrolisis dalam asam atau basa. Karena reaksi itu <i>reversibel</i> , biasanya digunakan alkohol awal secara berlebihan. $CH_3COOC_4H_9 + CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3COOCH_2C_4H_9 + CH_3H$

2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*), atau QC untuk akronimnya, adalah suatu proses yang pada intinya adalah menjadikan entitas sebagai peninjau kualitas dari semua faktor yang terlibat dalam kegiatan produksi. Pengendalian kualitas bertindak dalam penerapan standar, pengawasan analisis kerja atau suatu produk, analisis penyimpanan yang terjadi dan pengambilan tindakan perbaikan atas kekeliruan yang telah dilakukan dalam proses pembuatan atau penciptaan suatu produk untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal kualitas dapat tercermin dalam hasil akhir produk suatu perusahaan. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik Butil Asetat meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

2.2.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas pada bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan mempunyai pengaruh cukup besar terhadap kualitas produk akhir, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Bahkan, beberapa jenis perusahaan mempunyai pengaruh kualitas bahan baku yang digunakan untuk melaksanakan proses produksi sedemikian besar sehingga kualitas produk akhir hampir seluruhnya ditentukan oleh bahan baku yang digunakan. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku berupa Asam Asetat dan Butanol dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik.

2.2.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan sistem kontrol. Kualitas (mutu) suatu produk adalah gabungan seluruh karakteristik produk dan

pelayanan baik dari segi rekayasa, manufaktur, pemasaran, sampai perawatan dan pelayanan purna jualnya.

2.2.2.1 Alat Sistem Kontrol

Alat sistem kontrol sistem yang digunakan berupa *sensor*, *controller*, dan *actuator*.

- a. *Sensor*, merupakan perangkat digunakan untuk identifikasi variable-variabel besaran proses yang akan diukur dan mengubahnya dari suatu besaran ke bentuk besaran lainnya dalam tiap alat proses, sebelum informasi dikirim ke *controller*, informasi dari *sensor* terlebih dahulu ditransmisikan menggunakan transmitter agar informasi dapat dibaca dalam *controller*, informasi yang telah sampai dalam *controller* akan dibandingkan dengan set point yang ditentukan. Selanjutnya, *controller* akan mengirim informasi ke *actuator* yang mana informasi akan digunakan untuk memanipulasi *variable sensor* agar sesuai dengan *variable controller*. Alat yang digunakan manometer untuk *sensor* aliran fluida, tekanan dan level, *thermocouple* untuk sensor suhu.
- b. *Controller* dan *Indicator*, merupakan pengendalian yang membandingkan set point dengan *measurement variable*, menghitung banyaknya koreksi yang perlu dilakukan, dan mengeluarkan sinyal koreksi sesuai dengan hasil perhitungan, meliputi *level indicator* dan *control*, *temperature indicator control*, *pressure control*, *flow control*.
- c. *Actuator* atau elemen kontrol akhir, merupakan perangkat digunakan untuk melakukan aksi kontroler berdasarkan sinyal kontrol dan memanipulasi agar variabelnya sama dengan *variable controller*. Alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

2.2.2.2 Aliran Sistem Kontrol

- a. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*. Pada *actuator pneumatic* yang kerjanya dapat bermodulasi diperlukan satu alat kontrol penyuplai udara bertekanan yang khusus bernama *I/P controller*. *I/P controller* ini mengubah perintah kontrol dari sistem kontrol yang berupa sinyal arus, menjadi tekanan udara yang harus disuplai ke *actuator*.
Contohnya : (\neq)
- b. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk variabel suhu dari *sensor* ke *controller* menurut prinsip kerja thermocouple dimana jika salah satu bagian pangkal lilitan dipanasi, maka pada kedua ujung penghantar yang lain akan muncul beda potensial (*electro motive force, emf*) sehingga mengalir arus listrik pada rangkaian. Contohnya : (----)
- c. Aliran *mekanik* (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

2.2.3 Pengendalian Kualitas Produk

Upaya perusahaan untuk memperoleh mutu produk yang sesuai standar MSDS (*Material Safety Data Sheet*) mempertahankan kualitas produk yang dihasilkannya dengan melihat produk akhir yang menjadi hasil dari perusahaan tersebut untuk memperoleh produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan dan pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara sistem control serta mempertahankan produk sesuai dengan standar kualitas yang berlaku sehingga mendapatkan produk berkualitas yang dapat dipasarkan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Butil asetat pada perancangan pabrik ini dihasilkan dari asam asetat dan butanol, dengan katalisator asam sulfat dan bahan pembantu natrium hidroksida. Proses pembuatan butil asetat ini dapat dibagi menjadi tiga, yaitu unit persiapan bahan baku, unit reaksi dan unit pemurnian produk.

3.1.1 Unit Persiapan Bahan Baku dan Bahan Pembantu

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan butil asetat adalah butanol, asam asetat, katalisator asam sulfat, dan bahan pembantu natrium hidroksida.

Butanol

Bahan baku butanol dengan kemurnian 99 % disimpan pada tangki penyimpanan (T-01) dalam fase cair pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dengan waktu tinggal 15 hari. Butanol dipompa menggunakan Pompa (P-01) dengan dilewatkan terlebih dahulu ke dalam *Heater* (HE-01) untuk dinaikkan suhunya menjadi 91 °C sebelum menuju Reaktor (RE-01).

Asam Asetat

Asam asetat dengan kemurnian 99,8 % disimpan pada tangki penyimpanan (T-02) dalam fase cair pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dengan waktu tinggal 15 hari. Asam asetat dipompa menggunakan Pompa (P-02) dengan dilewatkan terlebih dahulu ke dalam *Heater* (HE-02) untuk dinaikkan suhunya menjadi 91 °C sebelum menuju Reaktor (RE-01)

Asam Sulfat

Asam sulfat dengan kemurnian 98 % disimpan pada tangki penyimpanan (T-03) dalam fase cair pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dengan waktu tinggal 1 bulan. Asam Sulfat dipompa menggunakan Pompa (P-03) dengan dilewatkan terlebih dahulu ke dalam *Heater* (HE-03) untuk dinaikkan suhunya menjadi 91 °C sebelum menuju Reaktor (RE-01).

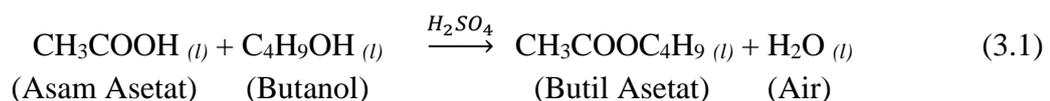
Natrium Hidroksida dan Air

Natrium hidroksida dengan kemurnian 99 % dari Tangki (T-04) bersuhu 30 °C dan tekanan 1 atm dialirkan dengan menggunakan *Screw Conveyor* (SC-01) ke *Mixer* (M-01) untuk dicampur dengan air yang diambil dari unit pelengkap (Utilitas) dengan Pompa (P-06). Selanjutnya, produk keluar *Mixer* (M-01) dipompa dengan Pompa (P-07) ke *Neutralizer* (NE-01) .

3.1.2 Unit reaksi

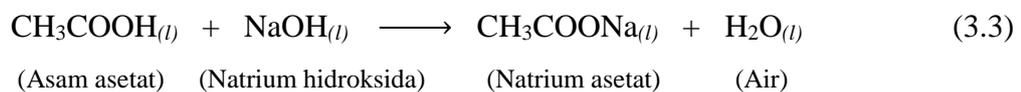
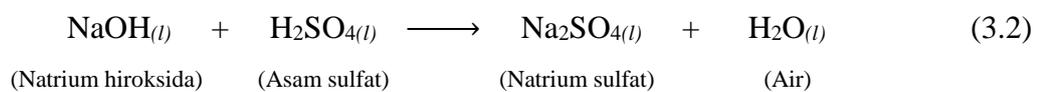
Rasio perbandingan butanol (C₄H₉OH) dan asam asetat (CH₃COOH) adalah 1,1 mol butanol per mol asam asetat dengan katalis asam sulfat 0,1 mol yang dimasukkan ke dalam Reaktor (RE-01) jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) sebab reaksi terjadi pada fase cair-cair. Reaktor dilengkapi coil pendingin, dengan suhu operasi sebesar 91 °C dan tekanan 1 atm selama 1 jam.

Reaksi yang terjadi yaitu :



Reaksi pada Reaktor (RE-01) diperoleh konversi sebesar 0,81. Produk keluar dari Reaktor (RE-01) kemudian dialirkan ke Reaktor (RE-02) menggunakan Pompa

(P-04), dan diperoleh konversi sebesar 0,95. Produk yang keluar dari Reaktor (RE-02) sebelum diumpankan ke *Neutralizer* (NE-01) dilewatkan terlebih dahulu ke *Cooler* (CL-01) dengan Pompa (P-05) untuk menurunkan suhu dari 91 °C menjadi 55 °C. Pada *Neutralizer* (NE-01) ditambahkan natrium hidroksida (NaOH) yang diumpankan dari *Mixer* (M-01) dengan Pompa (P-07). Di dalam *Neutralizer* (N-01) terjadi reaksi :



Produk *Neutralizer* (NE-01) kemudian dialirkan menuju *Decanter* (DC-01) menggunakan pompa (P-08) untuk dipisahkan berdasarkan daya larut dan densitasnya. Pada *Decanter* (DC-01), dengan suhu operasi 55 °C dan tekanan 1 atm, akan terbentuk dua fase yaitu fase ringan dan fase berat. Lapisan atas merupakan fase ringan, dengan bantuan pompa (P-09) dialirkan menuju Menara Distilasi (MD-01) dengan dinaikkan terlebih dahulu suhunya dari 55 °C menjadi 125,40 °C di dalam *Heater* (HE-04) dan dinaikkan tekanannya dari 1 atm menjadi 1,1 atm. Sedangkan lapisan bawah *Decanter* (DC-01) merupakan fase berat yang akan dialirkan ke Unit Pengolahan Limbah menggunakan pompa (P-10).

3.1.3 Unit Pemurnian Produk

Fase ringan *Decanter* (DC-01) setelah dipanaskan di *Heater* (HE-04) diumpankan ke Menara Distilasi (MD-01) dengan suhu 125,40 °C dan tekanan 1,1 atm. Hasil atas Menara Distilasi (MD-01) pada kondisi operasi 115,47 °C dan 1 atm disimpan sementara di dalam *Accumulator* (ACC-01) selama 20 menit dengan

kondisi operasi sama dengan ketika keluar dari puncak menara, kemudian diembunkan di dalam *Condenser* (CD-01) dengan pendingin air 30 °C dan dialirkan dalam aliran yang sama dengan butanol untuk di *recycle* masuk ke Reaktor (R-01) dengan bantuan Pompa (P-11).

Sedangkan hasil bawah Menara Distilasi-01 (MD-01) dengan kondisi operasi 135,33 °C dan 1,3 atm diumpankan ke reboiler untuk menguapkan sebagian hasilnya dengan pemanas steam jenuh bersuhu 140 °C dan sebagian lagi merupakan produk butil asetat yang didinginkan terlebih dahulu di lewatkan *Cooler* (CL-02) dari 135,33 °C menjadi 35 °C. Selanjutnya hasil bawah dari Menara Distilasi (MD-01) ini dipompa dengan Pompa (P-12) untuk disimpan di dalam tangki penyimpanan produk (T-05). Produk yang dihasilkan adalah butil asetat dengan kemurnian 99% dengan hasil samping butanol .

3.2 Spesifikasi Alat Proses

1. Reaktor (RE-01)

Fungsi	: Mereaksikan CH_3COOH dan $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ menjadi $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$ dan H_2O dengan kecepatan umpan $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ 2332,27 kg/jam dan CH_3COOH 1704,01 kg/jam
Jenis Alat	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Jenis Bahan	: <i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>
Kondisi Operasi	: <ul style="list-style-type: none"> - Tekanan = 1 atm - Suhu = 91 °C

- Dimensi Reaktor :
- Diameter = 1,93 m
 - Tinggi = 1,93 m
 - Tebal *shell* = 3/16 in
- Dimensi *Head* :
- Tebal *head* atas = 1/4 in
 - Tinggi *head* atas = 0,38 m
 - Tebal *head* bawah = 1/4 in
 - Tinggi *head* bawah = 0,38 m
- Pengaduk :
- Tipe = *Turbin with 6 flat blade*
 - Jumlah *baffle* = 4 buah
 - Diameter *impeler* = 0,64 m
 - Tinggi *impeler* = 0,83 m
 - Lebar *baffle* = 0,16 m
 - Lebar *blade* = 0,13 m
 - Panjang *blade* = 0,16 m
 - Putaran = 120,12 rpm
 - Daya motor = 38,93 Hp
- Koil Pendingin :
- Diamter *helical* = 1,54 m
 - Panjang koil total = 19,46 m
 - Jumlah lilitan = 4 lilitan
 - Jarak lilitan = 0,11 m
 - Tinggi tumpukan = 0,44 m
 - Tinggi cairan+koil= 1,45 m

Jumlah Alat : 1 unit

Harga Alat : \$ 542,169

2. Reaktor-02 (RE-02)

Fungsi : Mereaksikan kembali keluaran Reaktor (RE-01) CH_3COOH dan $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ menjadi $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$ dan H_2O .

Jenis Alat : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Jenis Bahan : *Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316*

Kondisi Operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 91 °C

Dimensi Reaktor :

- Diameter = 1,93 m
- Tinggi = 1,93 m
- Tebal *shell* = 3/16 in

Dimensi *Head* :

- Tebal *head* atas = 1/4 in
- Tinggi *head* atas = 0,38 m
- Tebal *head* bawah = 1/4 in
- Tinggi *head* bawah = 0,38 m

Pengaduk :

- Tipe = *Turbin with 6 flat blade*
- Jumlah *baffle* = 4 buah
- Diameter *impeler* = 0,64 m

- Tinggi *impeler* = 0,83 m
- Lebar *baffle* = 0,16 m
- Lebar *blade* = 0,13 m
- Panjang *blade* = 0,16 m
- Putaran = 120,12 rpm
- Daya motor = 38,93 Hp

Koil Pendingin :

- Diameter *helical* = 1,54 m
- Panjang koil total = 19,46 m
- Jumlah lilitan = 4 lilitan
- Jarak lilitan = 0,11 m
- Tinggi tumpukan = 0,44 m
- Tinggi cairan+koil= 1,45 m

Jumlah Alat : 1 unit

Harga Alat : \$ 542,169

3. *Neutralizer-01 (N-01)*

Fungsi : Menetralkan H_2SO_4 dan CH_3COOH yang keluar dari Reaktor (R-02) dengan NaOH dengan kecepatan umpan masuk NaOH 129,28 kg/jam

Jenis Alat : Tangki alir berpengaduk

Jenis Bahan : *Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316*

Kondisi Operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 55 °C

Dimensi *Neutralizer* :

- Diameter = 1,35 m
- Tinggi = 2,69 m
- Tebal *shell* = 3/16 in

Dimensi *Head* :

- Tebal *head* atas = 1/4 in
- Tinggi *head* atas = 0,28 m
- Tebal *head* bawah = 1/4 in
- Tinggi *head* bawah = 0,28 m

Pengaduk :

- Tipe = *Turbin with 6 flat blade*
- Jumlah *baffle* = 4 buah
- Diameter *impeler* = 0,45 m
- Tinggi *impeler* = 0,58 m
- Lebar *baffle* = 0,04 m
- Lebar *blade* = 0,06 m
- Panjang *blade* = 0,58 m
- Putaran = 230,80 rpm
- Daya motor = 46,55 Hp

Koil Pendingin :

- Diameter *helical* = 1,08 m
- Panjang koil total = 47,76 m
- Jumlah lilitan = 15 lilitan
- Jarak lilitan = 0,06 m

- Tinggi tumpukan = 0,91 m

- Tinggi cairan+koil= 2,79 m

Jumlah Alat : 1 unit

Harga Alat : \$ 196,781

4. *Mixer-01 (M-01)*

Fungsi : Mencampurkan NaOH 99 % 65,29 kg/jam dan H₂O 100 % 63,98 kg/jam sebelum dialirkan menuju *Neutralizer* (NE-01)

Jenis Alat : Tangki silinder tegak berpengaduk.

Jenis Bahan : *Stainless Steel SA-167 grade 11 type 316*

Kondisi Operasi :

- Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 °C

Dimensi *Mixer* :

- Diameter = 0,31 m

- Tinggi = 0,62 m

- Tebal *shell* = 3/16 in

Dimensi *Head* :

- Tebal *head* atas = 3/16 in

- Tinggi *head* atas = 0,10 m

- Tebal *head* bawah = 3/16 in

- Tinggi *head* bawah = 0,10 m

Pengaduk :

- Tipe = *Turbin with 6 flat blade*
- Jumlah *baffle* = 4 buah
- Diameter *impeler* = 0,10 m
- Tinggi *impeler* = 0,13 m
- Lebar *baffle* = 0,01 m
- Lebar *blade* = 0,10 m
- Panjang *blade* = 0,10 m
- Putaran = 731,28 rpm
- Daya motor = 0,32 Hp

Koil Pendingin :

- Diameter *helical* = 0,25 m
- Panjang koil total = 4,84 m
- Jumlah lilitan = 7 lilitan
- Jarak lilitan = 0,12 m
- Tinggi tumpukan = 0,26 m
- Tinggi cairan+koil= 0,27 m

Jumlah Alat : 1 unit

Harga Alat : \$ 125,744

5. *Decanter-01 (DC-01)*

Fungsi : Memisahkan fase ringan dan fase berat dari *Neutralizer (N-01)* dengan kecepatan umpan masuk 4456,31 kg/jam

Jenis Alat : *Decanter silinder horizontal*

Jenis Bahan : *Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316*

Kondisi Operasi :

- Tekanan = 1 atm

- Suhu = 55 °C

Dimensi *Decanter* :

- Diameter = 0,57 m

- Tinggi = 1,14 m

- Tebal *shell* = 3/16 in

- Tebal *head* = 3/16 in

Pipa :

1. Pipa fase ringan :

- Diameter = 0,82 in

- Tinggi = 0,02 m

2. Pipa fase berat :

- Diameter = 0,36 in

- Tinggi = 0,01 m

3. Pipa umpan :

- Diameter = 0,82 in

- Tinggi = 0,02 m

Jumlah Alat : 1 unit

Harga Alat : \$ 154,812

7. Menara Distilasi (MD)

Fungsi : Memisahkan butil asetat sebagai produk utama untuk disimpan ke dalam tangki penyimpanan (T-05) sebagai hasil bawah menara dengan kecepatan umpan masuk 3674,04 kg/jam

Kondisi Operasi :

1. Kondisi operasi puncak menara :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 115,7 °C

2. Kondisi operasi dasar menara :

- Tekanan = 1,3 atm
- Suhu = 135,33 °C

3. Kondisi operasi umpan menara :

- Tekanan = 1,1 atm
- Suhu = 125,5 °C

Plate :

- Jenis = Seive tray
- Total = 32 plate
- Seksi *recifying* = 21 plate
- Seksi *stripping* = 12 plate
- Panjang *weir* = 1,14 m
- Diameter *hole* = 0,005 m
- Tebal = 0,003 m

- Jumlah lubang = 2294
- Dimensi Menara :
- Tinggi menara = 11,89 m
 - Diameter = 1,59 m
 - Tebal *shell* = 3/16 in
- Dimensi *Head* :
- Tebal *head* atas = 3/16 in
 - Tinggi *head* atas = 0,32 m
 - Tebal *head* bawah = 3/16 in
 - Tinggi *head* bawah = 0,32 m
- Ukuran Pipa :
1. Pipa pemasukan umpan
 - ID = 0,42 in
 - OD = 0,68 in
 2. Pipa pengeluaran uap puncak
 - ID = 1,28 in
 - OD = 1,66 in
 3. Pipa pengeluaran reflux menara
 - ID = 0,27 in
 - OD = 0,41 in
 4. Pipa pengeluaran dasar menara
 - ID = 2,07 in
 - OD = 2,38 in

5. Pipa pengeluaran *vapor reboiler*

- ID = 2,47 in

- OD = 2,88 in

Isolasi :

- Bahan = Asbestos

- Tebal = 0,08 m

- Berat = 26,12 kN

Jumlah Alat : 1 unit

Harga Alat : \$ 266,512

8. *Condenser-01 (CD-01)*

Fungsi : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak Menara Distilasi-01 (MD-01) pada suhu 115,7 °C dengan pendingin air pada suhu 30 °C keluar suhu 45 °C dengan kecepatan umpan 1892,49 kg/jam

Jenis Alat : *Double pipe condenser*

Bahan : *Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316*

Dimensi *Shell* :

- ID = 2,07 in

- OD = 2,38 in

- IPS = 2

- Sch No = 40

- Tekanan = 4,80 Psi

Dimensi Tube :

- ID = 1,38 in
- OD = 1,66 in
- IPS = 1 1/4
- Sch No = 40
- Tekanan = 1,44 Psi

Faktor Pengotor :

- *Rd required* = 0,001
- Rd hitung = 0,003

Hairpin :

- Jumlah = 6 hairpin
- Panjang = 20 ft

Jumlah Alat : 1 unit

Harga Alat : \$ 29,068

9. *Accumulator* (ACC)

Fungsi : Menampung sementara hasil atas menara distilasi (MD) dengan waktu tinggal 20 menit dan kecepatan umpan masuk 1892,49 kg/jam

Jenis Alat : Tangki silinder *horizontal*

Kondisi Operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 115,7 °C

Dimensi *Accumulator* :

- Diameter = 0,04 m
- Tinggi = 0,12 m
- Tebal *shell* = 3/16 in
- Tebal *head* = 3/16 in

Jumlah Alat : 1 unit

Harga Alat : \$ 18,127

10. Reboiler-01 (RB-01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah Menara Distilasi-01 (MD-01) pada suhu 135,33 °C dengan pemanas *steam* jenuh pada suhu 140 °C

Jenis Alat : *Shell and Tube kettle reboiler*

Bahan : *Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316*

A : 1559,02 ft²

Dimensi Shell :

- ID = 29 in
- B = 14,5 in
- *Passes* = 1
- Tekanan = 0,0008 Psi

Dimensi *Tube* :

- Nt = 397
- ID = 0,83 in
- OD = 1 in

- *Passes* = 1
- BWG = 14
- L = 15 ft
- *Pitch* = 1,25 *triangular pitch*
- Tekanan = 1,61 Psi

Faktor Pengotor :

- *Rd required* = 0,001
- Rd hitung = 0,007

Jumlah Alat : 1 unit

Harga Alat : \$ 96,186

11. *Heater* – 01 (HE-01)

Fungsi : Memanaskan umpan butanol suhu 30 °C menjadi suhu 91 °C dengan pemanas *steam* jenuh pada suhu 140 °C dengan kecepatan umpan 2332,27 kg/jam

Jenis Alat : *Double pipe*

Jumlah *hairpin* : 3

Bahan : *Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316*

Inner Pipe :

- OD = 1,66, Sch No 40
- ID = 1,38
- *Surface area* = 0,43 sqft/ft
- *Pressure drop* = 0,11 psi
- Panjang = 16 ft

<i>Annulus</i>	:	
- OD		= 2,38, Sch No 40
- ID		= 2,07
- <i>Pressre drop</i>		= 0,89 psi
- Panjang		= 16 ft
A	:	52,20 ft ²
Ud terkoreksi	:	43,37 Btu/j ft ² °F
Uc	:	481,36 Btu/j ft ² °F
Rd	:	0,02
Rd min	:	0,001
Jumlah Alat	:	1 unit
Harga Alat	:	\$ 20,576

12. Heater – 02 (HE-02)

Fungsi	:	Memanaskan asam asetat dari suhu 30 °C menjadi suhu 91 °C dengan pemanas <i>steam</i> jenuh pada suhu 140 °C dengan kecepatan umpan 1704,01 kg/jam
Jenis Alat	:	<i>Double pipe</i>
Jumlah <i>hairpin</i>	:	2
Bahan	:	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>
Inner Pipe	:	
- OD		= 1,66 in, Sch No. 40
- ID		= 1,38 in
- <i>Surface area</i>		= 0,44 sqft/ft

	-	<i>Pressure drop</i>	= 0,06 psi
	-	Panjang	= 16 ft
<i>Annulus</i>	:		
	-	OD	= 2,38 in Sch No. 40
	-	ID	= 2,067 in
	-	<i>Pressre drop</i>	= 0,66 psi
	-	Panjang	= 16 ft
A	:		52,20 ft ²
Ud terkoreksi	:		30,88 Btu/j ft ² °F
Uc	:		468,98 Btu/j ft ² °F
Rd	:		0,03
Rd min	:		0,001
Jumlah Alat	:		1 unit
Harga Alat	:		\$ 23,516

13. Heater – 03 (HE-03)

Fungsi	:	Memanaskan keluaran asam sulfat dari suhu 30 °C menjadi suhu 91 °C dengan pemanas <i>steam</i> jenuh pada suhu 140 °C dengan kecepatan umpan 10 kg/jam
Jenis Alat	:	<i>Double pipe</i>
Jumlah <i>hairpin</i>	:	1
Bahan	:	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>
<i>Inner Pipe</i>	:	

- OD = 1,66 in Sch.No 40
- ID = 1,38 in
- *Surface area* = 0,43 sqft/ft
- *Pressure drop* = 0,000005 psi
- Panjang = 16,00 ft

Annulus

:

- OD = 2,38 in, Sch No. 40
- ID = 2,07 in
- *Surface area* = 0,62 sqft/ft
- *Pressure drop* = 0,0002 psi
- Panjang = 16 ft

A : 24,88 ft²

Ud terkoreksi : 0,26 Btu/j ft² °F

Uc : 4,82 Btu/j ft² °F

Rd : 3,66

Rd min : 0,001

Jumlah Alat : 1 unit

Harga Alat : \$ 19,760

14. Heater – 04(HE-04)

Fungsi : Memanaskan keluaran *Decanter* (DC-01) dari suhu 55 °C menjadi suhu 125,5 °C dengan pemanas *steam* jenuh pada suhu 140 °C dengan kecepatan umpan 3674,04 kg/jam

Jenis Alat	: <i>Double pipe</i>
Jumlah <i>hairpin</i>	: 7
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>
<i>Inner Pipe</i>	:
- OD	= 1,66 in, Sch No. 40
- ID	= 1,38 in
- <i>Surface area</i>	= 0,43 sqft/ft
- <i>Pressure drop</i>	= 0,26 psi
- Panjang	= 20 ft
<i>Annulus</i>	:
- OD	= 2,38 , Sch No. 40
- ID	= 2,07
- <i>Surface area</i>	= 0,62 sqft/ft
- <i>Pressre drop</i>	= 1,54 psi
- Panjang	= 20 ft
A	: 121,80 ft ²
Ud terkoreksi	: 60,76 Btu/j ft ² °F
Uc	: 972,58 Btu/j ft ² °F
Rd	: 0,02
Rd min	: 0,001
Jumlah Alat	: 1 unit
Harga Alat	: \$ 36,580

15. Cooler – 01 (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan hasil keluaran Reaktor (RE-02) dari suhu 91 °C menjadi suhu 55 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 45 °C dengan kecepatan umpan 4327,04 kg/jam

Jenis Alat : *Double pipe*

Jumlah *hairpin* : 3

Bahan : *Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316*

Inner Pipe :

- OD = 2,38 in
- ID = 2,07 in
- *Surface area* = 0,62 sqft/ft
- *Pressure drop* = 0,08 psi
- Panjang = 16 ft

Annulus :

- OD = 3,5 in
- ID = 3,07 in
- *Surface area* = 0,92 sqft/ft
- *Pressre drop* = 0,25 psi
- Panjang = 16 ft

A : 74,64 ft²

Ud terkoreksi : 76,92 Btu/j ft² °F

Uc : 87,16 Btu/j ft² °F

Rd	: 0,002
Rd min	: 0,001
Jumlah Alat	: 1 unit
Harga Alat	: \$ 30,864

16. Cooler – 02 (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah menara distilasi (MD) dari suhu 135,33 °C menjadi suhu 35 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 45 °C dengan kecepatan umpan 3156,57 kg/jam

Jenis Alat : *Double pipe*

Jumlah *hairpin* : 5

Bahan : *Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316*

Inner Pipe :

- OD = 2,38 in
- ID = 2,07 in
- *Surface area* = 0,62 sqft/ft
- *Pressure drop* = 0,40 psi
- Panjang = 16 ft

Annulus :

- OD = 3,5 in
- ID = 3,07 in
- *Surface area* = 0,92 sqft/ft
- *Pressre drop* = 0,56 psi
- Panjang = 16 ft

A	: 124,40 ft ²
Ud terkoreksi	: 97,39 Btu/j ft ² °F
Uc	: 138,21 Btu/j ft ² °F
Rd	: 0,003
Rd min	: 0,001
Jumlah Alat	: 1 unit
Harga Alat	: \$ 35,437

17. Screw Conveyor-01 (SC-01)

Fungsi	: Mengumpulkan Natrium Hidroksida NaOH menuju <i>Mixer (M-01)</i> sebanyak 65,29 kg/jam.
Jenis	: <i>Stainless Steel SA-283 Grade C</i>
Material	: <i>Helicoid Flight</i>
Panjang	: 2,53 m
Diameter Screw	: 16 in
Kecepatan	: 36 rpm
Power motor	: 1 Hp
Harga	: \$ 19,107

18. Tangki

Tangki	Tangki-01 (T-01)	Tangki-02 (T-02)	Tangki-03 (T-03)	Tangki-04 (T-04)	Tangki-05 (T-05)
Fungsi	Menyimpan Butanol 99 % pada suhu 30 °C tekanan 1 atm dan waktu dengan waktu tinggal 15 hari dengan kapasitas penyimpanan 2332,27 kg/jam	Menyimpan Asam Asetat 99 % pada suhu 30 °C tekanan 1 atm dan waktu tinggal 15 hari dengan kapasitas penyimpanan 1704,01 kg/jam	Menyimpan Asam Sulfat 98% pada suhu 30 °C tekanan 1 atm dan waktu tinggal 1 bulan dengan kapasitas penyimpanan 10 kg/jam	Menyimpan Natrium Hidroksida 99% pada suhu 30 °C tekanan 1 atm dan waktu tinggal 1 bulan dengan kapasitas penyimpanan 65,30 kg/jam	Menyimpan produk Butil Asetat 99 % pada suhu 30 °C tekanan 1 atm dan waktu tinggal 6 hari dengan kapasitas penyimpanan 3156,57 kg/jam
Jenis Alat	Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup <i>torispherical dish head</i>	Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup <i>torispherical dish head</i>	Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup <i>torispherical dish head</i>	Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup <i>torispherical dish head</i>	Tangki silinder vertikal dengan alas datar dan tutup <i>torispherical dish head</i>
Kondisi Operasi					
- Tekanan (atm)	1	1	1	1	1
- Suhu (°C)	30	30	30	30	35
Dimensi Tangki					
- Diameter (m)	12,75	10,54	2,13	4,72	10,37
- Tinggi (m)	25,50	21,08	4,25	9,45	20,74
- Tebal (in)	7/8	3/4	1/4	3/8	1 1/4
Dimensi Head					
- Tebal head atas (in)	3/4	3/4	5/16	7/16	3/4
- Tinggi head atas (m)	1,10	1,10	0,42	0,89	1,10
Jumlah Alat	1	1	1	1	1
Harga Alat (\$)	248,400	190,700	171,700	67,800	187,000

19. Pompa

Pompa	Pompa-01 (P-01)	Pompa-02 (P-02)	Pompa-03 (P-03)	Pompa-04 (P-04)	Pompa-05 (P-05)
Fungsi	Mengalirkan Butanol 99 % dari Tangki (T-01) ke Reaktor (RE-01) dengan kecepatan 2332,27 kg/jam	Mengalirkan Asam Asetat 99 % dari Tangki (T-02) ke Reaktor (RE-01) dengan kecepatan 1717,78 kg/jam	Mengalirkan Asam Asetat 98 % dari Tangki (T-03) ke Reaktor (RE-01) dengan kecepatan 10 kg/jam	Mengalirkan keluaran Reaktor (RE-01) menuju Reaktor (RE-02) dengan kecepatan 4355,11 kg/jam	Mengalirkan keluaran Reaktor (RE-02) menuju <i>Neutralizer</i> (NE-01) dengan kecepatan 4355,11 kg/jam
Tipe	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<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 (in)	1 ½	1 1/4	1/8	2	2
- Sch. Number	40	40	40	40	40
- OD (in)	1,90	1,66	0,41	2,38	2,38
- ID (in)	1,61	1,38	0,27	2,07	2,07
Kapasitas (gpm)	15,33	8,75	0,03	27,95	27,95
Dimensi Head					
- <i>Friction Head</i> (ft.lbf/lbm)	1,20	0,93	0,04	1,22	1,12
- <i>Pressure Head</i> (ft.lbf/lbm)	0	0	0	0	0
- <i>Velocity Head</i> (ft.lbf/lbm)	0,09	0,05	0,0004	0,11	0,11
- <i>Potensial Head</i> (ft)	8,64	8,64	8,64	8,64	10,68
Dimensi Daya					
- Daya Pompa (Hp)	0,15	0,25	0,01	0,64	0,28
- <i>Efisiensi Motor</i>	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
- Daya motor (Hp)	0,19	0,31	0,01	0,81	0,35
Jumlah Alat (unit)	2	2	2	2	2
Harga Alat (\$)	20,903	21,883	24,006	21,556	20,821

Pompa	Pompa-06 (P-06)	Pompa-07 (P-07)	Pompa-08 (P-08)	Pompa-09 (P-09)	Pompa-10 (P-10)
Fungsi	Mengalirkan Air (H ₂ O) 100 % dari utilitas menuju <i>Mixer</i> (M-01) dengan kecepatan 63,98 kg/jam	Mengalirkan keluaran dari <i>Mixer</i> (M-01) menuju <i>Neutralizer</i> (NE-01) dengan kecepatan 129,28 kg/jam	Mengalirkan keluaran dari <i>Netralizer</i> (NE-01) menuju <i>Decanter</i> (DC-01) dengan kecepatan 4484,38 kg/jam	Mengalirkan keluaran hasil atas <i>Decanter</i> (DC-01) menuju Menara Distilasi (MD-01) dengan kecepatan 3673,40 kg/jam	Mengalirkan keluaran hasil bawah <i>Decanter</i> (DC-01) menuju Unit Pengolahan Limbah (UPL) dengan kecepatan 810,98 kg/jam
Tipe	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<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 (in)	1/2	1/4	2	2	3/4
- Sch. Number	40	40	40	40	40
- OD (in)	0,41	0,54	2,38	2,38	1,05
- ID (in)	0,27	0,36	2,07	2,07	0,82
Kapasitas (gpm)	0,33	0,47	26,72	23,04	3,94
Dimensi Head					
- <i>Friction Head</i> (ft.lbf/lbm)	6,22	1,22	1,02	0,76	1,30
- <i>Pressure Head</i> (ft.lbf/lbm)	0	0	0	0	0
- <i>Velocity Head</i> (ft.lbf/lbm)	0,05	0,03	0,10	0,08	0,09
- <i>Potensial Head</i> (ft)	10,68	10,68	4,73	38,99	9,84
Dimensi Daya					
- Daya Pompa (Hp)	0,07	0,03	0,13	1,03	0,68
- <i>Efisiensi Motor</i>	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
- Daya motor (Hp)	0,09	0,04	0,16	1,29	0,08
Jumlah Alat (unit)	2	2	2	2	2
Harga Alat (\$)	20,495	20,086	23,516	21,556	18,086

Pompa	Pompa-11 (P-11)	Pompa-12 (P-12)
Fungsi	Mengalirkan keluaran hasil atas dari Menara Distilasi (MD-01) menuju Reaktor (RE-01) dengan kecepatan 516,83 kg/jam	Mengalirkan keluaran hasil bawah Menara Distilasi (MD-01) menuju Tangki (T-05) dengan kecepatan 3156,57 kg/jam
Tipe	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Dimensi Pipa		
- IPS (in)	3/4	2
- Sch. Number	40	40
- OD (in)	1,05	2,38
- ID (in)	0,82	2,07
Kapasitas (gpm)	3,66	22,21
Dimensi Head		
- <i>Friction Head</i> (ft.lbf/lbm)	0,88	0,79
- <i>Pressure Head</i> (ft.lbf/lbm)	0	0
- <i>Velocity Head</i> (ft.lbf/lbm)	0,08	0,07
- <i>Potensial Head</i> (ft)	8,64	71,65
Dimensi Daya		
- Daya Pompa (Hp)	0,22	1,70
- <i>Efisiensi Motor</i>	0,80	0,80
- Daya motor (Hp)	0,28	2,12
Jumlah Alat (unit)	2	2
Harga Alat (\$)	25,312	20,903

3.3 Perancangan Produksi

Dalam menyusun perencanaan produksi, ada dua hal yang dapat dijadikan pertimbangan, yaitu :

3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku dan Pembantu

Pabrik butil asetat yang akan didirikan memerlukan bahan baku dan pembantu antara lain :

a) Butanol

Setiap jam dibutuhkan sebanyak 2332,27 kg, yang berarti setiap hari dibutuhkan sebanyak 55974,43 kg, dan setiap tahunnya dibutuhkan sebanyak 20430667,28 kg. Butanol yang digunakan adalah yang memiliki kemurnian 99 %.

b) Asam Asetat

Setiap jam dibutuhkan sebanyak 1704,01 kg, maka dalam satu hari dibutuhkan sebanyak 40896,24 kg, dan dalam satu tahun dibutuhkan sebanyak 14927126,84 kg. Kemurnian asam asetat sebesar 99,8 %.

c) Asam Sulfat

Setiap jam dibutuhkan sebesar 10 kg, berarti dalam satu hari sebanyak 240,19 kg, maka dalam satu tahun sebesar 87670,17 kg. Asam sulfat yang digunakan adalah yang memiliki kemurnian 98 %.

d) Natrium Hidroksida

Setiap jam diperlukan sebanyak 65,29 kg, maka dalam satu hari 1566,98 kg, dan dalam satu tahun dibutuhkan sebanyak 571946,35 kg. Digunakan natrium hidroksida dengan kemurnian 99 %.

3.3.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Alat proses yang dibutuhkan untuk memproduksi butil asetat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun adalah sebagai berikut.

a) Alat untuk mereaksikan bahan baku, terdiri atas *Mixer*, Reaktor, dan *Neutralizer*.

1) *Mixer*, sebanyak 1 unit. Alat ini berfungsi untuk mencampurkan bahan.

Satu unit mixer berfungsi untuk mencampurkan natrium hidroksida 99% dengan air agar menjadi larutan natrium hidroksida 50%. Kecepatan umpan masuk natrium hidroksida sebesar 65,2907 kg/jam dan air 63,98 kg/jam. Keluaran *mixer* diumpankan ke *neutralizer* dengan kecepatan 129,28 kg/jam. *Mixer* memiliki diameter 0,31 meter dan tinggi 0,62 meter dengan tebal *shell* dan head masing-masing 3/16 inch. Jenis *mixer* berupa tangki alir berpengaduk, dengan kondisi operasi 55 °C dan 1 atmosfer.

2) Reaktor, sebanyak 2 unit yang disusun secara seri. Alat ini berfungsi mereaksikan bahan baku. Keduanya memiliki fungsi yang sama yaitu mereaksikan butanol (kecepatan umpan 2332,27 kg/jam) dengan asam asetat (kecepatan umpan 1704,01 kg/jam) agar menjadi butil asetat. Digunakan reaktor alir tangki berpengaduk karena reaksi dalam fase cair-cair. Keluaran reaktor berupa air, butanol, asam asetat, butil asetat, dan asam sulfat memiliki kecepatan 4327,04 kg/jam yang kemudian diteruskan ke *neutralizer*. Kondisi operasi di dalam reaktor adalah 91 °C dan 1 atmosfer. Reaktor berdiameter 1,93 meter dan tinggi 1,93 meter dengan tebal *shell* dan head masing-masing 3/16 inch dan 1/4 inch.

- 3) *Neutralizer*, sebanyak 1 unit. Yaitu alat untuk menetralkan dari campuran yang tidak diinginkan. Lebih *spesifik*, alat ini berfungsi untuk menetralkan katalis asam sulfat yang terbawa bersama keluaran reaktor dengan bantuan natrium hidroksida. Kecepatan umpan asam sulfat sebesar 10 kg/jam dan natrium hidroksida 129,28 kg/jam. Keluaran *neutralizer* berupa air, butanol, natrium asetat, butil asetat, natrium sulfat dengan kecepatan alir 4456,31 kg/jam yang akan diumpangkan ke *decanter*. Digunakan *neutralizer* dengan jenis tangki alir berpengaduk berdiameter 1,35 meter dan tinggi 2,70 meter, tebal *shell* dan head masing-masing 3/16 inch dan 1/4 inch. Suhu operasi sebesar 55 °C dan tekanan 1 atmosfer.
- b) Alat untuk memisahkan, terdiri atas *decanter*, menara distilasi, dan *accumulator*.
- 1) *Decanter*, sebanyak 1 unit. Prinsip pemisahan alat ini adalah berdasarkan kelarutan dan densitas sehingga antara fase ringan dan fase berat dapat terpisah. Umpan masuk ke *decanter* berasal dari *neutralizer* sebesar 4456,31 kg/jam dan keluarannya berupa hasil atas (fase ringan) dan hasil bawah (fase berat). Hasil atas berupa air, butanol, dan butil asetat dengan kecepatan 3674,04 kg/jam yang akan dialirkan ke menara distilasi. Sedangkan hasil bawah berupa air, butanol, natrium asetat, butil asetat, dan natrium sulfat dengan kecepatan 782,27 kg/jam yang akan dialirkan ke unit pengolahan limbah. Digunakan *decanter* berjenis Silinder horizontal decanter dengan kondisi operasi 55 °C dan 1 atmosfer. Diameter dan tinggi decanter masing-masing 0,57 meter dan 1,14 meter, dengan tebal *shell* dan head 3/16 inch.

Pada fase ringan digunakan pipa berdiameter 0,82 inch dan panjang 0,02 meter. Pada fase berat digunakan pipa dengan diameter 0,36 inch dan panjang 0,01 meter. Sedangkan pipa umpan masuk *decanter* memiliki diameter 0,82 inch dan panjang 0,02 meter.

- 2) Menara distilasi, sebanyak 1 unit. Yaitu alat yang berfungsi untuk memisahkan (memurnikan) produk. Alat ini memisahkan butil asetat sebagai produk utama dari campurannya berdasarkan titik didih. Umpan masuk menara merupakan hasil atas *decanter*, memiliki kecepatan umpan 3674,04 kg/jam. Butil asetat sebagai produk utama yang ingin dimurnikan merupakan hasil bawah menara distilasi yang berkecepatan 3156,57 kg/jam. Kemurnian yang diperoleh sebesar 99% dengan campuran butanol 1 %. Sedangkan hasil atas menara distilasi yang berupa air, butanol, dan butil asetat dengan kecepatan 517,48 kg/jam diumpankan lagi ke reaktor untuk direcycle. Kondisi operasi di puncak, dasar dan umpan menara masing-masing adalah 1 atmosfer dan 115,7 °C; 1,3 atmosfer dan 135,33 °C; 1,1 atmosfer dan 125,5 °C. Jumlah *plate* teoritis total sebanyak 32 *plate*, seksi *rectifying* 21 *plate*, seksi *stripping* 12 *plate*. Dimensi menara meliputi tinggi dan diameter menara masing-masing adalah 11,89 meter dan 1,59 meter. Sedangkan tebal *shell* dan head 3/16 inch.
- 3) Accumulator, sebanyak 1 unit. Alat ini berfungsi untuk menampung dan mengumpulkan keluaran *condenser* yang berupa tetes-tetes cairan dengan waktu tinggal 20 menit, untuk dialirkan sebagai *recycle* ke reaktor. Digunakan tangki *horizontal* dengan tekanan 1 atmosfer dan suhu 115,7 °C.

Accumulator memiliki diameter 0,04 meter dan Tinggi 0,12 meter, memiliki tebal *shell* dan head 3/16 inch.

- c) Alat untuk mengubah suhu, terdiri dari condensor, reboiler, heater, dan cooler.
- 1) *Condenser*, sebanyak 1 unit. Memiliki fungsi untuk mengembunkan uap. Hasil atas menara distilasi yang berupa uap diembunkan dengan bantuan pendingin air bersuhu awal (masuk) 30 °C dan suhu akhir (keluar) 45 °C. Digunakan *double pipe condenser* 1-2 berbahan stainless steel.
 - 2) *Reboiler*, sebanyak 1 unit. Alat ini berfungsi untuk menguapkan cairan. Sebagian hasil bawah menara distilasi pada suhu 135,33 °C diuapkan dengan bantuan pemanas steam jenuh pada suhu 140 °C. Jenis alat adalah *double pipe kettle reboiler* dengan berbahan stainless steel.
 - 3) *Heater*, sebanyak 4 unit. Alat ini berfungsi untuk memanaskan (menaikkan suhu) cairan.

Satu *heater* dipasang untuk memanaskan butanol sebelum memasuki reaktor, dari suhu 30 °C menjadi suhu 91 °C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 140 °C dengan kecepatan umpan 2332,27 kg/jam. *Heater* yang digunakan berjenis double pipe dengan bahan stainless steel.

Satu *heater* dipasang untuk memanaskan asam asetat sebelum memasuki reaktor, dari suhu 30 °C menjadi suhu 91 °C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 140 °C dengan kecepatan umpan 1704,01 kg/jam. *Heater* yang digunakan berjenis *double pipe* dengan bahan *stainless steel*.

Satu *heater* dipasang untuk memanaskan asam sulfat sebelum memasuki reaktor, dari suhu 30 °C menjadi suhu 91 °C dengan pemanas steam jenuh

pada suhu 140 °C dengan kecepatan umpan 10 kg/jam. *Heater* yang digunakan berjenis *double pipe* dengan bahan *stainless steel*.

Satu *heater* dipasang untuk memanaskan umpan masuk menara distilasi dari suhu 55 °C menjadi 125,5 °C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 140 °C dengan kecepatan umpan 3674,04 kg/jam. *Heater* berjenis *double pipe* dan bahan *stainless steel*.

- 4) *Cooler*, sebanyak 2 unit. Alat ini berfungsi untuk mendinginkan (menurunkan suhu) cairan.

Satu *cooler* berfungsi mendinginkan hasil keluaran reaktor dari suhu 91 °C menjadi suhu 55 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 45 °C dengan kecepatan umpan 4327,04 kg/jam. Jenis *cooler double pipe*.

Satu *cooler* berfungsi mendinginkan hasil bawah menara distilasi dari suhu 135,33 °C menjadi suhu 35 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 45 °C dengan kecepatan umpan 3156,57 kg/jam. Jenis *cooler double pipe*.

- d) Alat untuk menyimpan, yaitu tangki penyimpanan, baik untuk bahan baku maupun produk.

- 1) Tangki penyimpanan bahan baku butanol sebanyak 1 unit. Tekanan 1 atmosfer dan suhu sebesar 30 °C dengan waktu tinggal 15 hari. Kapasitas penyimpanan tangki sebesar 2332,27 kg/jam. Tangki berbentuk silinder *vertikal*, memiliki diameter 12,75 meter dan tinggi 26,60 meter.

- 2) Tangki penyimpanan bahan baku asam asetat sebanyak 1 unit. Tekanan 1 atmosfer dan suhu sebesar 30 °C dengan waktu tinggal 15 hari. Kapasitas penyimpanan tangki sebesar 1704,01 kg/jam. Tangki berbentuk silinder *vertikal*, berdiameter 10,54 meter dan tinggi 22,18 meter.
 - 3) Satu unit tangki penyimpanan bahan pembantu (katalis) asam sulfat, bertekanan 1 atmosfer dan suhu sebesar 30 °C dengan waktu tinggal 6 hari. Kapasitas penyimpanan tangki sebesar 10 kg/jam. Tangki berbentuk silinder vertikal, berdiameter 2,13 meter dan tinggi 4,67 meter.
 - 4) Satu unit tangki penyimpanan bahan pembantu natrium hidroksida, bertekanan 1 atmosfer dan suhu sebesar 30 °C dengan waktu tinggal 1 bulan. Tangki berbentuk silinder *vertikal*, berkapasitas penyimpanan sebesar 65,29 kg/jam, berdiameter 4,72 meter dan tinggi 10,34 meter.
 - 5) Satu unit tangki penyimpanan produk butil asetat. Kapasitas penyimpanan tangki sebesar 3156,57 kg/jam, berdiameter 10,37 meter dan tinggi 21,84 meter. Tangki bertekanan 1 atmosfer dan suhu 35 °C dengan waktu tinggal 7 hari. Tangki berbentuk silinder *vertikal*.
- e) Alat untuk memompa cairan, yaitu pompa. Terdapat 12 titik yang dipasang pompa, masing-masingnya tersedia 2 unit pompa yang dioperasikan secara bergantian. Fungsi masing-masing pompa tersebut adalah sebagai berikut.
- 1) Pompa *centrifugal* berkapasitas 15,33 gpm untuk mengalirkan butanol dari tangki penyimpanan ke reaktor-01 dengan kecepatan 2332,27 kg/jam. Pompa ini memiliki spesifikasi pipa IPS 1 1/2 inch; sch. Number 40; OD 1,90 inch; ID 1,61 inch.

- 2) Pompa *centrifugal* berkapasitas 8,75 gpm untuk mengalirkan asam asetat dari tangki penyimpanan ke reaktor-01 dengan kecepatan 1717,78 kg/jam. Pompa ini memiliki spesifikasi pipa IPS 1 1/4 inch; sch. Number 40; OD 1,66 inch; ID 1,38 inch.
- 3) Pompa *centrifugal* berkapasitas 0,03 gpm untuk mengalirkan asam sulfat dari tangki penyimpanan ke reaktor-01 dengan kecepatan 10 kg/jam. Pompa ini memiliki spesifikasi pipa IPS 1/8 inch; sch. Number 40; OD 0,41 inch; ID 0,27 inch.
- 4) Pompa *centrifugal* berkapasitas 27,95 gpm untuk mengalirkan hasil keluaran dari reaktor-01 ke reaktor-02 dengan kecepatan 4355,11 kg/jam. Pompa ini memiliki spesifikasi pipa IPS 2 inch; sch. Number 40; OD 2,40 inch; ID 2,07 inch.
- 5) Pompa *centrifugal* berkapasitas 27,95 gpm untuk mengalirkan hasil keluaran reaktor-02 netralizer-01 dengan kecepatan 4355,11 kg/jam. Pompa ini memiliki spesifikasi pipa IPS 2 inch; sch. Number 40; OD 2,40 inch; ID 2,07 inch.
- 6) Pompa *centrifugal* berkapasitas 0,33 gpm untuk mengalirkan air utilitas ke mixer-01 dengan kecepatan 63,98 kg/jam. Pompa ini memiliki spesifikasi pipa IPS 1/2 inch; sch. Number 40; OD 0,41 inch; ID 0,27 inch.
- 7) Pompa *centrifugal* berkapasitas 0,47 gpm untuk mengalirkan hasil keluaran mixer-01 ke netralizer-01 dengan kecepatan 129,28 kg/jam. Pompa ini memiliki spesifikasi pipa IPS 1/4 inch; sch. Number 40; OD 0,54 inch; ID 0,36 inch.

- 8) Pompa *centrifugal* berkapasitas 26,72 gpm untuk mengalirkan hasil keluaran netralizer-01 ke *decanter*-01 dengan kecepatan 4484,38 kg/jam. Pompa ini memiliki spesifikasi pipa IPS 2 inch; sch. Number 40; OD 2,38 inch; ID 2,07 inch.
- 9) Pompa *centrifugal* berkapasitas 23,04 gpm untuk mengalirkan hasil atas *decanter*-01 ke menara distilasi dengan kecepatan 3673,40 kg/jam. Pompa ini memiliki spesifikasi pipa IPS 2 inch; sch. Number 40; OD 2,38 inch; ID 2,07 inch.
- 10) Pompa *centrifugal* berkapasitas 3,94 gpm untuk mengalirkan hasil bawah *decanter* menuju Unit Pengolahan Limbah dengan kecepatan 810,98 kg/jam. Pompa ini memiliki spesifikasi pipa IPS 3/4 inch; sch. Number 40; OD 1,05 inch; ID 0,82 inch.
- 11) Pompa *centrifugal* berkapasitas 3,66 gpm untuk mengalirkan hasil atas menara distilasi ke reaktor-01 dengan kecepatan 516,83 kg/jam. Pompa ini memiliki spesifikasi pipa IPS 3/4 inch; sch. Number 40; OD 1,05 inch; ID 0,82 inch.
- 12) Pompa *centrifugal* berkapasitas 22,21 gpm untuk mengalirkan hasil bawah menara distilasi ke tangki penyimpanan produk dengan kecepatan 3156,57 kg/jam. Pompa ini memiliki spesifikasi pipa IPS 2 inch; sch. Number 40; OD 2,38 inch; ID 2,067 inch.

3.3.3 Target Produksi

Dalam penyusunan rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan yaitu faktor *eksternal* dan faktor *internal*. Faktor *eksternal* adalah

faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor *internal* adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan Pasar

Kemampuan pasar dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

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

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

a. Material (bahan baku)

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

b. Manusia (tenaga kerja)

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

c. Mesin (peralatan)

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

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

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

Lokasi pabrik butil asetat dari asam asetat dan butanol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun yang direncanakan akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur ditentukan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

4.1.1 Kemudahan Transportasi

Transportasi sangat diperlukan dalam pengangkutan bahan baku maupun produk. Di Gresik, tersedia sarana transportasi darat (jalan raya maupun jalur kereta) serta transportasi laut dengan adanya Pelabuhan Gresik.

4.1.2 Pemasaran Produk

Lokasi pabrik diusahakan cukup dekat dengan lokasi pemasaran atau paling tidak tersedia sarana transportasi yang cukup untuk mengangkut produk ke konsumen karena produk pabrik ini sebagian besar digunakan dalam industri, Butil Asetat merupakan bahan intermediate, maka pemilihan lokasi di Gresik, Jawa Timur adalah tepat, karena daerah ini merupakan kawasan industri. Hal ini berarti

memperpendek jarak antara pabrik Butil Asetat dengan pabrik-pabrik yang membutuhkannya.

4.1.3 Ketersediaan Bahan Baku atau Pembantu

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu variabel 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 Asam Asetat diperoleh dari PT. Acidatama, Karanganyar; Butanol dari PT. Petro Oxo Nusantara, Gresik; Asam Sulfat dari PT. Petrokimia Gresik dan Natrium Hidroksida dari PT. Industri Soda Indonesia, Sidoarjo.

4.1.4 Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi. Untuk tenaga kerja yang berkualitas dan berpotensi dipenuhi dari alumni Universitas seluruh Indonesia maupun tenaga asing, sedangkan untuk tenaga operator kebawah dapat dipenuhi dari daerah sekitar.

4.1.5 Kondisi Iklim

Gresik seperti daerah lain di Indonesia beriklim tropis yang tidak menimbulkan masalah dalam mengoperasikan pabrik. Sedangkan untuk karakteristik lokasi daerah Gresik merupakan tanah daratan dan tidak termasuk daerah rawan gempa.

4.1.6 Lingkungan dan Masyarakat

Lokasi dekat dengan kota Surabaya dan Malang yang merupakan penyedia tenaga kerja terdidik yang memadai.

4.1.7 Sumber Air dan Listrik

Pabrik harus didirikan di daerah yang menyediakan sumber utilitas yang cukup. Kebutuhan air dapat diperoleh dari aliran Sungai Begawan Solo dan Sungai Brantas, sedangkan kebutuhan listrik dapat dipenuhi dari PLN , serta bahan bakar diperoleh dari Pertamina.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Layout Plant*)

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik sehingga diperoleh suatu hubungan yang ekonomis dan *efektif* antara operator, peralatan dan material dari bahan baku menjadi bahan jadi. Maka tata letak pabrik yang baik dapat diartikan sebagai penyusunan yang teratur dan efisien dari semua fasilitas peralatan pabrik dihubungkan dengan tenaga kerja yang ada didalamnya.

Fasilitas pabrik tidak semata-mata hanya mesin-mesin tetapi juga daerah pelayanan termasuk tempat penerimaan. Penerimaan barang, tempat pemeliharaan, gudang 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 sudah masuk dalam perhitungan sejak dalam perancangan pabrik. Hal ini ditujukan 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 diletakan 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 di saat terjadinya keadaan darurat.

3. Luas area yang tersedia

Harga tanah yang 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 yang lain ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

4. Bangunan

Bangunan yang ada secara fisik harus memenuhi standar dan perlengkapan yang menyertainya 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 dan 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 bila terjadi suatu bencana maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulangnya.

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

1. Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung.

Area ini terdiri dari :

- Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
- Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
- Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, kantin, aula dan masjid.

2. Daerah proses dan perluasan.

Merupakan lokasi alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya.

3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.

4. 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.

5. Daerah pengolahan limbah

Merupakan daerah pembuangan dan pengolahan limbah hasil proses produksi.

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah

No.	Lokasi	Luas (m ²)
1.	Ruang tamu	1850
2.	Taman	1500
3.	Klinik dan koperasi	150
4.	Pos satpam	80
5.	Kantor utama	1025
6.	Masjid, aula dan perpustakaan	300
7.	Mess	1850
8.	Parkir karyawan	600
9.	Parkir truk	240
10.	Bengkel	100
11.	Unit pengolahan limbah	600
12.	Area perluasan	4435
13.	Kantor teknik dan produksi	620
14.	Laboratorium	380
15.	Control room area proses	450
16.	Area proses	4020
17.	Kantin	250
18.	Unit pemadam kebakaran	320
19.	Control room utilitas	210
20.	Utilitas	1000
21.	Gudang alat	375
Luas tanah		20355

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

- a) Mengadakan integrasi terhadap semua faktor 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.

4.3 Tata Letak Mesin atau Alat (*Machines*)

Dalam perancangan tata letak peralatan proses ada 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. Perlu diperhatikan juga elevasi pipa, 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, sehingga perlu juga diperhatikan hembusan angin.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.

4. Lalu lintas manusia

Dalam hal 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

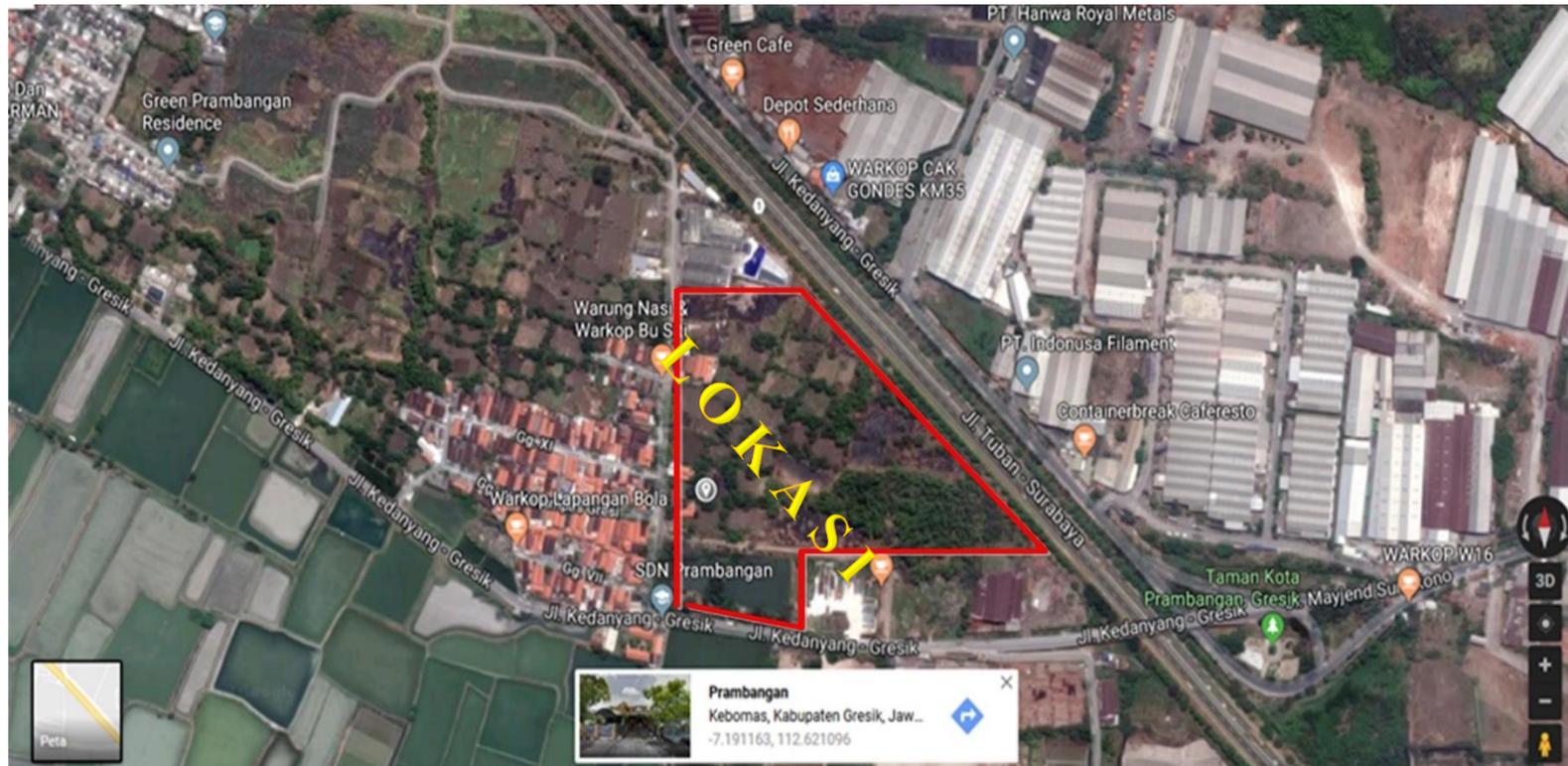
Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomis.

6. Jarak antara alat proses

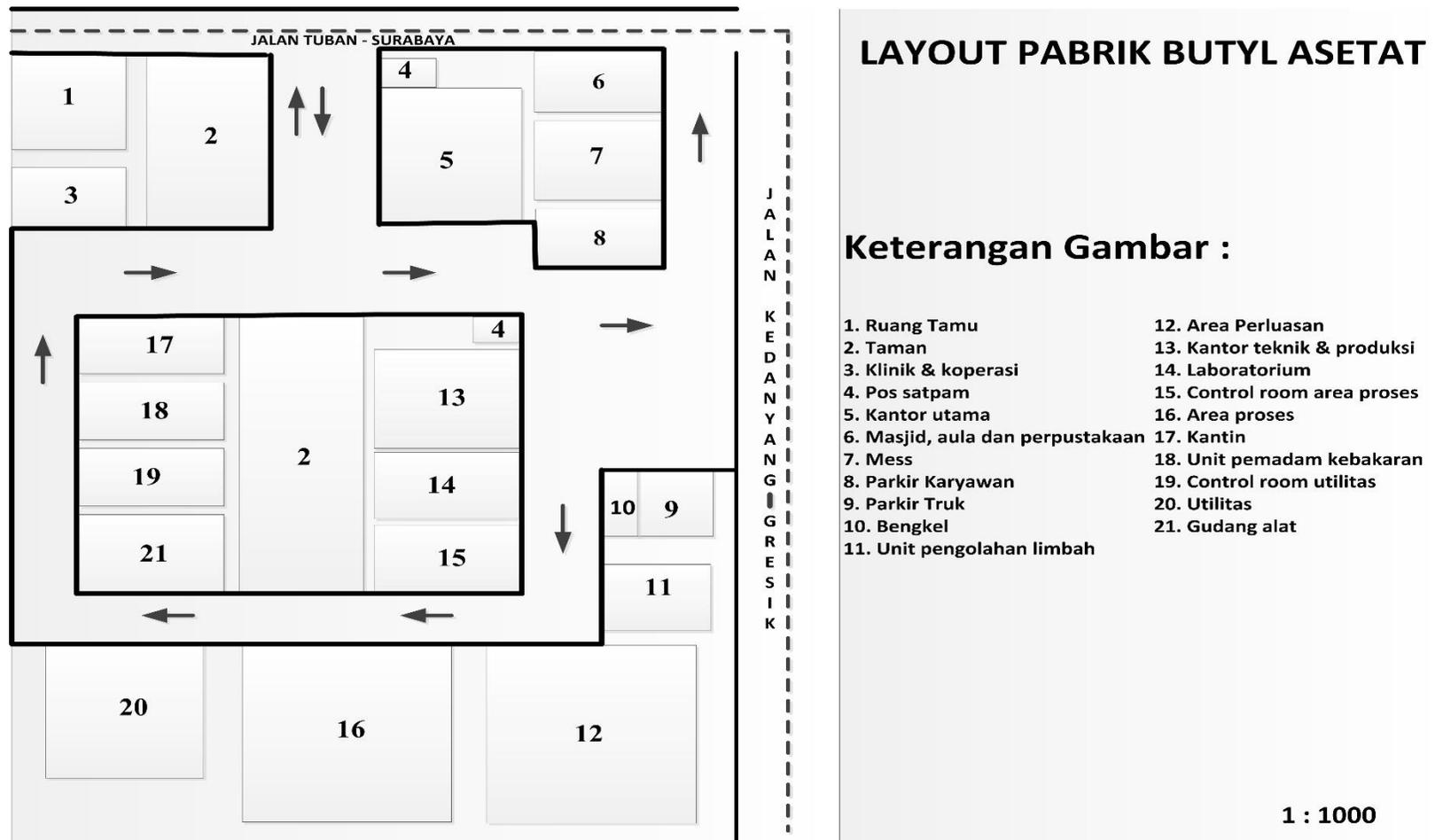
Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lain. Sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lain. Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- 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 memakai alat angkut dengan biaya mahal.
- e. Karyawan mendapat kepuasan kerja.

Berikut gambar peta situasi pabrik yang dapat dilihat dalam gambar tata letak alat (equipment lay out) pabrik Butil Asetat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun :



Gambar 4.1 Lokasi Pabrik



Gambar 4.2 Tata Letak Pabrik

4.4 Tata Letak Alat Proses

Tata letak peralatan proses adalah tempat kedudukan dari alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak alat-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/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 sehingga lebih efisien.
5. Karyawan mendapatkan kenyamanan dalam bekerja sehingga akan meningkatkan semangat kerja yang menyebabkan meningkatnya produktivitas kerja.

Hal yang harus diperhatikan juga :

1. Letak alat dalam ruangan yang cukup sehingga tersedia ruang gerak untuk keperluan perawatan, perbaikan maupun penggantian alat.
2. Pengaturan tata letak diusahakan menurut urutan proses.
3. Penempatan alat control atau alat bantu pada alat maupun pipa aliran proses dapat terjangkau atau dapat 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 para pekerja dalam melaksanakan aktifitas produksi.

3) Kemudahan pemeliharaan

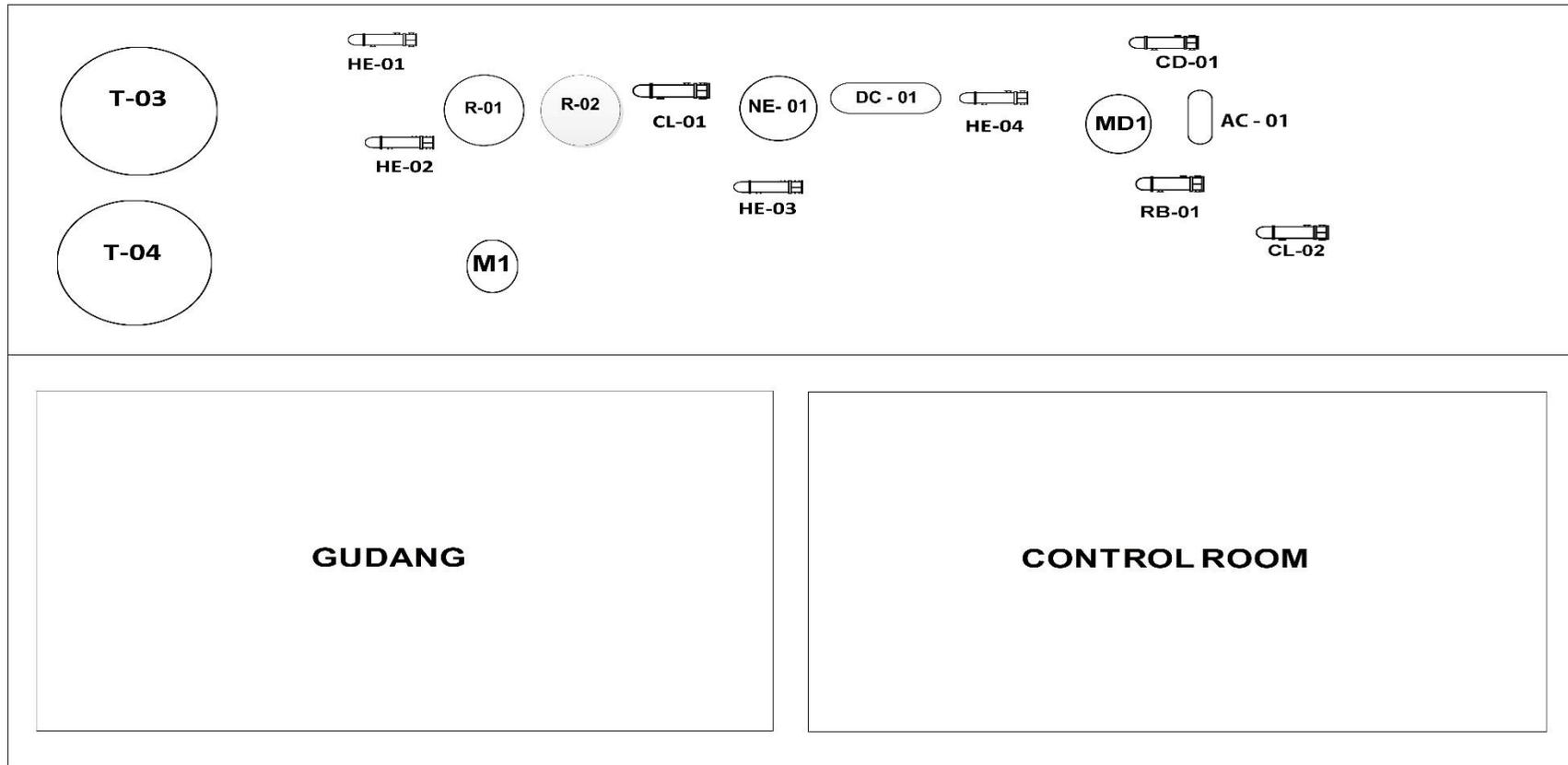
Kemudahan pemeliharaan alat juga dapat dipertimbangkan dalam penempatan alat-alat proses. Hal ini disebabkan karena pemeliharaan alat merupakan hal yang penting untuk menjaga alat beroperasi sebagaimana mestinya dan berumur panjang. Penempatan alat yang baik akan memberikan ruang gerak yang cukup untuk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

4) Keamanan

Untuk alat-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 jika 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.



TATA LETAK ALAT

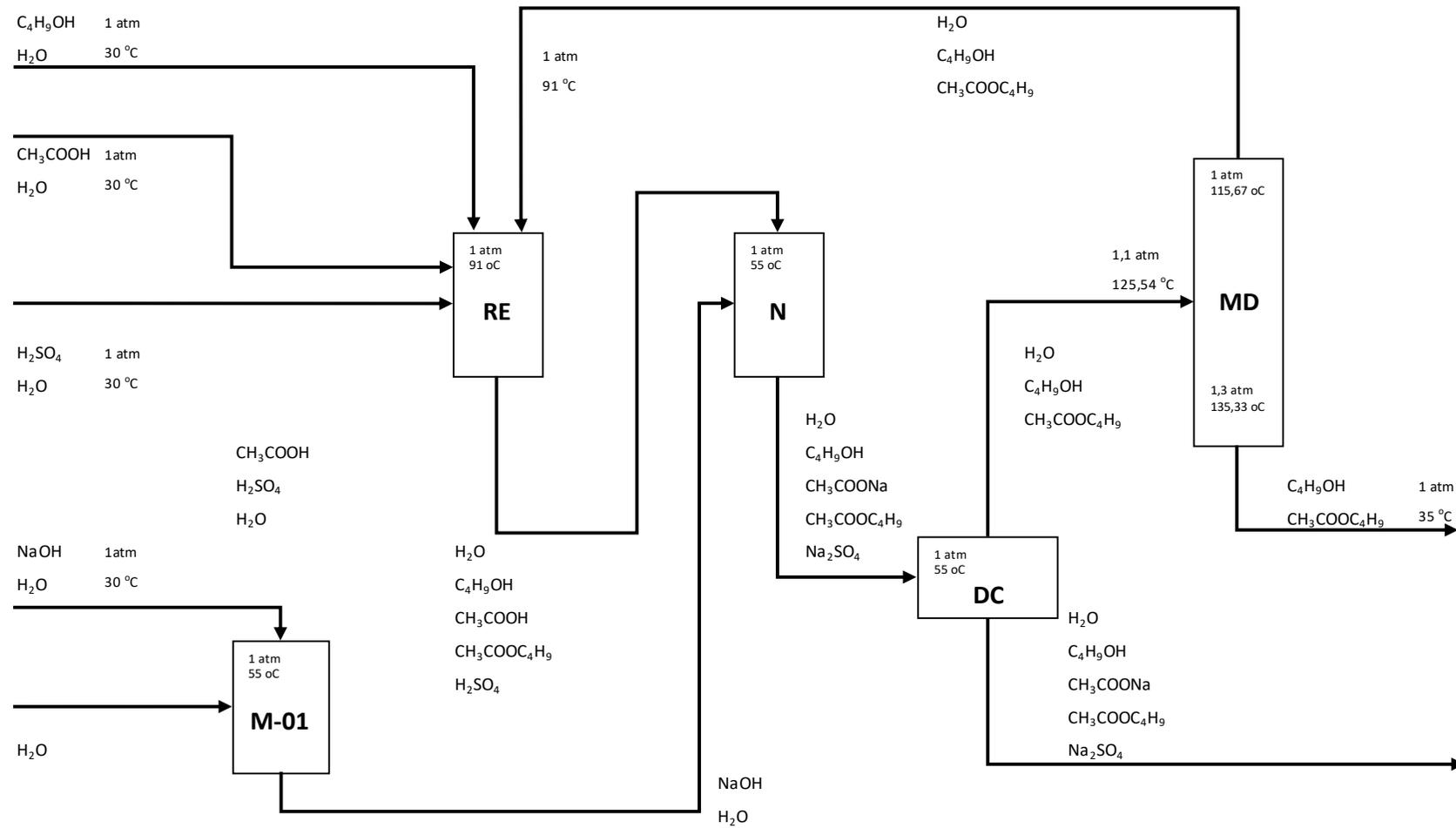
1 : 1000

Gambar 4.3 Tata Letak Alat

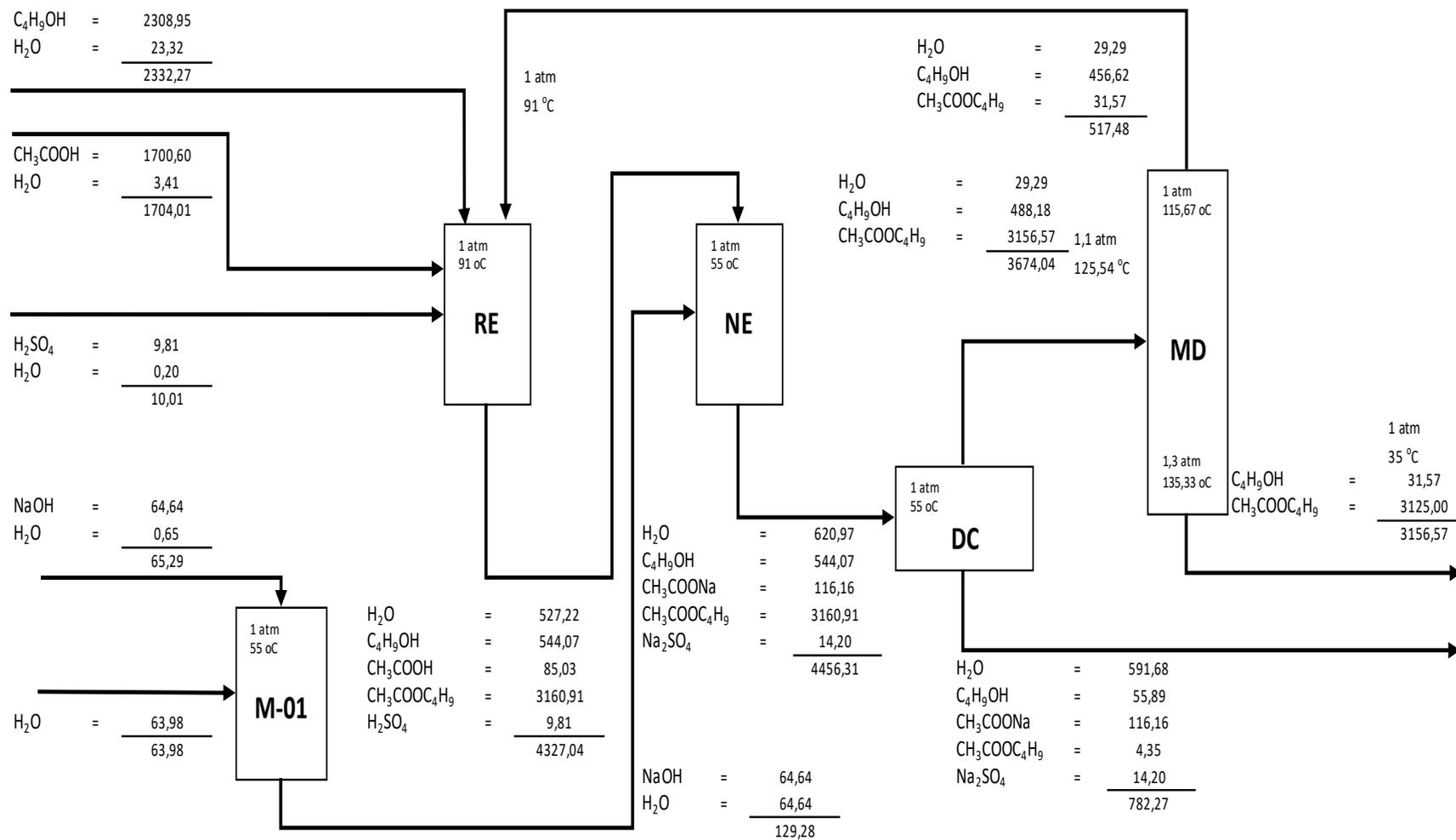
4.5 Alir Proses dan Material

Pembuatan Butil Asetat secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Bahan baku yang berupa Asam Asetat (CH_3COOH) sebesar 1704,01 kg/jam, dan Butanol ($\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$) sebanyak 2332,27 kg/jam. Dimasukan ke dalam Reaktor (RE-01) untuk direaksikan dengan memakai katalis H_2SO_4 . Reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk yang dilengkapi dengan koil. Reaksi yang terjadi adalah eksotermis dengan suhu 91 °C dengan tekanan 1 atm.
- Bahan keluar reaktor berupa $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$, CH_3COOH , $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$, dan H_2SO_4 dialirkan ke *Neutralizer* (NE-01) untuk menetralkan asam asetat dan katalis asam sulfat. Hasil keluar dari *Neutralizer* (NE-01) dialirkan ke *Decanter* (DC-01) untuk dipisahkan berdasarkan daya larut dan densitasnya menjadi lapisan bawah yang dialirkan ke UPL dan lapisan atas ke Menara Distilasi (MD-01). Hasil pemisahan dari *Decanter* (DC-01) dialirkan ke Menara Distilasi (MD-01) untuk memisahkan produk bawah dan yang akan di *recycle*. Hasil atas dialirkan kembali ke Reaktor (RE-01) sebagai *recycle* dan hasil bawah Menara Distilasi (MD-01) untuk dimurnikan. Umpan masuk berupa $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$ (3156,57 kg/jam), $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ (488,18 kg/jam), H_2O (29,29 kg/jam).
- Setelah dari Menara Distilasi (MD-01), hasil bawah yang berupa Butil Asetat ($\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$) sebesar 3125 kg/jam dengan kemurnian 99% pada suhu 35 °C disimpan di dalam Tangki Produk (T-05). Sedangkan hasil atas menara distilasi yang sebagian berupa Butanol ($\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$) (456,62 kg/jam) dan sebagian kecil berupa Butil Asetat ($\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$) (31,57 kg/jam), dan Air (H_2O) (29,29 kg/jam) di *recycle* kembali.



Gambar 4.4 Diagram kualitatif



Gambar 4.5 Diagram Kuantitatif

4.6 Neraca Massa

1. Reaktor-01 (RE-01)

Tabel 4.2 Neraca massa Reaktor-01 (RE-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)				Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 17	Arus 11
H ₂ O	23,32	3,41	0,20	29,29	527,22
C ₄ H ₉ OH	2308,95			456,62	544,07
CH ₃ COOH		1700,60			85,03
CH ₃ COOC ₄ H ₉				31,57	3160,91
H ₂ SO ₄			9,81		9,81
SUBJUMLAH	2332,27	1704,01	10,01	517,48	4327,04
JUMLAH	4327,04				4327,04

2. Reaktor-02 (RE-02)

Tabel 4.3 Neraca massa Reaktor-02 (RE-02)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Arus 11	Arus 12
H ₂ O	527,22	527,22
C ₄ H ₉ OH	544,07	544,07
CH ₃ COOH	85,03	85,03
CH ₃ COOC ₄ H ₉	3160,91	3160,91
H ₂ SO ₄	9,81	9,81
JUMLAH	4327,04	4327,04

3. Mixer-01 (M-01)

Tabel 4.4 Neraca massa *Mixer*-02 (M-02)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 4	Arus 5	Arus 10
NaOH	64,64		64,64
H ₂ O	0,65	63,98	64,64
SUBJUMLAH	65,29	63,98	129,28
JUMLAH	129,28		129,28

4. Neutralizer-01 (NE-01)

Tabel 4.5 Neraca massa *Neutralizer*-01 (NE-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)		Generasi (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	Konsumsi (kg/jam)
	Arus 12	Arus 10		Arus 13	
H ₂ O	527,22	64,64	29,11	620,97	
C ₄ H ₉ OH	544,07			544,07	
CH ₃ COOH	85,03				85,03
CH ₃ COONa			116,16	116,16	
CH ₃ COOC ₄ H ₉	3160,91			3160,91	
H ₂ SO ₄	9,81				9,81
NaOH		64,64			64,64
Na ₂ SO ₄			14,20	14,20	
SUBJUMLAH	4327,04	129,28	159,47	4456,31	159,48
JUMLAH	4615,79			4615,79	

5. Decanter-01 (DC-01)

Tabel 4.6 Neraca massa *Decanter-01* (DC-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 13	Arus 14	Arus 15
H ₂ O	620,97	29,29	591,68
C ₄ H ₉ OH	544,07	488,18	55,89
CH ₃ COONa	116,16		116,16
CH ₃ COOC ₄ H ₉	3160,91	3156,57	4,35
Na ₂ SO ₄	14,20		14,20
SUBJUMLAH	4456,31	3674,04	782,27
JUMLAH	4456,31	4456,31	

6. Menara Distilasi-01 (MD-01)

Tabel 4.7 Neraca massa Menara Distilasi-01 (MD-01)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 16	Arus 17	Arus 18
H ₂ O	29,29	29,29	
C ₄ H ₉ OH	488,18	456,62	31,57
CH ₃ COOC ₄ H ₉	3156,57	31,57	3125,00
SUBJUMLAH	3674,04	517,48	3156,57
JUMLAH	3674,04	3674,04	

4.7 Neraca Energi

1. Reaktor-01 (RE-01)

Tabel 4.8 Neraca energi Reaktor-01 (RE-01)

Aliran Energi Masuk		Aliran Energi Keluar	
Keterangan	(KJ/jam)	Keterangan	(KJ/jam)
ΔH_{in}	638266,80	ΔH_{out}	661790,44
Beban reaktor	3186300,87	$\Delta H_{cooling}$	3162777,23
JUMLAH	3824567,67	JUMLAH	3824567,67

2. Reaktor-02 (RE-02)

Tabel 4.9 Neraca energi Reaktor-02 (RE-02)

Aliran Energi Masuk		Aliran Energi Keluar	
Keterangan	(KJ/jam)	Keterangan	(KJ/jam)
ΔH_{in}	638266,80	ΔH_{out}	661790,44
Beban reaktor	3186300,87	$\Delta H_{cooling}$	3162777,23
JUMLAH	3824567,67	JUMLAH	3824567,67

3. Mixer-01 (M-01)

Tabel 4.10 Neraca energi *Mixer-02* (M-02)

Aliran Energi Masuk		Aliran Energi Keluar	
Keterangan	(KJ/jam)	Keterangan	(KJ/jam)
ΔH_{in}	1817,23	ΔH_{out}	10897,54
Beban mixer	9080,31		
JUMLAH	10897,54	JUMLAH	10897,54

4. Neutralizer-01 (NE-01)

Tabel 4.11 Neraca energi *Neutralizer-01* (NE-01)

Aliran Energi Masuk		Aliran Energi Keluar	
Keterangan	(KJ/jam)	Keterangan	(KJ/jam)
ΔH_{in}	309624,94	ΔH_{out}	303750,86
Beban	444907,60	$\Delta H_{cooling}$	450781,68
JUMLAH	754532,54	JUMLAH	754532,54

5. Decanter-01 (DC-01)

Tabel 4.12 Neraca energi *Decanter-01* (DC-01)

Aliran Energi Masuk		Aliran Energi Keluar	
Keterangan	(KJ/jam)	Keterangan	(KJ/jam)
ΔH_{in}	303750,86	ΔH_{top}	78800,80
		ΔH_{bottom}	224950,05
JUMLAH	303750,86	JUMLAH	303750,86

6. Menara Distilasi-01 (MD-01)

Tabel 4.13 Neraca energi Menara Distilasi-01 (MD-01)

Aliran Energi Masuk		Aliran Energi Keluar	
Keterangan	(KJ/jam)	Keterangan	(KJ/jam)
ΔH_{in}	787768,14	$\Delta H_{distilat}$	110928,77
		ΔH_{bottom}	734036,60
$\Delta H_{reboiler}$	902573,21	$\Delta H_{condensor}$	845375,98
JUMLAH	1690341,35	JUMLAH	1690341,35

7. Heater-01 (HE-01)

Tabel 4.14 Neraca energi *Heater-01* (HE-01)

Aliran Energi Masuk		Aliran Energi Keluar	
Keterangan	(KJ/jam)	Keterangan	(KJ/jam)
ΔH_{in}	25898,02	ΔH_{out}	351054,67
ΔH_{steam}	325156,64		
JUMLAH	351054,67	JUMLAH	351054,67

8. Heater-02 (HE-02)

Tabel 4.15 Neraca energi *Heater-02* (HE-02)

Aliran Energi Masuk		Aliran Energi Keluar	
Keterangan	(KJ/jam)	Keterangan	(KJ/jam)
ΔH_{in}	18375,68	ΔH_{out}	249885,53
ΔH_{steam}	231509,85		
JUMLAH	249885,53	JUMLAH	249885,53

9. Heater-03 (HE-03)

Tabel 4.16 Neraca energi *Heater-03* (HE-03)

Aliran Energi Masuk		Aliran Energi Keluar	
Keterangan	(KJ/jam)	Keterangan	(KJ/jam)
ΔH_{in}	74,04	ΔH_{out}	998,39
ΔH_{steam}	924,36		
JUMLAH	998,39	JUMLAH	998,39

10. Heater-04 (HE-04)

Tabel 4.17 Neraca energi *Heater-04* (HE-04)

Aliran Energi Masuk		Aliran Energi Keluar	
Keterangan	(KJ/jam)	Keterangan	(KJ/jam)
ΔH_{in}	224950,05	ΔH_{out}	787768,14
ΔH_{steam}	562818,08		
JUMLAH	787768,14	JUMLAH	787768,14

11. Cooler-01 (CL-01)

Tabel 4.18 Neraca energi *Cooler-01* (CL-01)

Aliran Energi Masuk		Aliran Energi Keluar	
Keterangan	(KJ/jam)	Keterangan	(KJ/jam)
ΔH_{in}	661776,54	ΔH_{out}	297299,31
		$\Delta H_{cooling}$	364477,23
JUMLAH	661776,54	JUMLAH	661776,54

12. Cooler-02 (CL-02)

Tabel 4.19 Neraca energi *Cooler-02* (CL-02)

Aliran Energi Masuk		Aliran Energi Keluar	
Keterangan	(KJ/jam)	Keterangan	(KJ/jam)
ΔH_{in}	734036,60	ΔH_{out}	62418,55
		$\Delta H_{cooling}$	671618,05
JUMLAH	734036,60	JUMLAH	734036,60

4.8 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Utilitas adalah sekumpulan unit-unit atau bagian dari sebuah pabrik kimia yang berfungsi untuk menyediakan kebutuhan penunjang proses produksi. Unit utilitas keberadaannya sangat penting dan harus ada dalam perancangan suatu pabrik.

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

1. Unit penyediaan dan pengolahan air (*Water system*)
2. Unit pembangkit listrik (*Power plant*)
3. Unit penyediaan *steam* (*Steam generation system*)
4. Unit penyediaan bahan bakar
5. Unit pengolahan limbah

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Fungsi unit pendukung adalah menyediakan bahan baku dan penunjang untuk kebutuhan *steam* produksi di seluruh pabrik yang meliputi laboratorium, pengadaan dan penjernihan air, tenaga listrik, udara tekan dan udara pabrik, kebutuhan Hitech, serta bahan bakar.

4.8.1 Kebutuhan dan Distribusi Air Untuk Produksi dan Konsumsi

Penggunaan air :

- Air Domestik (*Domestik water*)
- *Service water*
- Air pendingin (*Cooling water*)

- Air steam (*Steam water*)
- Air proses

Kebutuhan air meliputi air pendingin, air umpan *boiler*, air untuk keperluan kantor dan rumah tangga, air untuk pemadam kebakaran dan air cadangan. Air diperoleh dari air sungai terdekat dengan lokasi pabrik yang kemudian diolah terlebih dahulu sehingga memenuhi persyaratan. Secara sederhana pengolahan air meliputi pengendapan, penggumpalan, penyaringan, *demineralisasi*, dan *deaerasi*. Air yang telah digunakan sebagai air pendingin proses dan *kondensat* dapat *direcycle* guna menghemat air, sehingga jumlah air yang diperlukan sebagai berikut :

- Air domestik (*Domestik water*) = 13032,61kg/j
 - *Service water* = 700 kg/j
 - Air pendingin (*Cooling water*) = 296069,69 kg/j
 - Air steam (*Steam water*) = 2496,37 kg/j
 - Air proses (*Demin water*) = 63,98 kg/j
- Total kebutuhan air secara keseluruhan = 312362,65 kg/j

Air pendingin diproduksi oleh menara pendingin (*cooling tower*). Unit air pendingin ini mengolah air dengan proses pendinginan, untuk dapat digunakan sebagai air untuk proses pendinginan pada alat pertukaran panas 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 harus ditambah air *make up* yang jumlahnya sesuai dengan jumlah air yang hilang.

Sistem air pendingin terutama terdiri dari *cooling tower* dan basin, pompa air pendingin untuk peralatan proses, sistem injeksi bahan kimia, dan *induce draft fan*. Sistem injeksi bahan kimia disediakan untuk mengolah air pendingin untuk mencegah korosi, mencegah terbentuknya kerak dan pembentukan lumpur diperalatan proses, karena akan menghambat atau menurunkan kapasitas perpindahan panas.

4.8.2 Listrik atau Generator

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik ini dipengaruhi oleh PLN dan generator pabrik sebagai cadangan 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

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :

1. Listrik untuk AC
2. Listrik untuk laboratorium dan bengkel
3. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
4. Listrik untuk penerangan
5. Listrik untuk instrumentasi

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 kontrol. Rincian kebutuhan listrik adalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan listrik untuk alat proses :

- Mixer-01 (M-01) = 0,32 Hp
- Reaktor-01 (RE-01) = 38,07 Hp
- Reaktor-02 (RE-02) = 38,07 Hp
- Netralizer-01 (NE-01) = 46,69 Hp
- Menara Distilasi (MD-01) = 9,37 Hp
- Screw Conveyor (SC-01) = 1 Hp
- Pompa (P-01) = 0,19 Hp
- Pompa (P-02) = 0,31 Hp
- Pompa (P-03) = 0,01 Hp
- Pompa (P-04) = 0,81 Hp
- Pompa (P-05) = 0,35 Hp
- Pompa (P-06) = 0,09 Hp
- Pompa (P-07) = 0,04 Hp
- Pompa (P-08) = 0,16 Hp
- Pompa (P-09) = 1,29 Hp
- Pompa (P-10) = 0,08 Hp
- Pompa (P-11) = 0,28 Hp

- Pompa (P-12) = 2,12 Hp

2. Kebutuhan listrik untuk alat utilitas :

- Bak Penggumpal (BU-01) = 2 Hp
- Blower (BL-01) = 30 Hp
- Pompa (PU-01) = 42,63 Hp
- Pompa (PU-02) = 40,99 Hp
- Pompa (PU-03) = 38,61 Hp
- Pompa (PU-04) = 1,56 Hp
- Pompa (PU-05) = 38,61 Hp
- Pompa (PU-06) = 35,89 Hp
- Pompa (PU-07) = 10,79 Hp
- Pompa (PU-08) = 17,71 Hp
- Pompa (PU-09) = 9,25 Hp
- Pompa (PU-10) = 0,00001 Hp
- Pompa (PU-11) = 1,62 Hp
- Pompa (PU-12) = 1,62 Hp
- Pompa (PU-13) = 0,68 Hp
- Pompa (PU-14) = 0,68 Hp
- Pompa (PU-15) = 7,62 Hp
- Pompa (PU-16) = 7,17 Hp
- Pompa (PU-17) = 0,01 Hp
- Pompa (PU-18) = 0,74 Hp
- Pompa (PU-19) = 0,27 Hp
- Pompa (PU-20) = 0,00001 Hp

- Pompa (PU-21) = 0,97 Hp
- Pompa (PU-22) = 0,03 Hp

Kebutuhan listrik utilitas dan keperluan lain seperti alat-alat *control*, instrumentasi dan penerangan sebesar 165 Kw. Jadi total kebutuhan listrik adalah 484,68 Kw. Energi utama diperoleh dari listrik PLN dengan kekuatan 3500 Kw dengan bahan bakar solar.

4.8.3 Unit Pengadaan Steam

Kebutuhan steam untuk penguapan di menara destilasi dan *reboiler* sebanyak 2555,77 kg/jam. Kebutuhan *steam* ini dipenuhi oleh boiler utilitas. Sebelum masuk *boiler* air harus dihilangkan kesadahan karena air yang sadah akan menimbulkan kerak di dalam *boiler*. Oleh karena itu, sebelum masuk *boiler*, air dilewatkan dalam *Mixed Bed* (TU-07) terlebih dahulu.

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

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

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

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

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan *silica*.

- c. Zat yang menyebabkan *foaming*

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

4.8.4 Unit Penyediaan Udara

Udara tekan digunakan sebagai penggerak alat-alat kontrol dan bekerja secara *pneumatic*. Jumlah udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan 45 m³/jam pada tekanan 6 atm. Alat pengadaan udara tekan menggunakan *compressor* yang dilengkapi dengan *dryer* yang berisi *silica gel* untuk menyerap kandungan air sampai maksimal 84 ppm.

4.8.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *boiler* dan *generator*. Jenis bahan bakar yang digunakan pada generator adalah *solar industrial diesel oil* (IDO) sedangkan pada *boiler* menggunakan *fuel oil grade no. 4*. Solar diperoleh dari Pertamina dan distributornya.

Pemilihan solar sebagai bahan bakar didasarkan pada alasan :

- Mudah didapat
- Mudah dalam penyimpanan

Bahan bakar solar yang digunakan mempunyai *spesifikasi* sebagai berikut :

Heating value : 19.676 Btu/lb

Efisiensi bahan bakar : 80 %

Specific gravity : 0,8691

Densitas : 54,32 lb/ft²

Kebutuhan bahan bakar dapat diperkirakan sebagai berikut :

Bahan bakar = Kapasitas alat / eff . rho . h

a. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler*

Kapasitas *boiler* = 4322688,94 Btu/jam

Kapasitas bahan bakar = 124,68 L/jam

b. Kebutuhan bahan bakar untuk *generator*

Kapasitas *generator* = 11942494,20 Btu/jam

Kebutuhan bahan bakar = 344,14 L/jam

a) Saringan / Screening (FU-01)

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

Bahan : Alumunium

Jumlah air : 403683,57 kg/jam

b) Sedimentasi / Reservoir (RU-01)

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

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 382486,84 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 17,67 m

- Lebar = 17,67 m

- Tinggi = 8,83 m

c) Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01)

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

Jumlah air : 363362,50 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 8,22 m
- Tinggi = 8,22 m

Pengaduk :

- Jenis = *Marine propeller 3 blade*
- Diameter = 2,74 m
- Power = 2 Hp

d) Tangki Larutan Alum (TU-01)

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 1 minggu operasi.

Kebutuhan : 0,18 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,33 m
- Tinggi = 2,67 m

e) Bak Pengendap I (BU-02)

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

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 363362,50 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 17,37 m
- Lebar = 17,37 m

- Tinggi = 8,68 m

f) 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 : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 345194,37 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 17,07 m

- Lebar = 17,07 m

- Tinggi = 8,54 m

g) Sand Filter (FU-02)

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

Jumlah air : 327934,65 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 4,45 m

- Lebar = 4,45 m

- Tinggi = 2,22 m

h) Bak Penampung Sementara (BU-04)

Fungsi : Menampung sementara *raw water* setelah disaring di *sand filter*

Jumlah air : 311537,92 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 9,08 m
- Lebar = 9,08 m
- Tinggi = 4,54 m

i) Tangki Klorinasi (TU-02)

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

Jumlah air : 13032,61 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 2,71 m
- Tinggi = 2,71 m

j) Tangki Kaporit (TU-03)

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

Kebutuhan bahan : 67,46 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 0,35 m
- Tinggi = 0,35 m

k) Tangki Air Bersih (TU-04)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 13032,61 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 7,82 m

- Tinggi = 7,82 m

l) Tangki Service Water (TU-05)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan layanan umum.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 700 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 2,95 m

- Tinggi = 2,95 m

m) Tangki Air Bertekanan (TU-06)

Fungsi : Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 700 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 2,95 m

- Tinggi = 2,95 m

n) Tangki Air Pendingin (BU-05)

Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin.

Tipe : Bak persegi panjang

Jumlah air : 295185,55 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 8,91 m

- Lebar = 8,91 m

- Tinggi = 4,46 m

o) Cooling Water (CT-01)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan.

Jumlah air : 295185,55 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 6,81 m

- Lebar = 6,81 m

- Tinggi = 2,60 m

p) Blower Cooling Water (BL-01)

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

Kebutuhan udara : 6881011,94 ft³/jam

Daya motor : 30 Hp

q) Mixed Bed (TU-07)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh *kation* seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl,SO₄, dan NO₃.

Jumlah air : 2619,76 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 0,52 m

- Tinggi = 1,02 m

- Tebal = 3/16 in

r) Tangki NaCl (TU-08)

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

Tipe : Tangki silinder

Kebutuhan NaCl : 17,44 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,04 m
- Tinggi = 1,04 m

s) Tangki Air Demin (TU-09)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan air proses.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 2619,76 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 4,58 m
- Tinggi = 4,58 m

t) Deaerator (DE-01)

Fungsi : Menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam *feed water* yang menyebabkan kerak pada *reboiler*.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 2619,76 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,59 m
- Tinggi = 1,59 m

u) Tangki N₂H₄ (TU-10)

Fungsi : Menyimpan larutan N₂H₄.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 2619,76 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,60 m

- Tinggi = 1,60 m

v) Tangki Bahan Bakar (TU-11)

Fungsi : Menampung bahan bakar boiler untuk persediaan 3 hari

Tipe : Tangki silinder tegak

Volume bahan : 10,46 m³

Dimensi bak :

- Diameter = 2,93 m

- Tinggi = 5,86 m

w) Tangki Bahan Bakar (TU-12)

Fungsi : Menampung bahan bakar generator untuk persediaan 3 hari

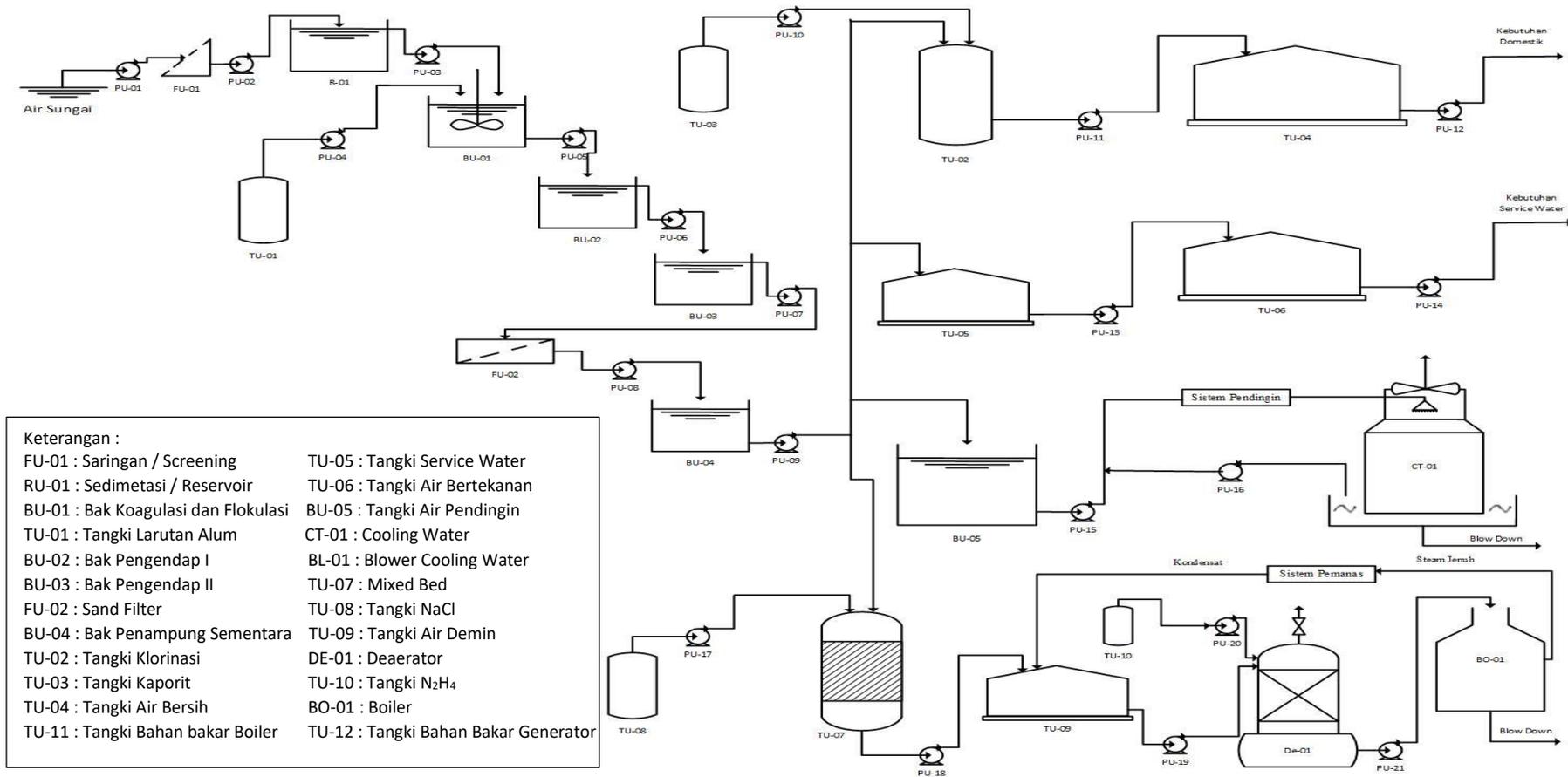
Tipe : Tangki silinder tegak

Volume bahan : 29,62 m³

Dimensi bak :

- Diameter = 3,35 m

- Tinggi = 3,35 m



Gambar 4.6 Skema Unit Pengolahan Air

a. Penghisapan

Air yang diambil dari sungai perlu adanya pemompaan yang selanjutnya air tersebut dialirkan menuju alat penyaringan (*screen*) untuk proses penyaringan untuk menghilangkan partikel kotoran yang berukuran cukup besar. Setelah tahap *screening* air akan diolah di dalam *reservoir*.

b. Penyaringan (*Screening*)

Sebelum air dari sungai akan digunakan sebagai air bersih, maka pada proses ini air disaring untuk memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran besar, misalnya: daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya. Pada tahap *screening* partikel yang berukuran padat dan besar akan tersaring secara langsung tanpa menggunakan bahan kimia. Sementara untuk partikel yang kecil masih akan terbawa bersama air yang kemudian akan diolah ke tahap pengolahan air berikutnya. Tujuan penyaringan yaitu untuk memisahkan kotoran yang besar agar tidak terikut ke pengolahan selanjutnya, sehingga pada sisi isap pompa perlu dipasang saringan (*screen*) dan ditambah fasilitas pembilas agar meminimalisir alat *screen* menjadi kotor.

c. Penampungan (*Reservoir*)

Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi. Kotoran kasar yang terdapat dalam air akan mengalami pengendapan yang terjadi karena gravitasi.

d. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulan ke dalam air. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau

Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), yang merupakan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses *flokulasi* dapat berjalan *efektif*, sering ditambahkan kapur ke dalam air. Selain itu kapur juga berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan. Sedangkan pada proses Flokulasi bertujuan untuk mengendapkan kotoran yang berupa *dispersi koloid* dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.

e. Bak Pengendap 1 dan Bak Pengendap 2

Tujuan dari adanya bak pengendap 1 dan 2 ini adalah mengendapkan endapan yang berbentuk *flok* yang terbawa dari air sungai dengan proses *flokulasi* (menghilangkan *flokulasi*). Endapan serta *flok* yang berasal dari proses koagulasi akan diendapkan pada bak pengendap 1 dan bak pengendap 2.

f. Penyaringan (*Sand Filter*)

Pada tahap ini terjadi proses filtrasi dimana air yang keluar dari bak pengendap 2 masih terdapat kandungan padatan tersuspensi, sehingga harus di proses ke alat filter untuk difiltrasi.

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

g. Bak Penampung Air Bersih

Air yang sudah melalui tahap filtrasi sudah biasa disebut dengan air bersih. Kemudian air keluaran proses filtrasi akan ditampung dalam bak penampungan air bersih. Dalam hal ini air bersih yang ditampung langsung dapat digunakan sebagai air layanan umum (*service water*) serta untuk air pendingin. Kegunaan air bersih ini juga dapat digunakan untuk *domestic water* dan *boiler feed water*, namun air harus di desinfektanisasi terlebih dahulu menggunakan resin untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ dimana tujuan penghilangan mineral-mineral tersebut untuk menghasilkan air demin yang melalui proses demineralisasi.

h. Demineralisasi

Pada proses demineralisasi bertujuan untuk menyiapkan air yang digunakan untuk *boiler feed water* dan air ini harus murni serta bebas dari kadar mineral-mineral yang terlarut didalamnya. Proses demineralisasi ini dapat dilakukan dengan alat yang terdiri dari penukaran anion (*anion exchanger*) dan kation (*cation exchanger*).

Demineralisasi diperlukan karena air umpan *boiler* memerlukan syarat-syarat :

- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi *steam* yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*. Jika *steam* digunakan sebagai pemanas yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan *silica*, hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan bisa mengakibatkan boiler tidak beroperasi sama sekali.

- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O₂, CO₂, H₂S dan NH₃.
- Bebas dari zat yang menyebabkan *foaming*

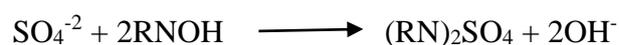
Air yang diambil dari proses pemanasan biasanya menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi akibat adanya alkalinitas yang tinggi.

Pengolahan air di unit demineralisasi, yaitu :

Proses *Cation Exchanger* dan *Anion Exchanger* berlangsung pada Resin *Mixed-Bed*. Resin *Mixed-Bed* adalah kolom resin campuran antara resin *kation* dan resin *anion*. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke Resin *Mixed-Bed* tersebut, kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin *anion*. Saat resin kation dan *anion* telah jenuh oleh ion-ion, resin penukar *kation* dan *anion* akan diregenerasi kembali.

▪ *Anion (Anion Exchanger)*

Anion Exchanger memiliki fungsi untuk mengikat ion-ion *negatif* yang larut dalam air dengan resin yang memiliki sifat basa, yang memiliki formula RNOH₃. Sehingga *anion-anion* seperti CO₃²⁻, Cl⁻, dan SO₄²⁻ akan membantu garam resin tersebut. Sebelum di regenerasi anion yang terbentuk di dalam reaksi adalah sebagai berikut :



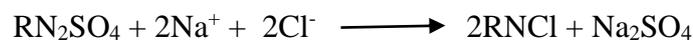
Ion SO₄²⁻ dapat menggantikan ion OH⁻ yang ada dalam resin karena

selektivitas SO_4^{-2} lebih besar dari selektivitas OH^- . Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut:



Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl.

Reaksi Regenerasi :

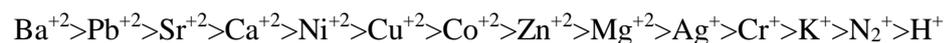


▪ Kation (*Cation Exchanger*)

Cation Exchanger merupakan resin penukar kation-kation. Untuk *cation exchanger* berupa resin padat yang sering ada dipasaran yaitu kation dengan formula RSO_3H dan $(\text{RSO}_3)\text{Na}$, dimana pengganti kation-kation yang dikandung dalam air akan diganti dengan ion H^+ atau Na^+ . karena disini kita menggunakan ion H^+ sehingga air akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Reaksi penukar kation :



Ion Mg^{+2} dapat menggantikan ion H^+ yang ada dalam resin karena selektivitas Mg^{+2} lebih besar dari selektivitas H^+ . Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut :



Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl.

Reaksi Regenerasi :



i. Deaerator

Unit *Deaerator* ini bertujuan untuk menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam *feed water*. Air yang sudah mengalami demineralisasi biasanya masih ada kandungan gas-gas terlarut terutama CO₂ dan O₂. Gas-gas tersebut harus dihilangkan dari air karena dapat menimbulkan korosi. Gas-gas tersebut dihilangkan dalam suatu *deaerator*. Dalam unit *deaerator* diinjeksikan zat-zat kimia sebagai berikut :

- Hidrazin yang berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Berdasarkan reaksi tersebut maka hidrazin berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama O₂ sehingga tidak terjadinya korosi.

Unit *Deaerator* memiliki fungsi untuk memanaskan air yang keluar dari proses pertukaran ion yang terjadi di alat penukar ion (*ion exchanger*) dan sisa kondensat yang belum dikirim sebagai umpan ketel, pada unit *deaerator* air dipanaskan hingga suhu mencapai 90°C agar gas-gas yang terlarut dalam air yaitu O₂ dan CO₂ dapat dihilangkan. Hal ini disebabkan gas-gas tersebut dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang dapat menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan pada akhirnya akan menutupi permukaan pipa-pipa, hal itulah penyebab terjadinya korosi pada pipa-pipa ketel. Dalam hal ini perlu adanya pemanasan yaitu pemanasan

dilakukan dengan menggunakan koil pemanas yang ada di dalam *deaerator*.

4.9 Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan sangat besar di dalam suatu pabrik untuk memperoleh data-data yang diperlukan. Data-data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi, dan untuk pengendalian mutu.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik pada hakekatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian rutin dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan perekayasaan yang mempunyai tugas pokok antara lain :

- a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk.
- b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi.
- c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan *boiler*, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *non-shift*.

1 Kelompok *shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa-analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja *shift* selama 24 jam dengan dibagi menjadi 4 *shift*. Masing-masing *shift* bekerja selama 8 jam.

2 Kelompok *non-shift*

Kelompok ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan di laboratorium. Dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain :

- a. Menyediakan reagen kimia untuk analisa laboratorium
- b. Melakukan analisa bahan pembuangan penyebab polusi
- c. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi

Dalam menjalankan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

- 1 Laboratorium fisik
- 2 Laboratorium analitik
- 3 Laboratorium penelitian dan pengembangan

4.9.1 Laboratorium Fisik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan yaitu antara lain :

- Specific gravity
- Viskositas
- Kandungan air

4.9.2 Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat-sifat kimianya. Analisa yang dilakukan antara lain :

- Analisa komposisi produk utama
- Analisa komposisi produk samping
- Analisa komposisi bahan baku
- Analisa air

4.9.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- Diversifikasi produk
- Perlindungan terhadap lingkungan

Disamping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non rutin, misalnya penelitian terhadap produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian guna mendapatkan alternatif lain terhadap penggunaan bahan baku. Alat analisa penting yang digunakan antara lain :

1. *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS), untuk menganalisa logam berat dan hidrokarbon.

2. *Water content tester*, untuk menganalisa kadar air.
3. *Hidrometer*, untuk mengukur *specific gravity*.
4. *Viscometer*, untuk mengukur viskositas produk.
5. *Infra Red Spectrofotometer (IRS)*, untuk menganalisa kandungan minyak dalam air.

4.10 Unit Pengolahan Limbah

4.10.1 Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik ini antara lain limbah buangan sanitasi dan air limbah proses. Proses pengolahan limbah cair di pabrik ini terdiri dari beberapa tahapan, antara lain :

1. Stabilisasi

Kedua jenis limbah cair yang terdiri dari limbah buangan sanitasi dan limbah yang berasal dari proses produksi dicampur dalam bak stabilisasi.

2. Flokulasi

Dari bak stabilisasi, limbah cair yang telah tercampur masuk ke bak flokulasi. Pada bak ini, ditambahkan alum untuk memisahkan kotoran-kotoran yang terikat dalam limbah dengan membentuk flok-flok.

3. Sedimentasi

Dari bak flokulasi, cairan limbah dimasukkan ke bak pengendap pertama untuk memisahkan *flok-flok* yang telah terbentuk di bak flokulasi dengan cairan limbah.

4. *Biological Treatment*

Selanjutnya cairan limbah dari bak pengendap dimasukkan ke bak aerasi. Bak aerasi merupakan tempat pengolahan limbah secara biologi. Pada bak ini diterapkan *activated sludge* (lumpur aktif). Lumpur yang telah yaitu yang telah mengandung bakteri aerob disebarkan dari dasar bak.

5. Sedimentasi

Dari bak aerasi, cairan limbah dialirkan ke bak pengendap kedua. *Activated sludge* diendapkan di dasar bak dan dipisahkan dari cairan limbah. 40% dari *activated sludge* direcycle ke bak aerasi untuk digunakan kembali. Sisanya dapat dibuang atau digunakan sebagai tanah urug.

6. Penampungan Akhir

Selanjutnya cairan limbah dari bak pengendap kedua dialirkan ke bak penampungan akhir. Di bak ini cairan limbah yang telah mengalami beberapa tahap pengolahan limbah diukur baku mutunya. Setelah dinyatakan layak, air limbah ini kemudian dapat dibuang ke sungai.

4.10.2 Limbah Gas

Limbah gas berasal dari output kondensor parsial 1 berupa H_2 , CO , CH_4 , C_3H_6 , dan C_3H_8 . Gas tersebut dibakar dulu dalam suatu *incenerator* sebelum dibuang ke udara bebas.

4.11 Perawatan (*Maintenance*)

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

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

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

1.) *Overhaul*

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*

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.

4.12 Organisasi Perusahaan

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan Produksi	: Butil Asetat ($\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{H}_9$)
Kapasitas	: 25.000 ton/tahun
Status Pemodalan	: Penjualan Saham
Lokasi	: Prambangan, Gresik, Jawa Timur
Tahun Pendirian	: 2022

4.12.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) yang berbentuk badan hukum. Badan hukum ini berbentuk perseroan sebab modal badan hukum terdiri dari saham-saham. Perseroan terbatas harus didirikan memakai akta autentik. Bentuk perusahaan ini dipimpin oleh direksi yang terdiri dari seseorang direktur utama dan dibantu oleh manajer-manajer.

Direktur dipilih oleh rapat umum anggota yang dipilih menjadi direktur tidak selalu orang yang memiliki saham, dapat juga orang lain. Pekerjaan direksi sehari-hari diawasi oleh rapat umum para pemilik saham. Dewan komisaris berhak mengadakan pemeriksaan sendiri atau dibantu akuntan pabrik apabila perusahaan tidak berjalan sebagaimana mestinya. Direksi dan komisaris dipilih kembali oleh rapat umum pemilik saham setelah masa jabatan habis.

Kekuasaan tertinggi dalam perseroan terbatas adalah rapat umum para pemilik saham yang biasanya dilakukan satu tahun sekali. Bentuk perseroan terbatas memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- a) Perusahaan dibentuk berdasarkan hukum.

Pembentukan menjadi badan hukum disertai akte perusahaan yang berisi informasi-informasi nama perusahaan, tujuan-tujuan perusahaan, jumlah modal dan lokasi kantor pusat. Setelah pengelola perusahaan menyerahkan akte perusahaan dan disertai uang yang diminta untuk keperluan akte perusahaan, maka ijin diberikan. Dengan ijin ini perusahaan secara sah dilindungi oleh hukum dalam pengelolaan intern perusahaan.

- b) Badan hukum terpisah dari pemiliknya (pemegang saham).

Hal ini bermaksud bahwa perusahaan ini didirikan bukan dari perkumpulan pemegang saham tetapi merupakan badan hukum yang terpisah. Kepemilikannya dimiliki dengan memiliki saham. Apabila seorang pemilik saham meninggal dunia, maka saham dapat dimiliki oleh ahli warisnya atau pihak lain sesuai dengan kebutuhan hukum. Kegiatan-kegiatan perusahaan tidak dipengaruhi olehnya.

- c) Menguntungkan bagi kegiatan-kegiatan yang berskala besar.

Perseroan terbatas sesuai dengan perusahaan berskala besar dengan aktifitas-aktifitas yang kompleks.

Modal perusahaan diperoleh dari penjualan saham-saham dan apabila perusahaan rugi maka pemilik saham hanya akan kehilangan modalnya saja dan tidak menyinggung harta kekayaan pribadi untuk melunasi hutang-hutangnya.

Pemilihan bentuk Perseroan Terbatas ini didasarkan pada ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- a. Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham.
- b. Tanggung jawab terbatas para pemegang saham, dimana kekayaan perusahaan terpisah dari kekayaan pemegang saham.
- c. Pemilik dan pengurus terpisah satu dengan yang lain, dimana pemilik Perseroan Terbatas adalah pemegang saham, sedangkan pengurus adalah direksi. Oleh karena itu pengurus dan pengusaha P.T. harus dipilih orang-orang yang cakap dalam bidangnya.
- d. Kehidupan Perseroan Terbatas lebih terjamin, tidak terpengaruh oleh kepentingan atau berhentinya seorang pemegang saham, direksi, atau karyawan.
- e. Efisiensi dalam manajemen.
- f. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

4.12.2 Struktur Organisasi

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 :

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

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : sistem line dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

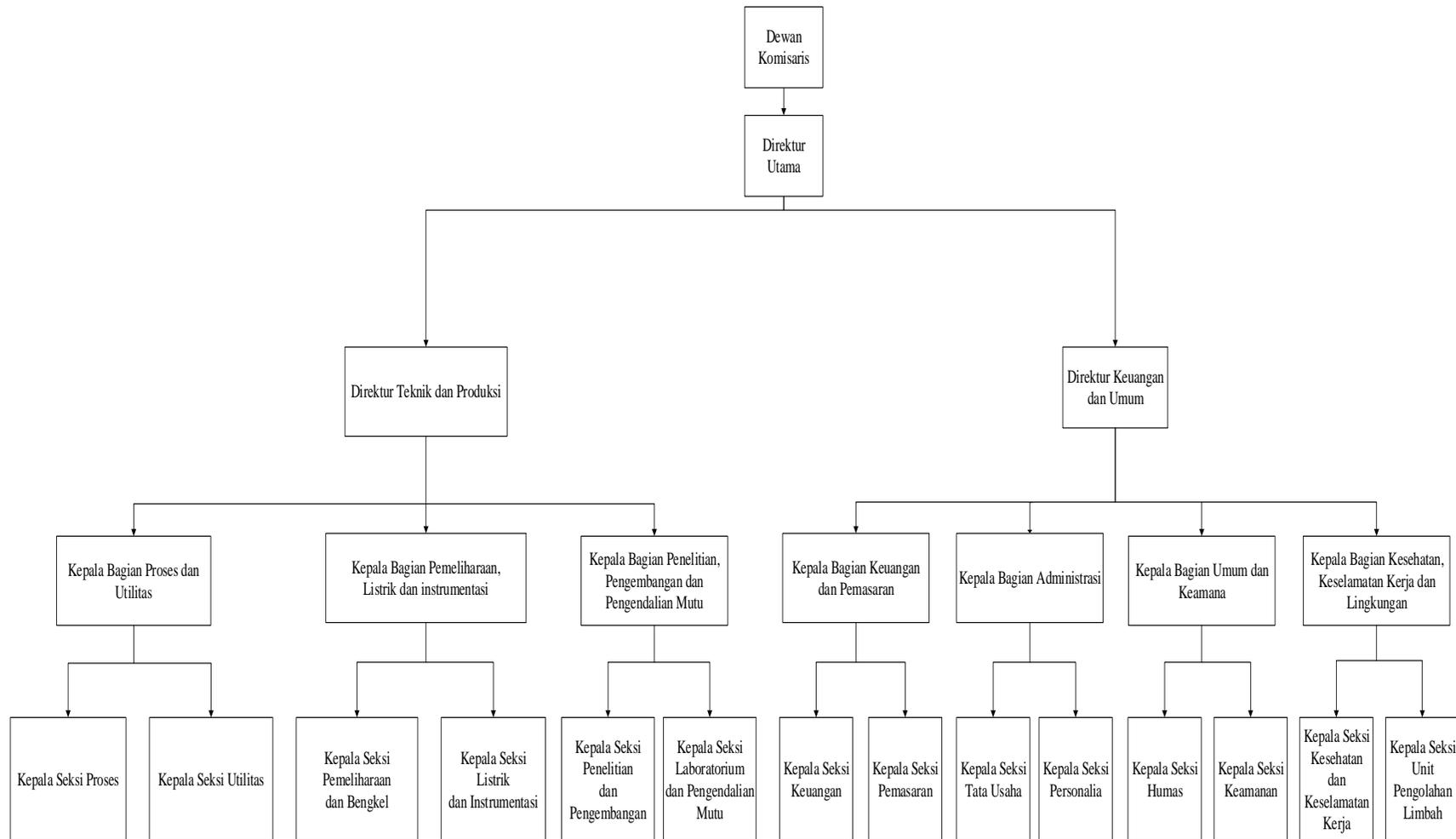
Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

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

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh 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 tepat.
- 4) Penyusunan program pengembangan manajemen.
- 5) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.



Gambar 4.7 Struktur Organisasi

4.12.3 Tugas dan Wewenang

4.12.3.1 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.

4.12.3.2 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 pengarahan pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama
3. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting

4.12.3.3 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 kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur utama membawahi :

a. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

b. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

4.12.3.4 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 :

4.12.3.4.1 Kepala Bagian Proses dan Utilitas

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

4.12.3.4.2 Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

4.12.3.4.3 Kepala Bagian Penelitian Pengembangan dan Pengendalian Mutu

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

4.12.3.4.4 Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

4.12.3.4.5 Kepala Bagian Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

4.12.3.4.6 Kepala Bagian Humas dan Keamanan

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

4.12.3.4.7 Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

4.12.3.5 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.

4.12.3.5.1 Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

4.12.3.5.2 Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.

4.12.3.5.3 Kepala Seksi Utilitas

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

4.12.3.5.4 Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

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

4.12.3.5.5 Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

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

4.12.3.5.6 Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

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

4.12.3.5.7 Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

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

4.12.3.5.8 Kepala Seksi Keuangan

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

4.12.3.5.9 Kepala Seksi Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

4.12.3.5.10 Kepala Seksi Tata Usaha

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

4.12.3.5.11 Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

4.12.3.5.12 Kepala Seksi Humas

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi

perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

4.12.3.5.13 Kepala Seksi Keamanan

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

4.12.3.5.14 Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

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

4.12.3.5.15 Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

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

4.12.4 Catatan

4.12.4.1 Cuti Tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

4.12.4.2 Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (*non shift*), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).

4.12.4.3 Kerja Lembur (Overtime)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

4.12.5 Penggolongan Gaji

Sistem gaji pada karyawan dilaksanakan pada setiap awal bulan dan besarnya gaji disesuaikan dengan jabatan, tingkat pendidikan dan pengalaman kerja atau keahlian yang dimiliki.

4.12.6 Pengaturan Jam Kerja

Sistem organisasi perusahaan yang dipilih yaitu sistem organisasi fungsional. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis pada pembagian tugas kerja, dimana seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Kekuasaan mengalir secara langsung dari direksi kemudian ke manajer diteruskan ke karyawan-karyawan dibawahnya.

1. Klarifikasi pegawai

Klarifikasi kepegawaian terutama berdasarkan latar belakang pendidikan formal. Beberapa jabatan penting masih ditambah dengan persyaratan lain diantaranya adalah pengalaman kerja, kepribadian, pendidikan khusus serta beberapa persyaratan lainnya.

Tabel 4.20 Perincian Tugas danKeahlian

No.	Jabatan	Prasyarat
1	Direktur Utama	Sarjana Ekonomi/Teknik/Hukum
2	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi/Akuntansi
4	Staff Ahli	Sarjana
5	Ka. Bag Umum	Sarjana Ekonomi/Akuntansi
6	Ka. Bag. Pemasaran	Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
7	Ka. Bag. Keuangan	Sarjana Ekonomi/Akuntansi
8	Ka. Bag. Teknik	Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
9	Ka. Bag. Produksi	Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
10	Kepala Seksi	Sarjana
11	Operator	Sarjana atau D3
12	Sekretaris	Sarjana atau Akademik Sekretaris
13	Dokter	Sarjana Kedokteran
14	Perawat	Akademik Perawat
15	Lain-lain	SLTA/Sederajat

Jumlah karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efisien.

Tabel 4.21 Jumlah Gaji Karyawan Menurut Jabatan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/bulan (Rp.)
1	Direktur Utama	1	35.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	25.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	25.000.000
4	Staff Ahli	1	15.000.000
5	Ka. Bag. Produksi	1	15.000.000
6	Ka. Bag. Teknik	1	15.000.000
7	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	15.000.000
8	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	15.000.000
9	Ka. Bag. Litbang	1	15.000.000
10	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	15.000.000
11	Ka. Bag. K3	1	15.000.000
12	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1	15.000.000
13	Ka. Sek. UPL	1	10.000.000
14	Ka. Sek. Utilitas	1	10.000.000
15	Ka. Sek. Proses	1	10.000.000
16	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	10.000.000
17	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	10.000.000
18	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	10.000.000
19	Ka. Sek. Laboratorium	1	10.000.000
20	Ka. Sek. Keuangan	1	10.000.000
21	Ka. Sek. Pemasaran	1	10.000.000
22	Ka. Sek. Personalia	1	10.000.000
23	Ka. Sek. Humas	1	10.000.000
24	Ka. Sek. Keamanan	1	10.000.000
25	Ka. Sek. K3	1	10.000.000
26	Operator Proses	24	5.000.000
27	Operator Utilitas	12	5.000.000
28	Karyawan Personalia	2	6.500.000
29	Karyawan Humas	2	6.500.000
30	Karyawan Litbang	3	6.500.000
31	Karyawan Pembelian	5	6.500.000
32	Karyawan Pemasaran	2	6.500.000
33	Karyawan Administrasi	2	6.500.000
34	Karyawan Kas/Anggaran	2	6.500.000
35	Karyawan Proses	10	6.500.000
36	Karyawan Pengendalian	6	6.500.000
37	Karyawan Laboratorium	4	6.500.000
38	Karyawan Pemeliharaan	6	6.500.000
39	Karyawan Utilitas	10	6.500.000
40	Karyawan K3	3	6.500.000
41	Karyawan Keamanan	8	4.000.000
42	Sekretaris	5	6.000.000

43	Dokter	2	6.500.000
44	Perawat	4	4.000.000
45	Supir	8	3.600.000
46	Cleaning Service	9	3.600.000
Total		154	472.200.000

2. Rencana kerja

Dalam kegiatan operasi, pabrik beroperasi selama 24 jam secara *kontinyu* setiap hari selama 330 hari dalam satu tahun. Karyawan dibagi menjadi dua kelompok yaitu karyawan shift dan karyawan *non shift*.

a. Karyawan shift

Karyawan shift merupakan tenaga yang secara langsung menangani produksi.

Kelompok kerja *shift* ini dibagi menjadi 3 shift sehari, masing-masing bekerja selama 8 jam, sehingga harus dibentuk 4 kelompok dimana setiap hari 3 kelompok bertugas dan 1 kelompok istirahat, dengan pola dari hari ke 1 hingga seterusnya dan berulang seperti tertera pada tabel berikut :

Tabel 4.22 Pembagian kerja karyawan *shift*

Hari/ Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	P	P	P	P	P	L	L	M	M	M	M	M	L	L	S
2	L	L	M	M	M	M	M	L	L	S	S	S	S	S	L
3	M	M	L	L	S	S	S	S	S	L	P	P	P	P	P
4	S	S	S	S	L	P	P	P	P	P	L	L	M	M	M

Hari/ Regu	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	S	S	S	S	L	P	P	P	P	P	L	L	M	M	M
2	P	P	P	P	P	L	L	M	M	M	M	M	L	L	S
3	L	L	M	M	M	M	M	L	L	S	S	S	S	S	L
4	M	M	L	L	S	S	S	S	S	L	P	P	P	P	P

Keterangan :

P = *Shift* Pagi M = *Shift* Malam S = *Shift* Siang L = Libur

Shift Pagi : pukul. 07.00 – 15.00

Shift Sore : pukul 15.00 – 23.00

Shift Malam : pukul 23.00 – 07.00

b. Karyawan non shift

Karyawan non shift merupakan karyawan yang tidak langsung menangani proses produksi, yang termasuk kelompok ini adalah kepala seksi ke atas dan semua karyawan bagian umum. Karyawan non shift bekerja selama 5 hari kerja dalam satu minggu dan libur pada hari sabtu dan minggu serta hari-hari besar agama ataupun hari nasional. Sehingga total kerjanya 40 jam dalam satu minggu. Dengan peraturan sebagai berikut :

Senin – Kamis : Pukul 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

 Pukul 12.00 – 13.00 (istirahat)

Jumat : Pukul 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

 Pukul 11.30 – 13.30 (istirahat)

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawan. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi dan masalah absensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam pengembangan karier para karyawan dalam perusahaan (Djoko, 2009).

4.12.7 Fasilitas dan Hak Karyawan

Sebagai sarana kesejahteraan, seluruh karyawan pabrik selain menerima gaji setiap bulan, juga diberikan jaminan sosial berupa fasilitas-fasilitas dan tunjangan yang dapat memberikan kesejahteraan kepada karyawan. Tunjangan tersebut berupa :

- Tunjangan hari raya keagamaan
- Tunjangan jabatan
- Tunjangan istri dan anak
- Tunjangan rumah sakit dan kematian
- Jamsostek
- Uang makan

Poliklinik

- a. Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.
- b. Pakaian kerja
Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman dalam bekerja.
- c. Makan dan minum
Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan.
- d. Koperasi

Koperasi karyawan diberikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Jamsostek merupakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan. Bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada para karyawan ketika sedang menjalankan tugasnya.

g. Tempat ibadah

Perusahaan membangun tempat ibadah agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktivitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan meringankan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transportasi tiap hari yang penyerahannya bersama dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak cuti

1. Cuti tahunan

Diberikan pada karyawan selama 12 hari kerja dalam setaun.

2. Cuti massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

3. Cuti hamil

Wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan anak kedua minimal 2 tahun.

Adapun jenjang kepemimpinan dalam pabrik adalah sebagai berikut :

- Dewan komisaris/pemegang saham
- Direksi produksi
- Direktur umum
- Kepala bagian
- Kepala seksi
- Pegawai/operator

4.13 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* (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 (*Variable Cost*)
- c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.13.1 Index Harga

Ketentuan dipakai :

- 1. Pabrik direncanakan didirikan tahun 2022 (W, Donald B dan Ronald L 1950) di daerah Prambangan, Gresik, Jawa Timur.
- 2. Harga peralatan yang digunakan berdasarkan harga alat.

Tabel 4.23 Harga Indeks

(Xi)	Indeks (Yi)
1987	324
1988	343
1989	355

1990	356
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	550,8
2011	585,7
2012	584,6
2013	567,3
2014	576,1
2015	556,8

Persamaan yang diperoleh adalah : $y = 9,88x - 19325$

4.13.2 Harga Alat

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

Pabrik *butyl acetate* beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2022. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga

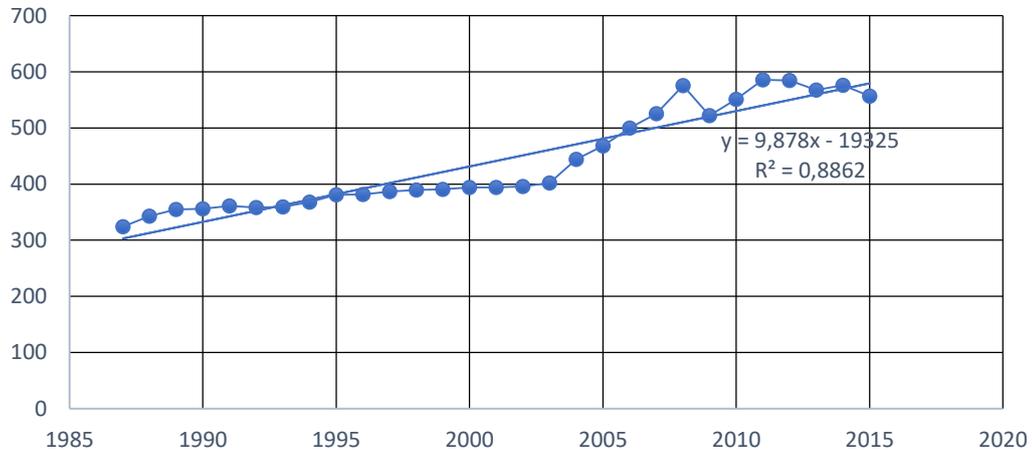
pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa yang dicari dengan persamaan regresi linier. Sumber : (*Chemical Engineering Plant Cost Index*, 2014)

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2022 adalah :

Tabel 4.24 Harga Indeks Tahun Perancangan

Tahun	Index
2016	589,048
2017	598,926
2018	608,804
2019	618,682
2020	628,560
2021	638,438
2022	648,316
2023	658,194

Jadi, indeks pada tahun 2022 adalah 648,316



Gambar 4.8 Indeks Harga

Harga alat pabrik dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun yang lalu dikalikan dengan Rasio Index Harga. Perkiraan harga ini sangat sering digunakan.

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi (Peters dan Timmerhaus,

pada tahun 1990 dan Aries dan Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries dan Newton, 1955})$$

E_x = Harga alat pada tahun x

E_y = Harga alat pada tahun y

N_x = Index harga pada tahun x

N_y = Index harga pada tahun y

Dalam hubungan ini:

E_x : Harga pembelian pada tahun 2014

E_y : Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

N_x : Index harga pada tahun 2014

N_y : Index harga pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi. Maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan :

Dimana : E_a = harga alat a

E_b = harga alat b

C_a = Kapasitas alat a

C_b = Kapasitas alat b

Dasar Perhitungan :

- Kapasitas produksi : 25.000 ton/tahun
- Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
- Umur alat : 10 tahun

- Nilai kurs : 1 US \$ = Rp. 15.200,00
- Pabrik didirikan pada tahun : 2022
- Untuk buruh asing : \$ 20/manhour
- 1 *manhour* asing : 2 manhour Indonesia
- 5 % tenaga asing : 95 % tenaga Indonesia
- Harga jual (CH₃COOC₄H₉) : \$ 47,250,000/tahun
- Harga katalis (NaOH) : \$ 206,841/tahun
- Harga bahan baku (H₂SO₄) : \$ 15,060/tahun
- Harga bahan baku (CH₃COOH) : \$ 6,802,408/tahun
- Harga bahan baku (C₄H₉OH) : \$ 16,624,406/tahun

A. Fixed Capital Investment

Tabel 4.25 Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2001 appendix	2022 appendix	2001 appendix	2022 appendix
Tangki Butanol	T-01	1	397,00	648,32	\$ 248.400	\$ 405.647
Tangki Asam asetat	T-02	1	397,00	648,32	\$ 190.700	\$ 311.420
Tangki Asam sulfat	T-03	1	397,00	648,32	\$ 171.700	\$ 280.393
Tangki NaOH	T-04	1	397,00	648,32	\$ 67.800	\$ 110.720
Tangki Butil asetat	T-05	1	397,00	648,32	\$ 187.000	\$ 305.378
Mixer	M-01	1	397,00	648,32	\$ 77.000	\$ 125.744
Reaktor	R-01	1	397,00	648,32	\$ 332.000	\$ 542.169
Reaktor	R-02	1	397,00	648,32	\$ 332.000	\$ 542.169
Netralizer	NE-01	1	397,00	648,32	\$ 120.500	\$ 196.781
Decanter	DC-01	1	397,00	648,32	\$ 94.800	\$ 154.812
Menara destilasi	MD-01	1	397,00	648,32	\$ 163.200	\$ 266.512
Heater	HE-01	1	397,00	648,32	\$ 12.600	\$ 20.576
Heater	HE-02	1	397,00	648,32	\$ 14.400	\$ 23.516
Heater	HE-03	1	397,00	648,32	\$ 12.100	\$ 19.760
Heater	HE-04	1	397,00	648,32	\$ 22.400	\$ 36.580
Cooler	CL-01	1	397,00	648,32	\$ 18.900	\$ 30.864
Cooler	CL-02	1	397,00	648,32	\$ 21.700	\$ 35.437
Condensor	CD-01	1	397,00	648,32	\$ 17.800	\$ 29.068
Reboiler	RB-01	1	397,00	648,32	\$ 58.900	\$ 96.186
Accumulator	ACC-01	1	397,00	648,32	\$ 11.100	\$ 18.127
Screw Conveyor	SC-01	1	397,00	648,32	\$ 11.700	\$ 19.107
Pompa	P-01	2	397,00	648,32	\$ 12.800	\$ 20.903
Pompa	P-02	2	397,00	648,32	\$ 13.400	\$ 21.883
Pompa	P-03	2	397,00	648,32	\$ 14.700	\$ 24.006
Pompa	P-04	2	397,00	648,32	\$ 13.200	\$ 21.556
Pompa	P-05	2	397,00	648,32	\$ 12.750	\$ 20.821
Pompa	P-06	2	397,00	648,32	\$ 12.550	\$ 20.495
Pompa	P-07	2	397,00	648,32	\$ 12.300	\$ 20.086
Pompa	P-08	2	397,00	648,32	\$ 14.400	\$ 23.516
Pompa	P-09	2	397,00	648,32	\$ 13.200	\$ 21.556
Pompa	P-10	2	397,00	648,32	\$ 11.075	\$ 18.086
Pompa	P-11	2	397,00	648,32	\$ 15.500	\$ 25.312
Pompa	P-12	2	397,00	648,32	\$ 12.800	\$ 20.903
Total		43				\$ 3.830.086

a. Purchased & Delivered Equipment Cost

Total Purchased Equipment Cost (PEC) = \$ 4,781,684

Biaya Pengangkutan (15% PEC) = \$ 717,252

Biaya Administrasi & pajak (10% PEC) = \$ 478,168

Total Purchased & Delivered Equipment Cost (DEC) = \$ 1,195,421

b. *Equipment Instalation Cost (43%PEC)*

Material (15% PEC) = 0,15 x \$ 4,781,684
 = \$ 717,252
 = Rp. 10.902.241.090

Jumlah man hour = 0,20 x \$ 4,781,684
 = \$ 956,336 manhour

Buruh

Buruh asing (5%) = 0,05 x manhour
 = 0,05 x \$ 956,336
 = \$ 47,816

Buruh lokal (95%) = 0,95 x \$ 956,336 x (Rp. 20.000 / \$ 20)
 = Rp. 1.817.040.182
 = \$ 119,542

Total equipment instalation cost = \$ 884,611
 =Rp. 13.446.097.344

c. *Piping Cost (36% PEC)*

Material (15% PEC) = 0,15 x \$ 4,781,684
 = \$ 478,168

Jumlah man hour = 0,21 x \$ 4,781,684
 = \$ 956,336 manhour

Buruh (21% PEC)

Buruh asing (5%) = 0,05 x manhour
 = 0,05 x \$ 956,336

$$= \$ 47,816$$

$$\text{Buruh lokal (95\%)} = 0,95 \times \$ 956,336 \times (\text{Rp. } 20.000 / \$ 20)$$

$$= \text{Rp. } 1.817.040.182$$

$$= \$ 119,542$$

$$\text{Total piping cost} = \$ 645,527$$

$$= \text{Rp. } 8.997.725.552$$

d. Instrumentation Cost (30%PEC)

$$\text{Material (9\% PEC)} = 0,09 \times \$ 4,781,684$$

$$= \$ 430,351$$

$$\text{Jumlah man hour} = 0,21 \times \$ 4,781,684$$

$$= \$ 1,004,153 \text{ manhour}$$

$$\text{Buruh (5\% PEC)}$$

$$\text{Buruh asing (5\%)} = 0,05 \times \text{manhour}$$

$$= 0,05 \times \$ 1,004,153$$

$$= \$ 50,207$$

$$\text{Buruh lokal (95\%)} = 0,95 \times \$ 1,004,153 \times (\text{Rp. } 20.000 / \$ 20)$$

$$= \text{Rp. } 1.907,892,190$$

$$= \$ 125,519$$

$$\text{Total instrumentation cost} = \$ 606,078$$

$$= \text{Rp. } 8.447.864.547$$

e. Insulation Cost (8%PEC)

$$\text{Material (3\% PEC)} = 0,03 \times \$ 4,781,684$$

$$= \$ 143,450$$

$$\text{Jumlah man hour} = 0,05 \times \$ 4,781,684$$

$$= \$ 239,084 \text{ manhour}$$

Buruh (5% PEC)	
Buruh asing (5%)	= 0,05 x manhour = 0,05 x \$ 239,084 = \$ 11,954
Buruh lokal (95%)	= 0,95 x \$ 239,084 x (Rp. 20.000 / \$ 20) = Rp. 454.260.045 = \$ 29,885
<i>Total insulation cost</i>	= \$ 185,290 = Rp. 2.816.412.282

f. *Electrical Cost (10%PEC)*

<i>Material (10% PEC)</i>	= 0,10 x \$ 4,781,684 = \$ 478,168 = Rp. 7.268.160.726
---------------------------	--

g. *Building*

Luar masing-masing bangunan :

Ruang tamu	= 1850	m ²
Taman	= 1500	m ²
Klinik dan koperasi	= 150	m ²
Pos satpam	= 80	m ²
Kantor utama	= 1025	m ²
Masjid, aula dan perpustakaan	= 300	m ²
Mess	= 1850	m ²
Parkir karyawan	= 600	m ²
Parkir truk	= 240	m ²
Bengkel	= 100	m ²

Unit pengolahan limbah	= 600	m ²
Area perluasan	= 4435	m ²
Kantor teknik dan produksi	= 620	m ²
Laboratorium	= 380	m ²
Control room area proses	= 450	m ²
Area proses	= 4020	m ²
Kantin	= 250	m ²
Unit pemadam kebakaran	= 320	m ²
Control room utilitas	= 210	m ²
Utilitas	= 1000	m ²
Gudang alat	= 375	m ²
Luas tanah	= 20355	m ²
Luas bangunan	= 13170	m ²
Harga bangunan	= 3.500.000 /m ²	
Biaya bangunan	= \$ 3,032,565	
	= Rp. 46.095.000.000.000	

h. Land and yard improvement cost

Luas tanah	= 20355 m ²
Harga tanah	= Rp. 8.000.000,00 /m ²
	= \$ 526
Biaya tanah	= Rp. 162.840.000.000
Total biaya tanah	= \$ 526 x 20355 m ²
	= \$ 10,713,157
<i>Total land and yard improvement cost</i>	= \$ 10,713,157

Tabel 4.26 Daftar Harga Alat Utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	NY	NX	EY	EX
			2014	2022	2014	2022
Screening	FU-01	1	576,10	648,32	\$ 14.100	\$ 15.867
Reservoir	BU-01	1	576,10	648,32	\$ 8.100	\$ 9.115
Bak Koagulasi dan	BU-02	1	576,10	648,32	\$ 19.100	\$ 21.494
Bak Pengendap I	BU-03	1	576,10	648,32	\$ 11.000	\$ 12.379
Bak Pengendap II	BU-04	1	576,10	648,32	\$ 12.000	\$ 13.504
Sand Filter	FU-01	1	576,10	648,32	\$ 9.600	\$ 10.803
Bak Air Penampung	BU-05	1	576,10	648,32	\$ 9.200	\$ 10.353
Bak Air Pendingin	BU-06	1	576,10	648,32	\$ 15.900	\$ 17.893
Cooling Tower	CT-01	1	576,10	648,32	\$ 15.900	\$ 17.893
Blower Cooling Tower	BL-01	1	576,10	648,32	\$ 39.300	\$ 44.226
Deaerator	De-01	1	576,10	648,32	\$ 18.900	\$ 21.269
Boiler	Bo-01	1	576,10	648,32	\$ 15.800	\$ 17.781
Tangki Alum	TU-01	1	576,10	648,32	\$ 24.000	\$ 27.008
Tangki Klorinasi	TU-02	1	576,10	648,32	\$ 16.500	\$ 18.568
Tangki Kaporit	TU-03	1	576,10	648,32	\$ 16.500	\$ 18.568
Tangki Air Bersih	TU-04	1	576,10	648,32	\$ 20.700	\$ 23.295
Tangki Service Water	TU-05	1	576,10	648,32	\$ 23.800	\$ 26.783
Tangki Air Bertekanan	TU-06	1	576,10	648,32	\$ 23.800	\$ 26.783
Mixed Bed	TU-07	1	576,10	648,32	\$ 81.000	\$ 91.154
Tangki NaCl	TU-08	1	576,10	648,32	\$ 28.000	\$ 31.510
Tangki Air Demin	TU-09	1	576,10	648,32	\$ 38.000	\$ 42.763
Tangki Hydrazine	TU-10	1	576,10	648,32	\$ 31.000	\$ 34.886
Pompa 1	PU-01	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 2	PU-02	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 3	PU-03	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 4	PU-04	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 5	PU-05	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 6	PU-06	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 7	PU-07	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 8	PU-08	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 9	PU-09	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 10	PU-10	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 11	PU-11	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 12	PU-12	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 13	PU-13	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 14	PU-14	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 15	PU-15	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 16	PU-16	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 17	PU-17	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 18	PU-18	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 19	PU-19	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 20	PU-20	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 21	PU-21	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Pompa 22	PU-22	2	576,10	648,32	\$ 7.300	\$ 16.430
Tangki Bahan Bakar		1	576,10	648,32	\$ 19.200	\$ 21.607
Kompresor		2	576,10	648,32	\$ 6.500	\$ 14.630
Total		69				\$ 951.599

Tabel 4.27 Total Physical Plant Cost (PPC)

No	Komponen	Harga	
1.	<i>Purchase equipment cost</i>	\$ 4,781,685	Rp 72.681.607.267
2.	<i>Delivered equipment cost</i>	\$ 1,195,421	Rp 18.170.401.817
3.	<i>Instalation cost</i>	\$ 884,612	Rp 13.446.097.344
4.	<i>Piping</i>	\$ 645,527	Rp 9.812.016.981
5.	<i>Instrumentasion</i>	\$ 606,079	Rp 9.212.393.721
6.	<i>Insulation</i>	\$ 185,290	Rp 2.816.412.282
7.	<i>Electric</i>	\$ 478,168	Rp 7.268.160.727
8.	<i>Buildings</i>	\$ 3,032,566	Rp 46.095.000.000
9.	<i>Land & Yard improvement</i>	\$ 10,713,158	Rp 162.840.000.000
Physical Plant Cost (PPC)		\$ 22,522,506	Rp 342.342.090.139

a. Engineering & Contruction (20% PPC)

$$20\% \times \text{Physical Plant Cost} = 0,2 \times \$ 22,522,506$$

$$= \$ 4,504,501$$

$$\text{Direct Plant Cost (DPC)} = \text{PPC} + 20\% \text{PPC}$$

$$= \$ 22,522,506 + \$ 4,504,501$$

$$= \$ 27,027,007$$

Tabel 4.28 Total Direct Plant Cost (DPC)

	Komponen	Biaya
	<i>Total Physical Plant Cost (PPC)</i>	\$ 22,522,506
10.	<i>Engineering and construction cost</i>	\$ 4,504,501
	Total Direct Plant Cost (DPC)	\$ 27,027,007

b. Contractor's fee (4 % DPC)

$$4\% \times \text{Direct Plant Cost} = 0,04 \times \$ 27,027,007$$

$$= \$ 1,081,080$$

c. Contingency (10 % DPC)

$$10\% \times \text{Direct Plant Cost} = 0,10 \times \$ 27,027,007$$

= \$ 2,702,700

Tabel 4.29 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No.	Komponen	Biaya
	Total Direct Plant Cost (DPC)	\$ 27,027,007
11.	Contractor's fee	\$ 1,081,080
12.	Contingency	\$ 2,702,700
	Total Fixed Capital Investment	\$ 30,810,788

B. Working Capital Investment

a. Raw material inventory = Persediaan bahan baku untuk kebutuhan produksi (3 bulan).

= \$ 4,708,950

b. In process inventory = Persediaan bahan baku dalam proses untuk satu hari proses dengan harga 50% manufacturing cost.

= \$ 3,809,358

c. Product inventory = Biaya penyimpanan produk sebelum dikirim ke konsumen (7 hari).

= \$ 7,618,716

d. Extended credit = Modal untuk biaya pengiriman produk sampai ke konsumen (7 hari).

= \$ 12,886,363

e. Available cash = Dana untuk pembayaran gaji, jasa dan material (1 bulan).

= \$ 7,618,716

Total Working Capital = \$ 36,642,105

4.14 Perhitungan Biaya

4.14.1 *Capital Investment*

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

Capital Investment terdiri dari:

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.

4.14.2 *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* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

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

c. *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.

A. Direct Manufacturing Cost

1. *Raw Material* : \$ 23,648,714

Tabel 4.30 *Raw Material*

Bahan Baku	Kebutuhan (kg/jam)	Kebutuhan (kg/tahun)	Harga 2018 (Rp/kg)	Harga Total
Butanol	2.332,27	18.417.562,20	Rp 7.600	\$ 16,624,405
Asam Asetat	1.717,77	13.604.815,14	Rp 13.680	\$ 6,802,407
Asam Sulfat	10,01	79.263,44	Rp 2.888	\$ 15,060
NaOH	65,29	517.931,38	Rp 6.080	\$ 206,840
				\$ 23,648,714

2. *Labor* (buruh dan non buruh) = \$ 831,078

3. *Supervisi* (10% *Labor*)

$$10\% \times \text{Labor} = 0,20 \times \$ 831,078$$

$$= \$ 166,215$$

4. *Maintenance* (4% FCI)

$$4\% \times \text{Fixed Capital Investment} = 0,04 \times \$ 32,369,596$$

$$= \$ 1,232,431$$

5. *Plant Supplies* (15% *Maintenance*)

$$15\% \times \text{Maintenance} = 0,15 \times \$ 1,294,783$$

$$= \$ 184,864$$

6. *Royal and Patt* (1% *Sales*)

$$1\% \times \text{Sales} = 0,01 \times \$ 47,250,000$$

$$= \$ 472,500$$

7. Utilitas dan Unit Pengolahan Limbah dapat dilihat pada Tabel. 4.29

Tabel 4.31 *Raw Material Utilities*

Bahan Baku	Kebutuhan (/jam)	Kebutuhan (/tahun)	Harga (/jam)	Harga Total (/tahun)
Tawas	0,07	520,97	Rp. 189,44	\$ 98.71
Cl ₂	0,10	750,54	Rp. 1.228,16	\$ 639.94
NaCl	23,39	185.270,47	Rp. 33.685,54	\$ 17,551.94
N ₂ H ₄	0,11	834,93	Rp. 1.518,05	\$ 709.99
<i>Fuel Oil</i>	169,36	1.341.311,07	Rp. 999.209,00	\$ 520,640.48
Solar (kg)	344,14	2.725.581,77	Rp. 1.772.316,43	\$ 923,470.14
Listrik (kWh)	329,64	2.610.719,61	Rp. 483.576,47	\$ 251,968.79
TOTAL :				\$ 1,715,160.98

Jadi total biaya untuk utilitas adalah = \$ 1,715,160.98

Total DMC = \$ 21,868,405

B. *Indirect Manufacturing Cost*

1. *Payroll Overhead (15% Labor)*

$$15\% \times \text{Labor} = 0,15 \times \$ 831,078$$

$$= \$ 124,661$$

2. *Laboratory (10% Labor)*

$$10\% \times \text{Labor} = 0,10 \times \$ 831,078$$

$$= \$ 83,107$$

3. *Packaging and shipping (5% Sales)*

$$5\% \times \text{Sales} = 0,05 \times \$ 47,250,000$$

$$= \$ 2,362,500$$

4. *Plant Overhead (50% Labor)*

$$50\% \times \text{Labor} = 0,5 \times \$ 831,078$$

$$= \$ 415,539$$

$$\text{Total IMC} = \$ 2,985,809$$

C. Fixed Manufacturing Cost

1. Depresiasi (8% FCI)

$$8\% \times \text{Fixed Capital Investment} = 0,08 \times \$ 30,810,788$$

$$= \$ 2,464,863$$

2. Property tax (1% FCI)

$$1\% \times \text{Fixed Capital Investment} = 0,01 \times \$ 30,810,788$$

$$= \$ 308,107$$

3. Insurance (1% FCI)

$$1\% \times \text{Fixed Capital Investment} = 0,01 \times \$ 30,810,788$$

$$= \$ 308,107$$

$$\text{Total FCM} = \$ 3,081,078$$

$$\text{Total Manufacturing Cost} = \text{DMC} + \text{IMC} + \text{FCM}$$

$$= \$ 21,868,405 + \$ 2,985,809 + \$ 3,081,078$$

$$= \$ 27,935,293$$

4.14.3 Working Capital

$$\text{Raw material inventory} = (7 \text{ hari}/330 \text{ hari}) \times \text{Raw Material}$$

$$= (7/330) \times \$ 23,648,714$$

$$= \$ 4,708,950$$

$$\text{In process inventory} = (1 \text{ hari}/330 \text{ hari}) \times (50\% \text{ total MC})$$

$$= (1/330) \times 0,5 \times \$ 27,935,293$$

$$= \$ 3,809,358$$

$$\text{Product inventory} = (7 \text{ hari}/330 \text{ hari}) \times \text{Manufacturing Cost}$$

$$= (7/330) \times \$ 27,935,293$$

$$= \$ 7,618,716$$

$$\textit{Extended credit} = (7 \text{ hari}/330 \text{ hari}) \times \textit{Sales Price Product}$$

$$= (7/330) \times \$ 47,250,000$$

$$= \$ 12,886,363$$

$$\textit{Available cash} = (30 \text{ hari}/330 \text{ hari}) \times \textit{Manufacturing Cost}$$

$$= (30/330) \times \$ 27,935,293$$

$$= \$ 7,618,716$$

4.14.4 General Expense

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

1. *Administrasi (5% Manufacturing Cost)*

$$5\% \times \textit{Manufacturing Cost} = 0,05 \times \$ 27,935,293$$

$$= \$ 1,396,764$$

2. *Sales (15% Manufacturing Cost)*

$$15\% \times \textit{Manufacturing Cost} = 0,15 \times \$ 27,935,293$$

$$= \$ 4,190,294$$

3. *Finance (3% (FCI + WCI))*

$$3\% \times (\textit{FCI} + \textit{WCI}) = 0,03 \times \$ (30,810,788 + 36,642,105)$$

$$= \$ 2,023,586$$

4. *Riset (6% Manufacturing Cost)*

$$6\% \times \textit{Manufacturing Cost} = 0,06 \times \$ 27,935,293$$

$$= \$ 1,676,117$$

4.14.5 Total Cost

Total production cost = Manufacturing cost + General expense

$$= \$ 27,935,293 + \$ 9,286,763$$

$$= \$ 37,222,056$$

Total capital investment = FCI + Working Capital

$$= \$ 30,810,788 + \$ 36,642,105$$

$$= \$ 67,452,893$$

Total Sales = \$ 47,250,000

Butil Asetat = \$ 1,89 /kg

Produksi tiap tahun = 25,000,000 kg

Annual Sales (Sa) = Total cost + Profit before tax

$$= \$ 37,222,056 + \$ 10,027,943$$

$$= \$ 47,250,000$$

4.14.6 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik *Butyl Acetate* memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.32 *Physical Plant Cost*

No	Komponen	Harga	
1.	<i>Purchase equipment cost</i>	\$ 4,781,685	Rp 72.681.607.267
2.	<i>Delivered equipment cost</i>	\$ 1,195,421	Rp 18.170.401.817
3.	<i>Instalation cost</i>	\$ 884,612	Rp 13.446.097.344
4.	<i>Piping</i>	\$ 645,527	Rp 9.812.016.981
5.	<i>Instrumentation</i>	\$ 606,079	Rp 9.212.393.721
6.	<i>Insulation</i>	\$ 185,290	Rp 2.816.412.282
7.	<i>Electric</i>	\$ 478,168	Rp 7.268.160.727
8.	<i>Buildings</i>	\$ 3,032,566	Rp 46.095.000.000
9.	<i>Land & Yard improvement</i>	\$ 10,713,158	Rp 162.840.000.000
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		\$ 22,522,506	Rp 342.342.090.139

Tabel 4.33 *Direct Plant Cost (DPC)*

	<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	\$ 22,522,506	Rp 359.662.185.486
10.	<i>Engineering and construction</i>	\$ 4,504,501	Rp 71.932.437.097
	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	\$ 27,027,007	Rp 431.594.622.584

Tabel 4.34 *Fixed Capital Instrument (FCI)*

	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	\$ 27,027,007	Rp 431.594.622.584
11.	<i>Contractor's fee</i>	\$ 1,081,080	Rp 16.432.420.327
12.	<i>Contingency</i>	\$ 2,702,701	Rp 41.081.050.817
	<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	\$ 30,810,788	Rp 468.323.979.310

Tabel 4.35 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	Komponen	Harga	
1.	Bahan baku proses	\$ 17,266,153	Rp 262.445.531.384
2.	Gaji pegawai	\$ 831,079	Rp 12.632.400.000
3.	Supervisi	\$ 166,216	Rp 2.526.480.000
4.	<i>Maintenance</i>	\$ 1,232,432	Rp 18.732.959.172
5.	<i>Plant supplies</i>	\$ 184,865	Rp 2.809.943.876
6.	<i>Royalties and patent</i>	\$ 472,500	Rp 7.182.000.000
7.	Utilitas	\$ 1,715,161	Rp 26.070.446.955
	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	\$ 21,868,405	Rp 332.399.761.387

Tabel 4.36 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

8.	<i>Payroll overhead</i>	\$ 124,662	Rp 1.894.860.000
9.	<i>Laboratory</i>	\$ 83,108	Rp 1.263.240.000
10.	<i>Plant overhead</i>	\$ 415,539	Rp 6.316.200.000
11.	<i>Packaging and shipping</i>	\$ 2,362,500	Rp 35.910.000.000
	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	\$ 2,985,809	Rp 45.384.300.000

Tabel 4.37 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

13.	<i>Depreciation</i>	\$ 2,464,863	Rp 37.465.918.345
14.	<i>Property tax</i>	\$ 308,108	Rp 4.683.239.793
15.	<i>Insurance</i>	\$ 308,108	Rp 4.683.239.793
	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	\$ 3,081,079	Rp 46.832.397.931

Tabel 4.38 Total Manufacturing Cost (MC)

<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	\$ 21,868,405	Rp 332.399.761.387
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	\$ 2.985,809	Rp 45.384.300.000
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	\$ 3,081,079	Rp 46.832.397.931
<i>Manufacturing Cost</i>	\$ 27,935,293	Rp 424.616.459.318

Tabel 4.39 Working Capital (WC)

No	Komponen	Harga	
1.	<i>Raw material inventory</i>	\$ 4,708,951	Rp 71.576.054.014
2.	<i>In process inventory</i>	\$ 3,809,358	Rp 57.902.244.453
3.	<i>Product inventory</i>	\$ 7,618,716	Rp 115.804.488.905
4.	<i>Extended credit</i>	\$ 12,886,364	Rp 195.872.727.273
5.	<i>Available cash</i>	\$ 7,618,716	Rp 115.804.488.905
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>		\$ 36,642,105	Rp 556.960.003.549

Tabel 4.40 General Expense (GE)

No	Komponen	Harga	
1.	<i>Administration</i>	\$ 1,396,765	Rp 21.230.822.966
2.	<i>Sales expense</i>	\$ 4,190,294	Rp 63.692.468.898
3.	<i>Research</i>	\$ 1,676,118	Rp 25.476.987.559
4.	<i>Finance</i>	\$ 2,023,587	Rp 30.758.519.486
<i>General Expense (GE)</i>		\$ 9,286,763	Rp 141.158.798.909

Tabel 4.41 Total Biaya Produksi

<i>Manufacturing Cost</i>	\$ 27,935,293	Rp 424.616.459.318
<i>General Expense (GE)</i>	\$ 9,286,763	Rp 141.158.798.909
Total production cost	\$ 37,222,056	Rp 565.775.258.227

Tabel 4.42 Fixed Cost (Fa)

No	Komponen	Nilai	
1.	<i>Depreciation</i>	\$ 2,779,009	Rp 42,240,935,187
2.	<i>Property taxes</i>	\$ 347,376	Rp 4,280,116,898
3.	<i>Insurance</i>	\$ 347,376	Rp 4,280,116,898
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		\$ 3,473,761	Rp 52.801.168.984

Tabel 4.43 Variable Cost (Va)

No	Komponen	Nilai	
1.	<i>Raw material</i>	\$ 17,266,153	Rp 262.445.531.384
2.	<i>Packaging & shipping</i>	\$ 2,362,500	Rp 35.910.000.000
3.	<i>Utilities</i>	\$ 1,715,161	Rp 26.070.446.955
4.	<i>Royalties & patents</i>	\$ 472,500	Rp 7.182.000.000
<i>Variable Cost (Va)</i>		\$ 21,816,314	Rp 331.607.978.339

Tabel 4.44 Regulated Cost (Ra)

No	Komponen	Nilai	
1.	<i>Labor cost</i>	\$ 831,079	Rp 12.632.400.000
2.	<i>Plant overhead</i>	\$ 415,539	Rp 6.316.200.000
3.	<i>Payroll overhead</i>	\$ 124,662	Rp 1.894.860.000
4.	<i>Supervision</i>	\$ 166,216	Rp 2.526.480.000
5.	<i>Laboratory</i>	\$ 83,108	Rp 1.263.240.000
6.	<i>Administration</i>	\$ 1,396,765	Rp 21.230.822.966
7.	<i>Finance</i>	\$ 2,023,587	Rp 30.758.519.486
8.	<i>Sales expense</i>	\$ 4,190,294	Rp 63.692.468.898
9.	<i>Research</i>	\$ 1,676,118	Rp 25.476.987.559
10	<i>Maintenance</i>	\$ 1,389,504	Rp 21.120.467.594
11.	<i>Plant supplies</i>	\$ 208,426	Rp 3.168.070.149
Regulated Cost (Ra)		\$ 12,505,297	Rp 190.080.516.641

4.14.7 Analisa Keuntungan

1. Keuntungan Sebelum Pajak

<i>Total Sales</i>	= \$ 47,250,000
Total Biaya Produksi	= \$ 37,222,056
Keuntungan (Pb)	= \$ 10,027,943
	= Rp. 152.424.741.773
Pajak pendapatan	= 52 %

2. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak (52%Pb)	= \$ 5,214,530
Keuntungan (Pa)	= \$ 4,813,412
	= Rp. 73.163.876.051

4.14.8 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

4.14.9 Percent Return on Investment (ROI)

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

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

Return on Investment :

Profit before tax = \$ 10,027,943

FCI = \$ 30,810,788

$$\text{ROI} = \frac{\text{Profit before tax}}{\text{FCI}} \times 100\%$$

$$= \frac{10,027,943}{30,810,788} \times 100\%$$

$$= 32,55 \quad \%$$

4.14.10 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah :

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.

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

Pay Out Time :

Profit after tax = \$ 4,813,412

FCI = \$ 30,810,788

0,1 x FCI = \$ 3,081,078

$$POT = \frac{FCI}{\text{Profit after tax} + 0,1 FCI}$$

$$= \frac{30,810,788}{4,813,412 + 3,081,078}$$

$$= 4,23 \text{ th}$$

4.14.11 Break Event Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah :

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

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

$$\text{Annual Fixed Cost (Fa)} = \$ 3,081,079$$

$$\text{Annual Variable Cost (Va)} = \$ 21,816,314$$

$$\text{Annual Regulated Cost (Ra)} = \$ 12,324,663$$

$$\text{Sales} = \$ 47,250,000$$

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{(\text{Fixed Cost} + 0,3 \text{ Regulated Cost})}{(\text{Sales} - \text{Variable Cost} - 0,7 \text{ Regulated Cost})} 100\% \\ &= \left(\frac{3,081,079 + 0,3 \times 12,324,663}{47,250,000 - 21,816,314 - 0,7 \times 12,324,663} \right) \times 100\% \\ &= \frac{6,778,478}{16,806,421} \times 100\% \\ &= 40,33 \% \end{aligned}$$

4.14.12 Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

1. 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*).
2. 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.
3. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
4. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

$$SDP = \frac{(0,3 \text{ Regulated Cost})}{(\text{Sales} - \text{Variable Cost} - 0,7 \text{ Regulated Cost})} 100\%$$

$$= \left(\frac{0,3 \times 12,324,663}{47,250,000 - 21,816,314 - 0,7 \times 12,324,663} \right) \times 100\%$$

$$= \frac{3.697.399}{16,806,421} \times 100\%$$

$$= 22,00 \%$$

4.14.13 *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)*

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

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

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFR

Umur pabrik = 10 tahun

Salvage Value = Depresiasi = \$ 2,464,863

$$\begin{aligned} \text{Cash Flow} &= \text{Annual Profit} + \text{depresiasi} + \text{finance} \\ &= \$ 6,837,161 \end{aligned}$$

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

Dengan cara *trial & error* untuk mencari harga $i = 8,75 \%$

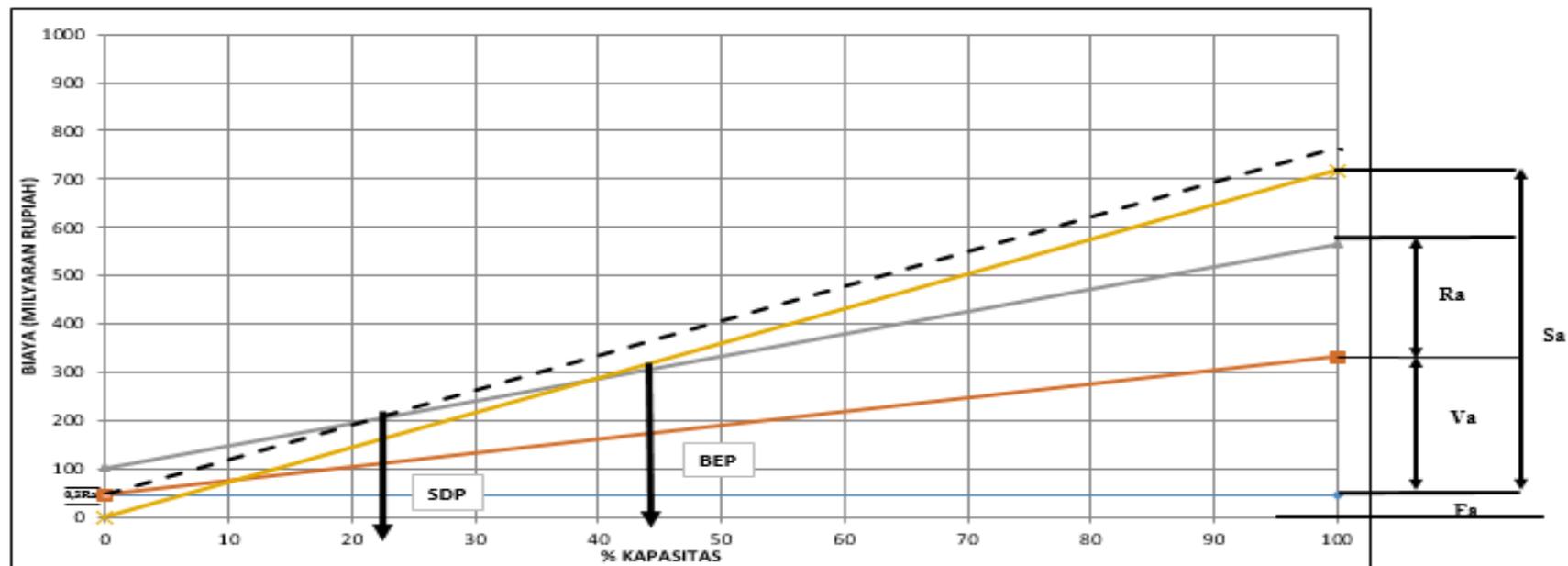
Diperoleh tabel coba-coba..

Sehingga diperoleh : *Interest* (i) = 0,0875

Keterangan :

- V_a = *Variabel Cost* = \$ 21,816,314
- R_a = *Regulated Cost* = \$ 12,324,663
- F_a = *Fixed Cost* = \$ 3,081,079
- S_a = *Sales* = \$ 47,250,000
- Total Cost = $V_a + R_a + F_a$
= \$ 21,816,314 + \$ 12,324,663 + \$ 3,081,079
= \$ 37,222,056
- Keuntungan = $Sales - Total Cost$
= \$ 47,250,000 - \$ 37,222,056
= \$ 10,027,943
- BEP = titik dimana pada kapasitas ini total pengeluaran sama dengan harga jual
- SDP = titik dimana kerugian pabrik sama dengan *fixed cost* sehingga pabrik lebih baik ditutup. Tetapi bila diantara titik BEP dengan SDP maka pabrik bisa ditutup bisa tidak tergantung kecenderungan perekonomian dimasa yang akan datang.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pabrik butil asetat dengan bahan dari asam asetat dan butanol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun layak didirikan.



Keterangan:

Fa= Annual Fixed Cost

Va= Annual Variable Cost

Ra= Annual Regulated Cost

Sa= Annual Sales Cost (Sa)

Gambar 4.9 Grafik Analisa Ekonomi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam perancangan pabrik butil asetat dari butanol dan asam asetat kapasitas 25.000 ton/tahun dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pendirian pabrik butil asetat 25.000 ton/tahun dilatarbelakangi keinginan mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri, menyediakan lapangan kerja baru, serta mendorong berkembangnya industri lainnya yang berbahan baku butil asetat.
2. Pabrik butil asetat berbentuk Perseroan Terbatas (P.T.) didirikan di Gresik, Jawa Timur di atas tanah seluas 20355 m² , dengan jumlah karyawan 154 orang dan beroperasi selama 330 hari/tahun
3. Kapasitas 25.000 ton/tahun memenuhi sebanyak 100% dari kebutuhan total dalam negeri 18.618,965 ton/tahun . Ini agar produksi butil asetat dapat terserap dengan cepat di pasar dalam negeri.
4. Ditinjau dari segi proses, sifat-sifat bahan baku, dan kondisi operasinya, maka pabrik butil asetat ini tergolong pabrik beresiko rendah.
5. Hasil analisis ekonomi pabrik butil asetat adalah sebagai berikut :

- Keuntungan

Sebelum Pajak (Pb) = \$ 10,027,943

Sesudah Pajak (Pa) = \$ 4,813,412

- *Return On Investment* (ROI)

Sebelum Pajak (Pb) = 32,55 %

- *Pay Out Time* = 4,23 tahun
- *Break Even Point* sebesar = 40,23 %
Range BEP untuk pabrik kimia berkisar 40-60 %
- *Shut Down Point* sebesar = 22,00 %
- *Discounted cash flow rate* (DCFR) sebesar= 1,5 x Bunga deposit Dollar Bank = 8,75%
- Bunga bank minimum = 1,5 x 4,75%
= 7,13% = minimum

Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu berkisar 1,5 kali suku bunga pinjaman bank.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi diatas, maka pabrik butil asetat dari butanol dan asam asetat kapasitas 25.000 ton/tahun layak didirikan.

5.2 Saran

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

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

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2017. *Statistik Perdagangan Dalam Negeri (Ekspor)*. Jakarta: Biro Pusat Statistik.
- . 2017. *Statistik Perdagangan Luar Negeri (Impor)*. Jakarta: Biro Pusat Statistik.
- Aries, R. S., dan R. D. Newton. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Brown, G. G. 1973. *Unit Operations*. Modern Asia . Tokyo: Tuttle Company Inc.
- Brownell, L. E., dan E. H. Young. 1979. *Equipment Design*. New Delhi: Wiley Eastern Limited.
- . 1959. *Process Equipment Design* . New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Bussiness, ICIS Chemical. 2013. *Tabel Kapasitas Pabrik Minimal*. Diakses July 18, 2018. <http://www.scribd.com/document/332982809/BAB-I>.
- Coulson, J. M., dan J. F. Richardson. 1983. *Chemical Equipment Design*. Vol. 6. New York: John Wiley and Sons. Inc.
- Dinardo. 2009. *Praperancangan pabrik butil asetat dari asam asetat dan butanol dengan proses batch kapasitas 13.150 ton/tahun*. surakarta: universitas muhammadiyah surakarta.
- Faith, W. L., D. B. Keyes, dan R. L. Clark. 1974. *Industrial Chemical*. 4. New York: John Willey and Sons Inc.
- Fessenden, R. J, dan J. S Fessenden. 1992. *Kimia Organik*. A.H Pudjaatmaka. Jakarta: Erlangga.
- Karomah, Lay. 2011. "Pembuatan butil asetat." *jurnal biologi gratis*.
- Kern, D. Q. 1983. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw Hill Book Co. Ltd.
- Kirk, R. E., dan D. F. Othmer. 1979. *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*. Vol III, XV. Vol. 3. New York: John Willey and Sons Inc.
- t.thn. *Laporan Praktikum Pembuatan senyawa n- butil asetat*.
- Liu, Kun, Zhangfa Tong, Li Liu, dan Xianshe Feng. 2005. "Separation of organic compounds from water by pervaporation in the production of n-butyl acetate via esterification by reactive distillation." *Journal of Membrane Science*.

- Ludwig, E. E. 1984. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant*. 2. Vol. 3. Texas: Gulf Publishing Company.
- McCabe, W. L., dan J. C. Smith. 1976. *Unit Operation of Chemical Engineering*. 3. New York: McGraw Hill, Kogakusha, Ltd.
- McCabe, J. J. 1976. *Encyclopedia of Chemical Processing and Petrochemical Plant*. Singapore: McGraw - Hill International Edition.
- Oxtoby, dkk. 2001. *Prinsip-Prinsip Kimia Modern*. 4. Jakarta: Erlangga.
- Perry, R. H., dan C. H. Chilton. 1997. *Chemical Engineering's Handbook, 3rd ed.* Tokyo: McGraw Hill Book Kogakusha.
- Peters, M. S., dan K. D. Timmerhaus. 1981. *Plant Design Economic's for Chemical Engineering's*. 3. New York: McGraw Hill Co. Ltd.
- Powell, P. T. 1954. *Water Conditioning for Industry*. New York: McGraw Hill Co. Ltd.
- Rase, H. F. 1977. *Chemical Reactor Design for Process Plant*. Vol. I & II. New York: John Willey and Sons.
- Renzo De, D. J. 1985. *Solvent Safety Handbook*. New York: Noyes Data Corporation.
- Sari, P. 2007. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press.
- Smith, J. M., dan H. C. Van Ness. 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. 4. Singapore: McGraw Hill Book Company.
- t.thn. *Statistik Perdagangan Luar Negeri (Impor)*. Jakarta: Biro Pusat Statistik.
- W, L. Faith, Keyes Donald B, dan Clark Ronald L. 1950. "Industrial Chemicals." Dalam *Industrial Chemicals*, 179. London: John Wiley & Sons, Inc.
- Wallas, 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