

No: TA/TK/2019/131

**PRA RANCANGAN PABRIK
TERSIER BUTHYL ALKOHOL DARI ISOBUTHYLENA
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh:

**Nama : Mohd.Nugraha Adi Nama : Rendy Fitriansyah
Setia W.**

No. Mahasiswa : 14521154 No. Mahasiswa : 14521318

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

2019

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK
TERSIER BUTHYL ALKOHOL DARI ISOBUTHYLENA
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK



Oleh:

**Nama : Mohd.Nugraha Adi Nama : Rendy Fitriansyah
Setia W.
No. Mahasiswa : 14521154 No. Mahasiswa : 14521318**

Yogyakarta, 30 Oktober 2019

Pembimbing I,

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Arif Hidayat', is written over a horizontal line.

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK
TERSIER BUTHYL ALKOHOL DARI ISOBUTHYLENA
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:


Nama : Mohd.Nugraha Adi Setia W.

No. Mahasiswa : 14521154


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 Oktober 2019

Tim Penguji


<Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T.>

Ketua


<Agus Taufiq, Ir., M.Sc.>

Anggota I


<Mufit Arisa Adnan, S.T., M.Sc.>

Anggota II

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




Ir. Suharno Rusdi, Ph.D

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK
TERSIER BUTHYL ALKOHOL DARI ISOBUTHYLENA
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Rendy Fitriansyah

No. Mahasiswa : 14521318


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 2019

Tim Penguji


<Arif Hidayat, Dr., S.T., M.T.>

Ketua


<Agus Taufiq, Ir., M.Sc.>

Anggota I


<Muflih Arisa Adnan, S.T., M.Sc.>

Anggota II

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




Ir. Suharno Rusdi, Ph,D

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

**PRA RANCANGAN PABRIK
TERSIER BUTHYL ALKOHOL DARI ISOBUTHYLENA
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mohd.Nugraha Adi Setia W. Nama : Rendy Fitriansyah
No. Mahasiswa : 14521154 No. Mahasiswa : 14521318

Yogyakarta, 30 Oktober 2019

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.



Mohd.Nugraha Adi Setia W.



Rendy Fitriansyah

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Penyusunan tugas akhir yang berjudul **“PRA RANCANGAN PABRIK TERSIER BUTHYL ALKOHOL DARI ISOBUTHYLENA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN”**, merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
2. Bapak Ir. Suharno Rusdi. Ph,D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia.
3. Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I, atas bimbingan serta waktu yang telah diberikan.
4. Kedua orang tua kami tercinta atas do'a, kasih sayang dan bimbingannya.
5. Partnerku atas kerjasama dan kekompakannya.

6. Teman-teman Teknik Kimia 2014 atas segala supportnya.

Kami menyadari bahwa di dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan khususnya bagi mahasiswa Teknik Kimia, Amin.

Wassalamu 'alaikum Wr.,Wb.

Yogyakarta, 30 Oktober 2019

Rendy Fitriansyah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.....	iv
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Lampiran	xi
Abstrack.....	xiii
Abstrak.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang.....	15
1.2 Tinjauan Pustaka.....	16
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	21
2.1 Spesifikasi Produk.....	21
2.1.1 Tersier Buthyl Alkohol.....	21
2.1.2 Isobutana.....	21
2.2 Spesifikasi Bahan.....	22
2.2.1 Isobuthylena.....	22
2.2.2 Air.....	22
2.2.3 Bahan Pembantu.....	23
2.3 Pengendalian Kualitas.....	23
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	28
3.1 Uraian Proses.....	28
3.2 Spesifikasi Alat Proses.....	30

3.3 Perancangan Produksi.....	47
3.3.1 Kapasitas Perancangan.....	47
3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses.....	48
3.3.3 Neraca Massa.....	49
3.3.4 Neraca Panas.....	51
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....	55
4.1 Lokasi Pabrik.....	55
4.2 Tata Letak Pabrik.....	57
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	61
4.4 Spesifikasi Alat Utilitas.....	65
4.5 Pelayanan Teknik.....	77
4.6 Laboratorium.....	86
4.7 Kesehatan Dan Keselamatan Kerja.....	88
4.8 Organisasi Perusahaan.....	91
4.9 Evaluasi Ekonomi.....	112
BAB V PENUTUP.....	128
5.1 Kesimpulan.....	128
Daftar Pustaka.....	129
Lampiran.....	

Daftar Tabel

Tabel 1.1 Data Import TBA.....	16
Tabel 1.2 Tata Nama Butyl Alkohol.....	16
Tabel 1.3 Proses Pembuatan TBA.....	19
Tabel 3.1 Neraca Massa Total.....	49
Tabel 3.2 Neraca Massa di Reaktor.....	50
Tabel 3.3 Neraca Massa di Separator-01.....	50
Tabel 3.4 Neraca Massa di Separator-02.....	50
Tabel 3.5 Neraca Massa di Menara Destilasi.....	50
Tabel 3.6 Neraca Panas Total.....	51
Tabel 3.7 Neraca Panas Reaktor-01.....	51
Tabel 3.8 Neraca Panas Vaporizer-01.....	51
Tabel 3.9 Neraca Panas Vaporizer-02.....	52
Tabel 3.10 Neraca Panas Heat Exchanger-01.....	52
Tabel 3.11 Neraca Panas Heat Exchanger-02.....	52
Tabel 3.12 Neraca Panas Menara Destilasi-01.....	52
Tabel 3.13 Neraca Panas Cooler-01.....	53
Tabel 3.14 Neraca Panas Cooler-02.....	53
Tabel 3.15 Neraca Panas Condenser-01.....	53
Tabel 3.16 Neraca Panas Condenser-02.....	53
Tabel 3.17 Neraca Panas Condenser-03.....	54
Tabel 3.18 Neraca Panas Condenser-04.....	54
Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Unit.....	59
Tabel 4.2 Kebutuhan Air Pendingin.....	82
Tabel 4.3 Kebutuhan Amoniak.....	82
Tabel 4.4 Kebutuhan Steam.....	83
Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik Alat Proses.....	84
Tabel 4.6 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas.....	84

Tabel 4.7 Kebutuhan Listrik untuk Sanitasi.....	85
Tabel 4.8 Jam Kerja Karyawan.....	105
Tabel 4.9 Jabatan dan Prasyarat.....	106
Tabel 4.10 Jumlah Karyawan dan Gaji.....	107
Tabel 4.11 Harga Indeks.....	114
Tabel 4.12 Physical Plant Cost (PPC).....	117
Tabel 4.13 Direct Plant Cost (DPC).....	117
Tabel 4.14 Fixed Capital Investment (FCI).....	117
Tabel 4.15 Working Capital (WC).....	118
Tabel 4.16 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	119
Tabel 4.17 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	119
Tabel 4.18 Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	120
Tabel 4.19 Manufacturing Cost (MC).....	120
Tabel 4.20 General Expanse.....	121
Tabel 4.21 Total Production Cost (TPC).....	121
Tabel 4.22 Fixed Cost (Fa).....	123
Tabel 4.23 Variable Cost (Va).....	124
Tabel 4.24 Regulated Cost (Ra).....	124

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Diagram Alir Kualitatif.....	26
Gambar 2.2 Diagram Alir Kuantitatif.....	27
Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik TBA.....	60
Gambar 4.2 Lay Out Pelaratan Proses.....	64
Gambar 4.3 Diagram Alir Utilitas.....	90
Gambar 4.4 Struktur Organisasi.....	93
Gambar 4.5 Grafik Analisa BEP dan SDP.....	126

Abstrack

Preliminary design of TBA with capacity 15.000 ton/year is plant to be built in Cilacap, Central Java in the area of land 3 ha. This chemical plant will be operated for 330 day/year or 24 hours a day with 200 employees.

Row material neededs is isobuthylene 4.866.158,759 kg/year, the production process will be operated at temperature 70°C, at pressure about of 11 atm using Fixed Bed Multitube Reactor with yield 98 %. The utility consist of 3.812,7990 kg/hour of cooling water; 23.726,9842 kg/hour of housing water; 522,5663 kg/hour of steam; 31,4474 kg/hour of Industrial Diesel Oil (IDO) while the power of electricity of about 270 Kwh provided by PLN. This chemical plant also use generator set as reserve.

Economic analysis shows that this chemical plant need to be covered by fixed capital of about US\$ 15.653.936,54; working capital of about US\$ 8.873.024,35. The profit before tax is US\$ 8.058.215,57 while the profit after tax is 6.446.572.46 Percentage of Return On Investment (ROI) before tax is 51 % while after tax is 41 %. Pay Out Time (POT) before tax is 1,94 years while after tax is 2 years. The value of Break Event Point (BEP) is 40 % and Shut Down Point (SDP) is 28 % with Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 21 %. Based on the economic analysis, it is concluded that plant design of TBA with capacity 15.000 ton/years visible to be built.

Abstrak

Desain awal TBA dengan kapasitas 15.000 ton/tahun adalah pabrik yang akan dibangun di Cilacap, Jawa Tengah di lahan 3 ha. Pabrik kimia ini akan dioperasikan selama 330 hari / tahun atau 24 jam sehari dengan 200 karyawan.

Bahan baku yang dibutuhkan adalah isobuthylene 4.866.158.000 kg / tahun, proses produksi akan dioperasikan pada suhu 70 ° C, pada tekanan sekitar 11 atm menggunakan Fixed Bed Multitube Reactor dengan hasil 98%. Utilitas terdiri dari 3,812.7990 kg / jam air pendingin; 23.726.998 kg / jam air perumahan; 522.5663 kg / jam uap; 31.444 kg / jam Industrial Diesel Oil (IDO) sedangkan daya listrik sekitar 270 kWh disediakan oleh PLN. Pabrik kimia ini juga menggunakan generator set sebagai cadangan.

Analisis ekonomi menunjukkan bahwa pabrik kimia ini perlu ditutupi oleh modal tetap sekitar US \$ 15.653.936; modal kerja sekitar US \$ 8,873.024. Laba sebelum pajak adalah US \$ 8.058.215 sedangkan laba setelah pajak adalah 6.446.572 Persentase pengembalian atas investasi (ROI) sebelum pajak adalah 51% sementara setelah pajak adalah 41%. Pay out time (POT) sebelum pajak adalah 1,94 tahun sementara setelah pajak 2 tahun. Nilai titik impas (BEP) adalah 40% dan shut down point (SDP) adalah 28% dengan Discounted Cash Flow Rate (DCFR) adalah 21%. Berdasarkan analisis ekonomi, disimpulkan bahwa desain pabrik TBA dengan kapasitas 15.000 ton / tahun terlihat layak dibangun.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor industri mempunyai peranan penting dalam pembangunan di Indonesia. Peranan penting industri yaitu menghasilkan produk untuk memenuhi kebutuhan dalam maupun luar negeri dimana tercipta peluang kerja bagi masyarakat. Pendirian pabrik harus memenuhi standar lingkungan yang diikuti perencanaan dan pelaksanaan yang matang sehingga pabrik tersebut dapat berdiri.

Permintaan pasar akan produk Tertiary Buthyl Alkohol (TBA) dalam negeri cukup tinggi, namun sampai saat ini di Indonesia belum ada perusahaan atau pabrik yang menghasilkan TBA, untuk memenuhi kebutuhan TBA dalam negeri harus mengimport dari negara lain dengan harga yang tinggi karena ditambah bea import barang. Berpedoman pada Kepres No. 22 tahun 1986, serta mengingat kegunaanya cukup banyak di Indonesia, maka pabrik TBA sangat berpotensi untuk didirikan di Indonesia.

Sebagai bahan kimia TBA cukup luas penggunaannya, tidak saja penting sebagai bahan baku antara, tetapi juga sebagai solven, bahan pembuat karet (TBA rubber), campuran bahan bakar (aditif) sebagai penaik bilangan oktan, bahan pembuat resin dan anti knocking sebagai pengganti TEL (Terra Etiled) karena TEL pada umumnya mengakibatkan timbal.

Tertiary Buthyl Alkohol (TBA) termasuk salah satu bahan kimia yang masih di import hingga saat ini, Indonesia mengimport kebutuhan TBA dari Jepang, Korea Selatan, Thailand, Amerika Serikat, Belanda, dan Italia (Biro Pusat Statistik, 2001).

Ketergantungan TBA dari negara lain tidak menjamin kebutuhan dalam negeri dapat terpenuhi dengan lancar, sehingga akan mengganggu operasi pabrik yang menggunakan bahan tersebut. Untuk mengatasi hal ini dan demi mendukung kelancaran proses produksi bagi industri-industri yang menggunakan TBA sebagai

bahan baku maupun bahan penunjang, maka diperlukan untuk mendirikan pabrik Tertiary Buthyl Alkohol (TBA) di Indonesia.

- Statistik kebutuhan pokok

Berdasarkan data buku statistik tentang perdagangan luar negeri Indonesia yang diterbitkan oleh Biro Pusat Statistik Jakarta, Jumlah import TBA sejak tahun 2014 dapat dilihat dari tabel berikut ini :

Tabel 1.1 Data import TBA

TAHUN	JUMLAH (Ton / Tahun)
2014	12.400
2015	17.900
2016	16.940
2017	16.600
2018	18.000

Sumber ; *Biro Pusat Statistik*

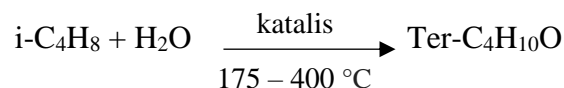
1.2 Tinjauan Pustaka

Tabel 1.2 Tata nama butyl alkohol

Rumus bangun	Nama trivial	Nama IUPAC
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	Normal butyl alcohol	1-butanol
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	Sekunder butyl alcohol	2-butanol
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$	Iso butyl alcohol	2-metil-1-propanol
$(\text{CH}_3)_3\text{COH}$	Tersier butyl alcohol	2-metil-2-propanol

Sumber : Perry's Chemical Engineering Handbook

Sifat-sifat fisis dari butyl alkohol utamanya dipengaruhi dari gugus fungsional hidroksil (-OH). dengan sendirinya senyawa ini cukup penting pada proses reaksi dehidrasi, dehydrogenasi, oksidasi dan esterifikasi. Pada suhu antara 175 - 400 °C. alkohol akan mengalami dehidrasi sebagai berikut :



Pada proses dehidrogenasi terutama sekunder butil alkohol (SBA) menggunakan katalisator kuningan - zinc okside pada suhu 400 - 500 °C akan menghasilkan Metil Etil Ketone (MEK) yang banyak digunakan dalam industri. Untuk proses oksidasi TBA dalam larutan hidrogen peroksida menggunakan katalisator asam silicotungstic akan menghasilkan tersier butil peroksida. (Othmer,D.F.1981,vol.3.p.823)

Produksi tersier butil alkohol

1. Hidrasi isobutilena dalam asam sulfat (proses Shell)

Hidrasi langsung isobutilena menggunakan larutan asam sulfat 82 % berat pada fase uap-cair melewati reaktor fixed bed berkatalis pada suhu antara 10 - 15 °C merupakan proses esterifikasi fase cair. Isobutil sulfat yang terbentuk kemudian di hidrolisis menghasilkan tersier butil alkohol.

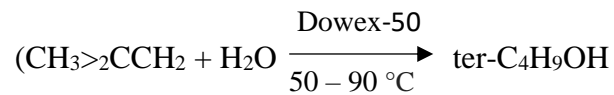
Proses ini dapat cukup menguntungkan karena mengurangi efek korosi dan dapat menekan biaya energi untuk pemekatan kembali larutan asam sulfat. Katalisator yang digunakan adalah tungsten oxide yang disangga dengan phosphoric acid atau cation exchange resin. Proses ini telah dilakukan pada Deutsche Texaco AG dalam memproduksi tersier butil alcohol menggunakan cation exchange resi

(Othmer, D.F, 198Lvol.3 ; Mc.Ketta, J.J.,1993,p.823)

2. Hidrasi isobutilena menggunakan selective cation exchange resin (MTBE route)

Dalam produksi metil tersier butil eter (MTBE) menggunakan isobutilena dan metanol menggunakan katalisator cation exchange resin (polystyrene sulfonic acid, dowex-50) reaksi bersifat selektif. Katalisator

hanya mampu mengkatalisis isobutilena. Adanya air yang ikut bersama metanol akan terjadi reaksi samping terbentuknya tersier butil alkohol.

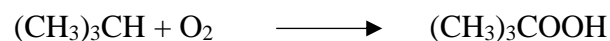


Reaksi antara air dengan isobutilena berlangsung lebih cepat dibanding dengan methanol. Sifat polaritas gugus -OH pada H₂O jauh lebih polar dibanding dengan -OH pada metanol. Sehingga H₂O akan lebih reaktif dibandingkan dengan methanol. Produksi tersier butil alkohol dengan proses ini mengikuti route produksi MTBE baik dalam fase gas maupun fase cair.

(Othmer,D.F., 1981,vol.3 ; Mc.Ketta, J.J.,1993,p.354)

3. Oxirane proses

Pada oxirane proses tersier butil alkohol merupakan hasil reaksi samping dalam memproduksi propylene okside. Sebagai bahan dasar digunakan isobutane dan propylene yang dioksidasi pada fase cair pada suhu 100 – 120 °C dengan katalisator sodium silicomolybdate.



Pada proses ini overall yield dari tersier butil alkohol yang diperoleh kira-kira 80-85% terhadap isobutan.

(Othmer,D.F.,1981,vol.3 ; Mc.Ketta, J.J.,1993,p.388)

Pemilihan proses

Pemilihan route proses produksi tersier butil alkohol mengacu pada ketersediaan bahan baku, segi teknik dan segi ekonomi yang menguntungkan. Untuk bahan baku isobutilena dan isobutane dapat ditabelkan di bawah.

Tabel 1.3 Proses-Proses Pembuatan TBA

Kriteria	Shell proses (hidrasi H ₂ SO ₄)	MTBE route	Oxirene
Bahan baku	Isobutilena Asam sulfat H ₂ O	Isobutilena H ₂ O	Isobutane Propylene Udara
Alat utama	1 Reaktor packed bed 1 Reaktor hidrolisis 1 Evaporator 3 Menara distilasi	1 Reaktor fixed bed 1 Menara distilasi 2 Drum separator	1 Reaktor oksidasi 1 Reaktor Epoxidasi 1 Drum separator 2 Menara distilasi
Produk	n-butil alcohol iso-butil alcohol ter-butil alcohol	ter-butil alcohol n-butane (sisa fraksi C4)	Propylene okside Ter-butil alcohol
Kondisi Operasi	10 – 15 °C	50 – 95 °C	100 – 120 °C

Sumber : <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/3644>

Berdasar route produksi tersier butil alkohol (TBA) di atas, dipilih MTBE route karena lebih sederhana dan lebih menguntungkan.

Kegunaan Tersier Butil Alkohol

Sebagai salah satu bahan kimia dari golongan alkohol, TBA banyak digunakan dalam dunia industri antara lain :

- Sebagai bahan baku pembuatan tersier butil chloride
- Sebagai bahan baku pembuatan tersier butil phenol dimana bahan ini digunakan untuk membuat phenolic resin

- Sebagai bahan dasar dalam pembuatan parfume sintetis
- Sebagai bahan antiknocking yang bebas polusi pada bahan bakar bermotor
- Sebagai solven

Kegunaan pabrik Tersier Butil Alkohol

- Kontribusi pabrik Tertiary Buthyl Alkohol (TBA) terhadap kebutuhan nasional sangat dibutuhkan untuk menutupi kebutuhan import di Indonesia, dengan adanya pabrik Tertiary Buthyl Alkohol (TBA) dengan kapasitas 15000 ton/tahun ini di harapkan bisa membantu mengurangi jumlah import kedepanya. Jadi Pabrik Tertiary Buthyl Alkohol (TBA) memiliki kontribusi terhadap kebutuhan Nasional sebesar 80%.
- Menambah lapangan pekerjaan baru di Indonesia

BAB II PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Tersier Buthyl Alkohol

Rumus Kimia	: ter-C ₄ H ₁₀ O
Berat molekul	: 74,123 kg/kgmol
Titik didih normal	: 82,4 °C
Tekanan	: 1 atm
Densitas pl	: 0,77620
Komposisi (sesuai produk plant)	
TBA, berat	: 98%
H ₂ O, i-C ₄ H ₈ , i-C ₄ H ₁₀	: 2%
Kondisi	: cair
Temperatur kritis	: 235 °C
Viscositas	: 0,03316 P (30 °C)
Panas Pembentukan	: 629,3 kg-cal/mol
Panas Penguapan	: 127,97 g-cal/g
Kapasitas panas	: 0,726 (27 °C) g-cal/g °C

2.1.2 Isobutana

Sisa fraksi C₄ yang tidak ikut bereaksi.

Rumus molekul	: i-C ₄ H ₁₀
Berat Molekul	: 58,124 kg/kgmol
Titik didih	: -11,9

Densitas pl : 588 g/ml

2.2 Spesifikasi Bahan

2.2.1 Isobuthylena

Rumus kimia	: i-C ₄ H ₈
Berat Molekul	: 56,108 kg/kgmol
Titik didih normal	: -6,9 °C
Titik didih campuran normal	: -9,2 °C
Tekanan normal	: 760 mmHg
Komposisi	
i-C ₄ H ₁₀	= 49% berat
i-C ₄ H ₈	= 51% berat
Kondisi	: gas
Densitas campuran	: 0,5879 gr/ml
Temperatur kritis campuran	: 144,73 °C
Tekanan kritis campuran	: 29982 mmHg
Panas pembentukan	: 603,36 kkal/mol
Panas penguapan	: 87,7 kal/gmol
Kapasitas panas	: 0,38126 kkal/kgmol °C

2.2.2 Air

Rumus kimia	: H ₂ O
Berat molekul	: 18,015 kg/kgmol
Titik didih	: 100 °C
Kondisi	: cair
Warna	: jernih bening
Densitas	: 1,00 gr/ml
Temperatur kritis	: 374 °C
Panas pembentukan	: -68,3174 kkal/gmol

Panas penguapan	: 0,717 kal/gmol
Energi Gibbs	: -54,64 kkal/gmol
Kapasitas panas	: 18 kkal/kgmol °C

Sifat-sifat fisis komponen keseluruhan di dapat dari Coulson, J.M., and Richardson 1983, appendix D

2.2.3 Bahan Pembantu

Jenis	: Katalis Dowex-50 (Sulfonated styrene-diVinylbenze copolymer)
Bentuk	: silinder
Ukuran	: 0,6 mm x 0,7 mm
Bulk density pB	: 1,18 gr/cm ³
Void space	: 0,4

2.3 Pengendalian Kualitas

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

1. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium pemeriksaan.

2. Pengendalian Kuantitas

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

3. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kualitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian Bahan Proses

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

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

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun maksimal
- Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik

Ada tiga alternatif yang dapat diambil:

- Rencana produksi sesuai kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran yang lain dan menggunakan fasilitas-fasilitas pemasaran yang mudah diakses seperti menggunakan e-bussines.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material (bahan baku)

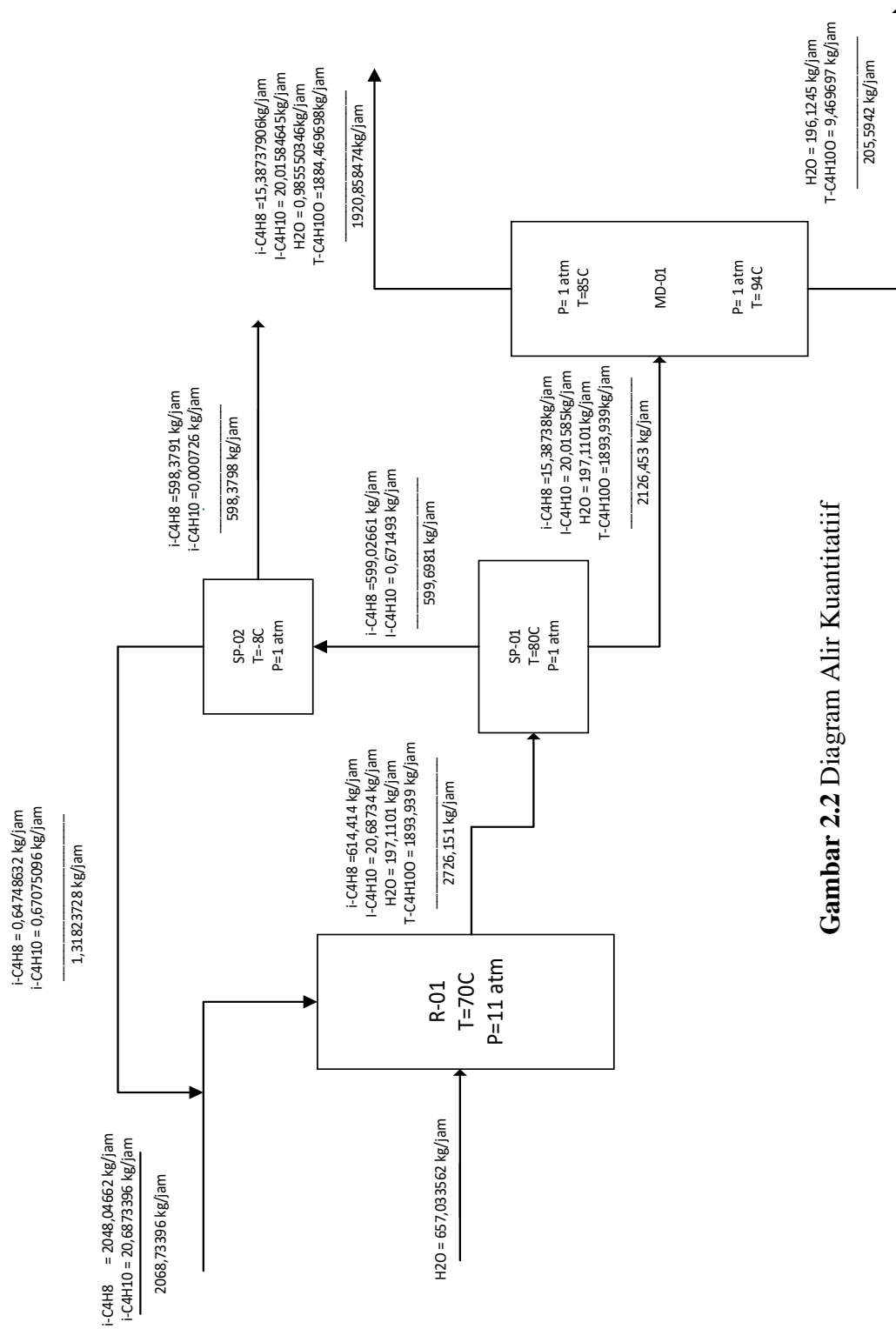
Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

- Manusia (tenaga kerja)

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

- Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keadaan dan kemampuan mesin. Jam efektif mesin adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

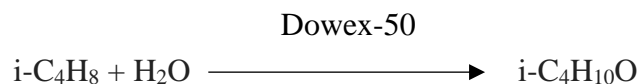


Gambar 2.2 Diagram Alir Kuantitatif

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Bahan baku dari mobil pengiriman bahan baku di umpangkan menggunakan pompa-01 menuju ke tangki bahan baku T-01 isobuthylen cair ($i\text{-C}_4\text{H}_8$) dari tangki penyimpanan bahan baku pada suhu $30\text{ }^\circ\text{C}$ tekanan 1 atm diumpangkan dengan menggunakan pompa-02 menuju ke vaporizer-01 yang kemudian diumpankan ke dalam reactor fixed bed multitube-01 pada suhu $70\text{ }^\circ\text{C}$ tekanan 11 atm untuk direaksikan dan air dari utilitas diumpangkan dengan menggunakan pompa-06 menuju ke vaporizer-02 yang kemudian menuju ke dalam reactor fixed bed multitube-01 pada suhu $70\text{ }^\circ\text{C}$ tekanan 11 atm untuk direaksikan secara bersamaan. Di dalam reactor terjadi reaksi antara isobuthylena ($i\text{-C}_4\text{H}_8$) dengan air menjadi Tersier Butil Alkohol / TBA ($i\text{-C}_4\text{H}_{10}\text{O}$) dengan menggunakan bantuan katalisator. Pada proses ini katalis yang digunakan adalah Dowex-50. Di dalam raktor terjadi reaksi sebagai berikut :



Reaksi antara isobuthylena ($i\text{-C}_4\text{H}_8$) dengan air menjadi TBA ($i\text{-C}_4\text{H}_{10}\text{O}$) berlangsung pada range suhu $70\text{ }^\circ\text{C}$ tekanan 11 atm dan konversi 70% (www.googlepatent.com). Pada suhu yang lebih tinggi katalisator Dowex-50 akan mengalami kerusakan gugus fungsional sehingga tidak mampu mengkatalisi reaksi yang bersifat eksotermis yaitu reaksi yaitu reaksi tersebut dapat melepaskan sejumlah panas pada saat berlangsungnya suatu reaksi, sehingga akan memerlukan pendingin yang cukup banyak agar reaksi terjadi sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Konversi isobuthylena ($i\text{-C}_4\text{H}_8$) yang dicapai sampai 80% untuk double stage reactor dan 70% untuk single stage reactor (www.googlepatent.com).

Hasil reaksi yang keluar reactor berupa isobutilen ($i\text{-C}_4\text{H}_8$), isobutana ($i\text{-C}_4\text{H}_{10}$), air (H_2O), dan TBA ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$) pada suhu $90\text{ }^\circ\text{C}$ tekanan 11 atm,

karena tekanan keluar reactor masih tinggi, maka digunakan expansion valve-01 untuk menurunkan tekanan dari 11 atm menjadi 1 atm yang nantinya akan digunakan di dalam separator-01. Cairan hasil keluar dari expansion valve-01 dengan suhu 90 °C tekanan 1 atm kemudian diebunkan di dalam condenser-01 sehingga suhunya menjadi 80 °C dan tekanan 1 atm.

Campuran hasil pendingin yang keluar dari condenser-01 kemudian dipompakan oleh pompa-03 dengan suhu 80 °C dan tekanan 1 atm. Campuran uap dan cairan dipisahkan dengan menggunakan separator-01 sedangkan gas yang terbuang dari separator-01 berupa isobutilena ($i\text{-C}_4\text{H}_8$) dan isobutana ($i\text{-C}_4\text{H}_{10}$) dengan suhu 80 °C tekanan 1 atm kemudian diembunkan oleh condenser-02 sehingga suhunya menjadi -8 °C tekanan 1 atm. Hasil pengembunan berupa campuran antara cairan isobutilena ($i\text{-C}_4\text{H}_8$) dan uap isobutana ($i\text{-C}_4\text{H}_{10}$) menuju ke separator-02 dan hasil atas dari separator-02 dengan suhu -8 °C dan tekanan 1 atm akan dialirkan ke condenser-03 untuk dicairkan dalam condenser-02 kemudian hasil dari condenser-02 dialirkan menuju heat exchanger-01 untuk dinaikan suhunya menjadi 30 °C dan tekanan 1 atm, yang kemudian sebagai arus recycle menuju tangki penyimpanan bahan baku (T-01). Hasil bawah dari separator-02 dialirkan menuju heat exchanger-02 untuk dinaikan suhunya menjadi 30 °C kemudian dialirkan menuju tangki penyimpanan produk (T-04) yang kemudian akan dijual dengan harga murah. Sedangkan hasil bawah dari separator-01 yang berupa cairan itu selanjutnya akan menjadi umpan menara destilasi-01 untuk dipisahkan.

Di dalam menara destilasi-01 cairan TBA ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$), isobutilena ($i\text{-C}_4\text{H}_8$), isobutana ($i\text{-C}_4\text{H}_{10}$) dan air (H_2O) akan terpisah, yang berupa uap akan naik ke bagian atas menara destilasi dan akan diebunkan di dalam kondensor-03 sehingga keluar condenser-03 menuju ke accumulator-01 untuk ditampung terlebih dahulu dan menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran TBA ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$), isobutilena ($i\text{-C}_4\text{H}_8$), isobutana ($i\text{-C}_4\text{H}_{10}$) dan air (H_2O) yang didominasi oleh TBA (produk utama) dengan kemurnian TBA

98% dan pada suhu 30 °C tekanan 1 atm. Hasil dari akumulator-01 sebagian di alirkan dengan pompa-04 dan sebagian cairan hasil pengembunan akan menuju kembali menara destilasi-01. Arus keluaran dari akumulator-01 dipompakan dengan pompa-04 dan sebagian cairan hasil pengembunan akan menuju kembali menara destilasi-01. Arus keluaran dari akumulator-01 dipompakan dengan pompa-04 dan suhunya didinginkan dengan menggunakan cooler-01 dari suhu 85 °C menjadi 30 °C kemudian dialirkan menuju tangka penyimpanan produk (T-02) akhir dengan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm untuk selanjutnya akan dijual. Sedangkan hasil bawah dari menara destilasi-01 yang berupa campuran TBA ($C_4H_{10}O$) dan air (H_2O) yang didominasi oleh air (H_2O) dialirkan melewati reboiler-01 yang sebagian uapnya akan dikembalikan ke menara destilasi-01 dan yang sebagian lagi dialirkan dengan menggunakan pompa-05 kemudian didinginkan dengan cooler-02 dari suhu 94 °C menjadi 30 °C kemudian disimpan di dalam tangka penyimpanan produk (T-03) dengan suhu 30 °C tekanan 1 atm yang akan dijual dengan harga murah.

3.2 Spesifikasi Alat Proses

1. Tangki Penyimpanan isoButylene (T-01)

Suhu penyimpanan	= 30 °C
Tekanan	= 40 atm
Fase	= cair
Volume tangki	= 51157,54707 ft ³
Diameter tangki	= 18,2880 m
Tinggi tangki	= 8,7012 m
Tebal shell	= 1/4 - 7/16 inch

Tebal head	= 3/16 inch
Bahan	= Stainless Steel
Tipe tangki	= Tangki Bola (Spherical tank)
Jumlah tangki	= 1 Buah

2. Tangki Penyimpanan TBA produk utama (T-02)

Suhu penyimpanan	= 30 °C
Tekanan	= 1 atm
Fase	= cair
Volume tangki	= 410,319 m ³
Diameter tangki	= 14,630 m
Tinggi tangki	= 9,978 m
Tebal shell	= 3/16-3/8 inch
Tebal head	= 3/8 inch
Bahan	= Stainless Steel
Banyaknya tangki	= 1 Buah

3. Tangki Penyimpanan TBA konsentrasi Rendah (T-03)

Suhu penyimpanan	= 30 °C
Tekanan	= 1 atm
Fase	= cair
Volume tangki	= 40,458 m ³
Diameter tangki	= 7,315 m

Tinggi tangki	= 7,960 m
Tebal shell	= 1/4 – 7/16 inch
Tebal head	= 7/16 inch
Bahan	= Stainless steel
Banyaknya tangki	= 1 buah

4, Tangki Penyimpanan IsoButana (T-04)

Suhu penyimpanan	= 30 °C
Tekanan	= 1 atm
Fase	= cair
Volume tangki	= 177,522 m ³
Diamater tangki	= 9,144 m
Tinggi tangki	= 8,121 m
Tebal shell	= 3/16 - 1/4 inch
Tebal head	= 1/4 inch
Bahan	= Stainless Steel
Banyaknya tangki	= 1 Buah

5. Condensor- 01 (CD-01)

Tipe : shell and tube Heat Exchanger

Fungsi : Mengembunkan produk yang keluar dari reaktor dari suhu 90 °C menjadi 80 °C, dengan menggunakan pendingin air yang masuk dari suhu 30 °C dan keluar pada suhu 50°C

Luas Transfer Panas (A) = 29,856 ft²

Kecepatan umpan masuk = 2110,57 Kg/jam

Kecepatan Air = 658,68 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Inner Pipe		Annulus
194,00	Tin, C	86,00
176,00	Tout, C	122,00
123	houtside	765,7572
UC	106,3439	
UD	21,7760	
Rd calc.	0,0365	
Rd required	0,003	
0,0284	Calc dP	0,0222
2	Allow. dP	10

Jumlah = 1 buah

Bahan = Stainless Steel

6. Condensor - 02 (CD-02)

Tipe : Double pipe Heat Exchanger

Fungsi : Mengembunkan bahan yang keluar dari separator 01 (hasil atas) dari suhu 80 °C menjadi -8 °C, dengan menggunakan pendingin amoniak yang masuk dari suhu -5 °C dan keluar pada suhu 35 °C

Luas Transfer Panas (A) = 29,856 ft²

Kecepatan umpan masuk = 299,85 Kg/jam

Kecepatan Amoniak = 1041,44 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Inner Pipe		Annulus
176,00	Tin, C	14,00
17,60	Tout, C	95,00
109	houtside	765,7572
UC	95,4505	
UD	62,3651	
Rd calc.	0,0056	
Rd required	0,003	
7,E-04	Calc dP	5,E-02
2	Allow. dP	10

Jumlah = 1 buah

Bahan = Stainless Steel

7. Condensor-03 (CD-03)

Tipe : Shell and Tube Heat Exchanger

Fungsi : Mengembunkan bahan yang keluar dari menara destilasi (hasil atas) dari suhu 85 °C fase uap jenuh menjadi suhu 85 °C fase cair jenuh dengan menggunakan pendingin air yang masuk dari suhu 30 °C dan keluar pada suhu 50 °C.

Luas Transfer Panas (A) = 29,856 ft²

Kecepatan umpan masuk = 2824,43 Kg/jam

Kecepatan Air = 461,83 Kg/jam

Inner Pipe		Annulus
185,00	Tin, C	86,00
176,00	Tout, C	122,00
126	houtside	765,7572
UC	108,0169	
UD	16,2698	
Rd calc.	0,0522	
Rd required	0,003	
0,0495	Calc dP	0,0121
2	Allow. dP	10

Jumlah = 1 buah

Bahan = Stainless Steel

8. Condensor-04 (CD-04)

Tipe : Doublepipe Heat Exchanger

Fungsi : Mengembunkan bahan yang keluar dari separator-02 (hasil atas) dari suhu $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ menjadi $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$, dengan menggunakan pendingin amoniak yang masuk dari suhu $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan keluar pada suhu $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$

Luas Transfer Panas (A) = $29,856\text{ ft}^2$

Kecepatan umpan masuk = $304,98\text{ Kg/jam}$

Kecepatan Amoniak = $438,52\text{ Kg/jam}$

Jumlah Harpin = 1

Inner Pipe		Annulus
17,60	Tin, C	5,00
8,60	Tout, C	15,80
109	houtside	765,7572
UC	95,1182	
UD	33,5183	
Rd calc.	0,0193	
Rd required	0,003	
8,E-04	Calc dP	1,E-02
2	Allow. dP	10

Jumlah = 1 buah

Bahan = Stainless Steel

9. Reaktor-01 (R-01)

Fungsi : Mereaksikan isobutilene menjadi tersier butil alkohol dengan katalis Dowex-50

Jenis : Multitube Reaktor

Kondisi : Suhu = $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tekanan = $P = 11\text{ atm}$

Jumlah : 1 buah

Konstruksi bahan Carbon Steel SA 250

Tebal Reaktor	: 0,127 m
Tinggi Reaktor	: 4,7695 m
Diameter Reaktor	: 1,3624 m
Volume Reaktor	: 6,0526 m ³
ΔHR	: -1132761,603 kkal/jam

10. Separator-01 (SP-01)

Fungsi	: Memisahkan produk reaktor antara fase uap dan fase cair
Bentuk	: Silinder Tegak
Diameter Separator	: 0,762 m
Tinggi Separator	: 3,1812 m
Tebal Shell	: 3/16 inch
Tebal Head	: 1/4 inch
Kondisi Operasi	: P = 1 atm T = 80 °C
Bahan	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Jumlah	: 1 buah

11. Separator - 02 (SP-02)

Fungsi	: Memisahkan produk hasil atas separator-01 antara fase uap dan gas
Bentuk	: Silinder Tegak
Diameter Separator	: 0,635 m

Tinggi Separator	: 2,2899 m
Tebal Shell	: 3/16 inch
Tebal Head	: 1/4 inch
Kondisi Operasi	: P = 1 atm
	T = 80 °C
Bahan	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Jumlah	: 1 buah

12. Menara Destilasi - 01 (MD-01)

Fungsi	: memisahkan TBA dari air
Type	: Sieve plate distillation tower
Kondisi Operasi	

- Umpan
 - Tekanan : 1 atm = 760 mmHg
 - Suhu : 79,8448 °C = 355,0731 K
- Hasil Atas
 - Tekanan : 1 atm = 760 mmHg
 - Suhu : 355,8712 K
- Hasil Bawah
 - Tekanan : 1 atm
 - Suhu : 372,0248 K

Tray spacing

- Tinggi menara : 10,02 m
- Diameter menara : 3 m
- Tebal shell : 4,7625 mm

- Jenis head : Torispherical dished head
- Tebal head : 6,35 mm
- Tebal isolator : 8,8363 m
- Pipa umpan : 2 in (IPS)
- Pipa atas menuju condenser : 10 in (IPS)
- Pipa refluks distilat : 2 in (IPS)
- Pipa pengeluaran bottom : 2,5 in (IPS)
- Pipa refluks bottom : 2,5 in (IPS)

Plat Spesification

- Jumlah Plate : 14 plate
- Plate ID : 1,22 m
- Hole size : 5 mm
- Hole pitch : 12,55 mm
- Turn down : 0,8 max rate
- Plate material : Carbon Steel
- Downcomer material : Carbon Steel
- Plate spacing : 0,5 mm
- Plate thickness : 5 mm
- Plate pressure drop : 74,13 mm liquid

Jumlah : 1 buah

13. Cooler-01 (CO-01)

Tipe : *Double pipe Heat Exchanger*

fungsi : Mendinginkan bahan yang keluar dari accumulator 01 dari suhu 85 °C menjadi 30 °C, dengan menggunakan pendingin air yang masuk dari suhu 30 °C dan keluar pada suhu 60 °C

Luas Transfer Panas (A) = 0,181 ft²

Kecepatan umpan masuk = 1920,8585 Kg/jam

Kecepatan air = 52,914 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

1594,3011	h outside	2014,7752
U _c	890,0223	
U _D	0,3672	
RD calculated	2,7225	BENAR
RD required	0,003	
0,0035 psi	Δ Δ P Calculated (psi)	7,80884E-09
10,00 psi	P Allowable (psi)	10 psi

Jumlah = 1 buah

Bahan = Stainless Steel

14. Cooler-02 (CO-02)

Tipe : *Double pipe Heat Exchanger*

Fungsi : Mendinginkan bahan yang keluar dari Reboiler 01 dari suhu 94 °C menjadi 30 °C, dengan menggunakan pendingin air yang masuk dari suhu 30 °C dan keluar pada suhu 60 °C

Luas Transfer Panas (A) = 0,284 ft²

Kecepatan umpan masuk = 205,5942 Kg/jam

Kecepatan air = 52,914 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Jumlah = 1 buah

Bahan = Stainless Steel

1594,3011	h outside	2014,7752
U _c	890,0223	
U _D	0,5781	
RD calculated	1,7287	BENAR
RD required	0,003	
4,0438E-05	Δ Δ P Calculated (psi)	1,22954E-08
10,00 psi	P Allowable (psi)	10 psi

15. Heat Exchanger (HE-01)

Tipe : *Double pipe Heat Exchanger*

Fungsi : Untuk memanaskan hasil atas dari separator (SP-02) menuju ke tangki (T-01) dari suhu -13 °C dipanaskan menjadi 30 °C.

Luas Transfer Panas (A) = 0,0037 ft²

Kecepatan umpan masuk = 0,66 Kg/jam

Kecepatan Steam = 0,0271 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Alat :	HEATER			
Fungsi :	memanaskan			
Jenis :	Double Pipe HE			
Diameter Pipa	Anulus		Inner pipe	
IPS :	2,00		1,25	
Sch. No :	40	inch	40	
OD :	2,38	inch	1,66	inch
ID :	2,067	inch	1,38	inch
Pressure Drop :	1,E-07	psi	Hairpin :	1
L :	20,0	ft		
A :	0,0	ft ²		
LMTD :	157,7	F		
Uc :	1499,9			
Ud :	0,04	Btu/ft ² .h.F		
Rd :	23,87386			
Kontruksi	Stainless Stell 304 grade C			
Jumlah	1 Buah			

16. Heat Exchanger (IIE-02)

Tipe : *Double pipe Heat Exchanger*

Fungsi : Untuk memanaskan hasil bawah dari separator-02 menuju ke tangki (T-04)

Luas Transfer Panas (A) = 12,44 ft²

Kecepatan umpan masuk = 598,38 Kg/jam

Kecepatan Steam = 21,6124 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Alat :	HEATER			
Fungsi :	Memanaskan C ₄ H ₈			
Jenis :	Double Pipe HE			
Diameter Pipa	Anulus		Inner pipe	
IPS :	3,00		2,00	
Sch. No :	40	inch	40	
OD :	3,50	inch	2,88	inch
ID :	3,068	inch	2,47	inch
Pressure Drop :	2,E-03	psi	Hairpin :	1
L :	20,0	ft		
A :	2,9	ft ²		
LMTD :	161,6	F		
Uc :	1499,9			
Ud :	23,00	Btu/ft ² .h.F		
Rd :	0,04281			
Konstruksi	Stainless Stell 304 grade C			
Jumlah	1 Buah			

17. Vaporizer

Tipe : *Double pipe*

Fungsi : Menguapkan bahan baku yang keluar dari tangki penyimpanan bahan baku (T-01) fase cair menjadi uap dari suhu 30 °C menjadi 70 °C,

Luas Transfer Panas (A) = 49,76 ft²

Kecepatan umpan masuk = 2705,08 Kg/jam

Kecepatan Steam = 122,6313 Kg/jam

Jumlah Harpin = 1

Alat :	HEATER			
Fungsi :	Menguapkan C ₄ H ₈ sebelum masuk Reaktor			
Jenis :	Double Pipe HE			
Diameter Pipa	Anulus		Inner pipe	
IPS :	3,00		2,00	
Sch. No :	40		40	
OD :	3,50	inch	2,38	inch
ID :	3,068	inch	2,07	inch
Pressure Drop :	1,80	psi	Hairpin :	4
L :	80,0	ft		
A :	45,8	ft ²		
LMTD :	103,9	F		
Uc :	1500,0			
Ud :	46,1	Btu/ft ² .h.F		
Rd :	0,02104			
Konstruksi	Stainless Stell 304 grade C			
Jumlah	1 Buah			

18. Accumulator-01 (ACC-01)

Fungsi	: Sebagai penampung arus keluaran condenser-03 pada menara destilasi-01 (MD-01) untuk menjaga kontinuitas kestabilan aliran Lo dan D
Kode	: ACC-01
Tipe	: Horizontal cylinder vessel
Kondisi	: T = 85 °C P = 1 atm
Bahan	: Carbon Steel SA-250
Waktu tinggal	: 600 detik = 10 menit
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 0,5034 m ³
Dimensi tangki	: D = 0,6413 m
Tinggi	: 1,2825 m
Tebal shell	: 0,1827 in = 3/16 in

19. Reboiler 01 (RB-01)

Fungsi	: Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01
Kode	: RB-01
Tipe	: Kattel Reboiler
Bahan	: Carbon steel SA 250
Spesifikasi tube	
• OD	: 0,75 in
• ID tube	: 1 in
• BWG	: 16
• Passes	: 4
• Flow Area	: 0,203 in ² = 0,0002 m ²
• Panjang Tube	: 16 ft = 0,4064 m
• Pressure Drop	: digunakan reboiler tipe kettle reboiler, dari Kern P.475 Pressure Drop di dalam Shell diabaikan

Spesifikasi Shell

- IDs : 39 in
- Passes : 1

20. Pompa 01 (P-01)

Jenis	: Pompa Centrifugal Multistage
NPS	: 4in, Sch No : 40,
Diameter dalam (ID)	: 0,0901 m
Diameter luar (OD)	: 0,1015 m
Kapasitas pipa	: 0,0067 m ³ /s
Motor standar	: 9 hp
Jumlah pompa	: 1 buah

21. Pompa 02 (P-02)

Jenis	: Pompa Centrifugal Multistage
NPS	: 2 in, Sch No : 10S,
Diameter dalam (ID)	: 0,0409 m
Diameter luar (OD)	: 0,0482 m
Kapasitas pipa	: 0,00115 m ³ /s
Motor standar	: 0,75 hp
Jumlah pompa	: 1 buah

22. Pompa 03 (P-03)

Jenis	: Pompa Centrifugal Multistage
NPS	: 2 in, Sch No : 10S,
Diameter dalam (ID)	: 0,0381 m
Diameter luar (OD)	: 0,0482 m
Kapasitas pipa	: 0,00075 m ³ /s
Motor standar	: 0,5 hp
Jumlah pompa	: 1 buah

23. Pompa 04 (P-04)

Jenis : Pompa Centrifugal Multistage
 NPS : 2 in, Sch No : 40,
 Diameter dalam (ID) : 0,0409 m
 Diameter luar (OD) : 0,0482 m
 Kapasitas pipa : 0,0067 m³/s
 Motor standar : 0,75 hp
 Jumlah pompa : 1 buah

24. Pompa 05 (P-05)

Jenis : Pompa Centrifugal Multistage
 NPS : 2 in, Sch No : 40,
 Diameter dalam (ID) : 0,0409 m
 Diameter luar (OD) : 0,0482 m
 Kapasitas pipa : 0,0067 m³/s
 Motor standar : 0,75 hp
 Jumlah pompa : 1 buah

25. Pompa 06 (P-06)

Jenis : Pompa Centrifugal Multistage
 NPS : 2 in, Sch No : 40,
 Diameter dalam (ID) : 0,0409 m
 Diameter luar (OD) : 0,0482 m
 Kapasitas pipa : 0,0067 m³/s
 Motor standar : 0,75 hp
 Jumlah pompa : 1 buah

3.3. Perancangan Produksi

3.3.1. Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan TBA di Indonesia tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan TBA dari tahun ke tahun mengalami peningkatan hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan TBA akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan TBA sebagai bahan baku. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 15.000 ton/tahun.

Kapasitas ini ditetapkan dari kisaran data impor dari tahun 2014-2018, yang dimana kami menetapkan 15000 ton/tahun bertujuan untuk mengurangi kebutuhan impor Indonesia yang dimana dari hasil perhitungan diperkirakan kebutuhan TBA pada tahun 2021 sebesar 20328 ton/tahun.

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

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “statistik perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan TBA di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat. Diperkirakan kebutuhan TBA pada tahun 2021 sebesar 20.328 ton/tahun.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku isobutylene yang digunakan dalam pembuatan TBA dapat diperoleh di PT Pertamina (Persero) Indonesia.

3.3.2. Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

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

jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan, yaitu :

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

b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

- Material (bahan baku)
Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.
- Manusia (tenaga kerja)
Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat
- Mesin (peralatan)
Ada dua hal yang mempengaruhi keadaan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

3.3.3. Neraca Massa

Tabel 3.1 Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
i-C ₄ H ₈	2048	614
i-C ₄ H ₁₀	20	20
H ₂ O	657	197
tert-C ₄ H ₁₀ O	0	1894
jumlah	2725	2726

3.3.3.1. Neraca Massa Tiap Alat

Basis 1 jam

Tabel 3.2 Neraca Massa di Reaktor 01

input			output			
senyawa	Fresh feed	recycle	MD		Separator 2	
			TOP	BOTTOM	TOP	BOTTOM
i-C ₄ H ₈	2048	0,3101	15		0,6475	598
i-C ₄ H ₁₀	20	0,3212	20		0,6708	0,0007
H ₂ O	657		4	193		
tert-C ₄ H ₁₀ O			1856	37		
	2725	0,6312	1895	231	1	598
jumlah	2725		2726			

Tabel 3.3 Neraca Massa di Separator 01

Senyawa	input	output	
		atas	bawah
i-C ₄ H ₈	614	599,0266	15
i-C ₄ H ₁₀	20	0,6714	20
H ₂ O	197		197
tert-C ₄ H ₁₀ O	1893		1893
		599	2126
jumlah	2726	2726	

Tabel 3.4 Neraca Massa di Separator 02

Senyawa	input	output	
		atas	bawah
i-C ₄ H ₈	599	0,6475	598
i-C ₄ H ₁₀	0,6714	0,6707	0,0007
		1,3182	598
jumlah	599	599	

Tabel 3.5 Neraca Massa di Menara Destilasi

Senyawa	input	output	
		atas	bawah
i-C ₄ H ₈	15	15	0
i-C ₄ H ₁₀	20	20	0
H ₂ O	197	3	193,1678
tert-C ₄ H ₁₀ O	1893	1856	37
		1895	231
jumlah	2126	2126	

3.3.4. Neraca Panas**Tabel 3.6** Neraca Panas Total

No	Nama Alat	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
1	Reaktor-01	1103696	377157
2	Vaporizer-01	50951	50951
3	Vaporizer-02	13253	13253
4	Heat Exchanger-01	1	1
5	Heat Exchanger-02	966	966
6	Menara Destilasi-01	3675197	3675197
7	Cooler-01	9402	9402
8	Cooler-02	246840	246840
9	Condenser-01	3068083	3068083
10	Condenser-02	10715	10715
11	Condenser-03	9402	9402
12	Condenser-04	27	27
	Jumlah	8188539	8188539

3.3.4.2 Neraca Panas Masing-Masing Alat

Tabel 3.7 Neraca Panas Reaktor 01

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Panas masuk	98102	Panas keluar	-29064
panas yang di tambahkan	279054	Panas reaksi	406222
Total	377157	Total	377157

Tabel 3.8 Neraca Panas Vaporizer 01

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	-9070	Q2	50951
Qp	60021		
TOT	50951	0	50951

Tabel 3.9 Neraca Panas Vaporizer 02

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	-3293	Q2	13253
Qp	16547		
TOT	13253	0	13253

Tabel 3.10 Neraca Panas Heat Exchanger 01

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Qin	-13	Qout	1
Qp	14		
TOT	1	0	1

Tabel 3.11 Neraca Panas Heat Exchanger 02

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Qin	-10691	Qout	966
Qp	11658		
TOT	966	0	966

Tabel 3.12 Neraca Panas Menara Destilasi

Hasil Atas			
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	-3087971	Q2	-133967
Qp	3221938		
TOT	133967	0	133967
Hasil Bawah			
Q1	-3087971	Q2	-3541230
Qp	6629201		
TOT	3541230	0	3541230

Tabel 3.13 Neraca Panas Cooler-01

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	117551	Q2	9402
Qp	-108149		
TOT	9402	0	9402

Tabel 3.14 Neraca Panas Cooler-02

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	-4188660	Q2	246840
Qp	4435501		
TOT	246840	0	246840

Tabel 3.15 Neraca Panas Condenser-01

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	140787	Q2	-3068083
Qp	2927296		
TOT	3068083	0	3068083

Tabel 3.16 Neraca Panas Condensor-02

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	15573	Q2	10715
Qp	-4857		
TOT	10715	0	10715

Tabel 3.17 Neraca Panas Condensor-03

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	110876	Q2	9402
Qp	-101473		
TOT	9402	0	9402

Tabel 3.18 Neraca Panas Condensor-04

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
Q1	-767	Q2	27
Qp	794		
TOT	27	0	27

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pabrik Tersier Buthil Alkohol (TBA) dengan kapasitas 15.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Cilacap, Jawa Tengah yang merupakan daerah kawasan industri.

Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik ini adalah :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Unit

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

- a. Ketersediaan Lahan
Di daerah Cilacap telah disediakan kawasan yang diperuntukkan bagi industri yaitu di daerah Kawasan Industri Cilacap.
- b. Ketersediaan bahan baku
Bahan baku Rafinat dibeli dari PT. Pertamina Cilacap, sehingga kebutuhan bahan baku mudah terpenuhi.
- c. Penyediaan bahan bakar dan energi
Daerah Cilacap, Jawa Tengah merupakan kawasan industri sehingga penyediaan bahan bakar untuk generator dapat dengan mudah terpenuhi, sedangkan listrik untuk keperluan proses dan perkantoran disediakan dari PLN setempat.
- d. Sarana Transportasi

Telah tersedia jalan raya dan pelabuhan kapal yang memadai sehingga pengiriman barang keluar maupun ke dalam pabrik tidak mengalami kesulitan.

- e. Tersedianya Tenaga Kerja
Untuk tenaga kerja berkualitas dan berpotensi dipenuhi dari alumni Universitas seluruh Indonesia, sedangkan untuk tenaga operator ke bawah dapat dipenuhi dari daerah sekitar
- f. Iklim
Keadaan iklim dan cuaca di daerah Cilacap, Jawa Tengah umumnya baik, tidak terjadi gempa, dan angin topan.
- g. Penyediaan Utilitas
Daerah Cilacap, Jawa Tengah dilalui oleh sungai Donan yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan penyediaan utilitas terutama air.
- h. Pemasaran Produk
Pemasaran produk TBA ini adalah kepada unit Pertamina, yaitu sebagai bahan baku untuk menaikkan nilai oktan pada bensin.
- i. Pembuangan Limbah
Limbah yang sudah diolah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, sehingga dapat langsung dibuang ke sungai.

4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Unit

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

- 1. Area perluasan pabrik
Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan pengembangan produksi Cilacap yaitu Kawasan Industri Cilacap. sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik. Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

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

3. Prasaran dan fasilitas sosial

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

4.2 Tata Letak Pabrik (Layout Plant)

Lay Out (tata letak) pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat peralatan dan tempat menyimpan bahan. Lay out pabrik yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan dan kelancaran para pekerja serta keselamatan dan kelancaran proses.

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

- a. Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan di masa mendatang. Perluasan pabrik harus sudah masuk dalam perhitungan awal sebelum masalah kebutuhan tempat menjadi masalah besar di kemudian hari. Sejumlah areal khusus harus disiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik bila dimungkinkan pabrik menambah peralatan untuk menambah kapasitas atau menambah peralatan guna mengolah bahan baku sendiri.

b. Harga tanah merupakan faktor yang membatasi kemampuan penyediaan awal. Bila harga tinggi, maka diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian ruangan. Pemakaian tempat harus disesuaikan dengan areal yang tersedia. Bila perlu ruangan harus dibuat bertingkat, sehingga dapat menghemat tempat.

c. Faktor keamanan.

Faktor yang paling penting adalah faktor keamanan. Meskipun telah dilengkapi dengan alat-alat pengaman, seperti hydrant, reservoir air yang mencukupi. penahan ledakan dan juga asuransi pabrik, faktor-faktor pencegah harus tetap disediakan misalnya tangki bahan baku. produk dan bahan bakar harus ditempatkan di areal khusus dengan jarak antar ruang yang cukup untuk tempat-tempat yang rawan akan bahaya ledakan dan kebakaran.

d. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses ditata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah menjangkanya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

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

1. Daerah administasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Disini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses serta produk.

2. Daerah proses

Daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung.

3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.

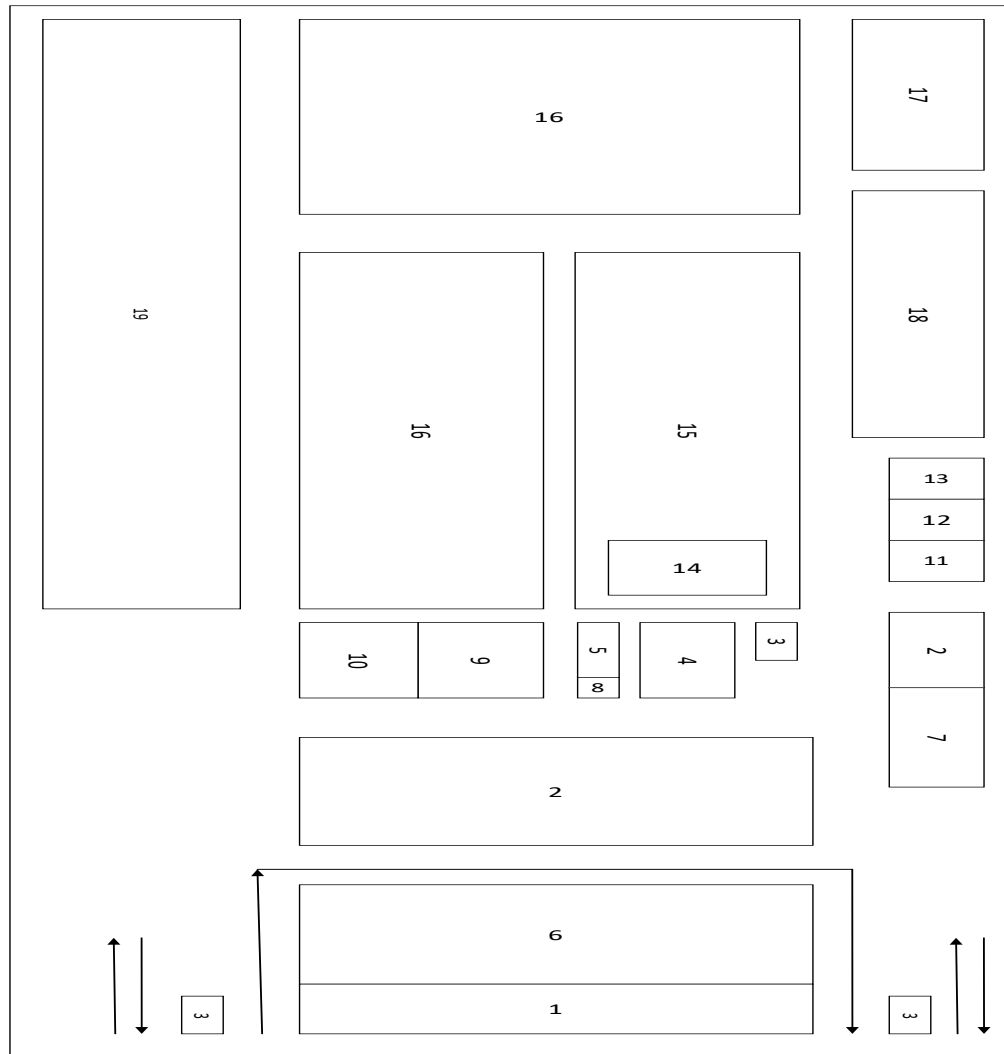
4. Daerah utilitas

e. Fasilitas Jalan

Jalan raya untuk pengangkutan bahan baku, produk dan bahan-bahan lainnya sangat diperlukan. Penempatan jalan tidak boleh mengganggu proses atau kelancaran dari tempat yang dilalui.

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Unit

No.	Nama Bangunan	p(m)	l(m)	L(m ³)
1	Ruang Kontrol	10	8	80
2	Pos Keamanan	3	3	9
3	Gudang	15	10	150
4	Kantor	20	10	200
5	Masjid	10	10	100
6	Kantin	6	10	60
7	Poliklinik	5	7	35
8	Laboratorium	8	8	64
9	Bengkel	7	8	56
10	Perpustakaan	5	5	25
11	Daerah Proses	30	35	1050
12	Daerah Utilitas	30	20	600
13	K3 dan Fire Hidran	10	8	80
14	UPL	9	8	72
15	Peluasan Wilayah	80	100	8000
16	Tempat Parkir	10	10	100
17	Taman	8	9	72
18	Mess	20	20	400
19	Ruang Timbang Truk	8	8	64
20	Tangki 1,2&5	40	20	800
21	Tangki Bahan Baku 3&4	20	10	200
22	Parkir Truk	10	10	100
23	Jalan	500	8	4000
Total Luas Lahan				10.753



Gambar 4.1 Tata letak pabrik TBA

Keterangan Gambar :

1:1000

- | | | |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1. Taman | 8. Poliklinik | 15. Area proses |
| 2. Kantor Utama | 9. Laboratorium | 16. Area tangki |
| 3. Pos keamanan | 10. Quality control | 17. Unit pengolahan imbuh |
| 4. Masjid | 11. Unit pemadam kebakaran | 18. Utilitas |
| 5. Kantin | 12. Gudang | 19. Perpustakaan |
| 6. Area Parkir | 13. Bengkel | 20. Area perluasan |
| 7. Kantor teknik dan produksi | 14. Control room | 21. Jalan |

4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak pabrik peralatan proses ada beberapa hal yang perlu di perhatikan, 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 juga diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran udara

Kelancaran aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Di samping itu juga perlu diperhatikan arah 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 menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak alat proses

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

6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.

7. Maintenance

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

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan alat 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 dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi :

a. Over head 1 x 1 tahun

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

b. Repairing

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

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi maintenance adalah :

- Umur alat

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

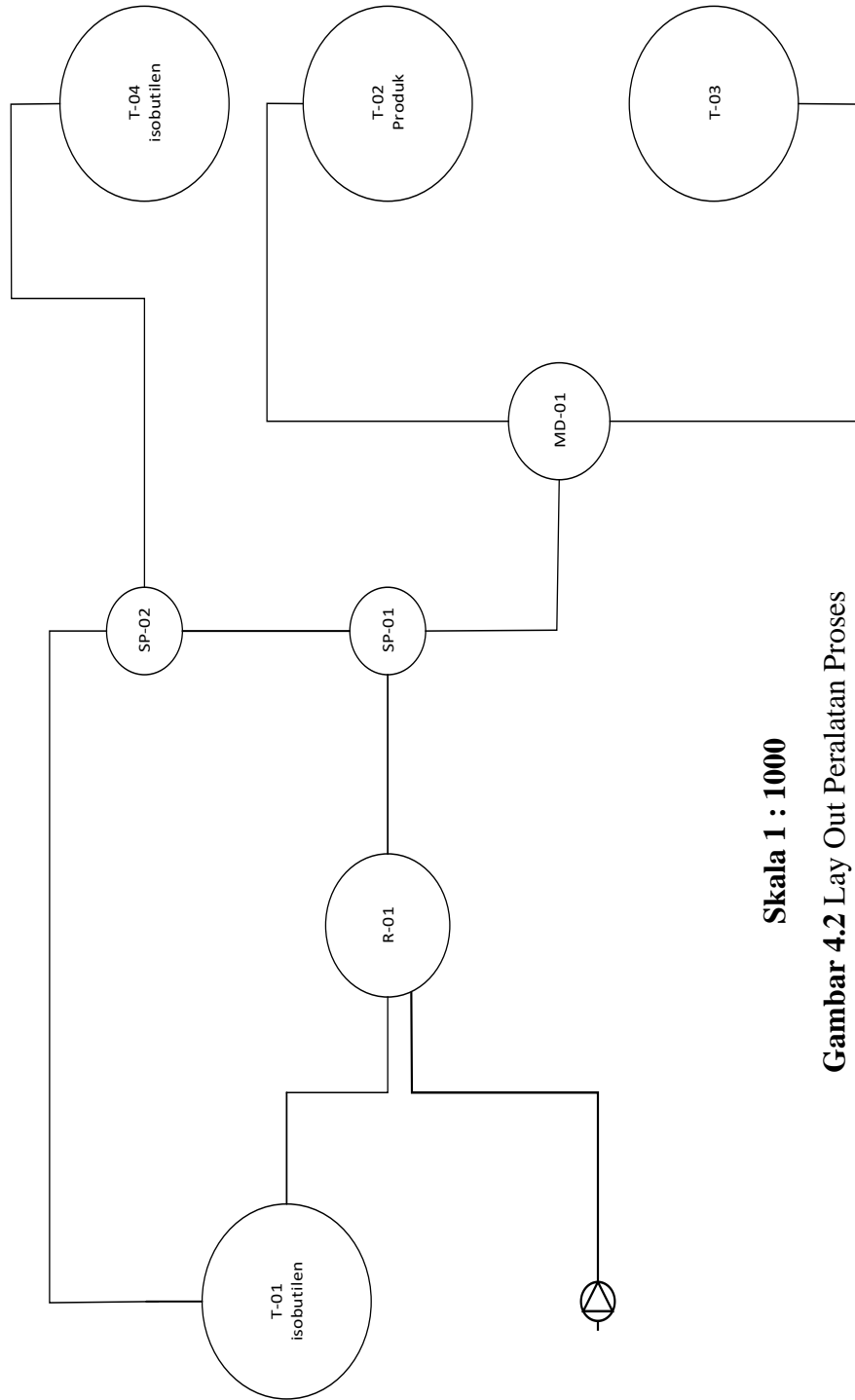
- Bahan baku

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

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan
- c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya faktor yang tidak penting
- d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi faktor, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.

TATA LETAK ALAT



Skala 1 : 1000

Gambar 4.2 Lay Out Peralatan Proses

4.4. Spesifikasi Alat Utilitas

1. Bak pengendapan awal

Tugas	: mengendapkan kotoran kasar dalam air. Pengendapan terjadi karena gravitasi dengan waktu tinggal 6 jam
Kapasitas	: 36,8110 m ³ /jam
Dimensi	: Bak persegi yang diperkuat beton bertulang Panjang = 7,6159 m ; Lebar = 7,6159 m ; Tinggi = 3,8079 m
Harga	: Rp 12.000.000

2. Bak Penampungan Air Bersih

Tugas	: Menampung air bersih berasal dari saringan pasir (SPU-01) dengan waktu tinggal 2 jam
Kapasitas	: 24,9645 m ³ /jam
Dimensi	: Bak persegi yang diperkuat beton bertulang Panjang = 3,9130 m ; Lebar = 3,9130 m ; Tinggi = 1,9565 m
Harga	: Rp 9.000.000

3. Clarifier (CU-01)

Tugas	: Mengendapkan gumpalan-gumpalan kotoran dari bak penggumpal secara sedimentasi
Jenis	: Circular Clarifiers
Kapasitas	: 50,0145 m ³
Waktu tinggal	: 4 jam
Luas Tampung	: 139,2340 m ³
Diameter	: 7,6283 m
Tinggi Clarifiers	: 33,04 m
Harga	: US\$ 78.032

4. Sand Filter

Tugas	: Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap dalam clarifier
Jenis	: Berbentuk balok
Tinggi	: 1,2023 m
Lebar	: 2,4046 m
Panjang	: 2,4046 m
Waktu tinggal	: 45 menit
Jumlah Bed	: 1 buah
Harga	: Rp 5.000.000

5. Kation Exchanger

Fungsi	: Menurunkan kesadahan air umpan utilitas
Jenis	: Tangki silinder tegak
Kapasitas	: 2,30 gpm
Resin	: Natural greensand Zeolit
Dimensi	: Tinggi = 1 m ; Diameter = 0,5978 m
Harga	: US\$ 2371,45

6. Anion Exchanger

Tugas	: Menghilangkan anion dari air keluaran kation exchanger
Jenis	: Tangki silinder tegak
Kapasitas	: gpm
Resin	: RNH3
Dimensi	: Tinggi = 1 m ; Diameter = 0,7 m
Harga	: US\$ 3161,93

7. Cooling Tower (CTU)

Tugas	: Mendinginkan kembali air pengindin yang telah dipergunakan, untuk disirkulasi (didinginkan) kembali.
Jenis	: Deck Tower
Kapasitas	: 19 gpm
Dimensi	: H = 2,7615 m ; D = 0,6703 m
Power Motor	: 0,75 Hp
Harga	: US\$ 253.181

8. Daerator (DAU)

Fungsi	: Menghilangkan kandungan gas dalam air terutama O ₂ , CO ₂ , NH ₃ , H ₂ S supaya tidak terjadi korosi
Jenis	: Silinder tegak yang berisi packing
Kapasitas	: 0,5226 m ³ /jam
Dimensi	: V = 0,6271 m ³ ; D = 0,9279 m ; H = 0,9279
Harga	: US\$ 2.567 (1 buah)

9. Tangki Flukulator

Fungsi	: Melarutkan dan membuat campuran yang akan diumpankan ke dalam clarifier (CL-01)
Jenis	: Tangki silinder
Kapasitas	: 34,9408 m ³ /jam
Dimensi	: D = 3,5440 m ; H = 3,5440 m
Harga	: US\$ 50.704

10. Tangki Tawas

Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 % untuk 1 minggu operasi
Jenis	: Tangki silinder
Kapasitas	: 0,9462 m ³
Dimensi	: D = 0,8447 m ; H = 1,6894 m
Harga	: US\$ 3.162

11. Tangki Larutan Soda Abu

Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan soda abu 5 % untuk 1 minggu operasi
Jenis	: Tangki silinder
Kapasitas	: 0,3140 m ³
Dimensi	: D = 1 m ; H = 1,5 m
Harga	: US\$ 3.162

12. Tangki Air Rumah Tangga dan Kantor

Fungsi	: Menampung air kebutuhan rumah tangga dan kantor dari bak penampungan air bersih (BU-02) dengan waktu tinggal 24 jam.
Jenis	: Bak silinder yang diperkuat beton bertulang
Kapasitas	: 683,3371 m ³

Dimensi : D = 9,5482 m ; H = 9,482 m

Harga : US\$ 1.468 (1 buah)

13. Tangki Kaporit

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan kaporit 5 % untuk persediaan 1 minggu.

Jenis : Tangki silinder

Kapasitas : 0,0627 m³

Dimensi : D = 0,4307 m ; H = 0,4307 m

Harga : US\$ 339

14. Tangki Larutan H₂SO₄ (TU-05)

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan H₂SO₄ untuk regenerasi ion exchanger.

Jenis : Tangki silinder

Kapasitas : 0,7929 m³

Dimensi : D = 1,003 m ; H = 1,003 m

Harga : US\$ 11.857 (1 buah)

15. Tangki Larutan NaOH

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan NaOH untuk regenerasi ion exchanger.

Jenis : Tangki silinder

Kapasitas : 0,2063 m³

Dimensi : D = 0,641 m ; H = 0,641 m

Harga : US\$ 1.242 (1 buah)

16. Tangki Kondensat

Fungsi : Menampung air yang di recycle pada proses pemanasan dan air dari dearator.

Jenis : Tangki silinder vertikal

Kapasitas : 4,5754 m³

Dimensi : D = 1,7996 m ; H = 1,7996 m

Harga : US\$ 6.098 (1 buah)

17. Bak Air Pendingin

Fungsi : Menampung sementara air pendingin sebelum digunakan di pabrik

Jenis : bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselin

Kapasitas : 3,8128 m³/jam

Dimensi : t = 1,0458 m ; L = 2,0916 m ; P = 2,0916 m

Harga : Rp 24.000.000 (1 buah)

18. Boiler (BO-01)

Tugas : Membuat steam jenuh pada tekanan 18 atm

Jenis : Fire tube reboiler

Kondisi Operasi

- Tekanan : 7,81 atm
- Suhu air umpan boiler : 30 °C
- Suhu Steam Jenuh : 100 °C

Kebutuhan Bahan Bakar : 87,06 lb/jam

Luas Perpindahan Panas : 6,0779 m²

Bahan Bakar : Batu bara

Spesifikasi Tube

- D : 1,940 m
- H : 3,879 m
- Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 240.646

19. Generator

Tugas : Membangkitkan listrik untuk keperluan proses, Utilitas dan umum apabila listrik dari PLN mengalami pemadaman

Jenis : Generator Diesel

Kapasitas : 330 kW

Jumlah : 1 buah

Kebutuhan Bahan Bakar : Solar

Harga : US\$ 5.082

20. Pompa 1 (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air dari sungai menuju Bak Pengendapan Awal (BU-01)

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 166,7262 gpm

Head : 14 m

Power Motor : 5 Hp

Harga : US\$ 3.049

21. Pompa 2 (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Penampungan Awal (BU-01) menuju tangki Flokulator (TF-01)

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 158,3899 gpm

Head : 14 m

Power Motor : 5 Hp

Harga : US\$ 3.049

22. Pompa 3 (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangi Flokulator (TF-01) menuju clarifier (CL-01)

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 150,4704 gpm

Head : 12 m

Power Motor : 5 Hp

Harga : US\$ 3.049

23. Pompa 4 (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari clarifier (CL-01) menuju sand filter.

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 150,4704 gpm

Head : 14 m

Power Motor : 5 Hp

Harga : US\$ 3.049

24. Pompa 5 (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari sand filter menuju bak penampungan air bersih

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 150,4478 gpm

Head : 14 m

Power Motor : 5 Hp

Harga : US\$ 3.049

25. Pompa 6 (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Penampungan air bersih menuju tangki klorinisasi dan kation exchanger

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 129,0095 gpm

Head : 12 m

Power Motor : 5 Hp
Harga : US\$ 3.049

26. Pompa 7 (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki klorinasi menuju bak sanitasi
Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 122,6146 gpm
Head : 14 m
Power Motor : 5 Hp
Harga : US\$ 3.049

27. Pompa 8 (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air dari kation exchanger (KE-01) menuju anion exchanger (AE-01)
Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 2,3002 gpm
Head : 14 m
Power Motor : 0,125 Hp

Harga : US\$ 903

28. Pompa 9 (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air dari anion exchanger (AE-01) menuju tangki kondensat

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 2,7005 gpm

Head : 14 m

Power Motor : 0,125 Hp

Harga : US\$ 903

29. Pompa 10 (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki kondensat menuju deacurator.

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 19,7035 gpm

Head : 14 m

Power Motor : 0,75 Hp

Harga : US\$ 1.694

30. Pompa 11 (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki deacrator menuju boiler.

Jenis : Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 2,7005 gpm

Head : 14 m

Power Motor : 0,125 Hp

Harga : US\$ 903

4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam pabrik adalah penyediaan utilitas, karena utilitas sangat mempunyai arti penting dalam menunjang operasi pabrik. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Adapun penyediaan utilitas ini meliputi :

1. Unit Penyediaan utilitas dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik TBA ini, untuk mencukupi kebutuhan air diperoleh dari sungai donan yang terletak tidak jauh dari pabrik. Air yang dibutuhkan digunakan untuk keperluan proses yaitu, untuk membuat steam dan sebagai air pendingin serta untuk air minum.

1. Air Pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor berikut :

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c. Dapat menyerap jumlah panas yang sangat tinggi persatuan volume.
- d. Tidak mudah menyusut secara bcrarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e. Tidak terdekomposisi

2. Sebagai pemadam kebakaran dan alat pemadam lain.

Air yang diperiukan dalam lingkungan pabrik yang berasal dari air tawar juga digunakan untuk :

1. Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang digunakan untuk kepcriuan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu :

- a. Syarat fisik, meliputi :
 - Suhu : di bawah suhu udara
 - Warna : jernih
 - Rasa : tidak berasa
 - Bau : tidak berbau
- b. Syarat kimia, meliputi :
 - Tidak mengandung zat organic dan anorganik yang terlaurt dalam air

- Tidak mengandung bakteri.

2. Air Minum

Unit penyediaan dan pengolah air meliputi :

1. Clarifier

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

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

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

Air baku dimasukan kedalam clarifier untuk mengendapkan pengotor dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur PH. Air baku ini dimasukan meiaiui bagian tengah clarifier dan diaduk dengan agitator.

Air bersih keluar dari pinggir clarifier secara overflow, sedangkan sludge (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai turbiditi sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar clarifier turbiditinya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Penyaringan

Air dari clarifier dimasukan kedalam sand filter untuk menahan atau menyaring partikel-partikel solid yang lolos atau terbawa bersama air dari clarifier. Air keluar dari sand filter

dengan turbiditi kira-kira 2 ppm. dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (filter water reservoir).

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

3. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (boiler) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada filtered water sehingga konduktivitasnya di bawah 0,3 ohm dan kandungan silika lebih kecil dari 0,02 ppm.

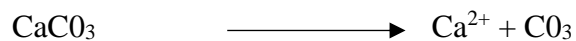
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

a. Kation Exchanger

Kation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari kation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi



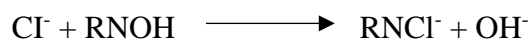
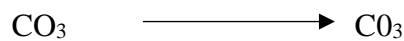
Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu di regenerasikan kembali dengan asam sulfat. Reaksi



b. Anion Exchanger

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basah, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi :



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

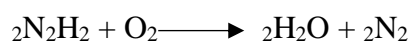
Reaksi



c. Deacraasi

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

Reaksi



Ke dalam deaerator juga dimasukkan low steam kondensat yang berfungsi sebagai media pemanas.

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

4. Pendingin dan menara pendingin

Air yang telah digunakan pada cooler dan alat proses yang menggunakan pendingin, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu, untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada cooling tower. Air yang didinginkan pada

cooling tower adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

- Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.2 Kebutuhan Air Pendingin

No	Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan	
			(lb/jam)	(kg/jam)
1	Cooler 01	CO-01	90317	4096
2	Cooler 02	CO-02	129221	58613
3	Condensor 01	CD-01	1317	658
4	Condensor 03	CD-03	923	461
5	Reaktor	R-01	1448	657
Jumlah			223228	101358

- Kebutuhan Amoniak

Tabel 4.3 Kebutuhan Amoniak

No	Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan	
			(lb/jam)	(kg/jam)
1	Condensor 02	CD-02	2082	1041
2	Condensor 04	CD-04	877	438
Jumlah			2959	1479

4.5.2. Unit Pembangkit Steam

Dalam perancangan pabrik Tersier Butil Alkohol ini, untuk menghasilkan steam yang digunakan dalam proses dengan menggunakan boiler. Sebelum masuk boiler, air harus dihilangkan kesadahnya, karena air yang sadah akan menimbulkan kerak didalam boiler. Oleh karena itu, sebelum masuk boiler air dilewatkan dalam ion exchanger dan deaerator terlebih dahulu. Dalam hal ini yang digunakan adalah fire tube boiler.

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

Kapasitas : 551,170 kg/jam

Tekanan : 7,8 atm

Suhu : 100 °C

Bahan Bakar : Batu bara

Jenis : Fire Tube Boiler

Jumlah : 1 Buah

Ketel uap jenis Fire Tube Boiler dengan bahan bakar fuel oil dilengkapi dengan drum separator.

- **Kebutuhan Steam**

Tabel 4.4 Kebutuhan Steam

No	Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan
			kg/jam
1	Heat exchanger 01	HE-01	0,027
2	Heat exchanger 02	HE-02	21
3	Vaporizer 01	VAP-01	122
4	Vaporizer 02	VAP-02	33
5	Reboiler 01	RB-01	1320
	Jumlah		1498

4.5.3. Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan akan tenaga listrik di pabrik ini sebesar 220 Kw sudah termasuk penerangan, laboratorium, rumah tangga. perkantoran. Pendingin ruangan (AC) dan kebutuhan lainnya.

Untuk mencukupi kebutuhan tersebut pabrik TBA menggunakan listrik dari PLN, dan untuk cadangan listrik digunakan generator diesel dengan kapasitas 330 kW jika pasokan listrik kurang. Spesifikasi generator diesel yang digunakan adalah:

- Kapasitas = 330 kW

- Jenis = Generator Diesel
- Jumlah = 1 buah

Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini di distribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik 50% dan diesel 50%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%. Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi:

a. Listrik untuk keperluan proses

- **Peralatan Proses**

Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik Alat Proses

N0	Nama Alat	Kode Alat	Power	Jumlah	Power (Hp)
1	Pompa 1	P-01	9	1	9
2	Pompa 2	P-02	0,75	1	0,75
3	Pompa 3	P-03	0,5	1	0,5
4	Pompa 4	P-04	1	1	1
5	Pompa 5	P-05	0,75	1	0,75
6	Pompa 6	P-06	0,5	1	0,5
	Total				12,5

- **Peralatan Utilitas**

Tabel 4.6 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

N0	Nama Alat	Kode Alat	Power	stdr	Jumlah	Power (Hp)
1	Clarifier	CLU	20		1	20
2	Cooling Tower	CTU	0,75		1	0,75
3	Tangki Flokulator	TPU	3		1	3
4	Pompa	PU-01	5		1	5
5	Pompa	PU-02	5		1	5
6	Pompa	PU-03	5		1	5
7	Pompa	PU-04	5		1	5

8	Pompa	PU-05	5		1	5
9	Pompa	PU-06	5		1	5
10	Pompa	PU-07	5		1	5
11	Pompa	PU-08	0,125		1	0,125
12	Pompa	PU-09	0,125		1	0,125
13	Pompa	PU-10	0,75		1	0,75
14	Pompa	PU-11	0,125		1	0,125
	TOTAL		59,875			59,875

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- Alat kontrol diperkirakan sebesar 20 kW
- Laboratorium, rumah tangga, perkantoran, jalan raya, dll diperkirakan 200 Kw

Tabel 4.7 Kebutuhan Listrik Untuk Sanitasi

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	9
	b. Utilitas	44
2	a. Listrik Ac	15
	b. Listrik Penerangan	100
3	Laboratorium dan Bengkel	40
4	Instrumentasi	10
	Total	219

- Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar = 219 kW
Jika over design 20% maka total kebutuhan listrik = 275 kW
Energi sebesar ini diperoleh dengan membeli dari PLN namun juga disediakan generator cadangan berkekuatan 330 kW jika sewaktu-waktu listrik padam atau pasokan listrik berkurang.

4.5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar industrial diesel oil (IDO) yang diperoleh dari PT Pertamina Cilacap.

Kebutuhan bahan bakar IDO

Effisiensi 80% dari kebutuhan listrik total

Q : 1188000 Kj/jam

H : 80%

Heating value : 45766,376 Kj/kg

Kebutuhan Bahan Bakar : 32,4474 Kg/jam

4.6. Laboratorium

4.6.1. Kegunaan laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan fungsinya yang lain adalah untuk pengendalian terhadap pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara ataupun pencemaran air.

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Tugas laboratorium antara lain :

- Memeriksa bahan baku dan bahan pembantu yang akan digunakan
- Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan (TBA)
- Melakukan percobaan yang ada kaitarnya dengan proses produksi
- Memeriksa kadar zat-zat pada buangan pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran agarsesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

4.6.2. Program kerja laboratorium

1. Anilisa Bahan Baku dan Produk

Dalam upaya pengendalian mutu pabrik ini, maka akan dioptimalkan aktivitas laboratorium untuk pengujian mutu. Adapun analisa pada proses pembuatan TBA meliputi : kemurnian, wama, densitas, viskositas, titik didih, spesifik gravity.

2. Analisa Untuk Keperluan Utilitas

Adapun analisa untuk keperluan utilitas meliputi :

- a. Analisa feed water, yang dianalisa meliputi dissolved oksigen, PH, hardness, total solid, suspended solid seta oil dan organik mater

Syarat kualitas feed water :

- DO : lebih baik $0 < 0,007$ ppm ($< 0,005$ cc/L)
- PH : > 7
- Hardness : 0
 - Temporary hardness maximum : ppm CaCO_3
- Total solid : < 200 ppm (0-600 Psi), < 10 ppm(600-750 Psi)
- Suspended solid : 0
- Oil dan organik mater : 0
 - Penukaran ion, yang dianalisa adalah kesadahan CaCO_3 dan silika sebagai SiO_2
 - Air bebas rmineral, analisisnya sama dengan penukar ion
 - Analisa cooling water, yang di analisa PH jenuh CaCO_3 dan indeks langelier.

Syarat kualitas air pada cooling water :

- PH jenuh CaCO_3 : $11,207 - 0,916 \log \text{Ca} + \log \text{Mg} - 0,991 \log$
total alkalinitas + $0,032 \log \text{SC}_4$
 - Indeks Langlier : PH jenuh CaCO_3 (0,6 – 10)
- b. Air minum yang dihasilkan dianalisa meliputi PH, kadar kalor, dan kekeruhan.
 - c. Air bebas mineral yang dianalisa meliputi PH. kesadahan, jumlah O_2 terlarut, dan kadar Fe.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium.

Maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi tiga bagian :

1. Laboratorium pengamatan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua arus yang berasal dari proses-proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan : sertifikat of Quality untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaai dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium analisa atau analitik

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, kadar air, dan bahan kimia yang digunakan (aditif, bahan-bahan injeksi. dll)

3. Laboratorium penelitian, pengembangan dan perlindungan lingkungan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material terkait dalam proses yang digunakan untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang bam untuk keperluan pengembangan. Termasuk di dalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

4.6.3. Alat-Alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain :

a. Water Content Taster

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air dalam produk

b. Gas Chromatography

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar iso butilena dalam bahan baku dan TBA dalam produk

c. Viscosimeter Bath

Alat ini digunakan untuk mengukur viscositas produk keluar dari reaktor

d. Hydrometer

Alat ini digunakan untuk mengukur spesifik gravity

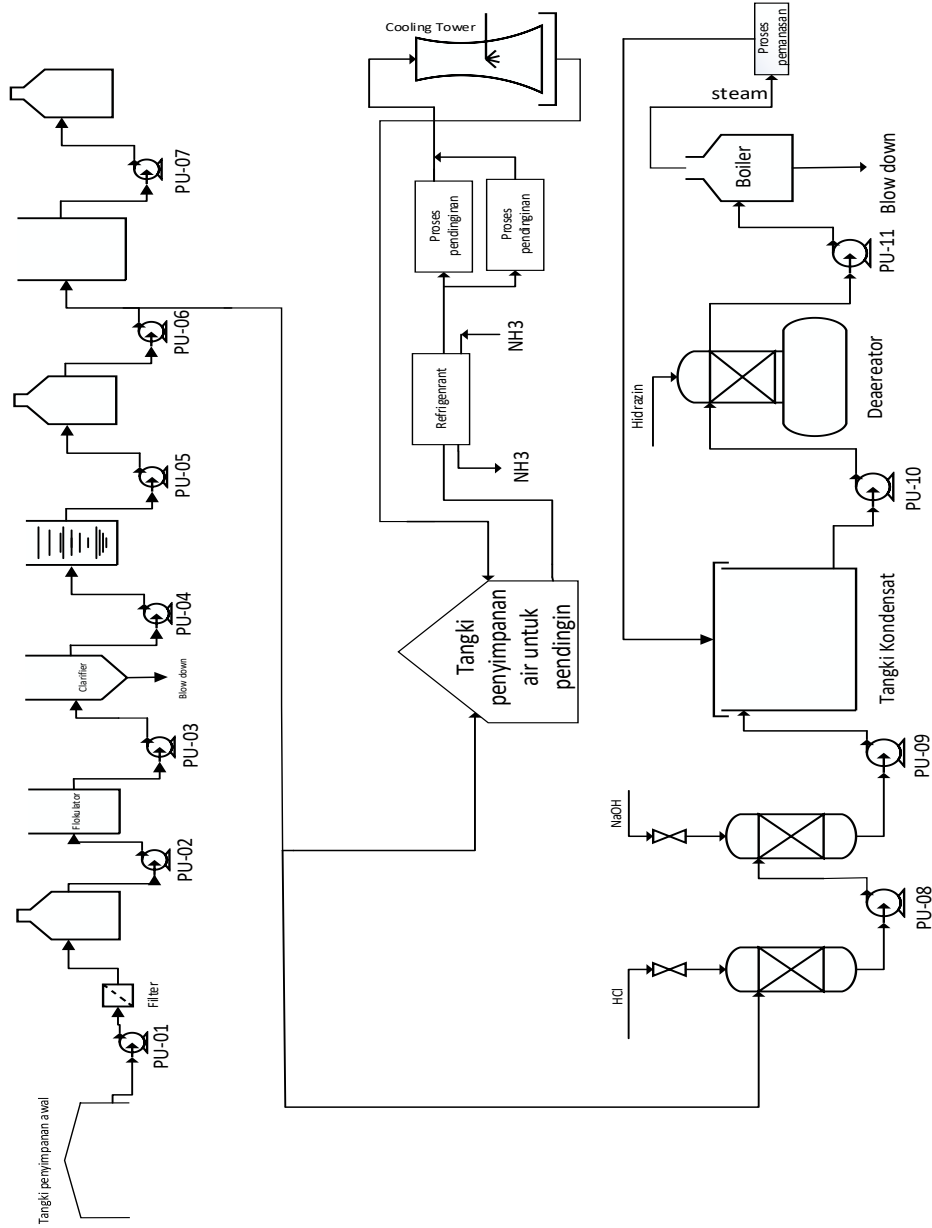
4.7. Kesehatan Dan Keselamatan Kerja

Bahan-bahan yang digunakan dalam pabrik cukup berbahaya, oleh karena itu diperlukan disiplin kerja yang baik. Kesalahan akan dapat mengakibatkan kecelakaan bagi manusia dan peralatan pabrik, misal kcsakitan, kematian kebakaran, keracunan dan ledakan. Untuk setiap karyawan pabrik diberikan perlengkapan pakaian seperti helm, sarung tangan, masker, dan lain-lain.

Penanganan keselamatan kerja tidak lepas dari rancangan dan pelaksanaan konstruksi. Untuk itu semua peralatan harus memenuhi standar rancang bangun. Keamanan kerja berkaitan erat dengan aktivitas suatu industri, maka perlu dipikirkan suatu sistem keamanan yang memadai, karena menyangkut keselamatan manusia, bahan baku, produk dan peralatan pabrik.

Sistem keamanan dapat terwujud karena beberapa hal seperti pemilihan lokasi, tidak ada dampak lingkungan negatif, tata letak peralatan pabrik dan kepatuhan karyawan terhadap semua peraturan di dalam pabrik. Keamanan suatu pabrik kimia sangat tergantung dari penanganan, pengendalian dan usaha untuk mencegah bahaya yang mungkin timbul.

Fasilitas pemadam kebakaran seperti fire hydrant perlu ditempatkan pada tempat-tempat yang strategis, di samping itu perlu disediakan pula portabel fire fighting equipment pada setiap ruangan dan tempat-tempat yang mudah dicapai.



Gambar 4.3 Diagram Alir Utilitas

Deaerator

4.8 Organisasi Perusahaan

4.8.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Pabrik TBA yang akan didirikan mempunyai :

- Bentuk : Perseroan terbatas (PT)
- Lapangan usaha : Pabrik Tersier Buthyl Alcohol
- Lokasi perusahaan : Cilacap, Jawa Tengah

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

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

Ciri-ciri perseroan terbatas adalah :

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

4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan

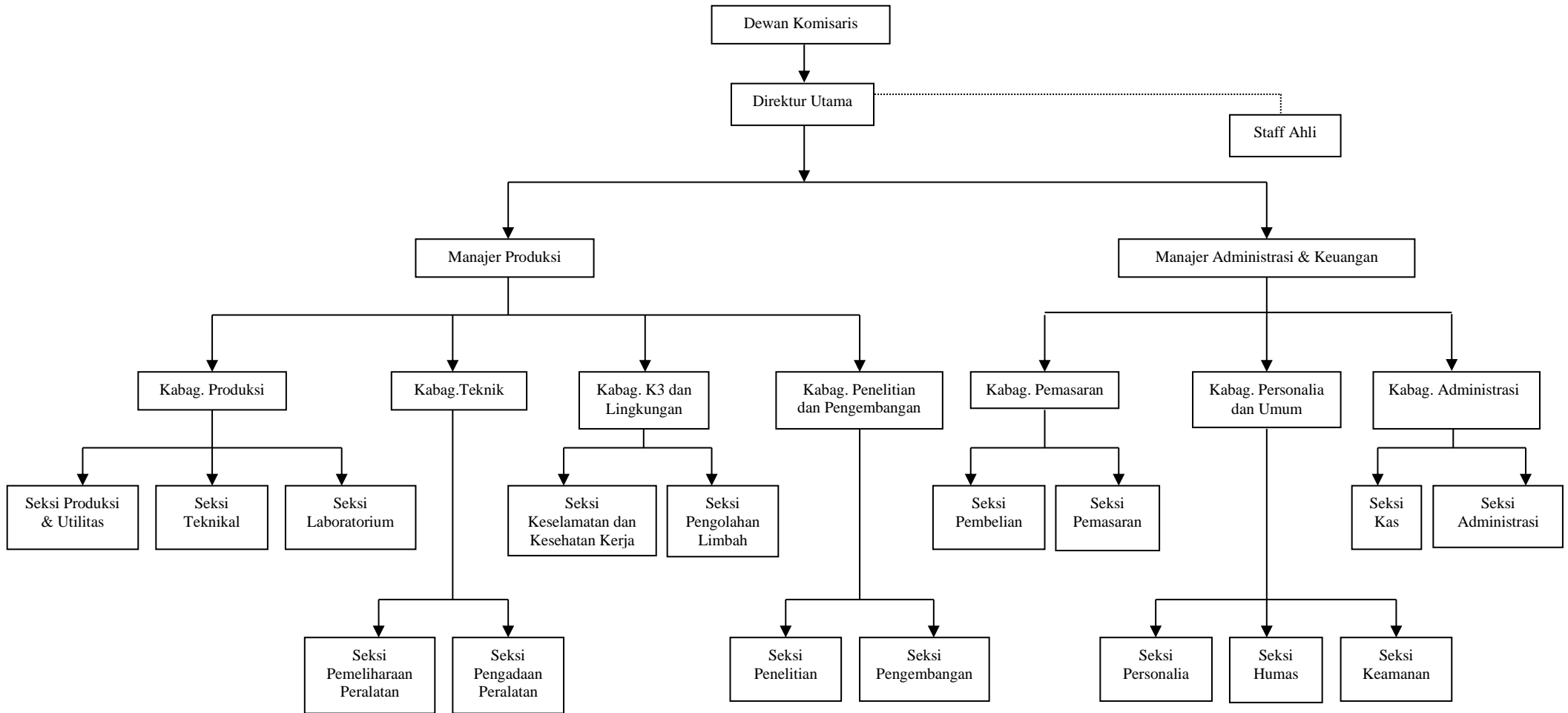
Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Hal ini disebabkan oleh kelancaran perusahaan berhubungan dengan komunitas yang terjadi didalamnya.

Untuk mendapatkan suatu sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman, antara lain :

- Perumusan tujuan perusahaan jelas
- Pendelegasian wewenang dan pembagian tugas kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman pada hal-hal tersebut, maka akan diperoleh struktur organisasi yang baik, yang salah satunya yaitu *System line and staff* pada system ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis dan ada pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam system organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Skema susunan organisasinya dapat dilihat pada Gambar 4.4.

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN



Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan

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

1. Sebagai garis atau lini yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

Dewan komisaris mewakili para pemegang saham dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Manajer Produksi dan Manajer Umum. Manajer Produksi membawahi bagian teknik dan operasi sedangkan Manajer Umum membawahi kelancaran dan pemasaran. Manajer membawahi kepala bagian dan kepala bagian akan membawahi kepala seksi. Kepala seksi ini akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang 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 :

- Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain.
- Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- Penyusunan program pengembangan manajemen.
- Mengatur kembali langkah kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

4.8.3 Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

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

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.
- b. Mengangkat dan memberhentikan Direktur.
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

2. Dewan Komisaris

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

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

3. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur membawahi Manajer Produksi dan Manajer Umum.

Tugas Direktur meliputi :

- a. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
- b. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
- c. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan Rapat
- d. Mengkoordinir kerjasama dengan Manajer Produksi dan Manajer Umum.

4. Manajer

Manajer merupakan tenaga yang membantu Direktur di dalam pelaksanaan operasional perusahaan dan bertanggung jawab kepada Direktur. Manajer dibagi menjadi dua bagian yaitu :

- a. Manajer Produksi, tugasnya :
 - Bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang operasi dan teknik.
 - Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.
- b. Manajer Umum, tugasnya :
 - Bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang keuangan, pelayanan umum dan pemasaran.
 - Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

5. Staf Ahli

Staf Ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Direktur dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik, administrasi, maupun hukum. Staf ahli bertanggung jawab kepada Direktur sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas Staf Ahli meliputi :

- a. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- b. Mengadakan evaluasi di bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
- c. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

6. 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.

a. Kepala Bagian Operasi

Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Operasi membawahi :

1. Seksi Produksi dan Utilitas

Tugasnya meliputi :

- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
- Mengawasi jalannya proses dan produksi.
- Bertanggung jawab atas ketersediaan sarana utilitas untuk menunjang kelancaran proses produksi.

2. Seksi Teknikal

Tugasnya meliputi :

- Pengendalian operasi pabrik sehingga dicapai produksi sesuai dengan yang dikehendaki.

- Bekerja sama dengan Seksi Produksi dan Utilitas dalam menangani gangguan yang mungkin terjadi.

3. Seksi Laboratorium

Tugasnya meliputi :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa produk.
- Mengawasi kualitas buangan pabrik.

b. Kepala Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik bertanggung jawab kepada Manajer Produksi. Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain :

- Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi :

1. Seksi Pemeliharaan Peralatan

Tugasnya meliputi :

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

2. Seksi Pengadaan Peralatan

Tugasnya meliputi :

- Merencanakan penggantian alat.
- Menentukan spesifikasi peralatan pengganti / peralatan baru yang akan digunakan.

c. Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan

Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang K3 dan pengolahan limbah.

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan membawahi :

1. Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Tugasnya meliputi :

- Melaksanakan dan mengatur segala hal untuk menciptakan keselamatan dan kesehatan kerja yang memadai dalam perusahaan.
- Menyelenggarakan pelayanan kesehatan terhadap karyawan terutama di poliklinik.
- Melakukan tindakan awal pencegahan bahaya lebih lanjut terhadap kejadian kecelakaan kerja.
- Menciptakan suasana aman di lingkungan pabrik serta penyediaan alat-alat keselamatan kerja.

2. Seksi Pengolahan Limbah

Tugasnya meliputi :

- Memantau pengolahan limbah yang dihasilkan perusahaan
- Memantau kadar limbah buangan agar sesuai dengan baku mutu lingkungan.

d. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang penelitian dan pengembangan perusahaan.

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang) membawahi :

1. Seksi Penelitian

Tugasnya meliputi :

- Melakukan penelitian untuk peningkatan efisiensi dan efektifitas proses produksi serta peningkatan kualitas produk.

2. Seksi Pengembangan

Tugasnya meliputi :

- Merencanakan kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan perusahaan baik dari segi kapasitas, keperluan plant, pengembangan pabrik maupun dalam struktur organisasi perusahaan.

e. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

1. Seksi Pembelian

Tugasnya meliputi :

- Merencanakan besarnya kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu yang akan dibeli
- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

2. Seksi Pemasaran

Tugasnya meliputi :

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

f. Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan membawahi :

1. Seksi Administrasi

Tugasnya meliputi :

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

2. Seksi Kas

Tugasnya meliputi :

- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.
- Menghitung penggunaan uang perusahaan, dan membuat prediksi keuangan masa depan.

g. Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala Bagian Personalia dan Umum bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Personalia dan Umum membawahi :

1. Seksi Personalia

Tugasnya meliputi :

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

2. Seksi Humas

Tugasnya meliputi :

- Mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat diluar lingkungan perusahaan.

3. Seksi Keamanan dan Ketertiban

Tugasnya meliputi :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan.
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

7. Kepala Seksi

Kepala Seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap Kepala Seksi bertanggung jawab terhadap Kepala Bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.8.4 Status Karyawan dan Sistem Penggajian

Pada pabrik benzonitril, sistem penggajian karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian.

4.8.4.1 Status Karyawan

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang telah memenuhi syarat-syarat yang ditentukan, diterima, dipekerjakan dan mendapat balas jasa serta

terikat dalam hubungan kerja dengan perusahaan untuk jangka waktu yang tidak terbatas.

b. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang terikat pada hubungan kerja dengan perusahaan dalam jangka waktu yang terbatas, hubungan kerja diatur dalam suatu perjanjian, dengan berpedoman pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. PER 02/MEN/1993. Hak-hak karyawan kontrak dapat disesuaikan dengan kondisi dan dituangkan dalam kontrak tersebut.

c. Karyawan Borongan

Karyawan borongan adalah karyawan yang terikat pada hubungan kerja dengan perusahaan atas dasar pekerjaan harian yang bersifat insidental / sewaktu-waktu dan tidak terus-menerus, maksimal selama 3 bulan disesuaikan dengan kondisi dan dituangkan didalam kontrak yang dimaksud.

4.8.4.2 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik benzonitrile beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang lain dapat digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shutdown*. Sedangkan pembagian kerja karyawan digolongkan dalam 2 golongan, yaitu :

a. Karyawan *Non-Shift*

Karyawan *non-shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Termasuk karyawan *non-shift* adalah manajer, staff ahli, kepala bagian, kepala seksi, bagian administrasi, personalia dan umum. Karyawan *non-shift* dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam Kerja :

- Hari Senin-Jumat : jam 08.00 – 16.00
Dengan waktu istirahat 12.00 – 13.00
- Untuk hari Sabtu dan Minggu libur

b. Karyawan *Shift / Ploog*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi, sebagian seksi proses, sebagian seksi laboratorium, sebagian seksi pemeliharaan, sebagian seksi utilitas, sebagian karyawan K3 dan lingkungan serta seksi keamanan. Para karyawan shift akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut :

Karyawan produksi dan teknik :

- Shift Pagi : jam 06.00 – 14.00
- Shift Siang : jam 14.00 – 22.00
- Shift Malam : jam 22.00 – 06.00

Karyawan Keamanan

- Shift Pagi : jam 07.00 – 15.00
- Shift Siang : jam 15.00 – 23.00
- Shift Malam : jam 23.00 – 07.00

Tabel 4.8 Jadwal Kerja Karyawan

Hari ke Kelom	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	I	I	I	L	II	II	II	L	III	III
B	L	II	II	II	L	III	III	III	L	I
C	II	L	III	III	III	L	I	I	I	L
D	III	III	L	I	I	I	L	II	II	II

Keterangan :

A,B,C,D : Kelompok kerja shift

1,2,3,... : Hari kerja

L : Hari libur

I,II,III : Shift

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

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

4.8.4.3 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

a. Jabatan dan Prasyarat

Tabel 4.9 Jabatan dan Prasyarat

Jabatan	Prasyarat
Direktur	Sarjana
Manajer Produksi	Sarjana Teknik Kimia (Pengalaman Min. 5 Tahun)
Manajer Umum	Sarjana Ekonomi (Pengalaman Min. 5 Tahun)
Staf Ahli	Sarjana (Pengalaman Min. 5 Tahun)
Kepala Bagian Operasi	Sarjana Teknik Kimia (Pengalaman Min. 3 Tahun)
Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin (Pengalaman Min. 3 Tahun)
Kepala Bagian K3	Sarjana Teknik Kimia (Pengalaman Min. 3 Tahun)
Kepala Bagian Litbang	Sarjana Teknik Kimia (Pengalaman Min. 3 Tahun)
Ka.Bagian Keuangan&Adm	Sarjana Ekonomi (Pengalaman Min. 3 Tahun)
Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi (Pengalaman Min. 3 Tahun)
Ka.Bagian Personalia&Umum	Sarjana FISIP (Pengalaman Min. 3 Tahun)
Kepala Seksi	Sarjana
Kepala Regu	Sarjana Muda
Foreman	STM/SMU sederajat
Operator	STM/SMU sederajat
Sekretaris	Akademi Sekretaris
Medis	Dokter
Paramedis	Paramedis
Keamanan	SMU sederajat
Sopir, pesuruh, cleaning servise	SMP/SMU

b. Jumlah karyawan dan Gaji

Tabel 4.10 Jumlah karyawan dan gaji

Jabatan	Jumlah	Gaji 1 orang/bln
Direktur Utama	1	Rp 30.000.000,00
Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 27.000.000,00
Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 27.000.000,00
Kepala Bagian Umum	1	Rp 23.000.000,00
Kepala Bagian Pemasaran	1	Rp 23.000.000,00
Kepala Bagian Keuangan	1	Rp 23.000.000,00
Kepala Bagian Teknik	1	Rp 23.000.000,00
Kepala Bagian Produksi	1	Rp 23.000.000,00
Kepala Seksi Personalia	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Humas	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Keamanan	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Pembelian	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Pemasaran	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Administrasi	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Kas/Anggaran	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Proses	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Pengendalian	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Laboratorium	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Pemeliharaan	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Utilitas	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Pengembangan	1	Rp 15.000.000,00
Kepala Seksi Penelitian	1	Rp 15.000.000,00
Total Gaji Profesional	22	Rp 409.000.000,00
Staff Ahli	2	Rp 22.000.000,00
Sekretaris	2	Rp 6.000.000,00
Karyawan Personalia	3	Rp 4.000.000,00
Karyawan Humas	3	Rp 4.000.000,00
Karyawan Keamanan	9	Rp 3.500.000,00
Karyawan Pembelian	3	Rp 4.000.000,00
Karyawan Pemasaran	3	Rp 4.000.000,00
Karyawan Administrasi	3	Rp 4.300.000,00
Karyawan Kas/Anggaran	3	Rp 4.200.000,00
Karyawan Proses (operator)	12	Rp 5.000.000,00
Karyawan Proses Pendukung	4	Rp 5.000.000,00
Karyawan Pengendalian	3	Rp 4.500.000,00
Karyawan Laboratorium	3	Rp 4.600.000,00
Karyawan Pemeliharaan	4	Rp 4.300.000,00
Karyawan Utilitas (operator)	44	Rp 5.000.000,00
Karyawan KKK	4	Rp 4.700.000,00
Karyawan Litbang	3	Rp 4.000.000,00

Karyawan Pemadam Kebakaran	7	Rp	4.300.000,00
Medis	1	Rp	4.800.000,00
Paramedis	5	Rp	3.200.000,00
Sopir	5	Rp	3.000.000,00
Cleaning Service	6	Rp	2.000.000,00
Total Gaji Labor	132	Rp	110.400.000,00
Total	176	Rp	519.400.000,00

4.8.4.4 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa :

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

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.
4. Pengobatan
 - a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang disebabkan oleh kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.

b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5. Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp. 1.000.000,00 per bulan.

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

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

4.8.5 Manajemen Produksi

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

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya untuk

diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

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

a. Perencanaan Produksi

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

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi dua kemungkinan :

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

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

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

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

a. Material (bahan baku)

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

b. Manusia (tenaga kerja)

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

c. Mesin (peralatan)

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

b. Pengendalian Produksi

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

1. Pengendalian kualitas

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

2. Pengendalian kuantitas

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

3. Pengendalian waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian bahan proses

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

4.9 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah :

1. *Return On Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow*
4. *Break Event Point*
5. *Shut Down Point*

Sebelum dilakukan analisa terhadap ketiga 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 variable (*Variable Cost*)
- c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

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

Harga indeks tahun 2021 diperkirakan secara garis dengan menggunakan data indeks dari tahun 1987 sampai 2016 :

CEP Indeks 1987 = 324

CEP Indeks 1997 = 386,5

CEP Indeks 2000 = 391,4

CEP Indeks 2007 = 525,4

CEP Indeks 2016 = 541,7

Harga pada tahun 2021 dapat dicari dengan persamaan [5.1] sebagai berikut :

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad \dots(4.3)$$

Dalam hubungan ini:

E_x = harga alat pada tahun X

E_y = harga alat pada tahun Y

N_x = nilai indeks tahun X

N_y = nilai indeks tahun Y

Data indeks yang ada pada jurnal terbatas sampai tahun 2016, untuk itu indeks harga tahun 2021 ditentukan dengan persamaan linear [4.4].

Tabel 4.11 Harga Indeks

Tahun	Ke-	Indeks
1990	1	357,6
1991	2	361,3
1992	3	358,2
1993	4	359,2
1994	5	368,1
1995	6	381,1
1996	7	381,7
1997	8	386,5
1998	9	389,5
1999	10	390,6
2000	11	394,1
2001	12	394,3
2002	13	395,6
2003	14	402
2004	15	444,2
2005	16	468,2
2006	17	499,6
2007	18	525,4
2008	19	575,4
2009	20	521,9
2010	21	550,8
2011	22	585,7
2012	23	584,6
2013	24	567,3

2014	25	576,1
2015	26	556,8
2016	27	597,148
2017	28	607,832
2018	29	618,516
2019	30	629,2
2020	31	639,884
2021	32	650,568
2022	33	661,252
2023	34	671,936
2024	35	682,62

Dengan menggunakan persamaan indeks diatas maka dapat dicari persamaan untuk tahun perancangan, dalam hal ini tahun 2021 yaitu :

$$Y = 9,6472(X) - 18864 \quad \dots(4.4)$$

Sehingga diperoleh indeks pada tahun 2021 adalah 650,568.

Untuk jenis alat yang sama tapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut:

$$Eb = Ea \left(\frac{Cb}{Ca} \right)^x \quad \dots(4.5)$$

Dimana:

Ea = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

Eb = Harga alat dengan kapasitas dicari.

Ca = Kapasitas alat A.

Cb = Kapasitas alat B.

x = Eksponen.

4.9.2 Perhitungan Biaya

Dasar perhitungan :

1. Kapasitas Produksi	=	15.000 ton/tahun
2. Satu tahun operasi	=	330 hari
3. Umur pabrik	=	10 tahun
4. Pabrik didirikan pada tahun	=	2021
5. Indeks harga 2021	=	650,568
6. Upah buruh asing	=	US\$ 20/man hour
7. Upah buruh Indonesia	=	Rp 25.000,-/man hour

1. Total Capital Investment

Total Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan pengoperasiannya.

Total Capital investment terdiri dari :

a. Fixed Capital Investment

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik, meliputi :

1. Purchased Equipment Cost
2. Equipment Installation
3. Piping
4. Instrumentation
5. Insulation
6. Electrical
7. Building
8. Land and Yard Improvement
9. Utility
10. Engineering and Construction
11. Contractor fee
12. Contingency

$$\text{Physical Plant Cost (PPC)} = 1 + 2 + \dots + 8 + 9$$

Direct Plant Cost (DPC) = PPC + 10

Fixed Capital Investment (FCI) = DPC + 11 + 12

Tabel 4.12 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Harga Alat hingga tempat	\$ 2.379.920	\$ 33.318.879.000
2	Instalasi cost	\$ 889.883	\$ 12.458.363.000
3	Pemipaan	\$ 1.779.766	\$ 24.916.727.000
4	Instrumentasi	\$ 310.424	\$ 4.345.940.000
5	Insulasi	\$ 165.560	\$ 2.317.835.000
6	Listrik	\$ 248.339	\$ 3.476.752.000
7	Bangunan	\$ 1.689.757	\$ 23.656.600.000
8	<i>Land & Yard Improvement</i>	\$ 451.786	\$ 6.325.000.000
9	Utilitas	\$ 2.806.439	\$ 39.290.140.000
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		\$ 10.721.874	\$ 150.106.240.000

Tabel 4.13 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Teknik dan Konstruksi	\$ 2.144.375	Rp 30.021.248.000
<i>Total (DPC + PPC)</i>		\$ 12.866.249	Rp180.127.488.000

Tabel 4.14 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Total DPC + PPC	\$ 12.866.249	Rp 180.127.488.000
2	Kontraktor	\$ 857.750	Rp 12.008.499.000
3	Biaya tak terduga	\$ 1.929.937	Rp 27.019.123.000
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		\$ 15.653.937	Rp219.155.111.000

b. Working Capital Investment

Working capital investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu, meliputi :

1. Raw Material Inventory
2. In Process Inventory
3. Product Inventory
4. Extended Credit
5. Available Cash

Tabel 4.15 Working Capital (WC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	\$ 756.958	Rp 10.597.412.000
2	<i>In Process Inventory</i>	\$ 18.363	Rp 257.083.000
3	<i>Product Inventory</i>	\$ 1.805.290	Rp 25.274.064.000
4	<i>Extended Credit</i>	\$ 3.868.479	Rp 54.158.708.000
5	<i>Available Cash</i>	\$ 2.423.934	Rp 33.935.071.000
	<i>Working Capital (WC)</i>	\$ 8.873.024	Rp124.222.340.000

2. Total Production Cost

a. Manufacturing Costs

Manufacturing cost merupakan jumlah direct, indirect, dan fixed manufacturing cost yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

- 1) Direct Manufacturing Cost (DMC), adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.

Direct Manufacturing Cost meliputi :

- a) Raw material
- b) Labor cost

- c) Supervisor
- d) Maintenance cost
- e) Plant supplies
- f) Royalties and patent
- g) Utilitas

Tabel 4.16 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	\$ 19.464.635	Rp 272.504.890.000
2	<i>Labor</i>	\$ 526.457	Rp 7.370.400.000
3	<i>Supervision</i>	\$ 350.571	Rp 4.908.000.000
4	<i>Maintenance</i>	\$ 1.565.394	Rp 21.915.511.000
5	<i>Plant Supplies</i>	\$ 234.809	Rp 3.287.326.000
6	<i>Royalty and Patents</i>	\$ 2.321.088	Rp 32.495.225.000
7	<i>Utilities</i>	\$ 582.165	Rp 8.150.310.000
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		\$ 25.045.119	\$ 350.631.663.000

- 2) Indirect Manufacturing Cost (IMC), adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasional pabrik.

Indirect Manufacturing Cost meliputi :

- a) Payroll overhead
- b) Laboratory
- c) Plant overhead
- d) Packaging and shipping

Tabel 4.17 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Payroll Overhead</i>	\$ 84.233	Rp 1.179.264.000
2	<i>Laboratory</i>	\$ 63.175	Rp 884.448.000
3	<i>Plant Overhead</i>	\$ 315.874	Rp 4.422.240.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	\$ 928.435	Rp 12.998.090.000
5	<i>Shipping</i>	\$ 928.435	Rp 12.998.090.000
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		\$ 2.320.152	Rp 32.482.132.000

- 3) Fixed Manufacturing Cost (FMC), adalah biaya-biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

Fixed Manufacturing Cost meliputi :

- a) Depresiasi
- b) Property tax
- c) Insurance

Tabel 4.18 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	\$ 1.408.854	\$ 19.723.960.000
2	<i>Propertu taxes</i>	\$ 156.539	\$ 2.191.551.000
3	<i>Insurance</i>	\$ 156.539	\$ 2.191.551.000
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		\$ 1.721.933	\$ 24.107.062.000

Tabel 4.19 *Manufacturing Cost (MC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	\$ 25.045.119	Rp 350.631.663.000
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	\$ 2.320.152	Rp 32.482.132.000
3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	\$ 1.721.933	Rp 24.107.062.000
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		\$ 29.087.204	Rp407.220.858.000

b. General expense

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk manufacturing cost, meliputi :

- 1) Administration
- 2) Sales expense
- 3) Research
- 4) Finance

Tabel 4.20 *General Expense*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Administration	\$ 928.435	Rp 12.998.090.000
2	Sales expense	\$ 2.321.088	Rp 32.495.225.000
3	Research	\$ 1.392.653	Rp 19.497.135.000
4	Finance	\$ 4.634.156	Rp 64.878.179.000
General Expense (GE)		\$ 9.276.331	Rp129.868.630.000

Tabel 4.21 *Total Production Cost (TPC)*

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Manufacturing Cost (MC)	\$ 29.087.204	Rp 407.220.858.000
2	General Expense (GE)	\$ 9.276.331	Rp 129.868.630.000
Total Production Cost (TPC)		\$ 38.363.535	Rp 537.089.488.000

3. Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak, maka dilakukan analisa/evaluasi kelayakan :

a. Percent Return on Investment (ROI)

Return On Investment adalah kecepatan pengembalian modal investasi, dinyatakan dalam persentase terhadap modal tetap.

$$ROI = \frac{\textit{Profit}}{\textit{FixedCapitalInvestment}} \times 100\% \quad \dots(4.6)$$

Batasan minimum ROI setelah pajak untuk Industri Kimia adalah untuk low risk 11% dan high risk 44%.

$$\textit{Profit} = \textit{Sales Price} - \textit{Total Product Cost} \quad \dots(4.7)$$

$$\textit{Pajak} = 52\%$$

$$\textit{Profit}_{\text{before taxes}} = \text{Rp. 112.815.018.000,-}$$

$$\text{Profit}_{\text{after taxes}} = \text{Rp. } 56.407.509.005,-$$

ROI sebelum pajak :

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{before taxes}} &= \frac{\text{Profit before taxes}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\% \\ &= 51\% \end{aligned}$$

ROI setelah pajak :

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{after taxes}} &= \frac{\text{Profit after taxes}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\% \\ &= 41\% \end{aligned}$$

b. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan melebihi investasi awal jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya Fixed Capital Investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Profit} + 0,1\text{FCI}} \times 100\% \quad \dots(4.8)$$

$$\begin{aligned} \text{POT}_{\text{before taxes}} &= \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Profit before taxes} + 0,1\text{FCI}} \\ &= 1,63 \text{ tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{POT}_{\text{after taxes}} &= \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Profit after taxes} + 0,1\text{FCI}} \\ &= 1,9 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Batasan maksimum POT setelah pajak untuk industri kimia Low risk 5 tahun dan High risk 2 tahun.

c. Break Event Point (BEP)

Break Event Point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat sales value sama dengan total cost. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi diatas BEP. Harga BEP pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas.

$$BEP = \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% \quad \dots(4.9)$$

Dimana :

Fa : Fixed manufacturing cost Ra : Regulated cost

Va : Variabel cost Sa : Sales price

Fixed Cost (Fa) adalah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang tidak terpengaruh produksi atau tidak memproduksi.

Variabel Cost (Va) adalah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya dipengaruhi kapasitas produksi.

Ragulated Cost (Ra) adalah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya proporsional dengan kapasitas produksi. Biaya-biaya itu bisa menjadi biaya tetap dan bisa menjadi biaya variabel.

Tabel 4.22 *Fixed Cost (Fa)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	\$ 1.408.854	\$ 19.723.960.000
2	<i>Property taxes</i>	\$ 156.539	\$ 2.191.551.000
3	<i>Insurance</i>	\$ 156.539	\$ 2.191.551.000
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		\$ 1.721.933	\$ 24.107.062.000

Tabel 4.23 Variable Cost (Va)

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Raw material	\$ 19.464.635	Rp 272.504.890.000
2	Packaging & shipping	\$ 928.435	Rp 12.998.090.000
	Shipping	\$ 928.435	Rp 12.998.090.000
3	Utilities	\$ 582.165	Rp 8.150.310.000
4	Royalties and Patents	\$ 2.321.088	Rp 32.495.225.000
Variable Cost (Va)		\$ 24.224.758	Rp339.146.606.000

Tabel 4.24 Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Labor cost	\$ 526.457	Rp 7.370.400.000
2	Plant overhead	\$ 315.874	Rp 4.422.240.000
3	Payroll overhead	\$ 84.233	Rp 1.179.264.000
4	Supervision	\$ 350.571	Rp 4.908.000.000
5	Laboratory	\$ 63.175	Rp 884.448.000
6	General Expense	\$ 9.276.331	Rp 129.868.630.000
7	Plant supplies	\$ 234.809	Rp 3.287.326.000
8	Maintance	\$ 1.565.394	Rp 21.915.511.000
Regulated Cost (Ra)		\$ 12.416.844	Rp173.835.820.000

$$\text{BEP} = 40,02 \%$$

d. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar fixed cost.

$$\text{SDP} = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% \quad \dots(4.10)$$

$$\text{SDP} = 28 \%$$

e. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Evaluasi keuntungan dengan cara *discounted cash flow* menggunakan nilai uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*present value*).

Dihitung dengan persamaan :

$$(FC+WC)(1+i)^n = CF[(1+i)^{n-1}+(1+i)^{n-2}+\dots+(1+i)+1]+SV+WC \quad \dots(4.11)$$

$$R = S$$

Dimana :

FC = Fixed Capital

WC = Working Capital

SV = Salvage Value (nilai tanah)

CF = Annual Cash Flow (profit after taxes + depresiasi + finance)

i = Discounted cash flow rate

n = Umur pabrik (tahun)

Umur pabrik = 10 tahun

Salvage value = Rp. 439.594.086,17,-

Cash flow = Profit after taxes + Depresiasi + Finance

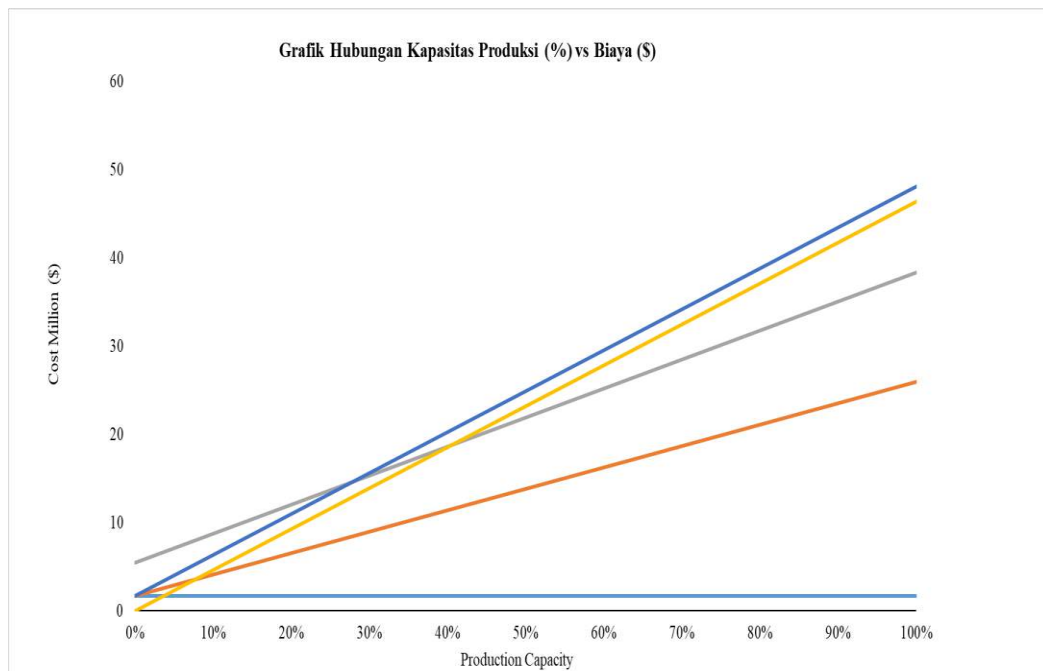
= Rp 174.854.154.113,26,-

Discounted cash flow rate dihitung secara trial and error,

$$R - S = 0$$

dari trial and error diperoleh harga $i = 0,207$

sehingga DCFR = 21 %



Gambar 4.5 Grafik Analisa BEP dan SDP

BAB V

KESIMPULAN

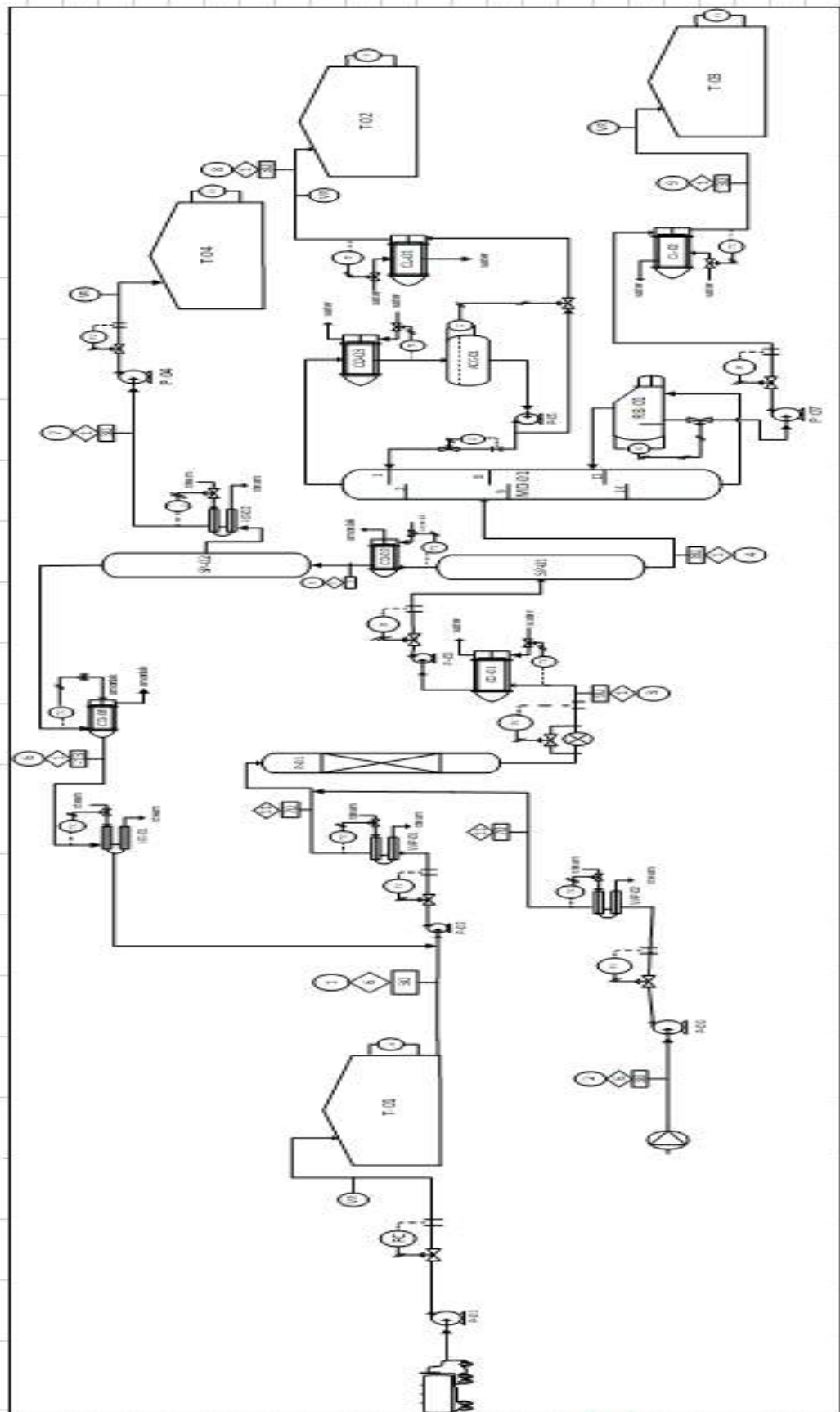
Ditinjau dari segi kelayakan ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik ini layak untuk dipertimbangkan. Hal ini berdasarkan pada hasil perhitungan analisis ekonomi dan beberapa persyaratan kelayakan sebagai berikut:

1. Percent Return on Investment sebelum pajak 51 % dan setelah pajak 41 % dinilai cukup baik. Maka pabrik ini digolongkan dalam kualitas pabrik beresiko rendah.
2. Pay Out Time sebelum pajak 1,63 tahun dan setelah pajak 1,95 tahun dinilai cukup baik.
3. Discounted Cash Flow sebesar 21 %. Suku bunga perbankan adalah sekitar 9,95 % sehingga investor lebih memilih untuk menanamkan modal daripada menyimpannya di Bank.
4. Break Even Point sebesar 40 %, cukup memenuhi syarat pada bank untuk meminjamkan modal untuk pendirian pabrik ini karena syarat BEP adalah 40%- 60%.
5. Shut Down Point sebesar 28 %.
6. Berdasarkan evaluasi ekonomi yang telah dilakukan, maka pabrik tersier butiril alkohol dari iso-butylene dengan kapasitas 15,000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Daftar Pustaka


- Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", McGraw-Hill Book Company, New York.
- Brown, G.G., 1950, "*Unit Operation*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979, "*Process Equipment Design*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, "*Chemical Engineering*", Vol. 1, Pergamon Press, Oxford.
- Evans Jr, F.L., 1971, "*Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plant*", Vol. 2, Gulf Publishing Co., Houston.
- Kern, D.Q., 1983, "*Process Heat Transfer*", McGraw-Hill International Book Company, Inc., New York.
- Ludwig, E.E., 1965, "*Design for Chemical and Petrochemical Plants*", Vol. 1 – 3, Gulf Publishing Co., Houston.
- Perry, R.H. and Green, D.W., 1984, "*Perry's Chemical Engineers' Handbook*", 6th ed., McGraw-Hill Book Company, New York.
- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 1983, "*Plant Design and Economic for Chemical Engineers*", 3rd ed., McGraw-Hill, Auckland.
- Reid R.C. Pranstnitz R.M. and Van Ness H.C, 1959, "*The Properties of Gases and Liquid*".
- Sinnot R.K, 1983, "*Chemical Engineering*", Vol. 6, Pergamon Press, Oxford.
- Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1975, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic*", 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, Kogakusha, Tokyo.
- Treybal, R.E., 1984, "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, Singapore.

LAMPIRAN



Komponen	No Arus (kg/jam)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C ₄ H ₈	2047,7366		614,4140	15,3874	599,0266	0,6475	598,3791	15,3874	
C ₄ H ₁₀	20,6873		20,6873	20,0158	0,6715	0,6708	0,0007	20,0158	
H ₂ O		657,0336	197,1101	197,1101				3,9422	193,1679
C ₄ H ₁₀ O			1893,9394	1893,9394				1856,0606	37,8788
Jumlah	2068,4239	657,0336	2726,1508	2126,4527	599,6981	1,3183	598,3798	1895,4060	231,0467

Simbol	Keterangan	Simbol	Keterangan
ACC	Accumulator	○	Nomor Arus
CD	Condenser	◇	Tekanan, atm
CL	Cooler	□	Temperature, °C
SP	Separator	⊗	Gate Valve
HE	Heater	—	Piping
RB	Reboiler	⋯	Elektrik Connection
MD	Menara Destilasi	⊕	Udara Tekan
P	Pompa	⊗	Expansion Valve
R	Reaktor	FC	Flow Control
RB	Reboiler	LC	Level Control
T	Tanki	LI	Level Indikator
VAP	Vaporizer	TC	Temperatur Control
		PC	Pressure Control
		VR	Volume Recorder

 <p>Universitas Islam Indonesia Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Kimia</p>
<p>Gambar:</p> <p>Process Engineering Flow Diagram Pra Rancangan Pabrik Tersier-Butanol dari Isobutilen dan Air Kapasitas 15000 Ton/Tahun</p>
<p>Disusun Oleh:</p> <p>Mohd Nugraha Adi Setia W. (14521154) Rendy Fitriansyah (14521318)</p>
<p>Dosen Pembimbing:</p> <p>1. Dr. Arif Hidayat, S.T, M.T</p>