

**PRARANCANGAN PABRIK TETRAHYDROFURAN DARI 1,4  
BUTANEDIOL KAPASITAS PRODUKSI  
15.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR PRARANCANGAN**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar**

**Sarjana Teknik Kimia**

**Konsentrasi Teknik Kimia**



**Disusun Oleh :**

**Nama : Mella Muhlasoh**

**Nama : Muthia Aulia**

**No Mahasiswa : 16521182**

**No Mahasiswa: 16521192**

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

**2020**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRARANCANGAN PABRIK TETRAHYDROFURAN DARI 1,4 BUTANEDIOL  
KAPASITAS PRODUKSI 15000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR PRARANCANGAN PABRIK**



Oleh:

Nama : Mella Muhlasoh

No.Mhs : 16521182

Nama : Muthia Aulia

No.Mhs : 16521192

Yogyakarta, 10 September 2020

Dosen Pembimbing I

Suharno Rusdi, Ph.D

Dosen Pembimbing II

Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PRARANCANGAN PABRIK TETRAHYDROFURAN DARI 1,4 BUTANEDIOL  
KAPASITAS 15000 TON/TAHUN**

**PRARANCANGAN PABRIK**

Oleh :

Nama : Muthia Aulia

No. Mahasiswa : 16521192

Yogyakarta, September 2020

Tim Penguji,

**KETUA**

Ir. Suharno Rusdi, Ph.D.

Anggota I

Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.

Anggota II

Achmad Chafidz M. S., S.T., M.Sc.

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. Suharno Rusdi, Ph. D

NIK : 84521010

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PRARANCANGAN PABRIK TETRAHYDROFURAN DARI 1,4 BUTANEDIOL  
KAPASITAS 15000 TON/TAHUN**

**PRARANCANGAN PABRIK**

Oleh :

Nama : Mella Muhsolah

No. Mahasiswa : 16521182

Yogyakarta, September 2020

Tim Penguji,

**KETUA**

Ir. Suharno Rusdi, Ph.D.

Anggota I

Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.

Anggota II

Achmad Chafidz M. Sc., S.T., M.Sc.



Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. Suharno Rusdi, Ph. D  
NIK : 845210102

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PRARANCANGAN PABRIK

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mella Muhlasoh  
No Mahasiswa : 16521182

Nama : Muthia Aulia  
No Mahasiswa : 16521192

Yogyakarta, 10/09/2020

Menyatakan bahwa seluruh hasil pra rancangan pabrik ini adalah hasil 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.

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

Td Tangan



Mella Muhlasoh

Td tangan



Muthia Aulia

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini kami persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan doa dan semangat agar kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar tanpa hambatan serta motivasi agar kami tidak stress dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Dosen pembimbing 1 bapak Suharno Rusdi, Ph.D dan dosen pembimbing 2 Lilis Kistriyani.,S.T., M.Eng yang senantiasa dengan sabar membimbing kami hingga pada akhirnya kami mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan benar.
3. Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UII.
4. Seluruh dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UII.
5. Teman-teman serta kakak tingkat Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UII.



# KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Sholawat serta salam ditujukan kepada junjungan kita nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengemban dakwah sampai akhir zaman. Sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Tetrahydrofuran Dari 1,4 Butanediol Kapasitas Produksi 15.00 Ton/Tahun” ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Pada kesempatan ini tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang menyertai dan meridhoi setiap jalan yang dilalui dan memberikan semua kemudahan yang dihadapi serta Nabi Muhammad SAW sebagai panutan dan tauladan.
2. Keluarga dan Orang tua yang telah memberikan motivasi, semangat serta do'a dan dengan penuh kasih sayang demi tercapainya cita-cita.
3. Suharno Rusdi, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Suharno Rusdi, Ph.D selaku pembimbing I tugas akhir. Penulis mengucapkan banyak terimakasih atas bimbingan dan arahnya selama penulis melaksanakan tugas perancangan.

5. Lilis Kistriyani.,S.T., M.Eng selaku pembimbing II tugas akhir. Penulis mengucapkan banyak terimakasih atas bimbingan dan arahnya selama penulis melaksanakan tugas perancangan.
6. Dosen penguji 1 ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D. dan dosen penguji 2 bapak Achmad Chafidz M.S.,S.T.,M.Sc.
7. Segenap Dosen Fakultas Teknologi Industri khususnya dosen Teknik Kimia yang tidak pernah lelah untuk mendidik dan membimbing kami.
8. Bagus Surya Saputra S.T yang telah senantiasa memberikan dukungan untuk kami
9. Rekan-rekan Teknik Kimia angkatan 2016.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran penyusun harapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 10 September 2020

Penyusun



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PRARANCANGAN PABRIK.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.1.1 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	2
1.2.1 Macam-macam proses.....	4
BAB II.....	7
PERANCANGAN PRODUK.....	7
2.1 Spesifikasi Bahan.....	7
2.1.1 Spesifikasi Produk.....	7
2.1.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	8
2.1.3 Bahan Pembantu.....	8
2.2 Pengendalian Kualitas.....	9
BAB III.....	11
PERANCANGAN PROSES.....	11
3.1 Uraian Proses.....	11
3.1.1 Metode Penentuan Perancangan.....	12
3.1.2 Penentuan Neraca Massa.....	13
3.1.3 Neraca Panas.....	15
3.2 Spesifikasi Alat.....	18
3.3 Perencanaan Produksi.....	33
BAB IV.....	34
PERANCANGAN PABRIK.....	34
4.1 Lokasi Pabrik.....	34
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik.....	36

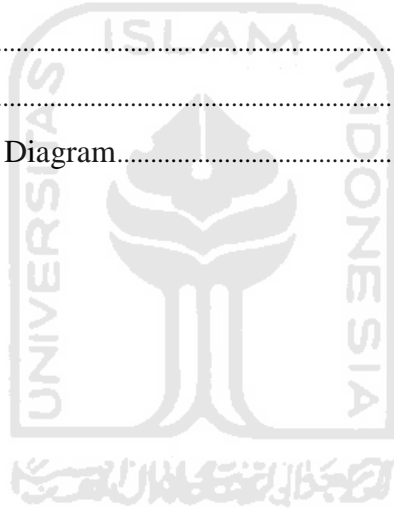
4.2	Tata Letak Pabrik .....	37
4.3	Tata Letak Alat Proses .....	42
4.4	Spesifikasi Alat Utilitas .....	45
4.5	Pelayanan Teknik (Utilitas) .....	54
4.5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....	56
4.5.2	Unit Pembangkit Listrik .....	59
4.5.3	Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	62
4.5.4	Unit Pembangkit Steam .....	63
4.5.5	Unit Pengadaan Dowtherm A .....	64
4.6	Laboratorium .....	64
4.6.1	Kegunaan Laboratorium .....	64
4.6.3	Alat-Alat Utama Laboratorium .....	66
4.7	Kesehatan Dan Keselamatan Kerja .....	67
4.8	Organisasi Perusahaan .....	68
4.8.1	Bentuk Perusahaan .....	68
4.8.2	Struktur Organisasi Perusahaan .....	69
4.8.3	Tugas dan Wewenang .....	71
4.8.4	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji .....	81
4.8.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	83
4.8.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	86
4.8.8	Manajemen Produksi .....	88
4.9	Analisa Ekonomi .....	89
4.9.1	Penaksiran Harga Peralatan.....	89
4.9.2	Dasar Perhitungan .....	94
4.9.3	Perhitungan Biaya .....	94
4.9.5	Hasil Perhitungan .....	97
PENUTUP .....		102
5.1	Kesimpulan.....	102
5.2	Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA .....		104
LAMPIRAN .....		106
REAKTOR FIXED BED .....		106

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor tetrahydrofuran .....	2
Tabel 1.2 Pabrik tetrahydrofuran di luar negeri.....	3
Tabel 3. 1 Neraca Massa Vaporizer .....	14
Tabel 3. 2 Neraca Massa Reaktor (RK-01).....	14
Tabel 3. 3 Neraca Massa Separator.....	14
Tabel 3. 4 Neraca Panas Vaporizer.....	15
Tabel 3. 5 Neraca Panas Reaktor .....	15
Tabel 3. 6 Neraca Panas Separator Drum .....	16
Tabel 4. 1 Perincian luas tanah bangunan pabrik .....	40
Tabel 4. 2 Kebutuhan listrik alat proses.....	60
Tabel 4. 3 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas.....	61
Tabel 4. 4 Kebutuhan steam.....	63
Tabel 4. 5 Kebutuhan Dowtherm A .....	64
Tabel 4. 6 Penggolongan Jabatan.....	83
Tabel 4. 7 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian.....	84
Tabel 4. 8 Gaji Pegawai .....	86
Tabel 4. 9 Indeks harga alat pada berbagai tahun.....	92
Tabel 4. 10 Fixed capital investment .....	97
Tabel 4. 11 Working Capital.....	97
Tabel 4. 12 Manufacturing cost .....	98
Tabel 4. 13 General Expense .....	98

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Impor Tetrahydrofuran.....	2
Gambar 3. 1 Diagram alir kuantitatif .....	17
Gambar 3. 2 Diagram alir kualitatif. ....	18
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Tetrahydrofuran .....	37
Gambar 4. 2 Tata letak pabrik .....	42
Gambar 4. 3 Tata letak alat proses.....	45
Gambar 4. 4 Proses pengolahan utilitas .....	56
Gambar 4. 5 Struktur organisasi .....	81
Gambar 4. 6 Grafik indeks harga alat .....	95
Gambar 4. 7 Grafik BEP dan SDP.....	102
Gambar 4.8 Process Engineering Flow Diagram.....	124



## ABSTRAK

Pra-rancangan pabrik *tetrahydrofuran* dari *1,4-butanediol* dengan kapasitas 15.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Serang Banten, tahun 2024. Pabrik ini direncanakan akan beroperasi dalam waktu 24 jam sehari selama 330 hari dalam setahun. Bahan baku *1,4-butanediol* diperlukan sebanyak 2353,560 kg/jam untuk memproduksi *tetrahydrofuran* sebanyak 1874,9996 kg/jam. Proses yang di pilih dalam memproduksi *tetrahydrofuran* adalah Proses reaksi fase gas, sehingga reaktor yang di gunakan untuk mereaksikan 1,4-butanediol adalah reaktor jenis *fixed bed multitube*. Dengan tekanan 1 atm, pada suhu operasi sebesar 250°C atau 523 K. Proses ini menggunakan bantuan katalis *Aluminium Oxide* ( $Al_2O_3$ ). Dimana katalis ini bersifat tidak korosif dan memiliki umur yang panjang. Pabrik *tetrahydrofuran* ini digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena tekanan operasi umumnya sedang yaitu kurang dari 1 atm dengan suhu operasi umumnya sedang yaitu kurang dari 1000 °K. Konversi dari reaksi yaitu 99,5%. Kebutuhan air untuk pabrik *tetrahydrofuran* sebanyak 1917,163kg/jam, air untuk steam sebanyak 999,775kg/jam dan air pendingin sebanyak 11138,4962646kg/jam, dan kebutuhan listrik sebanyak 337,957829 kW. Analisa ekonomi dari pabrik *tetrahydrofuran* menunjukkan jumlah *fixed capital investment* sebesar

Rp.217.326.015.208,4270; *working capital investment* sebesar Rp. Rp 41.856.975.356 ; keuntungan sebelum pajak sebesar Rp.80.819.786.933 ; keuntungan sesudah pajak sebesar Rp. 52.532.861.507 *Return on Investment* sebelum pajak sebesar 37,1883 % dan sesudah pajak sebesar 24,1724%. *Pay Out Time* sebelum pajak senilai 2 dan sesudah pajak senilai 2,9. *Break Even Point* sebesar 43,03%%. *Shut Down Point* sebesar 23,11% dan *Discounted Cash Flow* sebesar 32,66%%. Berdasarkan hasil analisa ekonomi tersebut dapat disimpulkan bahwa pabrik *tetrahydrofuran* dengan kapasitas 15.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata-kata kunci : *tetrahydrofuran*, 1,4-butanediol, pabrik

## ABSTRACT

The production of tetrahydrofuran from 1,4-butanediol with a capacity of 15,000tonnes/years is planned to be established in Serang Banten. The plant is planned to operate 24 hours a day for 330 days a year. 1,4-butanediol as raw material is needed 2353.560 kg/h for producing 1874.9996 kg/h of tetrahydrofuran. The process chosen to produce tetrahydrofuran is the gas phase reaction process, so the reactor used to react 1,4butanediol is a fixed bed multitube type reactor. With a pressure of 1 atm, at an operating temperature of 250°C or 523 K., This process uses the help of an Aluminum Oxide (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) catalyst. Where this catalyst is non-corrosive and has a long life. This tetrahydrofuran plant is classified as a low-risk factory because of the operating temperature of less than 1000 °K. Conversion from the reaction is 99.5%. Water requirements for tetrahydrofuran plants are 1917,163 kg/h, 999,775 kg/h of water for steam, and 11138,4962646 kg/h of cooling water. and 337,957829 kW of electricity. Economics analysis of the tetrahydrofuran plant shows the amount of fixed capital investment Rp. Rp. 217,326,015,208.4270 ; working capital investment Rp. 41,856,975,356 ; pre-tax profit Rp. 80,819,786,933; profit after tax Rp. 52,532,861,507. Return on Investment before tax 37,1883 % and 24,1724 % after-tax. 2 Pay Out Time before tax and 2.92 after tax. 43.03 % for Break-Even Point. 23,11 % for Shut Down Point. And 32% for Discounted Cash Flow. Based on the economic analysis, it can be concluded that a tetrahydrofuran plant with 15,000 tons/year capacity is feasible to establish.

Keywords : tetrahydrofuran, 1,4-butanediol, factory



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Di era modern ini banyak berkembangnya kemajuan di berbagai bidang terutama dalam bidang teknologi industri. Contohnya di Indonesia ini banyak ragam usaha yang mengandalkan teknologi yang modern. Salah satunya usaha yang mengolah bahan mentah atau setengah jadi menjadi produk yang lebih memiliki nilai ekonomi.

Dalam usaha ini pemerintah memprioritaskan pada pembangunan industri dengan teknologi modern sehingga yang dapat merangsang pertumbuhan industri lainnya agar dapat berkembang pesat. Salah satunya dengan mendirikan suatu pabrik *tetrahydrofuran* untuk memenuhi kebutuhan *tetrahydrofuran* di dalam negeri.

Perolehan kebutuhan *tetrahydrofuran* yang hanya di dapat dari negara lain dapat menyebabkan devisa negara berkurang, sehingga diperlukan suatu kegiatan usaha untuk menangani ketergantungan terhadap impor. Dengan mendirikan pabrik kimia *tetrahydrofuran*, akan menghemat devisa negara, membuka peluang berdirinya pabrik lain yang menggunakan *tetrahydrofuran* tersebut serta dapat membuka banyaknya peluang lapangan pekerjaan untuk masyarakat yang tinggal di sekitar pabrik khususnya.

*Tetrahydrofuran* banyak di gunakan untuk industri lain seperti bahan pelarut polimer polietilena, polipropilena resin fluor dan semua senyawa organik lainnya, terutama polivinil klorida (PVC), *corrosion inhibitor* (penghambat korosi), *coatings* (pelapis) pada lapisan (PVC), *cleaning agent* reaktor pada industri (PVC) dan lain lain.

Banyak manfaat dari *tetrahydrofuran*, maka perlu didirikannya pabrik *tetrahydrofuran* dalam skala industri di Indonesia untuk mengantisipasi kebutuhan *tetrahydrofuran* dalam negeri, dan untuk mengurangi ketergantungan dari luar negeri, membuka lapangan kerja baru, dapat mendorong pertumbuhan industri lain, untuk mengatasi krisis multi dimensi dan mampu bersaing dalam pasar global dunia.

### 1.1.1 Penentuan Kapasitas Pabrik

Untuk menetapkan kapasitas produk *tetrahydrofuran* setiap tahunnya diperlukan data seperti : statistik kebutuhan produk, kapasitas pabrik sejenis di luar negeri, dan bahan baku yang tersedia.

Dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimum atau sama dengan kapasitas pabrik yang sudah ada. Selain itu, penentuan kapasitas rancangan mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri khususnya.

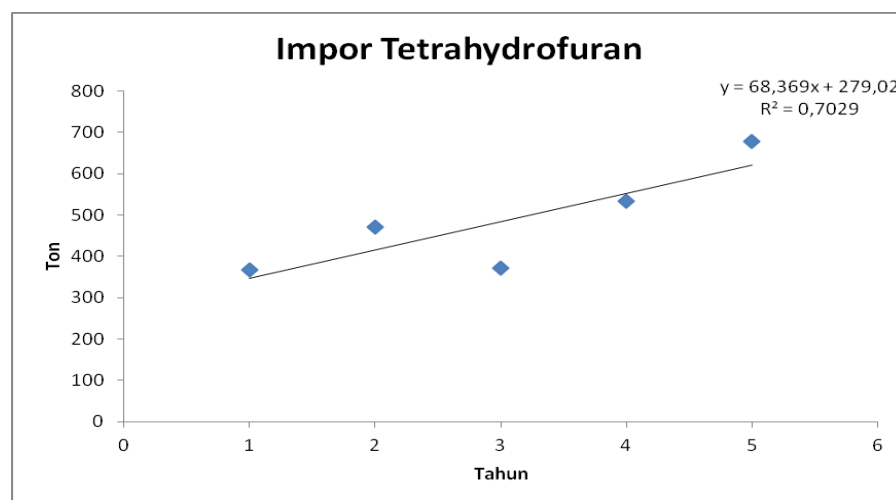
Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas pabrik *tetrahydrofuran* adalah :

- kebutuhan produk di Indonesia

Berikut adalah grafik data impor *tetrahydrofuran* dari 2015 – 2019

**Tabel 1. 1 Data Impor Tetrahydrofuran**  
(Badan Pusat Statistik)

TAHUN	TOTAL (TON)
Ke 1	367,81
Ke 2	470,13
Ke 3	370,88
Ke 4	534,18
Ke 5	677,62



**Gambar 1. 1 Grafik Impor Tetrahydrofuran**



Dari data BPS, didapatkan data impor *tetrahydrofuran* yang setiap tahunnya tidak mengalami kenaikan yang linear. Berdasarkan grafik diatas pada tahun 2015-2019 kebutuhan tetrahydrofuran di Indonesia sebesar 670,62ton. Pemasaran *tetrahydrofuran* terbesar adalah di kawasan Asia-Pasifik kebutuhan *tetrahydrofuran* jumlahnya diperkirakan lebih dari 100.000 ton/tahun.Sedangkan kebutuhan dunia pada tahun 2017 yaitu lebih dari 800.000 ton/tahun. (Rubberworld).

- Kapasitas pabrik sejenis di luar negeri

Berikut adalah data produksi *tetrahydrofuran* dari pabrik-pabrik yang telah berdiri.

**Tabel 1. 2 Pabrik Tetrahydrofuran di Luar negeri**

<b>Produsen</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kapasitas (Ton/thn)</b>
DuPont	USA	45.000
BASF-Wyandotte	Western Europe	30.000
GAF and Arco		44.000
BASF and GAF/Huls		30.000
Mitsubishi Chemica and Toyo Soda	Japan	33.000
Shanxi Sanwei Corporation	China	15.000

Pada perancangan pabrik tetrahydrofuran ini dipilih kapasitas 15.000 ton/tahun. Berdasarkan kapasitas produksi dari pabrik-pabrik yang telah berdiri di luar negeri minimal sama atau lebih besar dari pabrik yang sudah ada. Penjualan produk tetrahydrofuran akan di jual untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisanya digunakan untuk kebutuhan ekspor. (IHS Markit). Selain melihat kapasitas pabrik-pabrik yang telah berdiri penentuan kapasitas juga di pertimbangkan lebih dalam dengan melihat ketersediaan bahan baku yaitu 1,4 butanediol yang akan di gunakan dalam proses produksi .

## 1.2 Tinjauan Pustaka

### 1.2.1 Macam-macam proses

Macam –macam proses	Suhu (T)	Tekanan( (P)	Katalis	Bahan baku	Yiel d
<i>Reppe Process</i> $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_4\text{H}_8\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	160- 250 °C	98 atm	Asam sulfat	1,4 Butanediol	84%
Reaksi Fase Cair $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_4\text{H}_8\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	200 °C	1 atm	Asam sulfat	4- butanalhyd rox	86%
Reaksi Fase Gas	250 °C	1 atm	Almunium oxide	1,4 Butanediol	99,5 %
Proses pemanasan	80-250° C	1 atm	Asam Sulfat	1,4 Butanediol	87 %
<i>Dehydration Process</i> $\text{HO}-\text{C}_4\text{H}_9-\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_4\text{H}_8\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	150- 300+ °C	5 atm	Zirconiu m Sulfat	1,4 Butanedi ol	99,5 %

Dari beberapa proses yang telah diuraikan tersebut, maka dipilih “reaksi fase gas” dengan alasan dipilih proses ini antara lain:

1. Prosesnya sederhana dengan tekanan operasi rendah yaitu 1 atm dan suhu 250 C
2. Perawatan peralatan tidak begitu berat karena prosesnya sederhana dan tidak mempunyai resiko korosifitas yang tinggi seperti proses lain, selain itu dapat menghemat investasi modal tetap untuk peralatan.:
3. Menggunakan reaktor jenis fix bed sehingga dapat memungkinkan untuk mendapatkan konversi yang tinggi.
4. Katalis yang digunakan tidak bersidat asam

Adapun pemilihan katalis pada proses ini di dasarkan pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Umur katalis yang relatif panjang
2. Harganya yang murah sehingga dapat menghemat biaya produksi
3. Mudah di regenerasi katalis



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Bahan

##### 2.1.1 Spesifikasi Produk

###### 1. Tetrahydrofuran

Rumus Molekul	: C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O
Berat Molekul	: 72 g/mol
Kemurnian	: 99% Tetrahydrofuran 1 % Air
Kenampakan	: Cairan tak berwarna
Densitas	: 0,8892 g/cm <sup>3</sup> @ 20 °C, cair
Titik lebur	: 164,7 °K
Titik didih	: 338 °K
Temperatur kritis	: 540 °K
Tekanan uap	: 19,3 kPa (@ 20 °C)
Viskositas	: 0,48 cP pada 25 °C
Harga	: US\$ 1780 /ton

### 2.1.2 Spesifikasi Bahan Baku

#### 1. 1,4-Butanediol

Rumus Molekul	: $C_4H_{10}O_2$
Berat Molekul	: $90.12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Kemurnian	: 99% 1,4 Butanediol dan 1 % Air
Densitas	: $1.0171 \text{ g/cm}^3$ (20 °C)
Titik lebur	: 293.1 °K
Titik didih	: 503 °K
Tekanan uap	: 0 kPa (@ 20°C)
Warna	: Tak berwarna
Kelarutan dalam air	: Larut
Harga	: US\$ 600 /ton



### 2.1.3 Bahan Pembantu

#### 1. Katalisator (Aluminium Oxide)

Rumus Molekul	: $Al_2O_3$
Berat Molekul	: $101.96 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Kenampakan	: Zat padat putih sangat higroskopik
Diameter	: 10 mm
Bau	: Tidak berbau
Bentuk katalis	: crushed silica

Densitas	: 3.987 g/cm <sup>3</sup>
Titik lebur	: 2,345 °K
Titik leleh	: 3,250 °K
Kelarutan dalam air	: Tidak larut
Kelarutan dalam pelarut lain	: Larut dalam diethyl ether
	Tidak larut dalam ethanol
Titik nyala	: Tidak menyala
Harga	: US\$ 1070/ton
Kebutuhan katalis	: 30,96 kg/jam

## 2.2 Pengendalian Kualitas

Kualitas atau mutu merupakan buruknya atau taraf sesuatu. Secara umum kualitas merupakan karakteristik dari suatu produk atau jasa yang ditentukan oleh pemakai atau konsumen dan diperoleh melalui pengukuran proses serta melalui perbaikan lebih lanjut. Pengendalian kualitas merupakan usaha untuk mempertahankan mutu atau kualitas dari produk barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan. (Sofjan Assauri, 1998).

Berikut merupakan hal-hal yang perlu dilakukan untuk mempertahankan dan menjaga mutu bahan baku, proses dan produk agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

1. Memperhatikan kualitas bahan baku yang akan digunakan agar sesuai dengan spesifikasi dengan kadar minimum 99%.

2. Melakukan pengendalian kualitas secara berkala pada masing-masing proses untuk mempermudah dalam melakukan pengontrolan terhadap baik buruknya suatu produk. Proses kontrol yang dilakukan antara lain adalah :
  - Level Indicator (LI) yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian dari aliran.
  - Level Control (LC) yang berfungsi untuk mengendalikan atau mengatur ketinggian air secara otomatis.
  - Temperature Control (TC) yang berfungsi untuk mengatur suhu agar mencapai suhu yang diinginkan.
  - Flow Control (FC) yang berfungsi untuk mengontrol aliran yang akan masuk ke alat selanjutnya agar tidak melebihi atau kurang dari kapasitas.
  - Pressure Control (PC) yang berfungsi untuk menjaga tekanan agar sesuai dengan tekanan yang diinginkan.
3. Menjaga kualitas produk yang meliputi kadar produk minimum 99%, karakteristik fisik seperti bau dan warna, serta menjaga kebersihan produk baik saat proses berjalan maupun setelah proses
4. Melakukan pengendalian mutu sesuai standar ISO 9001 maupun ISO 14001 baik pada prosesnya maupun dampak lingkungan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara
  - Uji laboratorium produk setiap hari (*intern* pabrik)
  - Uji produk secara berkala sesuai peraturan standar mutu yang berlaku
  - Survei kepada konsumen
5. Memastikan semua peralatan bekerja sesuai dengan fungsinya sehingga dapat diperoleh produk sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

Dalam perancangan pabrik *tetrahydrofuran*, diperlukan pemilihan proses yang sesuai dengan prosedur yang tepat sehingga dapat mencapai kualitas produk yang diharapkan.

#### 3.1 Uraian Proses

Secara garis besar proses pembuatan *tetrahydrofuran* dapat dibagi menjadi tiga tahapan proses, yaitu :

1. Persiapan bahan baku
2. Proses reaksi dalam reaktor
3. Pemisahan dan pemurnian produk

Tahapan awal pada proses produksi tetrahydrofuran adalah persiapan bahan baku. Bahan baku dalam pembuatan *tetrahydrofuran* adalah 1,4-butanediol dengan katalis *Aluminium Oxide*. 1,4-butanediol dengan kadar 99% berat dengan impuritis air dengan kadar 1% berat dari Tangki Penyimpanan-(01) 1,4-butanediol pada suhu ruang sebesar 30°C dan tekanan 1 atm. Kemudian bahan baku dipompakan menuju ke *Heat exchanger*-(01) untuk menaikkan suhu dari 30°C menjadi 170 °C untuk di umpankan masuk ke *Vaporizer*. Hasil keluaran *Vaporizer* yang berupa gas yang kemudian diumpankan ke dalam Reaktor jenis *Fix Bed*, sebelum umpan masuk ke dalam Reaktor umpan dipanaskan terlebih dahulu dengan bantuan alat penukar panas *Heat Exchanger jenis shell and tube*. Pemanasan ini di lakukan untuk memperoleh suhu operasi di dalam reaktor.



Proses kedua, terjadi dalam Reaktor. Gas yang diumpankan melalui bagian bawah Reaktor dimana reaksi akan terjadi dengan bantuan katalis *Aluminium Oxide*. Reaktor bekerja pada tekanan 1 atm secara isothermal dan non-adiabatis dengan suhu 250° C. Di dalam Reaktor terjadi reaksi 1,4-butanediol membentuk *tetrahydrofuran* dengan konversi total 99,5%. Reaksi berjalan secara eksotermis sehingga diperlukan pendingin untuk tetap menjaga suhu reaksi agar tidak sampai melampaui batas yang tidak diinginkan. Downtherm A merupakan jenis pendingin yang digunakan pada reaktor ini.

Proses ketiga yaitu pemisahan dan pemurnian produk. Gas keluar Reaktor yang masih bersuhu tinggi kemudian didinginkan dan diembunkan di Kondensor-01 dengan tekanan 1 atm. Hasil keluaran Kondensor-01 yang berupa campuran uap-cair selanjutnya diumpankan ke Separator-01 untuk dipisahkan gas dan cairannya. Hasil keluaran atas Separator Drum-01 yang berupa produk dalam fase gas selanjutnya diumpankan ke Kondensor-02 untuk didinginkan dan diembunkan dengan tekanan 1 atm yang kemudian disimpan pada suhu 30 C di dalam Tangki Penyimpanan-02. Sedangkan hasil bawah Separator Drum-01 yaitu 1,4-butanediol dan air. Hasil bawah Separator Drum-01 berupa air kemudian dibuang ke unit pengolahan limbah.

### **3.1.1 Metode Penentuan Perancangan**

Perencanaan pendirian pabrik *tetrahydrofuran* dengan bahan baku 1,4-butanediol dengan kapasitas 15.000 ton/tahun meliputi : neraca massa, neraca panas dan spesifikasi alat. Pemilihan kapasitas perencanaan pabrik *tetrahydrofuran* dapat didasarkan pada kapasitas pabrik sejenis yang telah ada. Kebutuhan dari *tetrahydrofuran* akan semakin meningkat dari tahun ke tahun, hal ini dikarenakan *tetrahydrofuran* merupakan produk *intermediet* yang biasa digunakan oleh pabrik-pabrik lain dalam memproduksi produknya.

### 3.1.2 Penentuan Neraca Massa

Neraca massa pendirian pabrik *tetrahydrofuran* dari bahan baku 1,4-butanediol dengan kapasitas 15.000 ton/tahun meliputi :

1. Neraca massa vaporizer
2. Neraca massa reaktor
3. Neraca massa separator

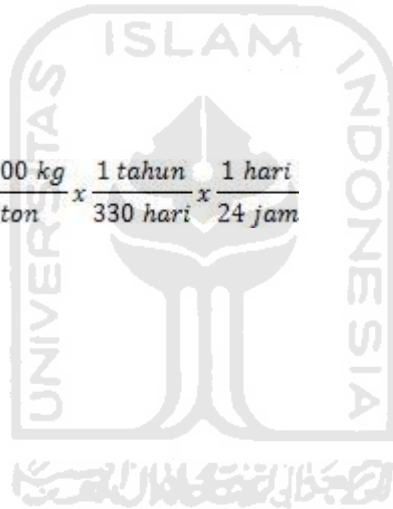
drum Basis perhitungan neraca massa :

kapasitas pabrik = 15.000 Ton Diambil

dalam 1 tahun = 330 Hari Basis

perhitungan = 1 Jam

$$= \frac{15.000 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$
$$= 1894 \text{ kg/jam}$$



1. Neraca massa Vaporizer

**Tabel 3. 1 Neraca Massa Vaporizer**

<b>Komponen</b>	<b>Input (Cair) Arus 1</b>	<b>Output (Gas) Arus 2</b>
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	2.353	2.353
H <sub>2</sub> O	23	23
Sub Total	2.377	2.377

2. Neraca massa Reaktor

**Tabel 3. 2 Neraca Massa Reaktor (RK-01)**

<b>Komponen</b>	<b>Input (kg/jam) Arus 3</b>	<b>Output (kg/jam) Arus 4</b>
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	2.353	11
H <sub>2</sub> O	23	490
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	-	1.875
Total	2.377	2.377

3. Neraca massa Kondenser

**Tabel 3. 3 Neraca Massa Kondenser (CD-01)**

<b>Komponen</b>	<b>Input (kg/jam) Arus 4</b>	<b>Output (kg/jam) Arus 5</b>
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	11	11
H <sub>2</sub> O	490	490
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	1.875	1.875
Total	2.377	2.377

4. Neraca massa Separator

**Tabel 3. 4 Neraca Massa Separator**

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 5	Arus 6 (gas)	Arus 8 (cair)
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	11	-	11
H <sub>2</sub> O	490	18	471
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	1.875	1.875	-
Sub Total	2.377	1.893	483
Total	2.377	2.377	

5. Neraca massa Kondenser

**Tabel 3.5 Neraca Nassa Kondenser (CD-02)**

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	Arus 6	Arus 7
H <sub>2</sub> O	18	18
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	1.875	1.875
Total	1.893	1.893

### 3.1.3 Neraca Panas

#### 1. Neraca Panas Vaporizer

**Tabel 3. 4 Neraca Panas Vaporizer**

Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)
	Arus 2	Arus 3
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	1.003.516	-
H <sub>2</sub> O	-	1.187.217
Kebutuhan steam	204.112	-
Q Loss	-	20.411
Total	1.207.629	1.207.629

#### 2. Neraca Panas Reaktor

**Tabel 3. 5 Neraca Panas Reaktor**

Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)
	Arus 4	Arus 5
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	917.498	4.587
H <sub>2</sub> O	10.225	211.008
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	-	62.516
Panas reaksi	-	-1.486
Pendingin	-	88.452
Total	927.723	927.723

3. Neraca Panas Separator Drum

**Tabel 3. 6 Neraca Panas Separator Drum**

Komponen	Input (kj/jam)		Output (kj/jam)	
	Gas	Cair	Gas	Cair
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	-	2.360	-	2.360
H <sub>2</sub> O	2.564	141.921	2.564	141.921
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	164.727	-	164.727	-
Sub total	167.291	144.282	167.291	144.282
Total	311.574		311.574	

6. Neraca Panas Heat Exchanger 01

**Tabel 3.7 Neraca Panas Heat Exchanger 01**

Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	31.662	988.945
H <sub>2</sub> O	498	14.571
Sub Total	32.160	1.003.516
Beban Pemanas	971.356	-
Total	1.003.516	1.003.516

7. Neraca Panas Heat Exchanger 02

**Tabel 3.8 Neraca Panas Heat Exchanger 02**

Komponen	Input (kj/jam)	Output (kj/jam)
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	683.105	917.498
H <sub>2</sub> O	2.321	10.225
Sub Total	685.427	927.723
Beban Pemanas	242.296	-
Total	927.723	927.723

8. Neraca Panas Kondensor 01

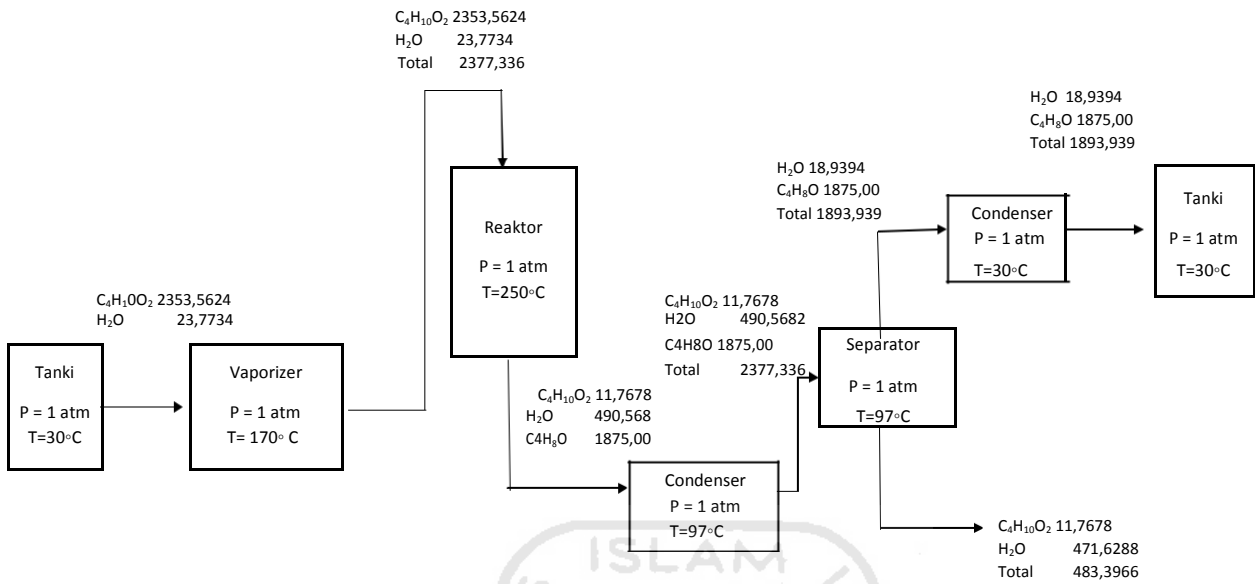
**Tabel 3.9 Neraca Panas Kondensor 01**

<b>Komponen</b>	<b>Input (kj/jam)</b>	<b>Output (kj/jam)</b>
Q panas feed	840.929	-
Q pendingin	-	387.702
Q produk	-	453.226
Sub Total	840.929	840.929
Total	840.929	840.929

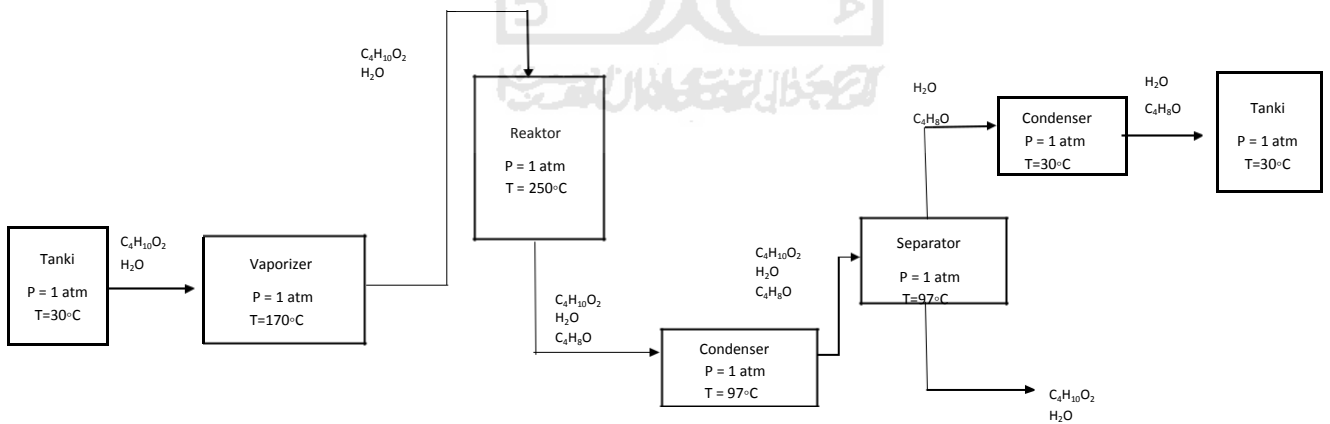
9. Neraca Panas Kondensor 02

**Tabel 3.7 Neraca Panas Kondensor 02**

<b>Komponen</b>	<b>Input (kj/jam)</b>	<b>Output (kj/jam)</b>
Q panas feed	166.444	1.137.350
Q pendingin	-	-970.905
Sub Total	166.444	166.444
Total	166.444	166.444



**Gambar 3. 1 Diagram alir kuantitatif**



**Gambar 3. 2 Diagram alir kualitatif**



### 3.2 Spesifikasi Alat

#### 1. Tangki Penyimpanan 1,4 Butanediol (TP - 01)

Fungsi : Untuk menyimpan bahan baku 1,4  
Butanediol dalam fase cair

Kode : T-01

Kondisi Penyimpanan :

- Temperatur : 303 °K
- Tekanan : 1 atm
- Kondisi : Fase cair

Tipe : Tangki silinder tegak dengan conical roof, flat

Bottom

Volume : 1621,6674 m<sup>3</sup>

Jumlah : 1 buah

Lebar plate : 6 ft

Course plate : 6

Dimensi tangki : Diameter = 13,716 m

Tinggi = 10,9728 m

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-283 grade C

Harga : US\$ 213600

Rp. 3.174.736.800,-

## 2. Tangki Penyimpanan Tetrahydrofuran (TP – 02)

Fungsi : Untuk menyimpan produk Tetrahydrofuran

Kode : TP-02

Kondisi Penyimpanan :

- Temperatur : 303 °K
- Tekanan : 1 atm
- Kondisi : Fase cair

Tipe : Tangki silinder tegak dengan conical roof, flat

Volume : 1621,6674 m<sup>3</sup>

Lebar plate : 6 ft

Course plate : 6

Jumlah : 1 buah

Dimensi tangki : Diameter = 13,716 m

Tinggi = 10,9728 m

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA-283 grade C

Harga : US\$ 208000

Rp. 3.091.504.000,-

### 3. Vaporizer – 01 (VP – 01)

Fungsi : Mengubah fase 1,4 Butanediol umpan reaktor dari fase cair ke fase uap pada suhu masuk 443 °K, dan suhu keluar 473 °K

Tipe : Double Pipe

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Tekanan : 101325 Pa

Luas transfer panas : 26,7072 m<sup>2</sup>

UD : 55,2362 Btu/h.ft<sup>2</sup> °F

Uc : 73,7142 Btu/h.ft<sup>2</sup> °F

Dirt Factor (Rd) : 0,0045

Panjang pipa : 3,6576 m

Jumlah Hairpin : 12

#### Spesifikasi Inner Pipe

- Hot Fluid : Steam
- OD : 0,0889 m
- ID : 0,0779 m
- Pressure Drop : 0,000019 psi

#### Spesifikasi Annulus

- Cold Fluid : Bahan masuk SD-01
- OD : 0,1143 m
- ID : 0,1023 m
- Pressure Drop : 1,18 psi

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 198001

Rp. 2.942.888.863

#### 4. Separator Drum (SD – 01)

Fungsidari : Memisahkan komponen uap-cair yang keluar

Tipe

Condenser pada suhu 370 °K

: Tangki vertikal

Jumlah

: 1 buah

Dimensi separator

- Diameter Shell : 0,46 m
- Tinggi Shell : 1,5 m
- Tebal Shell : 0,048 m
- Tinggi Head : 0,1780 m
- Tebal Head : 0,05 m
- Tinggi total SD : 1,7 m

Volume Separator  
Bahan Konstruksi

: 7,17 ft<sup>3</sup>

: Carbon Steel SA-283 Grade C

Harga

: US\$ 16500

Rp. 245.239.500,-

## 5. Reaktor 01 (RK – 01)

Fungsi	: Tempat berlangsungnya reaksi fase gas 1,4 Butanediol menjadi Tetrahydrofuran dan air Dengan bantuan katalis Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Tipe	: Fixed Bed Multitube
Jumlah	: 1 buah
Kondisi	: Isothermal
• Tekanan	: 101325 Pa
• Suhu masuk	: 523 °K
• Suhu keluar	: 523 °K
Bahan konstruksi	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Tebal dinding	: 0,0286 m
Tebal head	: 0,0055 m
Katalis	:
• Jenis	: Aluminium Oxide
• Bentuk	: Padatan
• Densitas katalis	: 3,97 g/cm <sup>3</sup>
• Diameter	: 0,01 m
Diameter kolom	: 1 m
Tinggi reaktor	: 10,1 m
Jumlah Tube	: 54
ID Tube	: 0,0627 m
OD Tube	: 0,0731 m

Harga : US\$ 174000

Rp. 2.586.162.000,-

#### 6. Heat Exchanger (HE – 01)

Fungsi : Menaikkan suhu umpan dari 303 °K menjadi 443 °K sebelum masuk ke Vaporizer

Tipe : Double Pipe Heat Exchanger

Bahan : Carbon Steel SA 283 Grade C

Tekanan : 101325 Pa

Luas transfer panas : 151,6409 ft<sup>2</sup>

UD : 24,0533 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

Uc : 26,3158 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

Dirt Factor (Rd) : 0,0036

Panjang Pipa : 3,6576 m

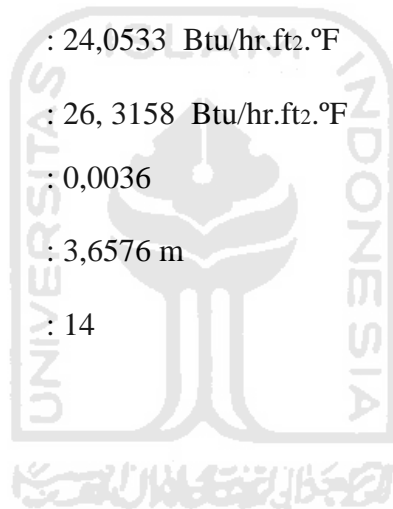
Jumlah Hairpin : 14

Spesifikasi Inner Pipe

- Hot Fluid : Steam
- OD : 0,0889 m
- ID : 0,0779 m
- Pressure Drop : 0,0003 psi

Spesifikasi Annulus

- Cold Fluid : Bahan masuk vaporizer
- OD : 0,1143 m
- ID : 0,1023 m



- Pressure Drop : 0,3247 psi
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US\$ 19100
- Rp. 283.883.300,-

#### 7. Heat Exchanger (HE – 02)

Fungsi : Menaikkan suhu umpan dari 473 °K menjadi 523 °K sebelum masuk ke reaktor dengan media pemanas steam.

- Tipe : Double Pipe Heat Exchanger
- Bahan : Carbon Steel SA 283 Grade C
- Tekanan : 101325 Pa
- Luas transfer panas : 166,3054 ft<sup>2</sup>
- UD : 50,0989 Btu/j.ft<sup>2</sup>.°F
- Uc : 59,8180 Btu/j.ft<sup>2</sup>.°F
- Dirt Factor (Rd) : 0,0032
- Panjang Pipa : 3,6576 m
- Jumlah Hairpin : 15

#### Spesifikasi Inner Pipe

- Hot Fluid : Steam
- OD : 0,0889 m
- ID : 0,0779 m
- Pressure Drop : 0,00003 psi

#### Spesifikasi Annulus Pipe

- Cold Fluid : Bahan masuk reaktor
- OD : 0,0114 m
- ID : 0,1023 m

- Pressure Drop : 0,0124 psi
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US\$ 18800  
Rp. 279.424.400,-

#### 8. Condensor (CD – 01)

Fungsi : Mengembunkan sebagian gas keluar Reaktor dengan suhu masuk 523 °K dan suhu keluar 370 °K.

Tipe : Double Pipe Heat Exhanger

Bahan : Carbon Steel SA 283 Grade C

Tekanan : 101325 Pa

Luas transfer panas : 20,3722 ft<sup>2</sup>

UD : 80,0000 Btu/j.ft<sup>2</sup>.°F

Uc : 152,8700 Btu/j.ft<sup>2</sup>.°F

Dirt Factor (Rd) : 0,0060

Panjang Pipa : 4 m

Jumlah Hairpin : 11

Spesifikasi Annulus

- Hot Fluid : Uap dari reaktor

- OD : 0,0604 m

- ID : 0,0525 m

- Pressure Drop : 0,4 Psi

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 6400

Rp. 95.123.200,-



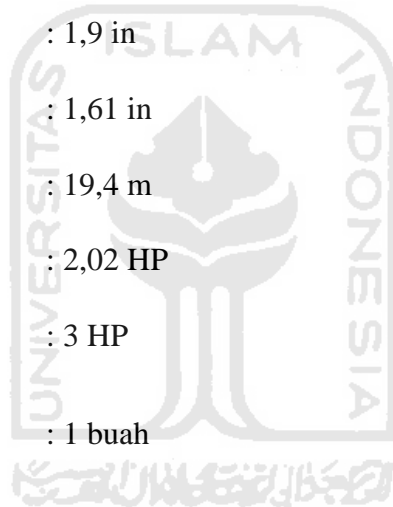
## 9. Condensor (CD – 02)

Fungsi	: Mengembunkan sebagian gas keluar Separator Drum dengan suhu masuk 370 °K dan suhu keluar 303 °K.
Tipe	: Double shell and tube
Bahan	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Tekanan	: 101325 Pa
Luas transfer panas	: 341,0037 ft <sup>2</sup>
UD	: 80 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .°F
Uc	: 1,0015 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .°F
Dirt Factor (Rd)	: 0,003
Tube	
Jumlah Hairpin	: 15
Spesifikasi Inner Pipe	
• Cold Fluid	: dowterm
• OD	: 0,01905 m
• ID	: 0,01224 m
• Pressure Drop	: 0,024 psi
Spesifikasi shell	
• Hot Fluid	: Uap dari Separator Drum
• OD	: 0,381 m
• Pressure Drop	: 0,024 psi
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 7200

Rp. 107.013.600,-

10. Pompa (P – 01)

Fungsi	: Untuk memompa 1,4 Butanediol ke HE dengan Tekanan 1 atm
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Carbon Steel SA 285 Grade C
Kapasitas	: 0,0008 m <sup>3</sup> /s
Spesifikasi	: Putaran spesifikasi : 500,19 rpm
• NPS	: 1,5 in
• Sch No	: 40
• OD	: 1,9 in
• ID	: 1,61 in
• Head pompa	: 19,4 m
• Power pompa	: 2,02 HP
• Power motor	: 3 HP
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 13000
	Rp. 193.219.000,-



11. Pompa (P – 02)

Fungsi	: Untuk memompa 1,4 Butanediol dari Heat Exchanger ke vaporizer
Jenis	: Centrifugal Pump
Bahan	: Carbon Steel SA 285 Grade C
Kapasitas	: 0,0002 m <sup>3</sup> /s

Spesifikasi : Putaran spesifikasi : 499,296 rpm

Ukuran pipa

- NPS : 1 in
- Sch No : 40
- OD : 1,32 in
- ID : 1,049 in
- Head pompa : 8,20 m
- Power pompa : 0,72 HP
- Power motor : 1HP

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 11200

Rp. 166.465.600,-

## 12. Pompa (P – 03)

Fungsi : Untuk memompa 1,4 butanediol dari kondensor 1 ke separator dengan tekanan 1 atm.

Jenis : Centrifugal Pump

Bahan : Carbon Steel SA 285 Grade C

Kapasitas : 0,0009 m<sup>3</sup> /s

Spesifikasi : Putaran spesifikasi : 903, 654 rpm

Ukuran pipa

- NPS : 0,75 in

- Sch No : 80
- OD : 1,05 in
- ID : 0,742 in
- Head pompa : 9,3 m
- Power pompa : 27,10 HP
- Power motor : 40 HP

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 7300

Rp. 108.499.900,-

### 13. Pompa (P – 04)

Fungsi : Untuk memompa 1,4 butanediol dari separator menjadi limbah produk dengan tekanan 1 atm.

Jenis : Centrifugal Pump

Bahan : Carbon Steel SA 285 Grade C

Kapasitas : 0,00016 m<sup>3</sup>/s

Spesifikasi : Putaran spesifikasi : 624,794 rpm

Ukuran pipa

- NPS : 0,75 in
- Sch No : 80
- OD : 1,05 in
- ID : 0,742 in
- Head pompa : 4,874m
- Power pompa : 0,42 HP

- Power motor : 0,75 HP
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US\$ 4500
- Rp. 66.883.500,-

#### 14. Pompa (P – 05)

Fungsi : Untuk memompa produk dari kondensor ke tangki penyimpanan produk

Jenis : Centrifugal Pump

Bahan : Carbon Steel SA 285 Grade C

Kapasitas : 0,0007 m<sup>3</sup>/s

Spesifikasi : Putaran spesifikasi : 994,096 rpm

Ukuran pipa

- NPS : 0,75 in
- Sch No : 80
- OD : 1,05 in
- ID : 0,742 in
- Head pompa : 7,3152 m
- Power pompa : 0,42 HP
- Power motor : 0,75 HP

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 24400

Rp. 362.657.200,-

15. Blower (B-01)

Fungsi : Untuk mengalirkan gas dari Vaporizer ke HE

Jenis : Blower Centrifugal

Bahan : Carbon Steel SA 301 Grade A

Kapasitas : 0,00284 m<sup>3</sup>/s

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 700

Rp. 10.404.100,-

16. Blower (B-02)

Fungsi : Untuk mengalirkan gas dari Heat Exchanger ke Reaktor

Jenis : Blower Centrifugal

Bahan : Carbon Steel SA -310 Grade A

Kapasitas : 0,00356 m<sup>3</sup>/s

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 800

Rp. 11.890.400,-

17. Blower (B-03)

Fungsi : Untuk mengalirkan gas hasil keluaran Reaktor ke condenser 1

Jenis : Blower Centrifugal

Bahan : Carbon Steel SA -301 Grade A

Kapasitas : 0,00393 m<sup>3</sup>/s

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 800

Rp. 11.890.400,-

#### 18. Blower (B-04)

Fungsi : Untuk mengalirkan gas dari hasil atas  
Separator ke kondenser 2

Jenis : Blower Centrifugal

Bahan : Carbon Steel SA -310 Grade A

Kapasitas : 0,00221 m<sup>3</sup>/s

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 600

Rp. 8.917.800,-



### 3.3 Perencanaan Produksi

Faktor eksternal dan faktor internal merupakan dua hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan rencana produksi. Faktor eksternal merupakan faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal merupakan kemampuan pabrik. Dengan melihat kemampuan pasar

Kemampuan pasar dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

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

Secara umum terdapat beberapa faktor penentu pabrik, antara lain

: a. Material (bahan baku)

Pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas akan membuat target produksi tercapai sesuai dengan yang diinginkan. b. Manusia (tenaga kerja)

Tenaga kerja yang kurang terampil akan menimbulkan kerugian pada pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

c. Mesin (peralatan)

Terdapat dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, 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. Sedangkan kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.



## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat mempengaruhi seluruh kegiatan industri pabrik baik mengenai produksi maupun distribusi produk. Oleh sebab itu penentuan lokasi pabrik harus berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sehingga meminimumkan biaya distribusi.

Berdasarkan beberapa pertimbangan yang ada, maka pabrik *tetrahydrofuran* ini direncanakan untuk didirikan di daerah Serang, Banten. Berikut ini faktor-faktor pertimbangan pendirian pabrik :

##### 4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang berpengaruh secara langsung terhadap tujuan utama dari suatu pabrik. Tujuan utama ini diantaranya meliputi proses produksi dan distribusi. Faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah:

*a.* Ketersediaan lahan pabrik

Terdapat kawasan industri di Serang Banten sangat memungkinkan untuk dapat mendirikan pabrik *tetrahydrofuran* ini.

*b.* Ketersediaan bahan baku

Bahan baku dalam pembuatan *tetrahydrofuran* ini adalah 1,4-butanediol. Untuk kebutuhan 1,4-butanediol, dapat di beli dari PT Insoclay Acidatama. Dengan pemilihan lokasi di Serang , akan menguntungkan karena lokasi dekat dengan penyediaan bahan baku sehingga pengadaannya lebih mudah.

*c.* Penyediaan bahan bakar dan energi

Daerah Serang ,Banten merupakan kawasan industri sehingga penyediaan bahan bakar untuk generator dapat dengan mudah terpenuhi, sedangkan

listrik untuk keperluan proses dan perkantoran disediakan oleh PLN setempat.

*d. Sarana Transportasi*

Selain transportasi darat, transportasi laut merupakan salah satu sarana yang penting untuk menunjang kelancaran produksi.

*e. Tersedianya tenaga kerja*

Tenaga kerja yang 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 Serang, Banten umumnya baik, tidak terjadi gempa maupun angin topan dan banjir.

*g. Penyediaan utilitas*

Terdapat sungai di dekat lokasi pabrik daerah sehingga dapat Serang Banten memanfaatkan airnya untuk keperluan utilitas. Pemilihan air sungai ini dikarenakan oleh melimpahnya air sungai sehingga tidak mungkin akan kehabisan air utilitas.

*h. Pemasaran produk*

Dari segi pemasaran, dipilih lokasi pabrik di Serang Banten karena wilayah tersebut merupakan wilayah yang strategis dengan industri-industri lainnya. Kawasan tersebut dekat dengan ibukota dan akses transportasi untuk mendistribusikan produk mudah sehingga akan menguntungkan untuk proses pemasaran.

*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 Pabrik

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

1. Area perluasan pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan industr Serang-Cilegon, sehingga memungkinkan adanya perluasan area pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk karena lokasi tersebut merupakan kawasan industri

2. Perijinan

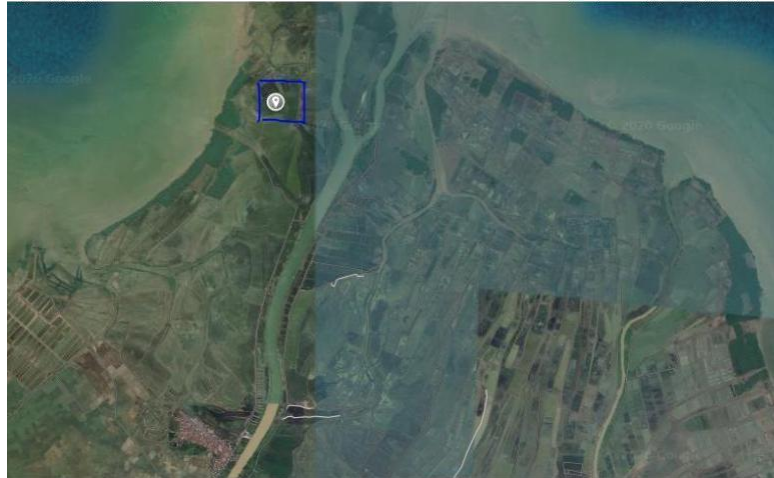
Lokasi yang di pilih tidak jauh dr lokasi khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam mempersiapkan perijinan pembuatan pabrik.

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a. Segi keamanan masih terpenuhi
- b. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman
- c. Pemanfaatan area tanah seefisien mungkin

3. Prasarana dan fasilitas sosial

Sarana harus menunjang dan di lengkapi oleh fasilitas-fasilitas sosial seperti rumah sakit, perkantoran dan layanan sosial lainnya



**Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Tetrahydrofuran**

#### **4.2 Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik merupakan hal yang harus di perhatikan tempat dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat peralatan dan tempat menyimpan bahan. Ketepatan letak pabrik sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan dan kelancaran para pekerja. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam tata letak ruang pabrik adalah :

- a. Perluasan pabrik harus sudah masuk dalam perhitungan awal sebelum masalah kebutuhan tempat menjadi problem besar di kemudian hari. Perluasan pabrik perlu adanya untuk di persiapkan demi kemajuan pabrik. Sejumlah areal khusus juga harus dipersiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik bila dimungkinkan pabrik menambah peralatan untuk menambah kapasitas atau menambah peralatan guna mengolah bahan baku sendiri.
- b. Harga tanah yang tinggi memerlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian ruangan. Pemakaian tempat harus disesuaikan dengan area yang tersedia. Bila perlu ruangan harus dibuat bertingkat untuk menghemat tempat.

c. Faktor keamanan

Faktor keamanan adalah faktor yang paling penting. Meski telah dilengkapi dengan alat-alat pengaman yang memadai, faktor-faktor pencegah harus tetap disediakan dan ditempatkan di area khusus dengan jarak antar ruang yang cukup aman untuk tempat-tempat yang rawan kan bahaya ledakan dan kebakaran pabrik.

d. Instalasi dan utilitas

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

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

1. Lokasi administrasi , laboratorium dan ruang kontrol Administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran proses operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses serta produk.

2. Lokasi proses

Daerah proses merupakan daerah tempat berlangsungnya produksi dan tempat di letaknya alat alat proses

3. Lokasi pergudangan umum dan bengkel

Daerah menyimpan bahan-bahan produksi , alat- alat dan perbaikan alat.

4. Daerah utilitas

Daerah atau unit utilitas merupakan daerah tempat alat-alat utilitas diletakkan dan tempat utilitas berlangsung.

e. Fasilitas Jalan

Jalan raya merupakan sesuatu yang penting karena untuk proses pengangkutan bahan baku, produk dan bahan-bahan pendukung lainnya sehingga penempatan jalan tidak boleh mengganggu proses atau kelancaran dari tempat yang dilalui.

Perincian luas tanah serta tata letak bangunan pabrik ditunjukkan pada tabel dan gambar berikut ini.



**Tabel 4. 1 Perincian luas tanah bangunan pabrik**

Jenis bangunan	Luas (m <sup>2</sup> )
Kantor Utama	1200
Pos Keamanan	200
Mess	1250
Pakir Tamu & Karyawan	675
Parkir Direksi	400
Parkir Truk	750
Poliklinik	300
Masjid	300
Kantin	225
Bengkel	400
Unit pemadaman kebakaran	450
Gudang alat	450
Gudang bahan kimia	300
Laboratorium	300
Area Utilitas	1500
Area Proses	3600
<i>Control Room</i>	400
<i>Control Utilitas</i>	300
Pembangkit listrik	600
Kantor Bagian Produksi	600
Gedung Pertemuan	400
<i>UPL</i>	600
Jalan	1200
Taman	400
Perluasan Pabrik	5000
<b>Luas Tanah</b>	21900
<b>Luas Bangunan</b>	15300
<b>Total</b>	37200



Skala 1:100

**Gambar 4. 2 T ata letak abrik**

Keterangan:

- |                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Pos keamanan             | 14. Pembangkit Listrik     |
| 2. Klinik                   | 15. Parkir Truck           |
| 3. Masjid                   | 16. Parkir Direksi         |
| 4. Kantin                   | 17. UPL                    |
| 5. Parkir tamu dan karyawan | 18. Mess                   |
| 6. Kantor Utama             | 19. Kantor Bagian Produksi |
| 7. Taman                    | 20. Area Proses            |
| 8. Laboratorium             | 21. Area Utilitas          |
| 9. Bengkel                  | 22. Control Utilitas       |
| 10. Pemadam Kebakaran       | 23. Control Room           |
| 11. Gudang Bahan Kimia      | 24. Area Perluasan         |
| 12. Gedung Pertemuan        | 25. Jalan                  |
| 13. Gudang Alat             |                            |



### 4.3 Tata Letak Alat Proses

Terdapat beberapa proses yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik peralatan proses, diantaranya yaitu :

1. Tempat bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk harus tepat sehingga dapat menguntungkan secara ekonomi serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran Udara

Kelancaran aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan untuk menghindari stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia berbahaya.

3. Cahaya

Penerangan pabrik harus mencakup semua ke tempat yang ada di pabrik, terlebih pada tempat-tempat proses yang utama yang berbahaya dan memiliki resiko tinggi.

4. Lalu lintas jalan

Perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Dengan beberapa pertimbangan keamanan

5. Jarak antara alat

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 yang lain.

## 6. Maintenance

Maintenance atau perawatan berfungsi untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara menjaga, merawat dan memperbaiki alat agar proses produksi berjalan lancar dan produktivitas tinggi sehingga akan tercapai target produksi diharapkan.

Perawatan alat dilakukan secara teratur sesuai dengan prosedur yang ada. Penjadwalan dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapatkan perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat beroperasi secara kontinyu dan akan berhenti apabila mengalami kerusakan. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi :

### a. *Turn around* Ax 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, biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* diantaranya adalah :

- Umur alat

Perawatan pada alat ditentukan berdasarkan usia alat tersebut. Semakin tua umur alat maka perawatan yang harus diberikan juga semakin banyak, hal ini menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

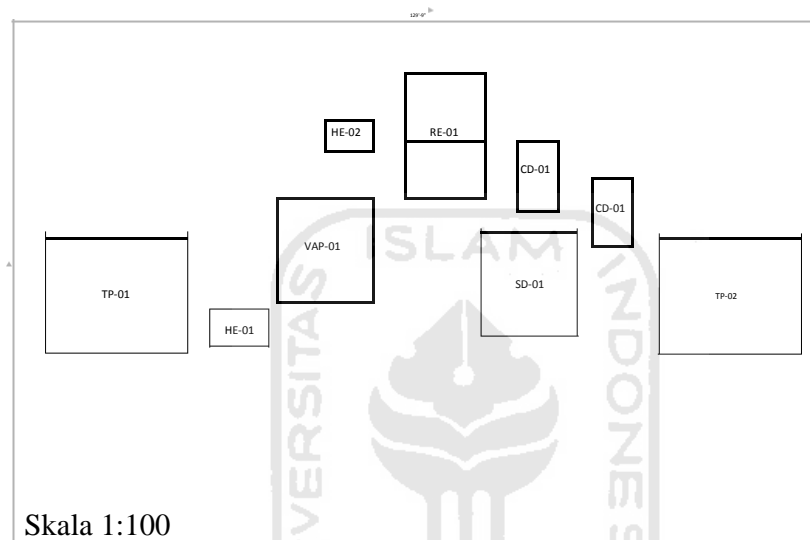
- Bahan baku

Bahan baku yang digunakan harus berkualitas agar tidak merusak alat. Penggunaan bahan baku yang tidak berkualitas dapat menyebabkan kerusakan pada alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Memudahkan proses produksi sehingga mendapatkan produk yang di inginkan
- b. Penggunaan ruangan efektif sehingga menghemat tempat
- c. Biaya material lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya faktor yang tidak penting

Tata letak alat proses ditunjukkan pada gambar berikut ini :



**Gambar 4. 3** Tata letak alat proses

#### 4.4 Spesifikasi Alat Utilitas

##### 1. *Screening* (FU-01)

- Fungsi : Menyaring kotoran berukuran besar seperti ranting
- Panjang : 10 ft
- Lebar : 8 ft
- Ukuran lubang saringan : 1 cm (Brown 1961)
- Jumlah air yang disaring : 14381,8673 kg/jam
- Debit : 0,004 m<sup>3</sup>/s
- Harga : US\$ 33700  
: Rp. 500.883.100.-

##### 2. Reservoir Bak Sedimentasi (R-01)

- Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai
- Jenis : Grift Chamber Sedimentation
- Jumlah air : 14381,8673 kg/jam
- Debit : 0,004 m<sup>3</sup>/s
- Waktu tinggal : 4 jam
- Volume : 69,3937 m<sup>3</sup>
- Tinggi : 2,5887 m
- Panjang : 5,177 m
- Lebar : 5,177 m
- Harga : US\$ 26000  
: Rp. 386.438.000.-

##### 3. Tangki Pelarut Alum [Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>] (TU-01)

- Fungsi : membuat larutan alum
- Jenis : Silinder tegak dengan tutup datar
- Laju massa : 0,7191 kg/jam
- Volume tangki : 0,709 m<sup>3</sup>
- Diameter : 0,9664 m
- Daya : 1HP
- Harga : US\$ 47300  
: Rp.703.019.900.-

### 3. Tangki Pelarutan Soda Abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) (TU -02)

- Fungsi : Membuat larutan Soda Abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )
- Jenis : Silinder tegak dengan tutup datar
- Volume tangki :  $0,3932 \text{ m}^3$
- Diameter tangki :  $0,7942 \text{ m}$
- Daya :  $0,25 \text{ HP}$
- Harga : US\$ 57000  
: Rp. 847.191.000.-

### 5. Clarifier (CL-01)

- Fungsi : Memisahkan endapan yang terbentuk (flok-flok) yang terbentuk karena penambahan alum dan soda abu.
- Jenis : *External Solid Recirculation Clarifier*
- Volume :  $28,8889 \text{ m}^3$
- Diameter :  $3,0318 \text{ m}$
- Tinggi :  $5,2 \text{ m}$
- Daya :  $0,5 \text{ HP}$
- Harga : US\$ 15500  
: Rp. 230.376.500.-

### 6. Sand Filter (FU-01)

- Fungsi : menyaring partikel- partikel yang masih terbawa dalam air yang keluar dari clarifier
- Laju massa air :  $14381,8673 \text{ m}^3$
- Volume tangki :  $5,7778 \text{ m}^3$
- Diameter tangki :  $1,7673 \text{ m}$
- Tinggi tangki :  $2,7982 \text{ m}$
- Harga : US\$ 10200  
: Rp. 151.602.600.

#### 7. Tangki Utilitas (TU-03)

- Fungsi : menampung air sementara dari clarifier
- Jenis : silinder tegak dengan tutup datar
- Laju massa air : 14381,8673 m<sup>3</sup>
- Volume tangki : 416,008 m<sup>3</sup>
- Diameter tangki : 7,069 m
- Tinggi tangki : 10,604 m
- Harga : US\$ 63900  
: Rp. 949.745.700

#### 8. Tangki Pelarutan Asam Sulfat (TU-04)

- Fungsi : Membuat larutan asam sulfat
- Jenis : silinder tegak dengan alas dan tutup datar
- Volume tangki : 0,0073 m<sup>3</sup>
- Diameter tangki : 0,210 m
- Daya : 0,0001 HP
- Harga : US\$ 67200  
: Rp.998.793.600.-

#### 9. Tangki Pelarutan NaOH (TU-05)

- Fungsi : Membuat larutan natrium hidroksida (NaOH)
- Jenis : silinder tegak dengan alas dan tutup datar
- Volume tangki : 0,0087 m<sup>3</sup>
- Diameter tangki : 0,222 m
- Daya : 0,00001 HP
- Harga : US\$ 1500  
: Rp. 22.294.500.-

#### 10. Anion-Kation Exchanger (Mixed Bed) (TU-06)

- Fungsi : menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl, SO<sub>4</sub> dan NO<sub>3</sub>
- Jenis : silinder tegak dengan alas dan tutup datar
- Volume bed resin : 3,5785 ft<sup>3</sup>

- Diameter bak resin : 0,3360 m
- Tinggi bed resin : 1,143 m
- Luas penampang : 0,9542 ft<sup>2</sup>
- Harga : US\$ 9400  
: Rp. 139.712.200.-

#### 11. Reservoir Clewar Water Tank (RU-02)

- Fungsi : menampung air untuk keperluan service water
- Jenis : silinder tegak
- Volume tangki : 31,2106 m<sup>3</sup>
- Diameter tangki : 3,413 m
- Tinggi tangki : 3,413 m
- Harga : US\$ 17100

#### 12. Daerator (D-01)

- Fungsi : menghilangkan gas CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada reboiler
- Jenis : silinder horizontal
- Volume tangki : 1,2049 m<sup>3</sup>
- Diameter tangki : 1,1535 m
- Tinggi tangki : 1,535 m
- Harga : US\$ 7500  
: Rp. 111.472.500

#### 13. Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (TU-07)

- Fungsi : menyimpan larutan N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>
- Jenis : silinder tegak
- Volume tangki : 0,30487 m<sup>3</sup>
- Diameter tangki : 0,7295 m
- Tinggi tangki : 0,7295 m
- Harga : US\$ 23700  
: Rp. 352.253.100

#### 14. Tangki Klorinasi (TU-08)

- Fungsi : mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga
- Jenis : silinder berpengaduk
- Volume tangki : 0,0954 m<sup>3</sup>
- Diameter tangki : 0,4954 m
- Tinggi tangki : 0,4954 m
- Daya : 0,05 Hp
- Harga : US\$ 18400  
: Rp. 273.479.200

#### 15. Tangki Penyimpan Kaporit (TU-09)

- Fungsi : menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan ke dalam tangki klorinasi
- Jenis : silinder berpengaduk
- Volume tangki : 0,0008 m<sup>3</sup>
- Panjang tangki : 0,1189 m
- Lebar tangki : 0,1189 m
- Tinggi tangki : 0,0594 m
- Harga : US\$ 14900

#### 16. Tangki Domestic Water (TU-10)

- Fungsi : menampung air untuk keperluan domestik
- Jenis : segiempat (balok)
- Volume tangki : 33,6874 m<sup>3</sup>
- Panjang tangki : 4,0691 m
- Lebar tangki : 4,0691 m
- Tinggi tangki : 2,0345 m
- Harga : US\$ 10000  
: Rp. 148.630.000



#### 17. Cooling Tower (CT-01)

- Fungsi : mendinginkan air pendingin bekas dari suhu 45°C ke 25°C
- Jenis : *mechanical draft cooling tower*
- Luas penampang : 1,1493 m<sup>2</sup>
- Panjang : 1,072 m
- Lebar : 1,072 m
- Tinggi : 9,1461 m
- Harga : US\$ 197000  
: Rp. 2.928.011.000

#### 18. Waste Heat Boiler (WHB-01)

- Fungsi : membuat saturated steam
- Jenis : *mechanical draft cooling tower*
- Harga : US\$ 268100

#### 19. Mixer (TU-11)

- Fungsi : mencampurkan alum dan caustic soda dengan air untuk diumpankan ke clarifier
- Jenis : silinder tegak
- Volume mixer : 14,4447 m<sup>3</sup>
- Diameter : 2,64 m
- Tinggi : 2,64 m
- Daya : 2HP

#### 20. Tangki Service Water (TU-12)

- Fungsi : menampung air untuk keperluan layanan umum
- Jenis : balok
- Volume tangki : 2,2912 m<sup>3</sup>
- Panjang : 1,6609 m
- Lebar : 1,6609 m
- Tinggi : 0,8304 m
- Harga : US\$ 79400  
: Rp.1.180.122.200.-

## 21. Pompa (PU-01)

- Fungsi : memompa air dari sungai ke bak pengendap
- Jenis : pompa *sentrifugal*
- Bahan : *commercial steel*
- Laju alir pompa :  $0,004 \text{ m}^3/\text{s}$
- Power pompa : 0,2 HP
- Power motor : 2HP
- Pemilihan pipa
  - Sch 40
  - ID : 7,981 in
  - OD : 8,625 in
  - Flow area pipe :  $0,3474 \text{ ft}^2$
  - Power pompa : 0,2 HP
- Harga : US\$ 1500  
: Rp. 22.294.500

## 22. Pompa (PU-02)

- Fungsi : memompa alum ke clarifier
- Jenis : pompa *sentrifugal*
- Bahan : *commercial steel*
- Laju alir pompa :  $0,00000015 \text{ m}^3/\text{s}$
- Power pompa : 0,000018 HP
- Power motor : 0,05 HP
- Pemilihan pipa
  - Sch 40
  - ID : 0,269 in
  - OD : 0,405 in
  - Flow area pipe :  $0,0004 \text{ ft}^2$
- Harga : US\$ 1600  
: Rp. 23.780.800

### 23. Pompa (PU-03)

- Fungsi : memompa air domestik untuk keperluan umum
- Jenis : pompa *sentrifugal*
- Bahan : *commercial steel*
- Laju alir pompa : 0,0003 m<sup>3</sup>/s
- Power pompa : 0,012 HP
- Power motor : 0,05 HP
- Pemilihan pipa :
  - Sch 40
  - ID : 1,049 in
  - OD : 1,315 in
  - Flow area per pipe : 0,006 ft<sup>2</sup>
- Harga : US\$ 1600  
: Rp. 23.780.800

### 24. Pompa (PU-16)

- Fungsi : memompa service water untuk didistribusikan
- Jenis : pompa *sentrifugal*
- Bahan : *commercial steel*
- Laju alir pompa : 0,0003 m<sup>3</sup>/s
- Power pompa : 0,019 HP
- Power motor : 0,02 HP
- Pemilihan pipa :
  - Sch 40
  - ID : 1,049 in
  - OD : 1,315 in
  - Flow area per pipe : 0,006 ft<sup>2</sup>
- Harga : US\$ 1600  
: Rp. 23.780.800

### 25. Pompa (PU-14)

- Fungsi : memompa umpan steam water ke boiler
- Jenis : pompa *sentrifugal*
- Bahan : *commercial steel*

- Laju alir pompa : 0,0002 m<sup>3</sup>/s
- Power pompa : 0,027 HP
- Power motor : 0,05 HP
- Pemilihan pipa :
  - Sch 40
  - ID : 0,269 in
  - OD : 2,375 in
  - Flow area per pipe : 0,0233 ft<sup>2</sup>
- Harga :US\$ 6400  
: Rp.95.123.200

#### 26. Pompa (PU-13)

- Fungsi : memompa air demin
- Jenis : pompa *sentrifugal*
- Bahan : *commercial steel*
- Laju alir pompa : 0,0003 m<sup>3</sup>/s
- Power pompa : 0,0075 HP
- Power motor : 0,05 HP
- Pemilihan pipa :
  - Sch 40
  - ID : 2,067 in
  - OD : 2,375 in
  - Flow area per pipe : 0,0233 ft<sup>2</sup>
- Harga : US\$ 6500  
: Rp. 96.609.500

#### 27. Pompa (PU-17)

- Fungsi : memompa cooling water ke proses
- Jenis : pompa *sentrifugal*
- Bahan : *commercial steel*
- Laju alir pompa : 0,0034 m<sup>3</sup>/s
- Power pompa : 0,5 HP
- Power motor : 1,5 HP
- Pemilihan pipa :
  - Sch 40
  - ID : 7,625 in

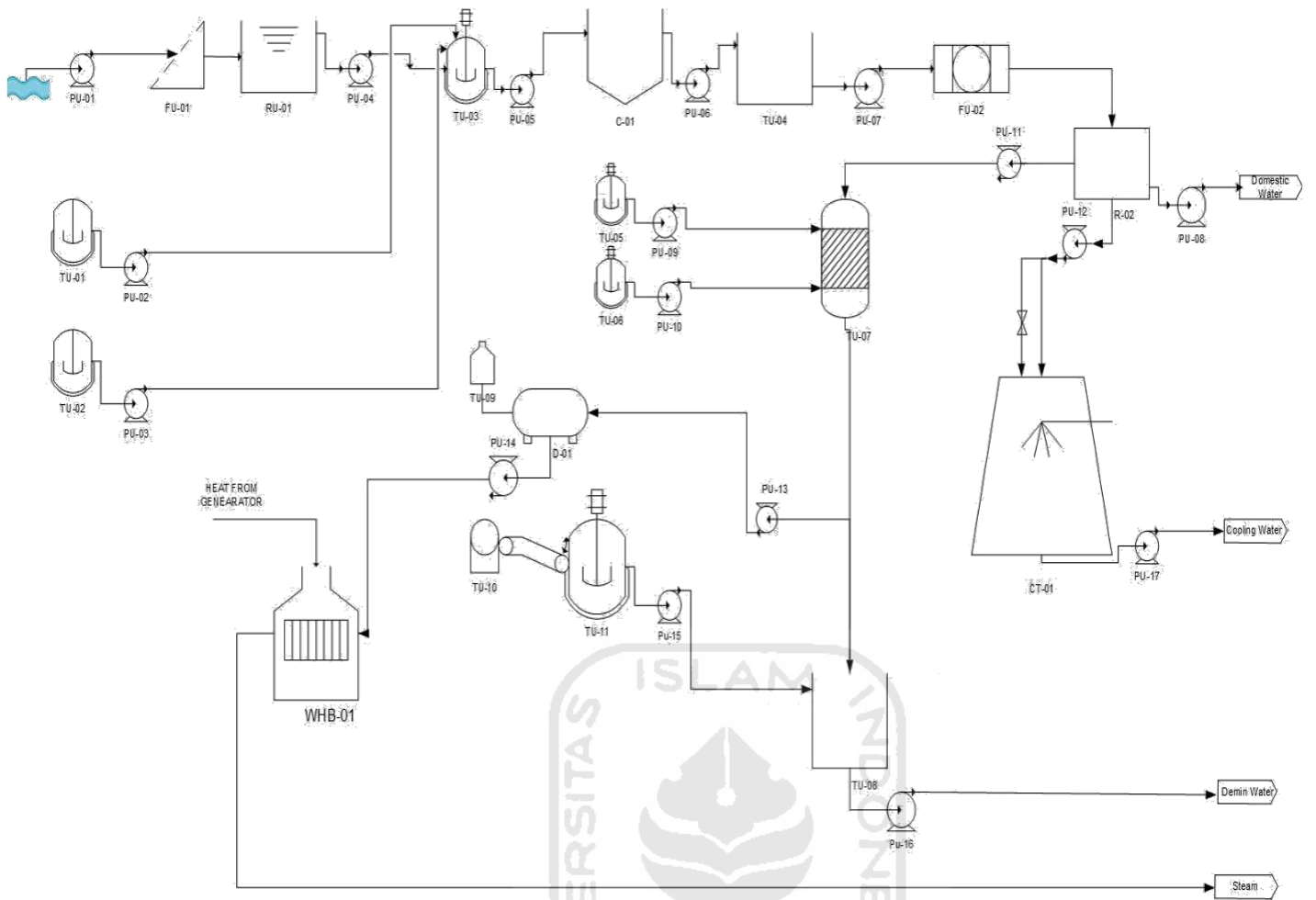
- OD : 8,625 in
- Flow area per pipe : 0,3171 ft<sup>2</sup>
- Harga : US\$ 6500  
: Rp.96.609.500

#### 4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Penyediaan utilitas merupakan salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam suatu pabrik hal ini dikarenakan utilitas 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 meliputi :

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





KETERANGAN:  
 PU :POMPA  
 FU-01 :SCREENING  
 RU-01 :RESERVOIR/BAK SEDIMENTASI  
 TU-01 :TANGKI  $Al_2SO_3$   
 TU-02 :TANGKI CAUSTIC SODA  
 TU-03 :TANGKI PENCAMPURAN  
 C-01 :CLARIFIER  
 TU-04 :TANGKI AIR BERSIH

FU-02 :SAND FILTER  
 R-02 :TANGKI RESERVOIR  
 TU-05 :TANGKI PELARUTAN  $H_2SO_4$   
 TU-06 :TANGKI PELARUTAN  $NaOH$   
 TU-07 :ANION-KATION EXCANGER  
 TU-08 :TANGKI AIR DEMIN  
 TU-09 :TANGKI PENYIMPANAN  $NH_3$   
 TU-10 :TANGKI PENYIMPANAN KAPORIT

TU-11 : TANGKI PELARUTAN KAPORIT  
 D-01 : DAERATOR  
 WHB-01 : WASTE HEAT BOILER  
 CT-01 : COOLING TOWER

**Gambar 4. 4** Proses pengolahan utilitas

## 4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

### 4.5.1.1 Unit Penyediaan Air

Pada umumnya suatu pabrik memenuhi kebutuhan air dengan menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik *tetrahydrofuran* ini, untuk mencukupi kebutuhan air diperoleh dari sungai yang teletak tidak jauh dari lokasi pabrik. Air dibutuhkan untuk keperluan proses yaitu untuk membuat steam, air pendingin, air proses, air untuk boiler dan untuk air sanitasi. Pertimbangan menggunakan sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

- Pengolahan air sungai jauh lebih mudah jika dibandingkan dengan air laut
- Biaya yang digunakan untuk pengolahan air sungai lebih murah
- Letak laut tidak terlalu jauh dengan pabrik.

Selain itu pabrik juga tidak terlalu jauh sekali dengan laut sehingga air laut bisa di jadikan cadangan penyedia air nantinya.

Kebutuhan air pada pabrik *tetrahydrofuran* ini adalah untuk keperluan-keperluan berikut:

#### a. Air umpan boiler

Boiler sebagai penghasil steam membutuhkan air dengan persyaratan tertentu sebagai umpannya. Persyaratan untuk boiler *feed water* (BFW) adalah:

- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*, jika steam digunakan sebagai pemanas. Hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan bisa mengakibatkan boiler tidak beroperasi sama sekali.
- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>.

b. Air sanitasi

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

Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : di bawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau: tidakberbau

Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri.

#### 4.5.1.2 Unit Pengolahan Air

Tahapan-tahapan pengolahan air yaitu:

1. *Filter*

*Filter* dalam perancangan ini menggunakan *bar screen* yang bertujuan untuk memisahkan padatan besar seperti sampah yang terbawa oleh air sungai sehingga setelah penyaringan air dapat dilakukan proses selanjutnya.

2. *Clarifier*

Air yang telah disaring sebelum masuk ke *clarifier* perlu ditambahkan bahan-bahan kimia, yaitu tawas ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ) yang berfungsi sebagai koagulan dan  $Na_2CO_3$  berfungsi sebagai flokulan dan pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.



Air baku yang mempunyai turbidity sekitar 20-80 NTU dan diharapkan setelah keluar dari clarifier nilai kekeruhan (turbidity) air akan turun menjadi lebih kecil dari 3 NTU.

### 3. Penyaringan

Air hasil dari *clarifier* dialirkan menuju *sand filter* untuk memisahkan partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari sand filter dengan turbidity kira - kira kurang dari 1 NTU, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (filter water reservoir). Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan, demineralisasi dan ke tangga penyimpanan air domestik.

### 4. 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 dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm

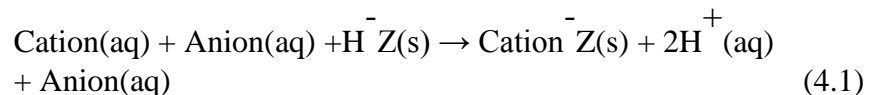
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

#### a. Cation Exchanger

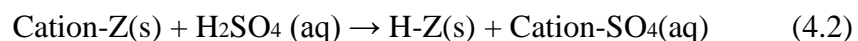
Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H<sup>+</sup> sehingga air yang akan keluar dari cation exchanger adalah air yang

mengandung anion dan ion H<sup>+</sup>.

Reaksi:

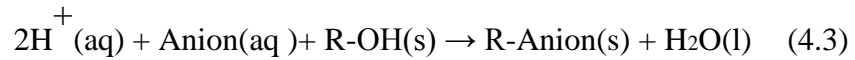


Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat. Reaksi:

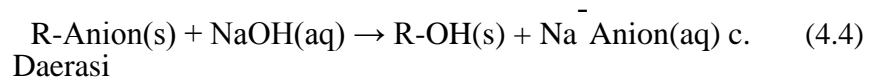


#### b. Anion Exchanger

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut. Reaksi :



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH. Reaksi :



Daerasi  
 Dearasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen ( $\text{O}_2$ ). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam deaerator dan diinjeksikan hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *Tube boiler*.

Reaksi:



Air yang keluar dari deaerator ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler (Boiler Feed Water)

#### 4.5.2 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan akan tenaga listrik di pabrik adalah sebesar 137,1339 kW yang mencakup penerangan, laboratorium, rumah tangga, perkantoran, pendingin ruangan (AC) dan kebutuhan lainnya. Untuk mencukupi kebutuhan tersebut pabrik Tetrahydrofuran digunakan listrik dari PLN dan untuk cadangan listrik digunakan generator diesel dengan kapasitas 422,4472863 kW.

Spesifikasi generator diesel yang digunakan adalah:

- Kapasitas : 750 kW
- Jenis : Generator diesel
- Jumlah : 1 buah

Fungsi utama dari generator diesel adalah untuk mengubah energi mekanik yang diciptakan oleh mesin pembakaran diesel menjadi energi listrik, yang dapat digunakan dalam sejumlah situasi. Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi kemudian menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini kemudian ditransfer melalui kabel internal untuk outlet atau jaringan listrik ke unit yang terhubung. (Alfred, 2015)

Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi:

### 1. Kebutuhan listrik untuk alat proses

**Tabel 4. 2 Kebutuhan listrik alat proses**

Alat	Kode	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-01	P-01	3	2237,1
Pompa-02	P-02	1	745,7
Pompa-03	P-03	0,75	559,275
Pompa-04	P-04	25	18642
Pompa-05	P-05	40	29828
Blower-01	BL-01	0,083	62,139
Blower-02	BL-02	0,05	37,285
Blower-03	BL-03	0,05	37,285
Blower-04	BL-04	0,05	37,285
TOTAL			52186,5691

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = 52186,5691 Watt

Maka jumlah power yang dibutuhkan = 52,1865 kW

## 2. Kebutuhan listrik untuk utilitas

**Tabel 4. 3 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas**

Alat	Kode	Daya	
		Hp	Watt
Tangki Pelarut Alum	TU-01	1	746
Pompa 01	PU-01	2	1491
Pompa 02	PU-02	0,05	37
Pompa 03	PU-03	0,5	37
Pompa 04	PU-04	2	1491
Pompa 05	PU-05	2	1491
Pompa 06	PU-06	2	1491
Pompa 07	PU-07	2	1491
Pompa 08	PU-08	2	1491
Pompa 09	PU-09	0,05	37
Pompa 10	PU-10	0,05	37
Pompa 11	PU-11	0,05	37
Pompa 12	PU-12	0,05	37
Pompa 13	PU-13	0,05	37
Pompa 14	PU-14	0,05	37
Pompa 15	PU-15	0,02	15
Pompa 16	PU-16	0,02	15
Pompa 17	PU-17	1,5	1119
Tangki pelarutan soda Abu	TU-02	0,25	186
Clarifier	CL-01	0,5	373
Tangki pelarutan asam Sulfat	TU-04	0,0001	0,075
Tangki pelarutan NaOH	TU-05	0,0001	0,075
Tangki klorinasi	TU-08	0,0005	0,37
Kompresor udara tekan		5	3729
Blower cooling tower		7	5220
TOTAL			20649

Kebutuhan listrik untuk alat utilitas = 20649 watt

Maka jumlah power yang dibutuhkan = 20,649 kW

### 3. Kebutuhan listrik untuk penerangan dan lain-lain

- Listrik untuk ruang kontrol dan laboratorium = 37,285 kW
- Listrik untuk penerangan = 59,656 kW
- Listrik untuk bengkel = 37,285 kW
- Listrik untuk instrumentasi = 74,57 kW

Jumlah kebutuhan daya listrik untuk penerangan, dll = 208,796 kW

Jadi, jumlah kebutuhan daya listrik seluruhnya

= 52,1865 kW + 20,649 kW + 208,796 kW = 281,631 kW

#### 4.5.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan sebagai generator. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar dari SPBU solar non subsidi.

Kebutuhan bahan bakar IDO

Efisiensi 80% dari kebutuhan listrik total

Kebutuhan bahan bakar = 196,6509 kg/jam

Spesifikasi IDO, minyak diesel :

Heat value = 457766,3760 kJ/kg

Derajat API = 22 – 28 °API

Densitas = 836,6329 kg/m<sup>3</sup>

Viskositas = 5,8 cp

#### 4.5.4 Unit Pembangkit Steam

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

Tekanan : 4 atm

Jenis : water tube boiler

Jumlah : 1 Buah

- Kebutuhan steam

Banyaknya kebutuhan steam ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4. 4 Kebutuhan steam**

<b>Nama Alat</b>	<b>Jumlah (kg/jam)</b>
Vaporizer	119,946
HE-01	570,815
HE-02	142,385
<b>Total</b>	<b>833,145</b>

- Kebutuhan air untuk steam

Total kebutuhan air untuk steam = 833,145 kg/jam

#### 4.5.5 Unit Pengadaan Dowtherm A

Dowtherm A digunakan sebagai pendingin dalam alat reaktor dan condensor.

**Tabel 4. 5 Kebutuhan Dowtherm A**

<b>Nama Alat</b>	<b>Jumlah (Kg/Jam)</b>
REAKTOR	3816,909
CD-01	3705,196
TOTAL	7522,105
OVER DESIGN	20%
TOTAL	9026,526

Jumlah kebutuhan dowtherm A ketika start up sebesar 9026,526 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. Laboratorium biasanya dibuat untuk memungkinkan dilakukannya kegiatan-kegiatan eksperimen, pengukuran secara terkendali. 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 dan produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku, 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
- Memeriksa kadar zat-zat pada buangan pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

#### 4.6.2 Program Kerja Laboratorium

1. Analisa bahan baku dan produk

Adapun analisa pada proses pembuatan tetrahydrofuran meliputi: kemurnian, densitas, viskositas, warna, titik didih dan *specific gravity*.

2. Analisa untuk keperluan utilitas

Analisa untuk keperluan utilitas meliputi:

- a. Analisa *feed water*, meliputi *dissolved* oksigen, pH, *hardness*, *total solid*, *suspended solid oil* dan *organic mater*.

Syarat kualitas *feed water*:

- DO: lebih baik  $0 \leq 0,007$  ppm ( $\leq 0,005$  cc/L)
- pH:  $\geq 7$
- *Hardness*: 0
- *Temporary hardness* maksimum: ppm CaCO<sub>3</sub>
- *Total solid*:  $\leq 200$  ppm (0-600 psi),  $\leq 10$  ppm (600-750 psi)
- *Suspended solid*: 0
- *Oil* dan *organic mater*: 0
  - Penukaran ion, yang dianalisa adalah kesadahan CaCO<sub>3</sub> dan silica sebagai SiO<sub>2</sub>
  - Air bebas mineral, analisisnya dengan menggunakan penukar ion
  - Analisa *cooling water*, yang dianalisa adalah pH jenuh CaCO<sub>3</sub> dan indeks langelier



- b. Air bebas mineral yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O<sub>2</sub> 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 baik untuk bahan baku atau produk.

2. Laboratorium analisa atau analitik

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, 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 bahan dan material lainnya terkait dalam proses yang digunakan untuk meningkatkan mutu hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru 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 tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air dalam produk.

- b. *Viscometer bath*

Alat ini digunakan untuk mengukur viskositas produk keluar dari reaktor.

- c. *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur *specific gravity*.

#### **4.7 Kesehatan Dan Keselamatan Kerja**

Ada beberapa 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. Kecelakaan tersebut seperti cedera, kematian, kebakaran, keracunan dan ledakan. Untuk setiap karyawan pabrik diberikan perlengkapan pakaian seperti helm, sarung tangan, masker, kacamata dan lain-lain.

Pengamanan keselamatan kerja tidak lepas dari rancangan dan pelaksanaan konstruksi. Untuk itu semua peralatan harus memenuhi standar perancangan bangunan 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 yang ada di dalam pabrik. Keamanan suatu pabrik kimia sangat tergantung dari penanganan, pengendalian dan usaha untuk mencegah bahaya yang mungkin terjadi.

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

## 4.8 Organisasi Perusahaan

### 4.8.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada Pra Rancangan Pabrik Tetrahydrofuran ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu badan hukum untuk menjalankan usaha yang memiliki modal terdiri dari beberapa saham-saham, yang pemiliknya memiliki bagian sebanyak saham yang dimilikinya. Modal perusahaan diperoleh dari penjualan saham-saham, apabila perusahaan mengalami kerugian maka pemilik saham hanya akan kehilangan modalnya saja dan tidak menyinggung harta kekayaan pribadi untuk melunais hutang-hutangnya.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas antara lain :

1. Kekayaan badan usaha yang dimiliki terpisah dari kekayaan pribadi masing-masing persero (pemegang saham) yang bertujuan untuk membentuk sejumlah dana sebagai jaminan bagi semua perikatan perseroan.
2. Adanya persero yang tanggung jawabnya terbatas pada jumlah nominal saham yang dimilikinya. Sedangkan mereka semua dalam RPUS (Rapat Umum Pemegang Saham) merupakan kekuasaan tertinggi dalam organisasi perseroan, yang memiliki kewenangan mengangkat dan memberhentikan Komisaris dan Direksi, berhak menetapkan garis-garis besar kebijaksanaan menjalankan perusahaan dan memiliki kewenangan menetapkan hal-hal yang belum ditetapkan dalam Anggaran Dasar dan lain-lain
3. Direksi dan Komisaris merupakan satu kesatuan pengurusan dan pengawasan terhadap perseroan dan tanggung jawabnya terbatas pada tugasnya, yang harus sesuai dengan Anggaran Dasar atau pada keputusan RUPS. (Kansil dan Christine, 2009)

#### 4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan-hubungan yang menyatakan seluruh kegiatan untuk mencapai suatu sasaran. Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa yang hal sebagai pedoman antara lain :

- Tujuan Perusahaan
- Pembagian Kerja
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Pengontrolan pekerjaan yang dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

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

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

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris yang dipimpin oleh Presiden Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan direktur dibantu oleh direktur produksi dan teknik serta direktur keuangan dan umum.

Direktur produksi dan teknik membawahi bidang teknik dan produksi disamping itu direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan, dan umum. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya.

Kelebihan dan keuntungan dari adanya struktur organisasi antara lain sebagai berikut :

- Membantu mencapai target perusahaan
- Membantu dalam membuat *job description* karyawan
- Menganalisis beban kerja
- Membantu dalam perhitungan sistem remunerasi karyawan perusahaan
- Membantu perencanaan dan alokasi sumber daya perusahaan
- Memberikan kejelasan pada garis koordinasi antar fungsi serta pembagian wewenang dan tanggung jawab
- Mengurangi konflik internal yang terjadi di dalam perusahaan
- Meningkatkan moral dan motivasi kerja karyawan

### **4.8.3 Tugas dan Wewenang**

#### **4.8.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah seseorang atau badan hukum yang secara sah memiliki satu atau lebih saham pada perusahaan. Para pemegang saham adalah pemilik dari perusahaan tersebut. Pemegang saham diberikan hak khusus tergantung dari jenis saham, termasuk hak untuk memberikan suara dalam hal seperti pemilihan dewan direksi, hak untuk pembagian dari pendapatan perusahaan, hak untuk membeli saham baru yang dikeluarkan oleh perusahaan, dan hak terhadap aset perusahaan pada saat likuidasi perusahaan.

#### **4.8.3.2 Dewan Komisaris**

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas utama dari seorang dewan komisaris yakni melakukan kontroling dan memberikan masukan kepada pihak Direksi.. Kontroling yang dilakukan Dewan komisaris mencakup tindakan pengawasan terhadap kebijakan Direksi perusahaan dalam melakukan pengelolaan perusahaan.

#### **4.8.3.3 Dewan Direksi**

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum. Adapun tugas dari Direktur Utama yaitu :

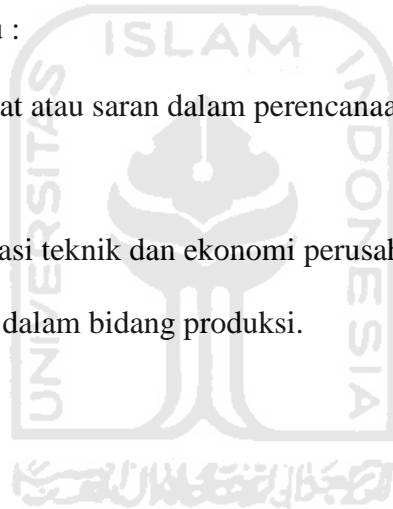
1. Melakukan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham

2. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan baik antara pemilik saham, pimpinan, dan karyawan
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat untuk pemegang saham
4. Mengkoordinasi kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi,

#### **4.8.3.4 Staff Ahli**

Staff Ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang berfungsi membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknis maupun administrasi. Staff Ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang dan keahlian yang di miliki masing-masing pegawai. Tugas dan wewenang Staff Ahli yaitu :

1. Memberikan nasehat atau saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan
3. Memberikan saran dalam bidang produksi.



#### 4.8.3.5 Kepala Bagian

Secara umum Kepala Bagian bertugas untuk mengoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Bagian bertanggung jawab kepada Direktur masing-masing.

##### ➤ Kepala Bagian Produksi

Kepala Bagian Produksi memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan produksi berlangsung secara lancar dan efisien dalam memenuhi target produksi yang telah ditetapkan perusahaan. Kepala bagian ini membawahi : ○

Seksi Proses Tugasnya antara lain :

- Mengawasi jalannya proses dan produksi
- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang

##### ○ Seksi Pengendalian

Bertugas menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada

##### ○ Seksi Laboratorium

Tugasnya antara lain :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik
- Membuat laporan berkala pada Kepala Bagian Produk



- Kepala Bagian Teknik
  - Tugasnya antara lain :
    - Bertanggung jawab atas tersedianya mesin, peralatan dan kebutuhan listrik demi kelancaran produksi
    - Mendelegasikan dan mengkoordinir tugas-tugas di bagian perawatan mesin dan listrik
  - o Seksi Pemeliharaan
    - Tugasnya antara lain
      - Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
      - Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik
  - o Seksi Utilitas
    - Bertugas melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan listrik.
- Kepala Bagian Pemasaran
  - Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.
  - o Seksi Pembelian
  - o Seksi Pemasaran atau Penjualan
  - Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan. Kepala Bagian Keuangan membawahi :
    - o Seksi Administrasi
    - o Seksi Kas
- Kepala Bagian Umum
  - Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan. Kepala Bagian Umum membawahi :
    - o Seksi Personalia
    - o Seksi Humas
    - o Seksi Keamanan

#### 4.8.3.6 Kepala Seksi

Kepala seksi merupakan pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh Kepala Bagian masing-masing supaya diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap Kepala Seksi bertanggung jawab kepada Kepala Bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

##### a. Kepala Seksi Proses

Kepala Seksi Proses bertugas sebagai penanggung jawab kepada kepala Bagian Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

##### o Seksi Proses

Tugas Seksi Proses yaitu :

- Mengawasi jalannya proses dan produksi
- Menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang

##### b. Kepala Seksi Pengendalian

Kepala Seksi Pengendalian bertugas sebagai penanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

##### o Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian yaitu :

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada
- Bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi perawatan, karyawan, dan lingkungan (inspeksi)

c. Kepala Seksi Laboratorium

Kepala Seksi Laboratorium bertugas sebagai penanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal pengawasan dan analisa produksi. ○

Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium yaitu :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan dan bahan pembantu
- Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik
- Mebuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi

d. Kepala Seksi Pemeliharaan

Kepala Seksi Pemeliharaan bertugas sebagai penanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan, inspeksi, dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada Seksi Operasi.

○ Seksi Pemeliharaan

Seksi Pemeliharaan bertugas untuk merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

e. Kepala Seksi Utilitas

Kepala seksi Utilitas memiliki tugas sebagai penanggung jawab kepada Kepala abgian Teknik dalam hal utilitas.

○ Seksi Utilitas

Seksi Utilitas bertugas untuk melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga kerja

f. Kepala Seksi Penelitian

Kepala Seksi Penelitian bertugas sebagai penanggung jawab kepada Bagian R&D dalam hal mutu produk.

- Seksi Penelitian

Seksi Penelitian bertugas untuk melakukan riset guna memperingati mutu suatu produk

- g. Kepala Seksi Pengembangan

Kepala Seksi Pengembangan bertugas sebagai penanggung jawab kepada Kepala Bagian R&D dalam hal pengembangan produksi.

- Seksi Pengembangan

Tugas Seksi Pengembangan yaitu :

- Mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat dan mempertinggi efisiensi kerja
- Mempertinggi suatu produk, memperbaiki proses pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi

- h. Kepala Seksi Administrasi

Kepala Seksi Administrasi bertugas sebagai penanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal administrasi.

- Seksi Administrasi

Seksi Administrasi bertugas untuk menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

- i. Kepala Seksi Keuangan

Kepala Seksi Keuangan bertugas sebagai penanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal keuangan atau anggaran.

- Seksi Keuangan

Tugas Seksi Keuangan yaitu :

- Menghitung penggunaan uang perusahaan
- Mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan
- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

j. Kepala seksi Penjualan

Kepala Seksi Penjualan bertugas sebagai penanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang pemasaran hasil produksi.

o Seksi Penjualan

Seksi Penjualan bertugas untuk merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

k. Kepala Seksi Pembelian

Kepala Seksi Pembelian bertugas sebagai penanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang penyediaan bahan baku dan peralatan.

o Seksi Pembelian

Seksi Pembelian bertugas untuk melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan oleh perusahaan serta mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

l. Kepala Seksi Personalia

Kepala Seksi Personalia bertugas sebagai penanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal sumber daya manusia.

o Seksi Personalia

Tugas seksi Personalia yaitu :

- Mengelola sumber daya manusia dan manajemen
- 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 tenang dan dinamis
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

m. Kepala Seksi Kemanan

Kepala Seksi Pengamanan bertugas sebagai penanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik.

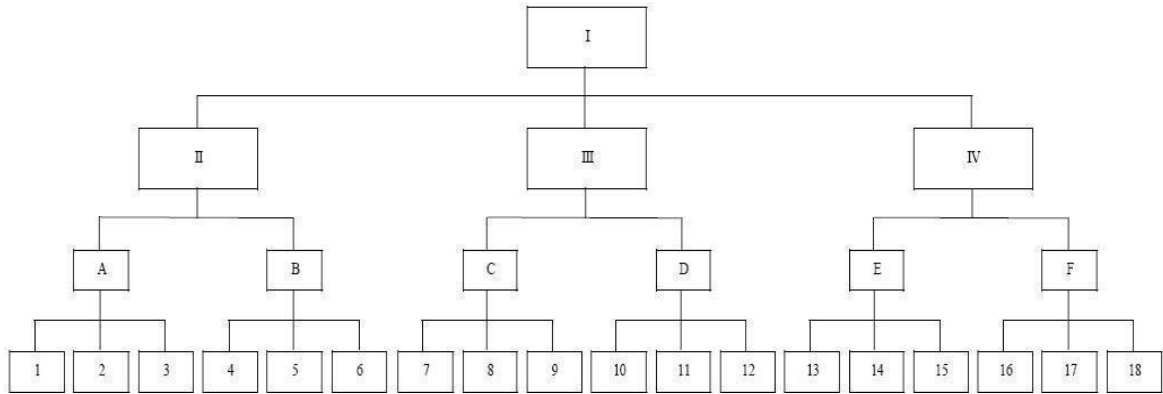
o Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan yaitu :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- Mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan



Struktur perusahaan terdiri atas empat tingkatan yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



**Gambar 4. 5 Struktur organisasi**

Keterangan :

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| I. Direktur Utama                                  | 6. Seksi Instrumensasi dan Listrik |
| II. Direktur Produksi                              | 7. Seksi Pemadam Kebakaran         |
| III. Direktur Umum                                 | 8. Seksi Kesehatan                 |
| IV. Direktur Administrasi dan Keuangan             | 9. Seksi Keselamatan Kerja         |
| A. Kepala Bidang Produksi                          | 10. Seksi Logistik                 |
| B. Kepala Bidang Teknik                            | 11. Seksi Keamanan                 |
| C. Kepala Bidang Pencegahan Kegagalan Rumah Tangga | 12. Seksi Transportasi dan         |
| D. Kepala Bidang urusan Dalam                      | 13. Seksi Pembukuan dan Keuangan   |
| E. Kepala Bidang Keuangan                          | 14. Seksi Pemasaran                |
| F. Kepala Bidang Administrasi                      | 15. Seksi Pembelian                |
| 1. Seksi Proses Kesekretariatan                    | 16. Seksi Tata Usahadan            |
| 2. Seksi Utilitas                                  | 17. Seksi Humas                    |

3. Seksi Laboratorium dan Riset                      18. Seksi Personalia dan  
Kepegawaian
4. Seksi Bengkel dan Perawatan
5. Seksi Shift dan Koordinasi

#### **4.8.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji**

Pada pabrik tetrahydrofuran ini pemberian gaji karyawan berbeda-beda disesuaikan dengan status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain :

1. Karyawan tetap

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

2. Karyawan mingguan

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir minggu.

3. Karyawan borongan

Karyawan yang dipekerjakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

#### **4.8.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan**

Jadwal kerja di pabrik Tetrahydrofuran ini dibagi menjadi dua bagian yaitu jadwal kerja kantor (jadwal non shift) dan jadwal kerja pabrik (jadwal shift).

##### **4.8.5.1 Jadwal Non Shift**

Berlaku untuk karyawan kantor. Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam dengan perincian sebagai berikut :

- Senin – Jumat: 08.00 – 16.30 WIB
- Coffe Break I: 09.45 – 10.00 WIB
- Coffe Break II : 14.45 – 15.00 WIB
- Istirahat Sabtu: 12.00 – 12.30 W

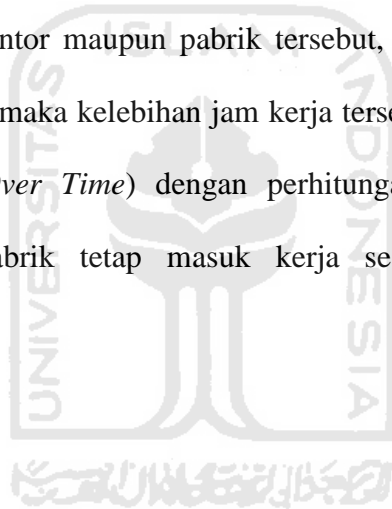


#### 4.8.5.2 Jadwal Shift

Jadwal kerja diberlakukan kepada karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya bagian produksi, mekanik, laboratorium, genset dan elektrik, serta instrumentasi. Jadwal kerja pabrik ini dibagi dalam 3 shift, yaitu :

- Shift I : 24.00 – 08.00 WIB
- Shift II : 08.00 – 16.00 WIB
- Shift III : 16.00 – 24.00 WIB

Di luar dari jam kerja kantor maupun pabrik tersebut, apabila karyawan masih dibutuhkan untuk bekerja maka kelebihan jam kerja tersebut akan diperhitungkan sebagai kerja lembur (*Over Time*) dengan perhitungan gaji yang tersendiri. Sedangkan karyawan pabrik tetap masuk kerja sesuai jadwalnya dengan perhitungan lembur.



#### 4.8.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

##### 4.8.6.1 Penggolongan Jabatan

Tabel berikut ini merupakan rincian penggolongan jabatan pada perusahaan

**Tabel 4. 6 Penggolongan Jabatan**

No	Jabatan	Pendidikan
1	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia
2	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
5	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Elektro
6	Kepala Bagian Administrasi, Keuangan, dan Umum	Sarjana Ekonomi & Hukum
7	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Kepala Seksi	Sarjana Muda Teknik Kimia
9	Operator	STM / SMU / Sederajat
10	Sekretaris	Akademi Sekretaris
11	Staff	Sarjana Muda / D3
12	Medis	Dokter
13	Paramedis	Perawat
14	Lain-lain	SMA Sederajat/D3/S1

#### 4.8.6.2 Perincian Jumlah Karyawan

Rincian jumlah karyawan pada masing-masing bagian ditunjukkan pada tabel dibawah ini

**Tabel 4. 7 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian**

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Umum	1
4	Manajer	1
5	Sekretaris	3
6	Ka. Bag. Produksi	1
7	Ka. Bag. Teknik	1
8	Ka. Bag. Pemasaran	1
9	Ka. Bag. Administrasi, Keuangan dan Umum	1
10	Ka. Sek. Proses	1
11	Ka. Sek. Pengendalian	1
12	Ka. Sek. Laboratorium	1
13	Ka. Sek. Utilitas	1
14	Ka. Sek. Instrument dan listrik	1
15	Ka. Sek. Pemeliharaan	1
16	Ka. Sek. Pemasaran	1
17	Ka. Sek. Administrasi dan Keuangan	1
18	Ka. Sek. Personalia dan Humas	1
19	Ka. Sek. Keamanan	1
20	Ka. Sek. K3	1
21	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	8
22	Karyawan Administrasi dan Keuangan	10
23	Karyawan K3	6
24	Karyawan Personalia dan Humas	7
25	Karyawan Keamanan	10
26	Karyawan Proses	32
27	Karyawan Pengendalian	5
28	Karyawan Instrument dan Listrik	10
29	Karyawan Pemeliharaan	5
30	Karyawan Utilitas	15
31	Karyawan Laboratorium	10

**Tabel 4.7** Jumlah karyawan pada masing-masing bagian (lanjutan)

No	Jabatan	Jumlah
32	Operator Proses	20
33	Operator Utilitas	12
34	Supir	10
35	<i>Cleaning service</i>	8
36	Dokter	2
37	Perawat	3
Total		200

#### 4.8.6.3 Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan Tetrahydrofuran ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

1. Gaji bulanan

Gaji diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan

2. Gaji harian

Gaji diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian

3. Gaji lembur

Gaji diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan

Berikut tabel yang menunjukkan penggolongan gaji pegawai berdasarkan jabatan

**Tabel 4. 8 Gaji Pegawai**

(job-like.com, 2017)

No	Jabatan	Gaji/Bulan
1	Direktur Utama	Rp 70.000.000
2	Direktur	Rp 65.000.000
3	Manajer	Rp 47.500.000
4	Staff Ahli	Rp 28.500.000
5	Kepala Bagian	Rp 28.500.000
6	Kepala Seksi	Rp 28.500.000
7	Sekretaris	Rp 9.000.000
8	Dokter	Rp 8.000.000
9	Perawat	Rp 5.000.000
10	Karyawan	Rp 8.000.000
11	Satpam	Rp 6.000.000
12	Supir	Rp 6.000.000
13	<i>Cleaning service</i>	Rp 3.600.000

#### 4.8.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Semua karyawan dan staff di perusahaan akan mendapat :

1. *Salary*
  - a. Salary/bulan
  - b. Bonus per tahun untuk staff, min 2 kali *basic salary*
  - c. THR per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
  - d. Natal per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*

- e. Jasa per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
2. Jaminan sosial dan pajak pendapatan
  - a. Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan
  - b. Jamsostek: 3,5% kali *basic salary*
    - 1,5% tanggungan perusahaan
    - 2% tanggungan karyawan
3. *Medical*
  - a. *Emergency*: tersedia poliklinik pengobatan gratis
  - b. Tahunan : pengobatan untuk staff dan keluarganya bebas, ditanggung perusahaan
4. Perumahan

Untuk staff disediakan fasilitas mess yang dapat digunakan para pegawai
5. Kenaikan gaji dan promosi
  - a. Kenaikan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain
  - b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain
7. Hak cuti dan ijin
  - a. Cuti tahunan : setiap karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari dan cuti bersama 5 kali dalam setahun
  - b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada
8. Pakaian kerja dan sepatu

Setiap tahun mendapat jatah 3 pasang baju dan celana

#### **4.8.8 Manajemen Produksi**

Manajemen produksi merupakan bagian dari bidang manajemen yang mempunyai peranan dalam mengkoordinasi berbagai kegiatan untuk mencapai tujuan bersama

Untuk mendapatkan hasil produksi yang sesuai dengan target yang diinginkan ada beberapa tahapan yang harus diperhatikan. Berikut adalah tahapan manajemen produksi :

##### **4.8.8.1 Perencanaan Produksi**

Pada tahap awal ini seluruh rencana produksi dibahas. Dalam tahap ini juga setiap anggota tim bisa mengajukan ide produk baru yang relevan dan efektif untuk mewujudkan tujuan organisasi. Perencanaan produksi harus menentukan beberapa hal dalam prosesnya. Hal-hal tersebut adalah jenis barang yang akan diproduksi, kualitas barang, jumlah barang, bahan baku, dan pengendalian produksi.

##### **4.8.8.2 Pengendalian Produksi**

Proses ini juga bisa disebut sebagai proses penentuan rincian teknis. Beberapa hal yang dilakukan dalam pengendalian produksi yaitu seperti pengaturan jadwal kerja, pengaturan detail rencana sistem kerja, dan lain sebagainya. Tujuan tahap pengendalian produksi ini adalah mengontrol hasil produksi agar bisa berjalan dengan efektif dan efisien.

##### **4.8.8.3 Pengawasan Produksi**

Pada saat proses produksi berlangsung, harus ada pengawasan yang dilakukan. Tujuannya adalah agar hasil produksi yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan, tepat waktu, tidak kekurangan atau kelebihan budget, produk sesuai dengan standar kualitas, dan lain sebagainya hingga pada bagian siap untuk diluncurkan ke pasar.

## 4.9 Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau rugi. Untuk itu pada perancangan pabrik tetrahydrofuran ini dibuat evaluasi atau penilaian yang ditinjau dengan metode:

1. Return of investment
2. Pay out time
3. Discounted cash flow rate of return
4. Break even point
5. Shut down point

Untuk meninjau factor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran modal industry (total capital investment)
  - a. Modal tetap (fixed capital)
  - b. Modal kerja (working capital)
2. Penentuan biaya produksi total (production investment):
  - a. Biaya pembuatan
  - b. Biaya pengeluaran umum
3. Total pendapatan

### 4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Kurs rupiah terhadap dolar yang digunakan adalah pada tahun 2020 yang diperkirakan sebesar Rp. 14.863,00. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah:



N<sub>x</sub>

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton P.1, 1955})$$

Dimana,

$E_x$  = harga alat pada tahun X

$E_y$  = harga alat pada tahun Y

$N_x$  = nilai indeks tahun X

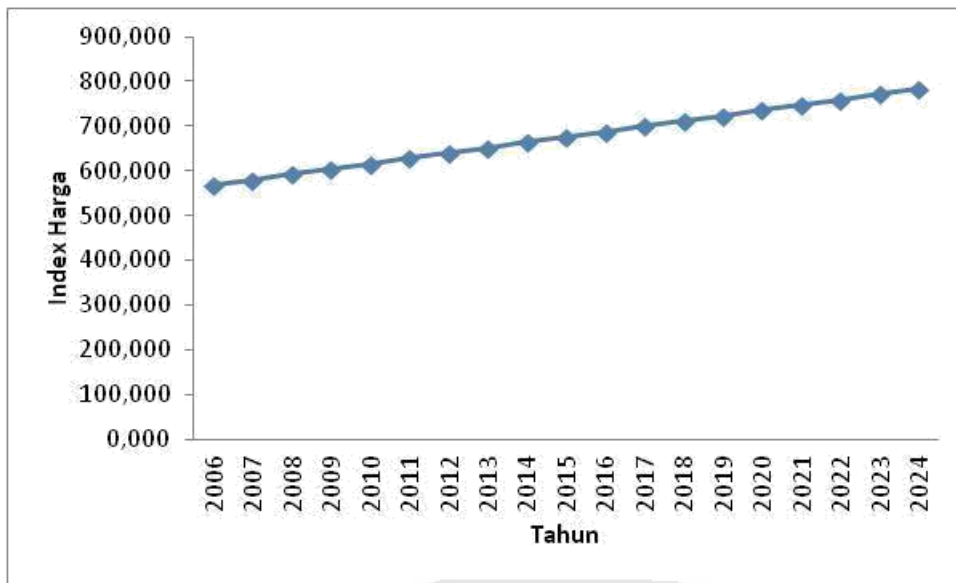
$N_y$  = nilai indeks tahun Y



Jenis indeks yang digunakan adalah Chemical Engineering Plant Cost Index dari jurnal Chemical Engineering yang ditunjukkan pada tabel berikut.

**Tabel 4. 9 Indeks harga alat pada berbagai tahun**  
(Timmerhause)

Tahun	Index
2006	567,976
2007	579,972
2008	591,968
2009	603,964
2010	615,960
2011	627,956
2012	639,952
2013	651,948
2014	663,944
2015	675,940
2016	687,936
2017	699,932
2018	711,928
2019	723,924
2020	735,920
2021	747,916
2022	759,912
2023	771,908
2024	783,904



**Gambar 4. 6 Grafik indeks harga alat**

$$E_b = E_a \left( \frac{C_b}{C_a} \right)^x$$

Dimana,

$E_a$  = Harga alat dengan kapasitas diketahui

$E_b$  = Harga alat dengan kapasitas dicari

$C_a$  = Kapasitas alat A

$C_b$  = Kapasitas alat B

$x$  = Eksponen

## 4.9.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi	= 15.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan	= 2024
Kurs mata uang	= Rp 14.836,00

## 4.9.3 Perhitungan Biaya

### 4.9.3.1 Capital Investment

*Capital investment* banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital investment* meliputi:

- Fixed capital investment* adalah banyaknya modal yang di keluran untuk mendirikan suau pabrik
- Working capital* adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu

### 4.9.3.2 Manufacturing Cost

*Manufacturing cost* adalah biaya yang diperluka untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk.

- Direct cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk
- Inderect cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik

- c. *Fixed cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi
- d. *General expanses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

#### 4.9.3.3 General Expanse

*General expense* atau beban umum meliputi beban biaya yang dikeluarkan berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

#### 4.9.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan.

##### 4.9.4.1 Percent Return of Investment (ROI)

*Return of investment* adalah biaya *fixed capital* yang kembali pertahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{profit}}{FCI} \times 100 \%$$

FCI = *Fixed Capital Investment*

##### 4.9.4.2 Pay Out Time (POT)

*Pay out time* atau periode masa pulang merupakan suatu metode yang digunakan untuk menghitung lama waktu atau periode dalam mengebalikan uang (modal) yang telah di keluarkan

#### 4.9.4.3 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

Discounted Cash Flow Rate of Return adalah nilai laju bunga maksimum untuk suatu pabrik dapat membayar pinjamannya beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik beroperasi. DCFRR dihitung dengan metode *trial and error* pada persamaan:

$$FC+WC=C \left[ \frac{1}{(1+i)} + \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + \frac{1}{(1+i)^n} \right] + \frac{WC+SV}{(1+i)^n}$$

Dengan :

FC = *Fixed Capital Investment*

WC = *Working Capital*

C = *Annual Cash Flow*

SV = *Salvage Value*

#### 4.9.4.4 Break Even Point (BEP)

*Break even point* adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan ataupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales value* sama dengan total *cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi di atasnya.

BEP =

Dimana,

Fa = *Annual fixed expense*

Ra = *Annual regulated expense*

Va = *Annual variable expense*

Sa = *Annual sales value expense*

#### 4.9.4.5 Shut Down Point (SDP)

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

$$SDP = \frac{0,3 R_a}{S_a - V_a - 0,7 R_a} \times 100\%$$

#### 4.9.5 Hasil Perhitungan

##### 4.9.5.1 Penentuan Total Capital Investment (TCI)

Total capital investment merupakan biaya-biaya pengeluaran mengenai fasilitas-fasilitas produksi beserta seluruh kelengkapannya dan biaya-biaya pengoperasian pabrik. Berikut ini tabel-tabel rincian biaya yang berupa modal tetap dan modal kerja.

##### A. Modal tetap (*fixed capital investment*)

**Tabel 4. 10 Fixed capital investment**

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)
1	Direct Plant Cost	Rp 181.105.012.674
2	Cotractor's fee	Rp 18.110.501.267
3	Contingency	Rp 18.110.501.267
	Jumlah	Rp 217.326.015.208

##### B. Modal kerja (*working capital*)

**Tabel 4. 11 Working Capital**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 3.608.802.699
2	<i>Inproses Onventory</i>	Rp 386.513.649
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 5.411.191.083
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 9.259.649.000
5	<i>Available Cash</i>	Rp 23.190.818.926
	<i>Working Capital (WC)</i>	Rp 41.856.975.356

#### 4.9.5.2 Penentuan Produksi Total

Berikut ini table-tabel rincian biaya produksi total yang terdiri atas *manufacturing cost* dan *general expense*.

##### A. *Manufacturing cost*

**Tabel 4. 12 Manufacturing cost**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	
1	Raw Material	Rp	154.662.972.809
2	Labor	Rp	5.955.000.000
3	Supervision	Rp	1.488.750.000
4	Maintenance	Rp	8.693.040.608
5	Plant Supplies	Rp	1.303.956.091
6	Royalty and Patents	Rp	3.968.421.000
7	Utilities	Rp	98.565.125
	<b>Direct Manufacturing Cost (DMC)</b>	Rp	176.170.705.633
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp	1.191.000.000
2	<i>Laboratory</i>	Rp	1.191.000.000
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp	5.359.500.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp	19.842.105.000
	<b>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</b>	Rp	27.583.605.000
1	<i>Depreciation</i>	Rp	21.732.601.521
2	<i>Propertu taxes</i>	Rp	4.346.520.304
3	<i>Insurance</i>	Rp	2.173.260.152
	<b>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</b>	Rp	28.252.381.977
	<b>Total Manufacturing Cost</b>	Rp	232.006.692.610

##### B. *General expense*

**Tabel 4. 13 General Expense**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	
1	<i>Administration</i>	Rp	13.920.401.557
2	<i>Sales Expense</i>	Rp	51.041.472.374
3	<i>Research</i>	Rp	8.816.254.319
4	<i>Finance</i>	Rp	10.367.812.139
	<b>General Expenses(GE)</b>	Rp	84.145.940.389



$$\begin{aligned} \text{Total biaya produksi} &= \text{Manufacturing cost} + \text{General expense} \\ &= \text{Rp } 232.006.692.610 + \text{Rp } 84.145.940.389 \\ &= \text{Rp } 316.152.940.389 \end{aligned}$$

#### 4.9.5.3 Keuntungan (Profit)

Keuntungan = total penjualan produk – total biaya produksi

a. Keuntungan sebelum pajak

$$\begin{aligned} \text{Total penjualan produk} &= \text{Rp } 396.842.100.000 \\ \text{Total biaya produksi} &= \text{Rp } 316.152.633.000 \\ \text{Keuntungan} &= \text{Rp } 80.689.467.000 \end{aligned}$$

b. Keuntungan setelah pajak

$$\text{Pajak 35\%} = \text{Rp } 28.241.313.450$$

#### 4.9.5.4 Analisa Kelayakan

1. *Percent reurn of investment* (ROI)

$$\text{ROI} = \frac{\text{profit}}{\text{FCI}} \times 100 \%$$

- ROI sebelum pajak = 37,12%
- ROI setelah pajak = 24,13%

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% .

2. *Pay out time* (POT)

$$\text{POT} = \frac{\text{FCI}}{\text{Keuntungan} + \text{depresiasi}} \times 100\%$$

- POT sebelum pajak = 2 tahun
- POT setelah pajak = 2,9 tahun

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun.

3. *Break even point (BEP)*

- *Fixed manufacturing cost (FA)* = Rp 28.252.381.977
- *Variabel cost (Va)* = Rp 178.572.063.934
- *Regulated cost (Ra)* = Rp 109.328.187.089
- *Penjualan produk (Sa)* = Rp 396.842.100.000

$$\text{BEP} = \frac{F_a + 0,3R_a}{S_a - V_a - 0,7R_a} \times 100\%$$

$$\text{BEP} = 43,07\%$$

BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60%

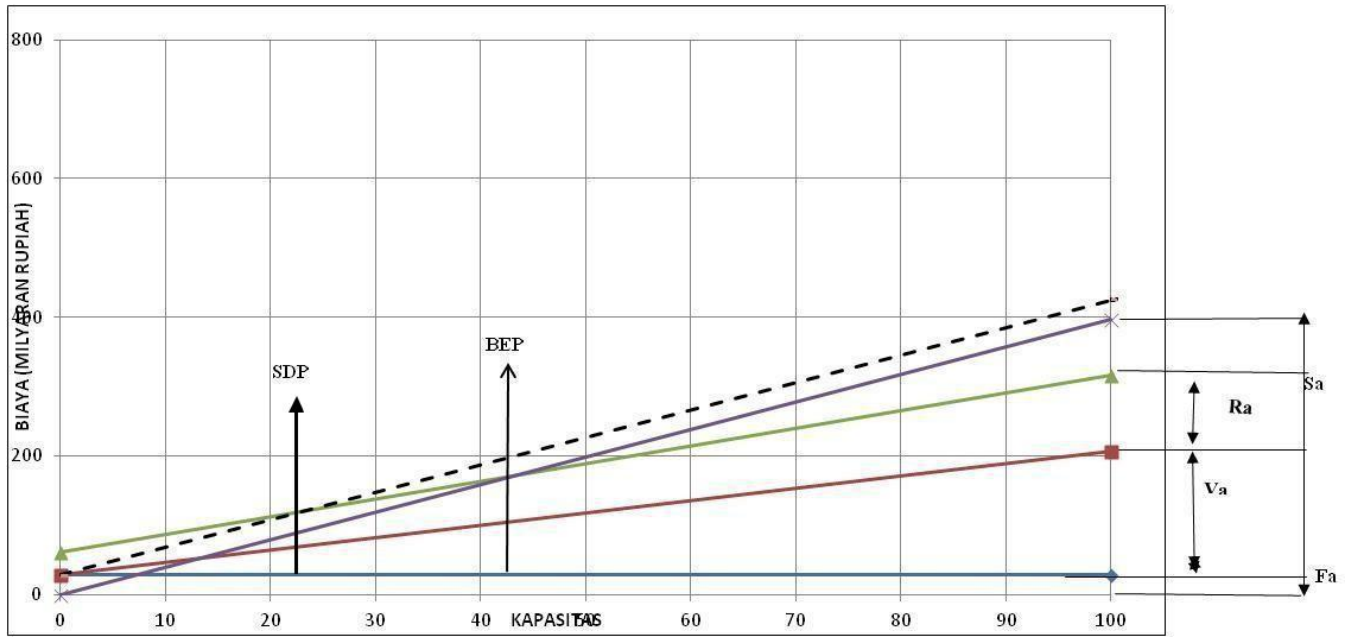
4. *Shut down point (SDP)*

$$\text{SDP} = \frac{0,3 R_a}{S_a - V_a - 0,7 R_a} \times 100\%$$

5. *Discounted cash flow rate of return (DCFRR)*

- *Umur pabrik* = 10 tahun
- *Fixed capital (FC)* = Rp 217.326.015.208
- *Working capital (WC)* = Rp 41.869.288.275
- *Cash flow (CF)* = Rp 84.548.567.210
- *Salvage value (SV)* = Rp 8.850.615.021
- *DCFR* = 32,63%
- *Deposito Bank Mega (1 September 2020)* = 5,63%

Syarat minimum DCFRR adalah di atas suku bunga simpanan bank yaitu sekitar 1,5 x deposito (1,5 x 5,63% = 8,4%)



Gambar 4. 7 Grafik BEP dan SDP



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Pabrik Tetrahydrofuran digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena:

1. Suhu operasi 250 °C
2. Tekanan operasi 1 atm

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh data sebagai berikut:

1. Keuntungan yang diperoleh
  - a. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 80.689.467.000
  - b. Keuntungan sesudah pajak sebesar Rp. 52.448153.550
2. Return On Investment (ROI)
  - a. Besarnya ROI sebelum pajak sebesar 37,1283 %
  - b. Besarnya ROI setelah pajak sebesar 24,1334 %

Syarat ROI sebelum pajak untuk beresiko rendah minimum 11 dan maksimum 44 %

3. Pay Out Time (POT)
  - a. Sebelum pajak sebesar 2 tahun
  - b. Sesudah pajak sebesar 2,9 tahun

Syarat POT sebelum pajak untuk beresiko rendah maksimum 5 tahun

4. Break Even Point (BEP) sebesar 43,07 %

BEP untuk pabrik kimia besarnya berkisar antara 40% - 60%

5. Shut Down Point (SDP) sebesar 23,14%

SDP untuk pabrik kimia besarnya berkisar antara 10% - 30%

6. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) sebesar 32,63%

Deposito (Bank Mega) sebesar 5,63%

Syarat DCFR >1,5 bunga bank = deposito

Dari data-data diatas maka pabrik Tetrahydrofuran dari 1,4-Butanediol dengan kapasitas produksi 15.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut.

## 5.2 Saran

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

1. Optimasi dalam pemilihan alat proses, alat penunjang,serta bahan baku yang perlukan harus lebih di perhatikan sehingga keuntungan yang diperoleh dapat lebih di optimalkan.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan dengan berkembangnya pabrik-pabrik kimia dapat lebih ramah lingkungan.
3. Produk *tetrahydrofuran* dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di massa yang akan datang dengan jumlah yang semakin meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- A.O.Rogers, 1969, Production of Tetrahydrofuran from 1.4-Butanediol, United States Patent Office No. 535,834
- Alfred, 2015, Prinsip kerja generator diesel. <http://rental-genset-terbaik.blogspot.com/2015/05/prinsip-kerja-generator-diesel.html>
- Andi, Dimas. 2018. Kurs rupiah bertahan di level Rp. 14.863 per dollar AS. <https://www.google.co.id/amp/amp.kontan.co.id/news/kurs-rupiah-bertahan-di-level-rp-14863-per-dollar-as>
- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, "Chemical Engineering Cost", Mc.Graw Hill Book Co., New York.
- Assauri, Sofjan. 1998. Manajemen Operasi Dan Produksi. Jakarta : LP FE UI
- Brown, G.G., 1950, "Unit Operations", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, E.L., and Young, E.H., 1974, "Process Equipment Design", John Wiley & Sons, New York.
- C.S.T. Kansil dan Christine S.T. Kansil, 2009. "Seluk Beluk Perseroan Terbatas". Penerbit PT Rineka Cipta : Jakarta.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 2005, "Chemical Engineering Design", 4 ed., Vol 6, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Foust, A.S, 1980, *Principles of Unit Operation*, 2nd edition, John Wiley and Sons Inc, New York.
- Holman, J.P., 1989, "Heat Transfer", Mc.Graw-Hill Book Co., Singapore.
- Kern, D.G. 1965, "Process Heat Transfer," Mc. Graw Hill Kogakusha Ltd., Tokyo
- Kirk, R. E., and Othmer, D. F., 1978, *Encyclopedia of Chemical Technology*,

- vol.18, 3 ed., John Willey and Sons, New York.
- Levenspiel, O., 1999, "Chemical Reaction Engineering", 3ed., John Wiley & Sons, New York.
- Perry, R.H., and Chilton Cecil, H, 1990, "Chemical Engineering Handbook", 7ed., McGraw-Hill Book Company, New York.
- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 1985, "Plant Design and Economic for Chemical Engineers", 3ed., McGraw Hill Book Company, Tokyo.
- Rase, H.F., and Barrow, M.H., 1957, "Chemical Reactor Design for Process Plants", Vol 1., John Wiley and Sons, Inc., New York. . 129
- Sugiyama, 2007, Fixed Bed Multitube Reactor, United States Patent Application Publication No. 0049769
- Treyball, R.E., 1985, "Mass Transfer Operations", 3th ed., McGraw Hill Book Co., Singapore.
- Ulrich, G.D., 1984, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", John Wiley and Sons, New York.
- William H. Banford, Lewiston, N. Y., Myron M. Mames, 1956, Production of Tetrahydrofuran, United States Patent Office No. 604,086
- Yaws, C.L., 1999, "Chemical Properties Handbook", McGraw-Hill, New York.

**LAMPIRAN**  
**REAKTOR FIXED BED**

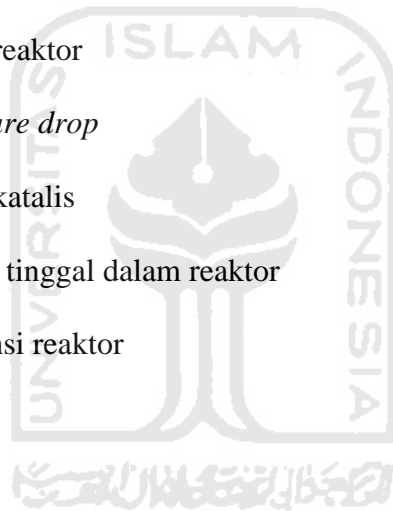
Jenis : Reaktor *Fixed Bed Multitube*

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara 1,4  
Butanediol pada fase gas menjadi Tetrahydrofuran

Kondisi Operasi : Suhu = 250 °C  
Tekanan = 1 atm  
Reaksi = Eksotermis

Tujuan :

1. Menentukan jenis reaktor
2. Menghitung *pressure drop*
3. Menghitung berat katalis
4. Menghitung waktu tinggal dalam reaktor
5. Menentukan dimensi reaktor



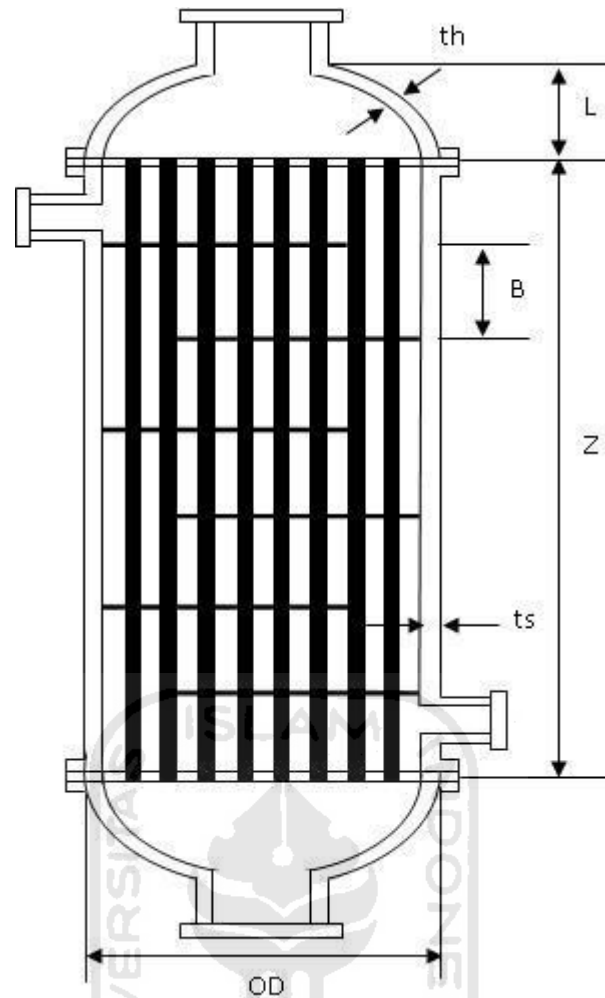


Data-data reaksi	
Suhu masuk	523°K
Tekanan operasi	1 atm
Konversi	99,5%

Data-data katalis	
Jenis	Aluminium Oxide (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
Bentuk	Bubuk Putih
D	0,01 m
Porositas	0,06
Massa jenis	3,987 g/cm <sup>3</sup>

Tabel Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	2.354	11
H <sub>2</sub> O	23	490
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	-	1.875
Total	2.377	2.377



Reaksi yang terjadi didalam reaktor:



1. Menentukan jenis reaktor

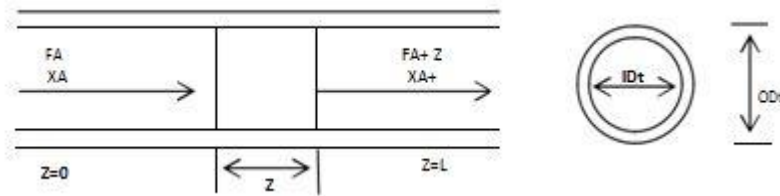
Dipilih reaktor *fixed bed multitube* dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Reaksi berlangsung dalam fase gas dengan katalis padat
- b. Katalis yang digunakan berumur panjang yaitu 4 tahun
- c. Pemakaian tidak terbatas pada kondisi reaksi tertentu (eksotermis atau endotermis) sehingga pemakaian lebih fleksibel
- d. Tidak diperlukan pemisahan katalis dari produk
- e. Konstruksi sederhana
- f. Perawatan, perbaikan, dan operasional mudah

Reaktor terdiri dari suatu shell and tube vertical dengan katalis berada pada tube sedangkan pendingin berada di shell untuk mengambil panas yang dihasilkan dari reaksi eksotermis.

2. Persamaan – persamaan Matematis Reaktor

a. Persamaan Differensial Neraca Massa pada Elemen Volume



Massa A masuk – massa A keluar + massa A bereaksi = Acc

Pada keadaan akumulasi = 0

Maka:

$$FA_z = FA_{z+\Delta z} - (-r_A)\rho_B.Nt.\Delta V.(1-\varepsilon)$$

$$FA_z = FA_{z+\Delta z} - (r_A)\rho_B.Nt.\frac{\pi}{4}.(ID)^2.\Delta Z.(1-\varepsilon)$$

$$\frac{FA_z - FA_{z+\Delta z}}{\Delta Z} = -(-r_A).\rho_B.Nt.\frac{\pi}{4}.(ID)^2.(1-\varepsilon)$$

$$\lim_{\Delta Z \rightarrow 0}$$

$$\frac{dFA}{dZ} = -(-r_A).\rho_B.Nt.\frac{\pi}{4}.(ID)^2.(1-\varepsilon)$$

dimana:

$$FA = FA_o.(1-XA)$$

$$\frac{dFA}{dX_T} = FA_o.d(1-XA)$$

$$dFA = -FA_o.dX_T$$

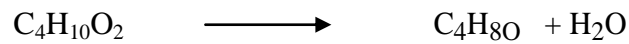
$$X_T = \Sigma(Xi)$$

maka:

$$\frac{-FA_o.dX_T}{dZ} = -(-rA).\rho_B.Nt.\frac{\pi}{4}.(ID)^2.(1-\varepsilon)$$

$$\frac{dX_r}{dZ} = \frac{(-rA).\rho_B.Nt.\frac{\pi}{4}.(ID)^2.(1-\varepsilon)}{FA_o}$$

Reaksi :



m  $C_{ao}$

r  $C_{ao.x}$   $C_{ao.x}$   $C_{ao.x}$

s  $C_{ao} - C_{ao.x}$   $C_{ao.x}$   $C_{ao.x}$

Reaksi pembentukan *Tetrahydrofuran* merupakan reaksi orde 1 dimana kecepatan reaksi dinyatakan dengan :

$$x = 0,995$$

$$t = 1 \text{ jam}$$

$$-r_A = k.C_A$$

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

$$-r_A = \frac{-dC_A}{dt}$$

$$\frac{-dC_A}{dt} = k.C_{A0}(1-X_A)$$

$$C_{A0} \frac{dX_A}{dt} = k.C_{A0}(1-X_A)$$

$$\frac{dX_A}{(1-X_A)} = k.dt$$

Diintegrasikan menjadi:

$$-\ln(1-X_A) = k.t$$

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{-\ln(1 - X_A)}{t} \\
 &= \frac{-\ln(1 - 0,995)}{1} \\
 &= -\ln 0,005 \\
 &= 5,2983/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

FAo = laju reaksi masuk reaktor, kmol/jam

T = temperature, K

Nt = jumlah tube

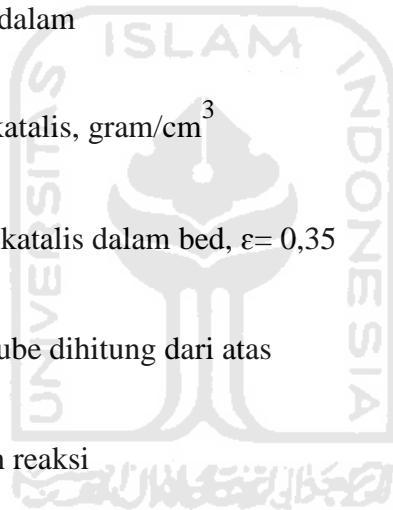
ID = diameter dalam

$\rho_B$  = densitas katalis, gram/cm<sup>3</sup>

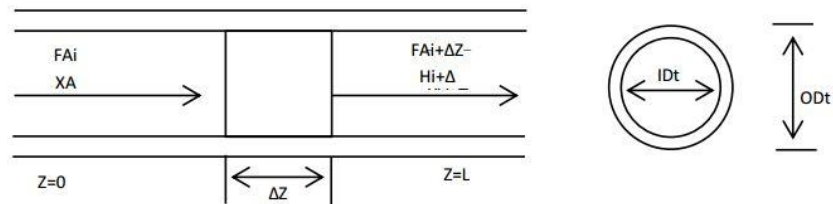
$\epsilon$  = porositas katalis dalam bed,  $\epsilon = 0,35$

Z = panjang tube dihitung dari atas

(-rA) = kecepatan reaksi



b. Persamaan Differensial Neraca Panas pada Elemen Volume



Input = output – reaksi + acc

Pada tekanan steady state acc = 0

$$\Sigma Hi_z = [\Sigma Hi + Ud.\pi.OD.\Delta Z(T - Ts)] - [(-\Delta H_g).(FA_z - FA_{z+\Delta z})]$$

$$\frac{\Sigma Hi_z - Hi_{z+\Delta z}}{\Delta Z} = Ud.\pi.OD.(T - Ts) - [(-\Delta H_g).(FA_z - FA_{z+\Delta z})]$$

$$\frac{\Sigma Hi_z - \Sigma Hi_{z+\Delta z}}{\Delta Z} = Ud.\pi.OD.(T - Ts) - \left[ \frac{(-\Delta H_g).(FA_z - FA_{z+\Delta z})}{\Delta Z} \right]$$

lim  $\Delta Z$

$\Delta Z \rightarrow 0$

$$\frac{\Sigma dHi}{dZ} = Ud.\pi.OD.(T - Ts) - (-\Delta H_g) \frac{dFA}{dZ}$$

dimana:

$$FA = FAo(1 - XA)$$

$$\frac{dFA}{dXA} = -FAo$$

$$\frac{\Sigma dHi}{dZ} = \Sigma Fi.CPi$$

maka

$$\frac{\Sigma (Fi.CPi)}{dZ} = Ud.\pi.OD.(T - Ts) - (-\Delta H_g) \left( \frac{-FAo.dXA}{dZ} \right)$$

$$\frac{dT}{dZ} = \frac{Ud.\pi.OD(T - Ts) + (-\Delta H_g).FAo \frac{dXA}{dZ}}{\Sigma (Fi.CPi)}$$

Untuk semua tube:

$$\frac{dT}{dZ} = \frac{Ud.\pi.OD.Nt.(T - Ts) + (-\Delta H_g).FAo \frac{dXA}{dZ}}{\Sigma(Fi.CPi)}$$

Keterangan:

$\Delta H_g$  = panas reaksi, kkal/jam

$Ud$  = koefisien perpindahan panas

$OD$  = diameter luar, cm

$Ts$  = temperature pemanas. K

$Fi$  = laju umpan masuk, kmol/jam

$CPi$  = kapasitas panas komponen, kkal/gramK

c. Persamaan Differensial Neraca Panas pada Media Pendingin

Input = output + acc

Pada keadaan steady state acc = 0

maka:

$$\begin{aligned} Ws.Hs_z - Ws.Hs_{z+\Delta z} &= Ud.\pi.D.Nt.(T - Ts)\Delta Z \\ \frac{Ws.Hs_z - Ws.Hs_{z+\Delta z}}{\Delta Z} &= Ud.\pi.D.Nt.(T - Ts) \end{aligned}$$

$$\frac{Ws.Hs_z - Ws.Hs_{z+\Delta z}}{\Delta Z} = Ud.\pi.D.Nt.(T - Ts)$$

lim  $\Delta Z$

$\Delta Z \rightarrow 0$

$$Ws \cdot \frac{dHs}{dT_s} = Ud.\pi.D.Nt.(T - Ts)$$

dimana:

$$\frac{dHs}{dZ} = \frac{dHs}{dT_s} \cdot \frac{dT_s}{dZ} \text{ dan } \frac{dHs}{dT_s} = Cps$$

Sehingga:

$$W_s.C_{ps} \frac{dH_s}{dT_s} = U d.\pi.D.Nt.(T - T_s)$$

$$\frac{dT_s}{dZ} = \frac{U d.\pi.D.Nt.(T - T_s)}{W_s.C_{ps}}$$

Keterangan:

$W_s$  = laju aliran pendingin (gram/detik)





1. Data-data fisis umpan

a. Menentukan umpan  $Y_i$  masuk

Komponen	Bmi (kg/kmol)	Massa (kg/jam)	Mol (kmol/jam)	$y_i$	$y_i \cdot BMi$
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	90	2353,5624	26,151	0,952	85,673
H <sub>2</sub> O	18	23,773	1,321	0,048	0,865
TOTAL		2377	27,471	1,000	86,538

b. Menentukan *volume* gas reaktor

$$PV = nRT$$

$$N = 7,631 \text{ mol/dtk}$$

$$R = 82,05 \text{ atm.cm}^3/\text{mol.}^\circ\text{K}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$T = 523 \text{ K}$$

$$V = \frac{znRT}{P} = 0,3196 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Menentukan densitas umpan

$$\rho = \frac{P \cdot B M}{R \cdot T \cdot z} = 0,002 \text{ gr/cm}^3$$

c. Menentukan viskositas umpan

$$\eta_{gas} = A + BT + CT^2$$

Tabel 1. Data viskositas  
(*Chemical properties handbook, Mc Graw-hill Carl Yaws*)

Komponen	A	B	C
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	-16,116	2,6953E-01	-3,0297E-05
H <sub>2</sub> O	-36,826	4,2900E-01	-1,6200E-05

Tabel 2. Perhitungan Viskositas Umpan Masuk Reaktor

Komponen	Yi	$\eta$ gas	$\mu_{\text{gas}}$	$M_{\text{gas}}$	$M_{\text{gas}}$
		mikropoise	(kg/s.m)	(kg/jam.m)	lb/ft.jam
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	0,952	116,561	0,000012	0,041962	0,000010
H <sub>2</sub> O	0,048	183,110	0,000018	0,065920	0,000016
TOTAL	1,000	299,671	0,000030	0,107882	0,000026

$$\mu_{\text{gas}} = 0,000012 \text{ kg/s.m}$$

- d. Menentukan konduktivitas panas

Tabel 3. Data konduktivitas  
(*Chemical properties handbook, Mc Graw-hill Carl Yaws*)

$$k_{\text{gas}} = A + BT + CT^2$$

Komponen	A	B	C	$k_{\text{gas}}$ (W/m.K)
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	-0,00319	1,6128E-05	8,4206E-08	2,8278E-02
H <sub>2</sub> O	0,00053	4,7093E-05	4,9551E-08	3,900E-02

Tabel 4. Perhitungan Konduktivitas Umpan Reaktor

Komponen	Yi	$k_{\text{gas}}$	$y_i \cdot k_{\text{gas}}$
		W/m.K	W/m.K
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	0,952	0,028	0,027
H <sub>2</sub> O	0,048	0,039	0,002
TOTAL	1,000	0,067	0,029

$$K_{\text{campuran}} = 0,02900 \text{ W/m.K}$$

$$= 0,0001 \text{ kal/dtk.cm.K}$$

- e. Menentukan kapasitas panas gas umpan

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

Tabel 5. Data kapasitas panas  
(*Chemical properties handbook, Mc Graw-hill Carl L.yaws*)

Komponen	A	B	C	D	E
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	-7,265	5,5344E-01	-4,5299E-04	2,0616E-07	-3,8161E-11
H <sub>2</sub> O	33,933	-8,4186E-03	-2,9906E-05	-1,7825E-08	3,6934E-12
TOTAL	13,334	2,725107E-01	-2,4145E-04	9,4168E-08	-1,7234E-11

Tabel 6. Perhitungan Kapasitas Panas

Komponen	yi	BM	Cp	Cp	Cp	Cpi = yi.Cp
		(kg/kmol)	joule/mol.K	kjoule/kmol.K	kjoule/kg.K	kjoule/kg.K
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	0,952	90	184,9154	184,9154	2,0546	1,9558
H <sub>2</sub> O	0,048	18	19,0763	19,0763	1,0598	0,0510
TOTAL	1,000	108	203,9917	203,9917	3,1144	2,0068

Komponen	Fi	Fi.Cpi	Cp.yi
	(kg/jam)	Kjoule/jam.K	Kjoule/kmol.K
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	2354	4603,1830	176,0253
H <sub>2</sub> O	23,8	1,2113	0,9171
TOTAL	2377	4604,394	176,9424

$$Cp \text{ campuran} = 176,9424 \text{ kJ/kmol.K}$$

$$= 4604,3943 \text{ kJ/jam.K}$$

$$= 2,0068 \text{ kJ/kg.K}$$

f. Menentukan panas reaksi

Komponen	$\Delta H_f$ (kJ/kmol)	$\Delta H$ (kJ/mol)
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	-442168	-442
H <sub>2</sub> O	-244063	-244
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	-200728	-200

$$\Delta H_{R298} = \Delta H_{f\text{produk}} - \Delta H_{f\text{reaktan}}$$

$$= -2622,84 \text{ kJ/kmol}$$

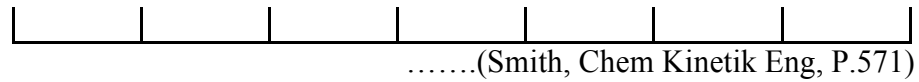
$$= -626,4544 \text{ kkal/kmol (reaksi eksotermis)}$$

2. Dimensi reaktor

a. Menentukan jenis dan ukuran tube

Diameter reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Pengaruh rasio  $D_p/D_t$  terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi butiran-butiran katalisator dibandingkan dengan pipa kosong ( $hw/h$ ), telah diteliti oleh Colbourn, yaitu

$D_p/D_t$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
$hw/h$	5,50	7,00	7,80	7,50	7,00	6,60



Diambil harga maksimum  $hw/h$  pada  $Dp/Dt = 0,15$

Diameter dalam tube (ID) =  $Dt = Dp/0,15$

dimana:

$H_w$  : koefisien perpindahan panas dalam pipa berkatalis

$H$  : koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

$D_p$  : diameter katalis = 0,01 m

$D_t$  : diameter tube

sehingga:

$$D_p/D_t = 0,15$$

$$D_t = 6,67 \text{ cm}$$

$$= 0,067 \text{ m}$$



dari hasil perhitungan, maka dipilih ukuran pipa standart

$$\text{IPS} = 0,06 \text{ m}$$

$$\text{OD} = 0,07 \text{ m}$$

$$\text{Sc. Number} = 80$$

$$\text{ID} = 0,062 \text{ m}$$

$$\text{Flow area per pipe} = 0,003 \text{ m}^2$$

$$\text{Surface per lin ft: Outside} = 0,2295 \text{ m}^2/\text{m}$$

- Kecepatan linier umpan

Agar reaksi dapat berlangsung, maka aliran gas didalam tube harus turbulen.

Asumsi:

$$N_{re} = 2500$$

dimana:

$$D_p = \text{diameter partikel katalis (cm)} = 0,01 \text{ m}$$

$$P_p = \text{densitas katalis (cm)} = 3,98 \text{ g/cm}^3$$

- Kecepatan mass velocity (G)

$$G = \frac{N_{re} \cdot \mu}{D_t}$$

$$G = 1718,7054 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{jam}$$

- Luas penampang semua tube dalam reaktor (At)

$$\text{Laju aliran umpan (Wt)} = 660,371 \text{ g/dtk}$$

$$A_t = \text{Wt/G}$$

$$= 13832,1303 \text{ cm}^2$$

Sehingga diperoleh jumlah tube (Nt)

$$N_{t \text{ max}} = A_t/a_t$$

$$= 448 \text{ buah}$$

- b. Menghitung koefisien perpindahan panas overall UD

a. Tube side

$$h_i = jH \left( \frac{k}{ID_t} \right) (\text{Pr})^{1/3} = 0,1962 \text{ btu/jam.ft}^2 \cdot \text{F}$$

$$h_{io} = h_i \left( \frac{ID}{OD} \right) = 0,3805 \text{ btu/jam.ft}^2 \cdot \text{F}$$

b. Shell side

Didalam shell digunakan pendingin, dengan spesifikasi sebagai berikut:

$$C_p = 176,9424 \text{ kJ/kmol.K}$$

$$\mu = 0,00012 \text{ g/cm.s}$$

$$k = 0,0288 \text{ W/m.k}$$

Menghitung bilangan reynold di shell (Res)

$$C' = \text{jarak antar tube}$$

$$= 0,72 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} W_s &= \text{laju aliran pendingin} \\ &= 3816,90 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_s &= \text{flow area pada shell} \\ &= 0,0018 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_s &= \text{mass velocity fluida dalam shell} \\ &= W_s/a_s \\ &= 4520192,7831 \text{ lb/f t}^2 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$De = \frac{4(0,5PT^2 \cdot 0,866 - 0,5 \cdot \pi \frac{OD^2}{4})}{0,5 \cdot \pi \cdot OD} = 0,1737 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} Res &= \frac{G_s \cdot De}{\mu} \\ &= 511822,259 \end{aligned}$$

Dari fig.28 Kern, hal 838 didapat  $jH = 290$

$$\begin{aligned} h_o &= jH \left( \frac{k}{De} \right) \left( \frac{C_p s}{\mu s} \right)^{1/3} \\ &= 10254,6473 \text{ Btu/jam ft}^2 \cdot F \end{aligned}$$

c. Menentukan clean overall coefficient ( $U_c$ )

$$U_c = \frac{h_{io} \cdot h_o}{h_i + h_o}$$

$$= 0,3805 \text{ btu/jam ft}^2 \text{ F}$$

Dari tabel 12 Kern, hal 845 didapat:

$$R_d \text{ shell} = 0,0015$$

$$R_d \text{ tube} = 0,001$$

$$R_d = R_d \text{ shell} + R_d \text{ tube}$$

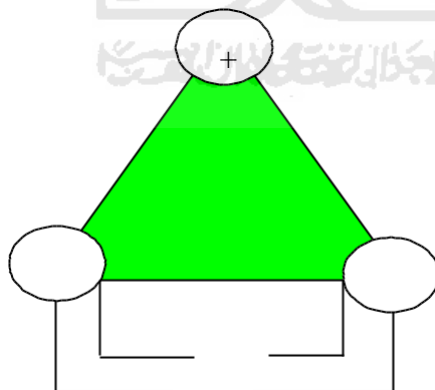
$$= 0,0025$$

Sehingga diperoleh

$$U_d = \frac{1}{R_d + \frac{1}{U_c}} = 0,3802 \text{ btu/jam.ft}^2 \cdot \text{F}$$

d. Menghitung diameter dalam shell

(IDs) Susunan tube: Triangular pitch



$$\text{Pitch tube (PT)} = 1,25 \text{ ODt} = 3,6 \text{ in} = 0,0914 \text{ m}$$

$$\text{Clearance (C')} = \text{PT} - \text{Odt} = 0,72 \text{ in} = 0,0183 \text{ m}$$

$$ID_s = \sqrt{\frac{4 \cdot N_t \cdot P_T^2 \cdot 0.866}{\pi}}$$

$$= 27,7858 \text{ in}$$

$$= 0,7057 \text{ m}$$

e. Menghitung tebal dinding reaktor

Tebal dinding reaktor (*shell*) dihitung dengan persamaan (Brownell, 1980):

$$t_s = \frac{P \cdot r}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + C$$

Dimana :

$t_s$  = tebal *shell*, in

E = efisiensi pengelasan

f = maksimum allowable stress bahan yang digunakan (Brownell)

r = jari-jari dalam *shell*, in

C = faktor korosi, in

P = tekanan *design*, Psi

Bahan yang digunakan *Stainless steel SA 283 Grade C*

E = 0,85

f = 12650 psi

C = 0,125

r = ID/2 = (27,7858/2) in = 13,8929 in

P = 17,64 psi

$$t_s = \frac{17,64 \cdot 13,8929}{12650 \cdot 0,85 - 0,6 \cdot 17,64} + 0,125$$

$t_s = 0,1478$  in

dipilih tebal dinding reaktor standar 1 in

$$\begin{aligned} \text{Diameter luar reaktor} &= \text{ID} + 2 \cdot t_s \\ &= 27,7858 + (2 \cdot 1) \\ &= 29,7858 \text{ in} \end{aligned}$$

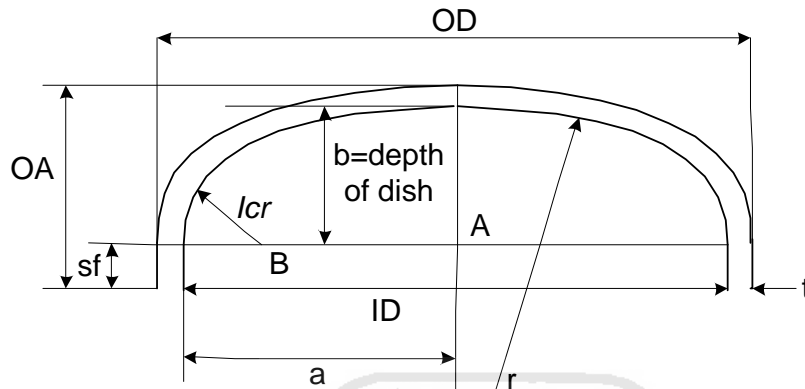
Sehingga dipilih diameter luar reaktor (Brownell, 1959) sebesar 170 in.



- f. Menghitung head reaktor
- Menghitung tebal head reaktor

Bentuk head : *Elipstical Dished Head*

Bahan yang digunakan: *Carbon steel 283 Grade C*



ID = diameter dalam head

OD = diameter luar head

a = jari-jari dalam head

t = tebal head

r = jari-jari luar *dish*

icr = jari-jari dalam sudut icr

b = tinggi head

sf = straight flange

OA = tinggi total head

Tebal head dihitung berdasarkan persamaan (Brownell, 1979) :

$$t_h = \frac{P \cdot ID_s}{2 \cdot f \cdot E - 0,2 \cdot P} + C$$

P = tekanan design, psi = 17,64 psi

ID<sub>s</sub> = diameter dalam reactor, in = 27,7858 in

F = maksimum allowable stress, psi = 12650 psi

E = efisiensi pengelasan = 0,85

C = faktor korosi, in = 0,125 maka

$$th = \frac{17,64 \cdot 27,7858}{2 \cdot 12650 \cdot 0,85 - 0,2 \cdot 17,64} + 0,125$$

$$= 0,1263 \text{ in}$$

dipilih tebal head reaktor standar 1 in

- Menghitung tinggi head reaktor

ODs = 170 in

Ts = 1 in

didapat : icr = 11,5

r = 170 in

A = ID<sub>s</sub>/2 = 0,3528 m

AB = a - icr = 2,3929 in

BC = r - icr = 158,481 in

AC =  $(BC^2 - AB^2)^{1/2}$  = 158,4819

B = r - AC = 11,5181 in

.....(Brownell, P.87)

Dari tabel 5.6 Brownell hal.88 dengan th 1 in didapat sf = 1,5 – 3,5 in (dalam perancangan digunakan sf = 4 in)

Hh = th + b + sf

$$= 0.4196 \text{ m}$$

- Menghitung tinggi reaktor

Tinggi reaktor total = panjang *shell* + tinggi head top

HR = 366,1419 in + 16,5181 in

$$= 382,66 \text{ in}$$

$$= 31,888 \text{ ft}$$

$$= 9,72 \text{ m}$$

g. Menghitung diameter pemanas

- Diameter pemanas masuk

$$D_{opt} = 293G^{0,53} \rho^{-0,37}$$

$$D_{opt} = 22,8624 \text{ mm}$$

$$= 0,9001 \text{ in}$$

Dari *table* kern dipilih ukuran *standard*

$$ID = 7,981 \text{ in}$$

$$OD = 8,625 \text{ in}$$

- Diameter pemanas keluar reaktor

$$\text{densitas } \rho \text{ keluar} = 0865,7756 \text{ kg/m}^3$$

$$D_{opt} = 293G^{0,53} \rho^{-0,37}$$

$$D_{opt} = 24,7454 \text{ mm}$$

$$= 0,9742 \text{ in}$$

Dari *table* kern 1980 dipilih ukuran *standard* (sch20) :

$$ID = 7,981 \text{ in}$$

$$OD = 8,625 \text{ in}$$

h. Menghitung volume reactor

- *Volume head* (Vh)

$$= 0,000049 \times ID_s^3$$

$$= 0,0609 \text{ m}^3$$

- *Volume shell* (Vs)

$$= (3,14/4) \times ID_s^2 \times Z$$

$$= 3,6364 \text{ m}^3$$

- *Volume reactor (V<sub>r</sub>)*

*= Volume head + Volume shell*

*= 3,64 m<sup>3</sup>*



i. Spesifikasi nozzle

- Diameter saluran gas umpan

$$D_{opt} = 293 G^{0,53} \rho^{-0,37}$$

$$D_{optimum} = 179,7843 \text{ mm}$$

$$D_{optimum} = 7,0781 \text{ in}$$

Dari appendix K, P 390, brownell 1959 dipilih ukuran standard :

$$\text{ID} : 41,25 \text{ in}$$

$$\text{OD} : 41 \text{ in}$$

- Diameter saluran gas keluar reaktor

$$D_{Opt} = 293 G^{0,53} \rho^{-0,37}$$

$$D_{opt} = 141,2026 \text{ mm}$$

$$D_{opt} = 5,5592 \text{ in}$$

j. Menghitung panjang reaktor

kondisi masuk reaktor  $X_o = 0$

posisi awal katalis  $Z_o = 0$

suhu masuk pipa  $T_o = 523 \text{ }^\circ\text{K}$

tekanan masuk pipa  $P_o = 1 \text{ atm}$

aliran massa masuk pipa  $F_{Ao} = 35,2023 \text{ kmol/jam}$

aliran massa masuk shell  $W_s = 373,0803 \text{ kg/jam}$

$$\Delta Z = 0,1 \text{ m}$$

Dari perhitungan di atas didapat:

- Konversi keluar reaktor  $= 0,995$

- Panjang tube = 12,6 m
- Tekanan keluar reaktor = 1 atm
- Suhu keluar reaktor = 523 °K

#### k. Spesifikasi Reaktor

##### 1. Tube

Susunan pipa = Triangular Pitch

Nominal Pipe Size (IPS) = 0,0254 m

Diameter luar (OD) = 0,073152 m

Diameter dalam (IDt) = 0,062 m

Sc. Number = 80

Surface per lin ft :

Outside = 0,753 ft<sup>2</sup>/ft

Inside = 1,59 ft<sup>2</sup>/f

Pitch = 0,09144 m

Clearance = 0,0182 m

Jumlah pipa = 54 buah

##### 2. Shell

Direncanakan shell terbuat dari plate steel SA 283 Grade C dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tekanan (f) = 12650 psia .....(Brownell,  
P.251)  
Efficiency pengelasan  
(E) = 0,85

Faktor korosi (c) = 0,003175 m

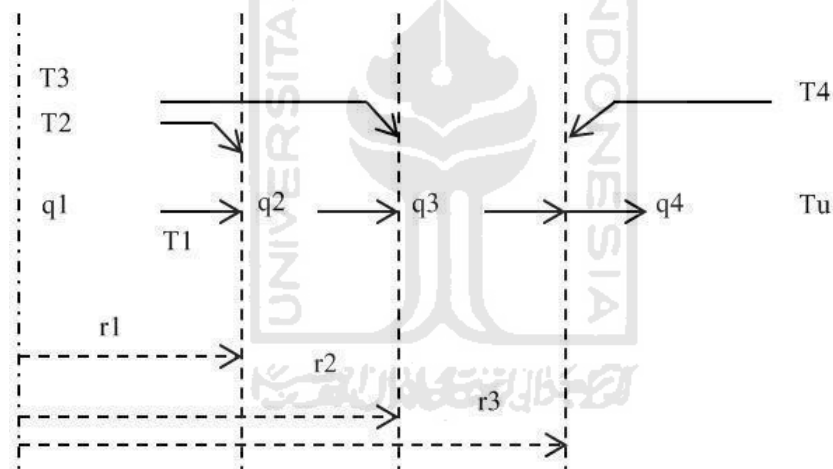
Diameter shell (Ids) = 0,7056 M

Tebal shell = 0,0037 M

j. Isolator

Asumsi :

- Keadaan steady state
- Suhu dalam reaktor sama dengan suhu permukaan dinding sebelah dalam shell,  $T_1 = 523 \text{ }^\circ\text{K}$
- Suhu udara lingkungan,  $T_u = 303 \text{ }^\circ\text{K}$



Keterangan :

R1 = jari – jari dalam shell

R2 = jari – jari luar shell

R3 = jari – jari penyekat

Q1 = transfer panas konveksi dari pendingin ke dalam reaktor

Q2 = transfer panas konveksi dari dinding dalam keluar reaktor

Q3 = transfer panas konveksi dari dinding luar reaktor ke dinding

Isolasi

$Q_4$  = transfer panas konveksi dari dinding isolasi ke udara

$T_1$  = suhu reaktor

$T_u$  = suhu udara lingkungan

- Bahan penyekat yang digunakan adalah asbestos yang memiliki sifat :

$K_a$  = 0,0004845 J/s.m.°K

$\rho_a$  = 577,0139 kg/m<sup>3</sup>

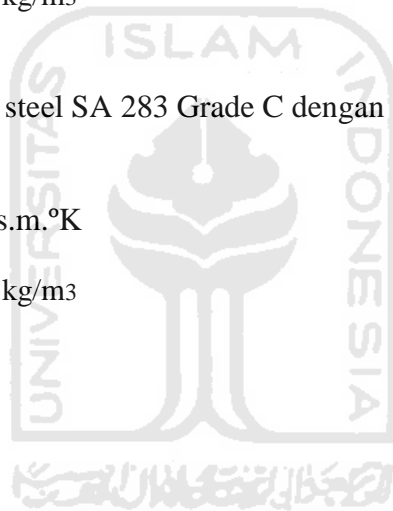
$\epsilon_a$  = 0,96

- Bahan dinding adalah steel SA 283 Grade C dengan sifat :

$K_a$  = 0,0789 J/s.m.°K

$\rho_a$  = 7853,818 kg/m<sup>3</sup>

$\epsilon_a$  = 0,81





- Peristiwa perpindahan panas dari dinding dalam shell ke lingkungan meliputi:
  - a. Transfer panas konduksi pada dinding shell
  - b. Transfer panas konduksi pada isolator
  - c. Transfer panas radiasi dari dinding luar isolator ke lingkungan
  - d. Transfer panas konveksi dari dinding luar isolator ke udara luar
- Mencari tebal isolasi

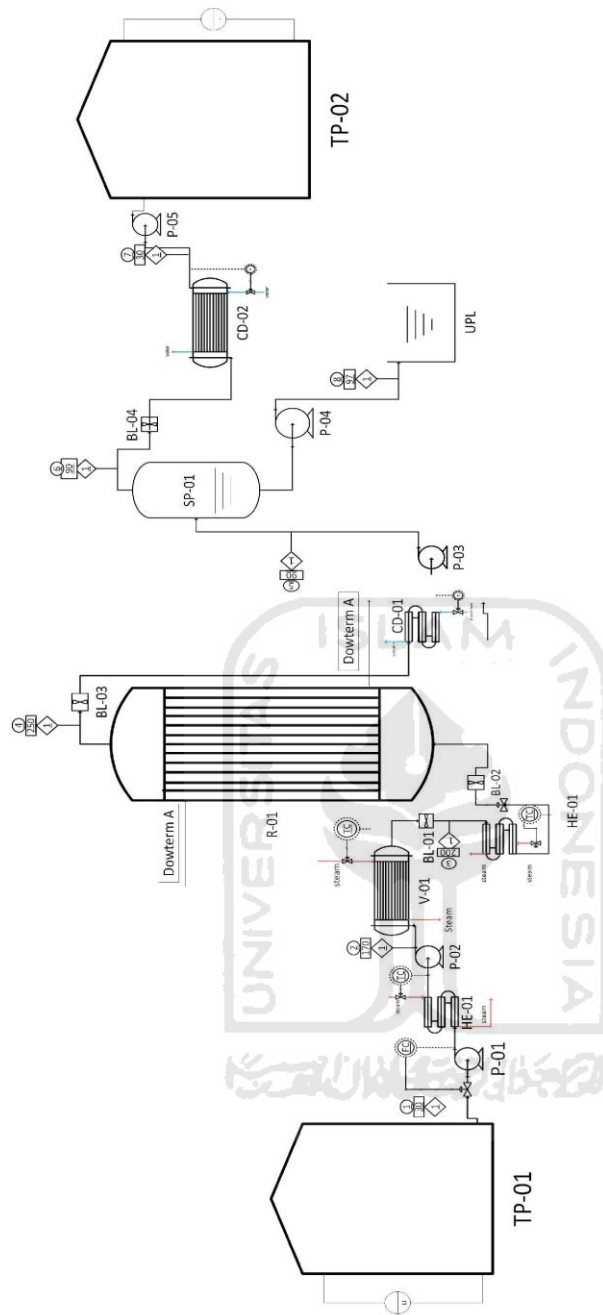
$$r_3 = 1,3066 \text{ m}$$

$$\text{Tebal isolasi yang dibutuhkan} = r_3 - r_2$$

$$= 0,2398 \text{ m}$$



**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PRARANCANGAN PABRIK TETRAHYDROFURAN DENGAN 1,4 BUTANEDIOL**  
**KAPASITAS PRODUKSI 15.000 TON/TAHUN**



KET Satuan Kg/jam

	1	2	3	4	5	6	7	8
SENYAWA								
1,4 Butanediol	2353.5624	2353.5624	2353.5624	11.7678	11.7678	-	-	11.7678
Air	23.7734	23.7734	23.7734	490.5658	490.5658	18.9394	18.9394	474.6288
Tetrahydrofuran	-	-	-	1875	1875	1875	1875	-
Total	2377.3358	2377.3358	2377.3358	2377.3336	2377.3336	1893.939	1893.939	483.3966

ALAT	KETERANGAN	SYMBOL	KETERANGAN
TP	Tangki penyimpanan	FC	FLOW CONTROLLER
P	Pompa	LC	LEVEL CONTROLLER
HE	Heater	TC	TEMPERATURE CONTROLLER
VP	Vaporizer	PC	PRESSURE CONTROLLER
R	Reaktor	CV	CONTROL VALVE
SD	Separator Drum	NO	NON-RETURN
CD	Condenser	TR	TRAY
BL	Blower	ATM	ATMOSPHERIC

JURUSAN TEKNIK (KMA)	JURUSAN TEKNIK (KMA)
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI	FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS SUKSES INDONESIA	UNIVERSITAS SUKSES INDONESIA
YOGYAKARTA	YOGYAKARTA

PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM	PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK TETRAHYDROFURAN DARI 1,4 BUTANEDIOL	PABRIK TETRAHYDROFURAN DARI 1,4 BUTANEDIOL
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN	KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Oleh:	Oleh:
1. Melia Mahesh (16521182)	1. Melia Mahesh (16521182)
2. Muthia Aulia (16521192)	2. Muthia Aulia (16521192)

DOSEN PEMBIMBING	DOSEN PEMBIMBING
1. Dr. Suharno Rudi	1. Dr. Suharno Rudi
2. Lili Kristiyani S.T., M.Eng	2. Lili Kristiyani S.T., M.Eng

